

**Instituto de Educación Superior Tecnológico Público
"De las Fuerzas Armadas"**



TRABAJO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

**ELABORACIÓN DE TRES TIPOS DE FORCÍPULAS DE MADERA
COMO MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA CARRERA DE
ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS FORESTALES DEL IESTPFFAA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL TÉCNICO EN
ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS FORESTALES**

PRESENTADO POR:

CAMPOS MENDOZA, Lloyysi Lizbeth

ROLDÁN PEREZ, Julio Antonio

SALAZAR URBANO, Hilari Astrid

LIMA, PERÚ

2020

Dedico este trabajo a mis padres, Emiliano y Marleni,
y a mis hermanos quienes siempre estuvieron
apoyándome en toda mi formación académica e
incentivaron a lograr cumplir todas mis metas.

Campos Mendoza, Lloysi Lizbeth

Al Creador y a mi querida madre, Ross Mery Pérez Carlín,
a quien les debo la vida y su incondicional apoyo en todo
momento. Muchas gracias madre querida.

Roldan Perez, Julio Antonio

Dedico este trabajo a Dios y a mis queridos padres,
Moisés Salazar Montalvo y Justina Urbano Jara, y a mi
pareja Ethel Cabrera Poma quien siempre estuvo
apoyándome en cada decisión y meta trazada.

Salazar Urbano, Hilari Astrid

AGRADECIMIENTOS

A nuestro Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas”, por la oportunidad de formarnos profesionalmente.

A los docentes de la carrera profesional Administración de Recursos Forestales por los conocimientos adquiridos y su apoyo constante durante toda nuestra formación académica.

A la Ing. Ana Altez Basaldúa y amigos; al docente Lic. Andrés Carpio Carranza, a la Lic. Elva Flores López, quien siempre nos apoyó y confió enteramente en nosotros para la realización de este trabajo tan importante en nuestras vidas; al Ing. Óscar Parra por haber impartido sus conocimientos para la elaboración del perfil y por su valioso apoyo incondicional; a la Ing. Andrea Ramos por sus consejos y contribuciones en mejorar el presente Trabajo de Aplicación Profesional. Finalmente, a la Lic. María Elizabeth Valderrama Aguirre, por su paciencia y apoyo para la elaboración del Trabajo de Aplicación Profesional.

A nuestros hermanos, por ser las primeras personas en apostar y creer en nosotros. A nuestros sobrinos, por compartir momentos difíciles y saber superarlos. A nuestros amigos, por ayudarnos en el trabajo de aplicación y compartir días de frustración con nosotros. A mis amigos de clase, por su presencia en este día.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1. Formulación del problema.....	16
1.1.1 Problema general	17
1.1.2 Problemas específicos	17
1.2. Objetivos	17
1.2.1 Objetivo general.....	17
1.2.2 Objetivos específicos	18
1.3 Justificación	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Estado de arte	20
2.2 Bases teóricas.....	23
2.2.1. Diámetro altura de pecho.....	23
2.2.2 Medición del diámetro altura de pecho (DAP) de un árbol	24
2.2.3 Formas de Medición del DAP	24
2.2.4 la Forcípula	25
2.2.5 Formas de usos de la forcípula.....	25
2.2.6 Uso de la forcípula.....	28
2.2.7 Posición para la medición del diámetro normal en terreno llano.....	28
2.2.8 Medición con la forcípula de un árbol de sección no circular.....	29
2.2.9 Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado.....	29
2.2.10 Posición para la medición del DAP de un árbol con contrafuertes	31
2.2.11 Posición para la medición del DAP de un árbol con raíces aéreas.....	31
2.2.12 Posición para la medición del DAP de un árbol con ensanche de ramas a 1,3 m	31
2.2.13 Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado.....	32
2.2.14 Árbol caído	33
2.2.3. SOLIDWORKS	33
2.2.3.1. Definición	33
2.2.3.2. Historia y Evolución	33
2.2.3.3. SOLIDWORKS en el proceso de desarrollo del producto	34
2.2.3.4. Producto utilizado	35

	Página
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	32
3.1 Finalidad	33
3.2 Propósito	33
3.3 Componentes	33
3.4 Actividades	34
3.4.1 Diseño de forcípula.....	34
3.4.2 Adquisición del material	38
3.4.3 Elaboración de la forcípula	39
3.4.4 Fabricación de piezas.....	41
3.4.5 Armado	42
3.5 Limitaciones.....	48
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	49
4.1 Resultados.....	50
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones	53
Referencias.....	54
APÉNDICES	
Apéndice A. Cronograma de Actividades	
Apéndice B. Cronograma de Presupuestos	

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Diámetro	26
Figura 2: Forcípula de brazos paralelos.....	27
Figura 3: Forcípulas horcaja y finlandesa	27
Figura 4: Medición del árbol individual	27
Figura 5: toma de diámetros	28
Figura 6: Forcípula de brazos paralelos.....	29
Figura 7: Medición en terreno inclinado	29
Figura 8: Medición en terreno inclinado	30
Figura 9: Medición en terreno inclinado	30
Figura 10: Medición en terreno inclinado	31
Figura 11: Posición ara la medición del DAP de un árbol con contrafuertes.....	31
Figura 12: Posición para la medición de un árbol con raíces aéreas	31
Figura 13: Posición para medición de u árbol ensanche de ramas	32
Figura 14: Posición para medición de un árbol ensanche de ramas	32
Figura 15: Posición para medición de un árbol ensanche de ramas	32
Figura 16: Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado	32
Figura 17: Árbol caído.....	33
Figura 18: Diseño a mano alzada de la forcípula	34
Figura 19: Diseño de la forcípula	35
Figura 20: Parante.....	36
Figura 21: Brazo fijo	36
Figura 22: Brazo movable	37
Figura 23: Tapa de la corredera del brazo movable	37
Figura 24: Barniz	38
Figura 25: Clavos	38
Figura 26: Cinta métrica	38
Figura 27: Brocha	38
Figura 28: Lijas.....	38
Figura 29: Cola sintética.....	38
Figura 30: Thiner acrílico	39
Figura 31: Perno mariposa	39
Figura 32: Laca.....	39
Figura 33: Adquisición de la madera.....	39
Figura 34: Medición de la madera	39
Figura 35: Dimensionado de la madera en la máquina de sierra de disco (Corte longitudinal).	40
Figura 36: Corte transversal	40
Figura 37: caladora	41
Figura 38: piezas de la forcipula	42
Figura 39: Lija de palma.....	42
Figura 40: pegado de la cinta metrica.....	43
Figura 41: colocado de pernos.....	43

	Página
Figura 42: colocando las uñas y brazos	44
Figura 43: Comprensora de pistola.....	44
Figura 44: Forcípulas acabadas y listas para la comprobación de su uso.....	45
Figura 45:Forcípulas de 1 metro y 1 metro 50 centímetros.....	45
Figura 46:Probando la forcípula de 50 centímetros	46
Figura 47: Evaluación de la forcípula de 100 cm de parante.	46
Figura 48: Evaluación de la forcípula de 150 cm de parante.	47
Figura 49: Forcípula terminada	47

RESUMEN

El presente trabajo de aplicación profesional tiene como objetivo complementar los materiales didácticos que son utilizados en el proceso de formación académica de la carrera de Administración de Recursos Forestales específicamente en el módulo de Manejo de Bosques. Así los estudiantes podrán contar con un mayor número de herramientas que refuercen los conocimientos adquiridos de forma teórica, por ello se construyó tres forcípulas de distintos tamaños para ser utilizadas en árboles de diferentes clases diamétricas.

En el desarrollo de este trabajo fue necesario recapitular todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera técnica, principalmente en el uso de los programas de diseño 3D y el manejo de distintas máquinas de corte. Además de poner a prueba nuestras habilidades en carpintería.

El diseño de las forcípulas se decidió después de haber revisado distintos trabajos similares buscando la practicidad de esta, para ello se usó el programa SOLIWORK, el material escogido fue la madera de tornillo, los tamaños determinados fueron los siguientes: 50 centímetros, 100 centímetro y 150 centímetros de parante, en este proceso de fabricación se utilizó la máquina de sierra circular para el corte curvos y rectos.

al proceso de fabricación de las forcípulas, estas fueron llevadas a campo para realizar una serie de simulaciones y la comprobación final de su uso, obteniendo un resultado favorable, concluyendo que el diseño y la fabricación fueron un éxito. Finalmente se asegura su uso practicó el cual servirá de apoyo educativo para los estudiantes de la carrera técnica y para futuros proyectos de inventarios forestales aplicados desde una área verde pasando por una plantación hasta un bosque natural.

Palabras claves: Diámetro de altura de pecho, forcípula, medición de DAP, trabajos de carpintería, uso de forcípula.

INTRODUCCIÓN

La utilización de herramientas didácticas es esencial para el proceso de formación académica, dado que no solo mejora la experiencia del aprendizaje, sino que enriquece la metodología de enseñanza – aprendizaje. Por lo que es necesario que los estudiantes cuenten con un gran abanico de herramientas que les permitan en un futuro desenvolverse de forma efectiva en el ámbito laboral.

Sumado a esto se encuentra la importancia del conocimiento del diámetro de un árbol a la altura del pecho (DAP), puesto que es una de las dos medidas cuantitativas principales que permite a los profesionales de las ciencias forestales estimar el volumen de madera aprovechable de una especie forestal, así como también poder inferir la edad aproximada del árbol .

La medición del diámetro del fuste de un árbol es la medición del diámetro del tronco, esta es una de las actividades más importantes de la medición forestal, porque nos brinda comodidad ya que a través del diámetro, podemos comprender las características del bosque (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2004).

El DAP tiene diversos métodos tradicionales de medición, se puede tomar la medida con una wincha, una cinta diamétrica, pero se obtiene mayor eficiencia y precisión en la medición con instrumentos especiales tales como las forcípulas, las cuales son objeto del trabajo.

La herramienta más utilizada para la tomar la medida del DAP es la forcípula, debido a que, si se utiliza de forma adecuada nos brinda medidas muy exactas y con muy poco margen de error.

Las forcípulas han demostrado que dentro del campo de la dasometría brinda las medidas más exactas y valiéndose de estas se puede tener un conocimiento más profundo de la situación en la que se encuentra la masa forestal y con esto se podrá tomar mejores decisiones que permiten un mejor aprovechamiento de los recursos forestales.

Teniendo en cuenta estos beneficios, tenemos como resultado que es totalmente indispensable el desarrollo de las forcípulas como materiales didácticos, debido a la importancia de la empleabilidad de éstas en las diferentes unidades didácticas de la carrera de Administración de Recursos Forestales.

Para la aplicación de este trabajo, se desarrollaron las siguientes actividades:

En el capítulo I se presentó la formulación del problema, problema general, problemas específicos, objetivos, objetivos generales, objetivos específicos y a través de la justificación se argumenta el objetivo de nuestro proyecto.

En el capítulo II, se recopilaron mediante el estado de arte algunos con trabajos con similitud al nuestro y se conceptualizaron a través de las bases teóricas.

En el capítulo III, se menciona la finalidad, el propósito, los componentes, que cumple nuestro proyecto. Además, se presentó la ejecución del proyecto a través de las actividades y las limitaciones que se presentaron durante su ejecución.

En el capítulo IV, se muestran los resultados del trabajo de aplicación.

Finalmente, en el capítulo V, se realizaron las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I
DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Durante el año 2013 fue creado el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “De las Fuerzas Armadas” para la carrera de electrónica industrial, pero comienza su funcionamiento en el 2015 con 4 carreras más tales como: construcción civil, computación e informática, mecánica automotriz, mecánica de producción. Durante los años posteriores se abrieron 7 carreras más, impartiendo actualmente 12 carreras tecnológicas, entre ellas, la carrera de Administración de Recursos Forestales, que forma estudiantes con sólidos conocimientos en diversas materias como inventario forestal, aprovechamiento de los recursos maderables y no maderables, recursos naturales, protección y conservación de los recursos forestales y reforestación.

Un técnico forestal está preparado para planificar y supervisar planes de manejo y realizar un aprovechamiento racional de los recursos que provienen de los bosques, de acuerdo con las normas establecidas en la ley forestal y de fauna silvestre. Debido a esto es importante en su formación conocer los métodos y las herramientas para la determinación adecuada del diámetro de un árbol a la altura del pecho (DAP) que conjuntamente con la altura permiten estimar cuánta madera se va a extraer de un árbol.

En la estructura de un árbol, el tallo se convierte en el órgano vegetativo más accesible para evaluarlo, Por ello la medición de éste, es una de las actividades más importantes de la medición forestal, ya que brinda comodidad. Es así que, a través del diámetro podemos comprender las características de las masas forestales.

El DAP tiene diversos métodos tradicionales de medición, se puede tomar la medida con una wincha, una cinta diamétrica, pero se obtiene mayor eficiencia y precisión en la medición con instrumentos especiales tales como las forcípulas, las cuales son objeto del trabajo.

El Instituto tiene instrumentos para determinar el DAP, sin embargo, estos son escasos y el poder acceder a ellos es difícil para los estudiantes de la carrera de administración de recursos forestales. Por esta razón, no todos logran adquirir un conocimiento claro de la evaluación de un DAP.

Por lo tanto, el presente trabajo de aplicación busca incorporar nuevos materiales a la institución, de tal forma que permita ampliar el conocimiento académico de los estudiantes en el campo forestal, usando forcímulas en la toma de medidas de diferentes diámetros.

1.1.1 Problema general

1.0 ¿Cómo optimizar el aprendizaje de los estudiantes en la medición del diámetro a la altura de pecho de los árboles en pie en la carrera de Administración de Recursos Forestales del IESTPFFAA?

1.1.2 Problemas específicos

1.1 ¿Qué material didáctico se requieren para medir los diferentes tipos de diámetros de los arboles?

1.2 ¿Cómo mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el desarrollo de la medición del DAP en la carrera de Administración de Recursos Forestales?

1.3 ¿Qué impacto tiene el uso de un material didáctico?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

1.0 Diseñar y construir forcímulas de madera como material didáctico para la carrera de Administración de Recursos Forestales del IESTPFFAA.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1.1. Construir tres forcípulas de diferentes tamaños para medir los diferentes tipos de diámetro de los árboles.
- 1.2 Construir tres tipos de forcípula para mejorar el proceso de enseñanza
- 1.3 Lograr un aprendizaje significativo con el uso de la forcípula.

1.3 Justificación

La medición forestal nos permite medir árboles en el bosque y sus productos, además de conocer sus principales características, tales como la estructura, crecimiento, y calidad, con la finalidad de proporcionar información necesaria para el manejo de los recursos forestales.

Malleux (1982), indica que el DAP es el parámetro cuantitativo más importante en una evaluación forestal por tres motivos fundamentales, inicialmente indica que puede ser medido en forma directa y por lo tanto, se pueden obtener datos precisos. En base a él se pueden obtener por relación todos los demás parámetros más importantes del árbol como volúmenes, diámetros de copa, área basal, crecimiento proyectados, entre otros (p. 32).

Dicho a lo anterior, el DAP nos permite caracterizar la estructura de la población arbórea. También en trozas normalmente se mide los diámetros extremos y diámetros intermedios.

El autor afirma que construir una forcípula con características ya mencionadas nos permite medir el DAP de los árboles en la variedad de tamaños y en las diferentes especies forestales. Su uso es importante para poder calcular la cantidad cuantitativa de madera aproximada que se puede extraer de un bosque, al igual que nos facilita realizar un inventario forestal y un buen manejo.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

En el área forestal, la dasometría trata de la medición de los árboles y las masas forestales, tanto desde el punto de vista estático como desde el punto de vista dinámico (su crecimiento). El diámetro es la variable habitualmente se mide más en los inventarios forestales y se suele expresar en centímetros o milímetros. Esta medida se toma a lo largo del fuste de un árbol y considerando que las secciones fueran circulares se podría medir un diámetro en cada uno de sus puntos. De todos ellos, el dominado diámetro normal o diámetro a la altura de pecho medido a la llamada altura normal, que se fija a 1,30m sobre el nivel del suelo (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [MAGRAMA], 2018).

Su origen surge ligada al comercio de la madera la primera unidad de medida conocidas son las cargas y cuerdas de leña una cuerda de leña equivale aproximadamente a la madera en una pila 3.5 metros cúbicos, no se valoran los árboles por su volumen, si no por el producto que se podría extraer de ellos.

En el siglo XVII se comienza las mediciones de volúmenes de trozas en arboles apeados, en el siglo XVIII las primeras fórmulas matemáticas para el cálculo de volúmenes de trozas. En el siglo XIX se dio la medición de árboles en pie y en 1804 el selvicultor Alrman J. Heinrich Cotta construye la primera tabla de cubicación.

De 1820 a 1830 Surge en Francia la primera forcípula de brazos rectos para la medición de diámetros; M R. Pressler en 1860 diseña la barrena para la medición de crecimientos diametrales (MAGRAMA, 2018).

Se elaboró para calcular el volumen del DAP y el Inventario Forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Su importancia radica en que sólo es posible adoptar decisiones que se funden en información fiable y sólida, por lo que es necesario un proceso cíclico de recolección de datos, adopción de decisiones y evaluación de los resultados obtenidos en el campo.

Durante este siglo comienza la aplicación de técnicas estadísticas al Inventario Forestal y surgen la mayoría de los instrumentos de medición.

En 1948 El austriaco Walter Bitterlich desarrolla la teoría del muestreo angular. Y en 1950 aparece la forcípula finlandesa que permite la medición de diámetros es un instrumento para medir principalmente árboles en pie, se compone de tres piezas: una regla graduada de sección rectangular conectado a dos piezas perpendiculares denominadas brazos. Uno de los brazos está unido fijamente a un extremo de la pieza principal, de modo que su borde interior coincide con el cero de la escala, el otro brazo móvil y se puede deslizar a lo largo de la pieza que contiene la escala graduada para efectuar de las lecturas de las mediciones efectuadas accesibles al diámetro de los arbustos y árboles.

En 1970 se empiezan a desarrollar, también en Finlandia, las primeras forcípulas digitales y en 1991 en Estados Unidos desarrollan el primer Criterion 400, dendrómetro digital que permitía, entre otras muchas cosas, medir diámetros inaccesibles (MAGRAMA,2018).

Las Forcípula de brazo móvil o forcípula propiamente dicho Es la más frecuente y la podemos considerar como la herramienta forestal por excelencia. Existen de distintos tamaños desde 30 a 100 cm, de longitud, la dimensión más aconsejable es la que nos permite medir secciones de 50-60 cm de diámetro.

La forcípula finlandesa y forcípula angular de Bitterlich o forcípulas electrónicas, tipo abrazadera, forcípulas electrónicas, brazos móviles. En lo más moderno y actuales las forcípulas digitales, que incluyen pequeños ordenadores que almacena y procesa información del diámetro medido. Presentan la gran ventaja de que toda la información almacenada en ellos, se puede descargar en el ordenador para procesarla. Pueden recibir y transmitir información por distintos procedimientos (teléfonos móviles, GPS, dendrómetros vertex, ordenadores)

El trabajo de investigación de Salazar (2008), estudio tiene como objetivo principal estimar el valor económico de la madera en pie de la plantación de P. pátula, indica que para determinar el volumen de madera el valor de madera en pie de la plantación de P. pátula, se debe medir la altura comercial, diámetro a la altura del pecho (DAP), de cada uno de los árboles seleccionados como muestra.

Las mediciones se hicieron mediciones a los árboles seleccionados en cada parcela. La primera variable que se midió fue el diámetro a la altura del pecho (DAP), usando cinta métrica y una forcípula; así mismo, se midió la altura comercial con ayuda de un Hipsómetro SUUNTO, con una distancia 20 metros del árbol marcado al punto que se tomó la medida, considerando hasta cinco centímetros de grosor como diámetro aprovechable (Salazar ,2008).

Al realizar la valoración económica de madera en pie, sirvió mucho el uso de la forcípula, porque permitió tener un valor económico cercano al real que, según este estudio, en una plantación de *Pinus patula* de 22 años, se obtiene un volumen comercial aprovechable de 248 m³ por ha y un valor de 151 S/ por m³ de la madera en pie. El resultado, transformado en valor económico resulta 14375 S/ por ha, valor que no se obtendría si no se hace un cálculo adecuado con una herramienta de proyección de volumen eficiente, tal como lo es la forcípula

El diámetro del tronco de un árbol es uno de los parámetros de mayor uso para estudios en valoración económica de una plantación. El diámetro consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Esta medida sirve, para medir el área basal y el volumen del tronco de los árboles, siendo posible medir el diámetro con una forcípula o con una cinta métrica. La forcípula mide el diámetro directamente, mientras que la cinta métrica mide el perímetro a partir del cual se puede calcular el diámetro (Gregersen et al., 1997).

Sánchez et al., (2018) en su trabajo de investigación asociado aprovechamiento forestal maderable, hizo uso de la forcípula electrónica para el cálculo de la cubicación y la documentación de madera en rollo tanto como en madera aserrada, lo cual fue el resultado dos ejemplos muy importantes de la innovación son:

El uso de la forcípula en la fase de abastecimiento y uso de estufa de secado de madera aserrada. El uso de la forcípula electrónica ha permitido reducir el tiempo y hacer la cubicación de madera en rollo de manera más precisa para su documentación. La estufa de secado de la madera aserrada ha permitido reducir los tiempos de secado, ampliar la gama de servicios que ofrece la industria, generar productos de alta calidad uniforme y posicionar a la industria del ejido como referente de la cuenca de abasto a la cual pertenece. Finalmente, el modelo de aprovechamiento del ejido Gómez Tepeteno ha logrado avances importantes pero está en una fase de consolidación pasando de una cadena de producción a una cadena de valor, con lo cual se crea una relación superior entre productor y cliente.

Wabö et al. (2007) realizaron una investigación en una plantación de *Pinus radiata* ubicada en las instalaciones de la ESPOCH, Riobamba, Chimborazo, el mismo tiene como objetivo comparar datos de medición de diámetros obtenidos con dos instrumentos de medición, como son, cinta diamétrica y forcípula; instrumentos comúnmente utilizados para la toma de diámetros en procedimientos de inventariación forestal. Siendo las mediciones de longitudes las más importantes, en esta área, la medición del diámetro tiene una alta implicación en los resultados de cálculos de área basal y volumen de rodales, por lo cual este trabajo consiste en evaluar datos tomados con estos instrumentos en la medición de diámetros, los mismos que serán empleados para el cálculo de área basal. Para evaluar el comportamiento de los métodos de determinación del DAP a nivel de árbol se definieron la variable área basal.

En conclusión, se puede afirmar que el análisis de datos donde se evaluó y cálculo del volumen de la madera en una plantación de *Pinus radiata* se obtuvo que la forcípula obtiene resultados más exactos que la cinta métrica, pero el promedio de las áreas basales calculadas a partir del diámetro medido empleando las dos herramientas de medición conduce a similares resultados en el cálculo de las áreas de las secciones transversales de árboles de pino medidos a la altura del pecho. El trabajo de investigación refiere que los resultados obtenidos tienen características similares, sin embargo, aunque la diferencia estadística entre los dos es mínima, se puede afirmar que el uso de forcípula es más exacto en el cálculo de las áreas de las secciones transversales de árboles de pino medidos a la altura de pecho.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Diámetro altura de pecho.

Según la Universidad Autónoma de México indica que se llama diámetro de altura de pecho DAP. Cuando la altura del diámetro del tronco debe medirse mediante la biomasa forestal, se acordó que esta sea a 1.30 metros sobre el suelo porque esta es la altura de la medida de pecho de las personas.

2.2.2 Medición del diámetro altura de pecho (DAP) de un árbol

En la evaluación de los bosques urbanos, el diámetro es un parámetro cuantitativo más importante por dos razones:

- Esta medida puede proporcionarnos datos sobre el crecimiento secundario
- (crecimiento y grosor) de los árboles, que se pueden utilizar como referencia para un crecimiento adecuado o insuficiente en relación con otros datos (como la altura de los árboles y, por supuesto, especies relacionadas)
- Si toma medidas regularmente, puede tener un registro del crecimiento del censo y, por lo tanto, también un pronóstico.
- Proporcione de datos sobre el volumen de madera. Importante cuando se evalúa la tala o la reubicación.
- Nos facilita la toma de decisiones sobre trasplantes.

2.2.3 Formas de Medición del DAP

Según Prodan et al., (1997) señalan que cuando la medida implica comparar un elemento u objeto con un patrón estándar cuando puede haber contacto óptico o físico entre el instrumento y el objeto de contacto, se puede considerar para la medición cualquier determinación de las características típicas de un individuo o grupo de individuos. Otras propiedades.

Debe estar claramente citado entre medición y estimación. El último concepto se utilizará para determinar el valor o dimensión mediante la forcípula. La forcípula es también una herramienta, pero es de tipo matemático estático.

La definición anterior del concepto de medición permitirá aclarar ambigüedades, por ejemplo, la estimación ocular incorrecta corresponde realmente al valor medido, incluso si el instrumento ocular no es lo suficientemente preciso.

Esta medida se puede realizar comparando directamente el patrón estándar con la forcípula, en este caso se denomina medida directa. O en este caso se llama solución indirecta a través de una solución geométrica de triangulación como un sistema de medición óptico.

La medición del diámetro es la operación más común y sencilla. Entre los árboles verticales, la altura normal de diámetro respectivo del árbol es de 1,30 metros sobre el suelo (medido en la pendiente). Debido a la altura medida, se llama diámetro altura de pecho.

Otros puntos comerciales de medición del diámetro en árbol en pie son la altura del tocón, el tallo medio, cualquier punto del tallo, el diámetro de la altura de la copa, el diámetro limite comercial, etc. En el enrutamiento se suele medir el diámetro exterior y finalmente el diámetro interior.

Para la medición directa o indirecta de la madera en pie o troncos, existen varios instrumentos basados en diferentes principios, pero el más importante de los cuales es la forcípula (pp. 13 - 15).

2.2.4 la Forcípula

Es una regla, medida en milímetros, centímetros y metros, unos de 50 centímetros tienen dos brazos uno fijo y uno móvil.

2.2.5 Formas de usos de la forcípula

Al utilizar la forcípula, se debe tener en cuenta algunas precauciones durante el proceso de medición:

Asegurarse de ajustar la pinza firmemente al árbol para que el brazo de la pinza no presione la corteza.

La pinza debe estar perpendicular a la maleta.

No hay nada que evite el contacto directo entre el calibre y la corteza que se va a medir.

Si el calibre se utiliza en un árbol con una circunferencia no circular, se debe medir con dos diámetros verticales, que deben estar lo más cerca posible de los diámetros mínimo y máximo de la punta, y tomar la media de los dos.

En un árbol de perímetro irregular, se deben obtener dos datos para medir su diámetro.

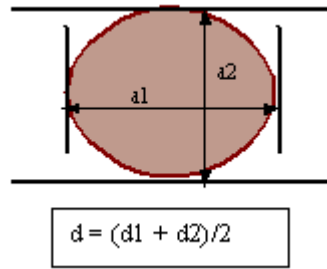


Figura 1: Diámetro (FAO, 2004).

Donde

- D = diámetro altura de pecho
 D1 = diámetro de la zona más ancha
 D2 = diámetro de la zona más angosta

Hay muchos modelos, que son variantes de pinzas de brazo paralelo y se basan en diferentes principios. En gran medida, la base de graduación y fabricación de las forcípulas, se desarrolló en el siglo XIX y se describió en detalle por Muller (1899).

- Calibrador o forcípula finlandesas. Consiste en un brazo recto y un brazo parabólico, y su escala puede leer el diámetro directamente desde el punto de contacto con el árbol. Se utiliza especialmente para medir directamente el diámetro máximo e instalarlo en un poste de hasta 8 metros de longitud.
- Calibrador o forcípula de horquilla. Tiene solo dos brazos en ángulo recto y solo es adecuado para diámetros pequeños.

Medición de atributos de árboles y productos

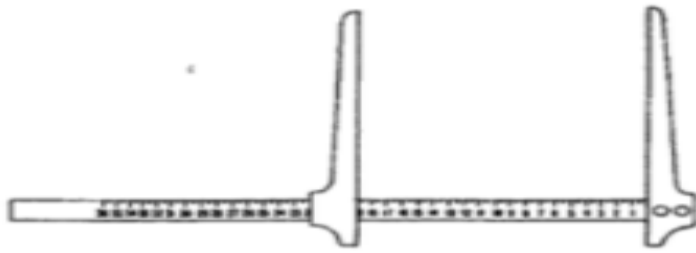


Figura 2: Forcípula de brazos paralelos (Husch, 1987, p. 15).

Para diámetros pequeños

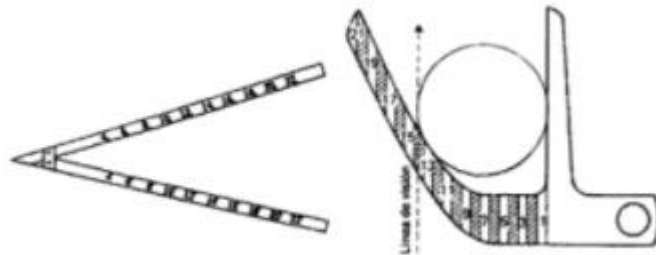


Figura 3: Forcípulas horcaja y finlandesa (Husch et al. 1982, p.15).

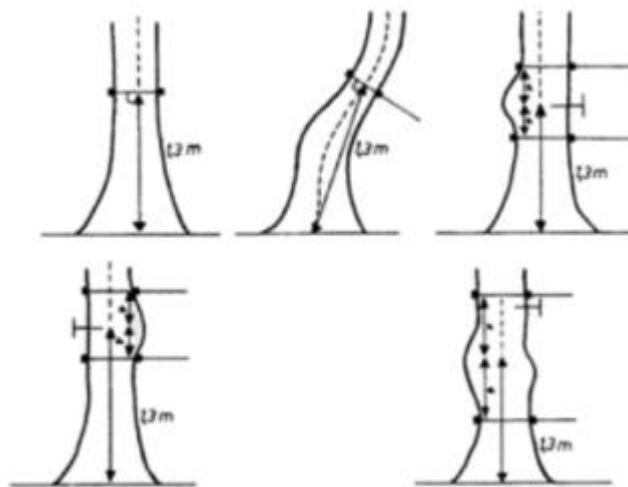


Figura 4: Medición del árbol individual (Husch et al 1982, p.14).

2.2.6 Uso de la forcípula

El diámetro es la longitud de la línea que pasa por el centro y toca dos puntos en el borde del arco.

El diámetro del árbol se mide con corteza a una altura de 1,3 m desde el pecho, en el suelo

Excepto en los casos especiales que se mencionan a continuación. Se puede medir con un cinturón de diámetro (un cinturón con un diámetro en centímetros) o con una pinza. Para evitar sobreestimar el volumen y compensar los errores de medición, el diámetro se mide en centímetros y se ajusta hacia abajo (por ejemplo: 16,8 cm se convierte en 16 cm).

2.2.7 Posición para la medición del diámetro normal (a la altura del pecho) en terreno llano

Según Dallmeier en 1992. La línea de puntos indica la posición de medición del Dbh. Si hay dos líneas en el tronco debido a un árbol defectuoso, es conveniente indicar la ubicación adecuada para la medición.



Figura 5: toma de diámetros (FAO, 2004).

Los calibradores suelen tener dos lados

-En un lado del eje principal, el diámetro de la escala está en centímetros

-Por otro lado, representa la clase de diámetro (calibre compensado). Este lado se utiliza principalmente para el inventario forestal.

Estará en centímetros

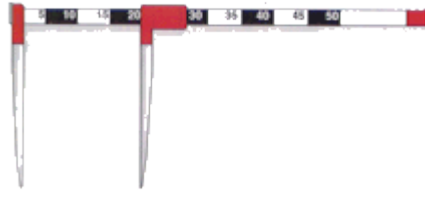


Figura 6: Forcípula de brazos paralelos (FAO, 2004).

Se deben considerar algunas precauciones:

- Mantenga el instrumento de medición en la dirección vertical donde el eje del eje de corte es de 1,3 m.
- Asegúrese de que la pinza esté bien envuelta alrededor del torso para evitar que el brazo de la pinza se cierre sin comprimir la corteza;
- Si usa cinta de diámetro, asegúrese de que no esté torcida y que esté cerca del árbol perpendicular al tronco. No hay nada que evite el contacto directo entre la cinta y la corteza bajo prueba.
- Si usa un calibrador o forcípula, debe medir árboles con una circunferencia de diámetro no circular con dos diámetros verticales, que deben estar lo más cerca posible de los diámetros mínimo y máximo de la punta, y mantener el promedio de los dos.

2.2.8 Medición con la forcípula de un árbol de sección no circular.

- En terreno inclinado, mida el Dbh del árbol a 1,3 m. Desde una posición cuesta arriba

2.2.9 Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado.

Árbol en bifurcación: Existen varias situaciones, dependiendo de dónde la bifurcación separe el tronco.

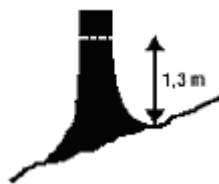


Figura 7: Medición en terreno inclinado (FAO, 2004).

Si la bifurcación (el punto donde se divide el duramen) comienza por debajo de 1,3 m. Cuando sea alto, cada tronco de árbol con el diámetro requerido (≥ 20 cm en la figura completa, ≥ 10 cm para la figura rectangular) se considerará un árbol y se medirá. El diámetro de cada tronco se medirá a 1,3 m. alto.

Si la horquilla empieza entre 30 cm. Y 1,3 m. , Cada tronco será tratado como un árbol independiente y se tomarán las medidas correspondientes. La medición del diámetro se realizará 1 metro por encima del origen de la horquilla.

Si la horquilla comienza en 1,3 m. O más arriba, el árbol se contará como uno. Por lo tanto, el diámetro se mide debajo de la intersección de las horquillas delanteras, justo debajo del saliente que puede afectar a Dap.



Figura 8: Medición en terreno inclinado (FAO, 2004).

¿Dónde se debe medir el punto?

Arbustos: Las ramas de los arbustos se originan entre el suelo y 1,3 m. Sobre el tronco de un árbol muerto o talado. Excepto que las ramas de los arbustos pequeños no necesariamente alcanzan 1/3 del diámetro del árbol muerto, los otros métodos son los mismos que los del árbol ramificado. Proviene de pequeños brotes de arbustos de menos de 30 cm. Mide a 1,3 m. En la topografía se originaron entre 30 cm. Y 1,3 m. Se miden 1 metro por encima de su punto de partida.

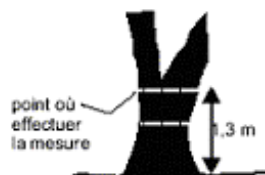


Figura 9: Medición en terreno inclinado (FAO, 2004).

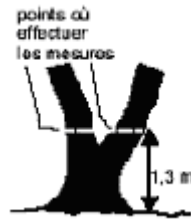


Figura 10: Medición en terreno inclinado (FAO 2004).

2.2.10 Posición para la medición del DAP de un árbol con contrafuertes

- Árboles con tronco de fondo ensanchado o árboles con contrafuertes: el diámetro mide 30 cm. Si la altura del soporte / extensión supera los 90 cm, es mayor que el ancho o ancho principal del soporte. Sobre el suelo

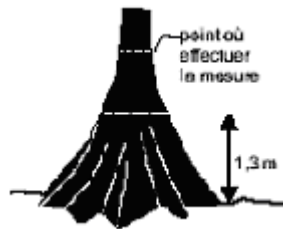


Figura 11: Posición para la medición del DAP de un árbol con contrafuertes (FAO, 2004).

2.2.11 Posición para la medición del DAP de un árbol con raíces aéreas

- Árboles con raíces aéreas: el diámetro mide 1,3 m. Desde el límite entre el tronco y la raíz).

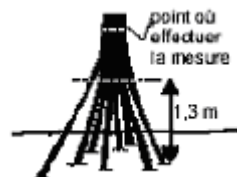


Figura 12: Posición para la medición de un árbol con raíces aéreas (FAO, 2004).

2.2.12 Posición para la medición del DAP de un árbol con ensanche de ramas a 1,3 m

- Los árboles con troncos irregulares se ubican a 1,3 m: heridas salientes, huecos y ramas y otros árboles lesionados. A la altura del pecho, deben medirse por encima de los puntos irregulares, la forma irregular no afectará el torso



Figura 13: Posición para medición de u árbol ensanche de ramas (FAO, 2004)

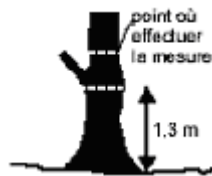


Figura 14: Posición para medición de un árbol ensanche de ramas (FAO, 2004)



Figura 15: Posición para medición de un árbol ensanche de ramas (FAO, 2004)

2.2.13 Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado.

- Árboles en pendiente: el diámetro se mide en 1,3 m. La altura del torso se mide en la posición donde la parte inferior del torso se encuentra con el suelo.



Figura 16: Posición para la medición del DAP de un árbol inclinado (FAO, 2004)

2.2.14 Árbol caído

El diámetro mide 1,3 m. Comience en el punto de transición entre el tronco y la raíz.

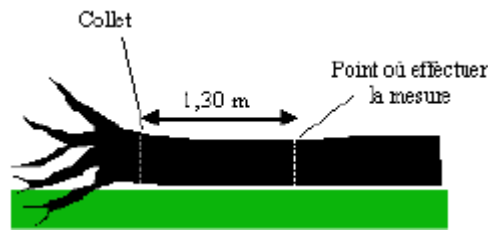


Figura 17: Árbol caído (FAO, 2004)

2.2.3. SOLIDWORKS

2.2.3.1. Definición

Es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico de piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D, que brinda un amplio listado de soluciones necesarias en el proceso de desarrollo del producto. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al programa y de esta forma diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso del diseño.

2.2.3.2. Historia y Evolución

Era necesario, para la industria, un software que combinara el modelado 3D y la usabilidad del escritorio; en respuesta a este requerimiento Jon Hirschtick funda en 1993 la SOLIDWORKS Corp. con sede en Massachusetts. Años más tarde, en 1997, es adquirida por Dassault Systems convirtiéndola en una de sus filiales.

En 1993, Jon Hirschtick con la idea en mente de hacer a la tecnología CAD 3D más accesible para todos, contrato a un grupo de ingenieros que hiciera esto posible. Dos años más tarde lanzan la primera versión al mercado y gracias a su fácil uso gana gran reconocimiento y posicionamiento.

En la actualidad ofrece una gran variedad de herramientas para crear, simular, publicar, administrar datos y gestionar proyectos y procesos, maximizando la productividad e innovación en la ingeniería. Este conjunto de herramientas brinda a las organizaciones la posibilidad de diseñar mejores productos, efectiva y rentablemente.

Siguiendo la línea inicial de crear soluciones de fácil uso han lanzado nuevos programas destinados a situaciones más específicas dentro del proceso de desarrollo del producto para ahorrar tiempo y dinero.

2.2.3.3. SOLIDWORKS en el proceso de desarrollo del producto

Mientras que en los otros programas se realiza un proceso secuencial donde es necesario terminar una etapa para poder iniciar la siguiente; para SOLIDWORKS es posible llevar el proceso en paralelo, de esta forma se produce un ahorro de tiempo y permite tomar mejores decisiones sin que se afecte el proceso.

Soluciones

Este programa ofrece una gama de soluciones intuitivas para cada etapa del diseño. Su eficacia reside en el complejo conjunto de herramientas que le permite ser más productivo en el desarrollo de todos los pasos requeridos en el proceso. La facilidad de uso es la principal característica y propuesta de valor, se ha vuelto decisiva para el éxito conseguido.

Incluye cinco líneas de productos diferentes, tales como:

1. Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes
2. Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
3. Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible
4. Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
5. Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.

Además, las herramientas se encuentran respaldadas por SOLIDWORKS PDM para administrar y controlar seguramente los datos mediante una sola fuente de datos reales; y SOLIDWORKS Manager que es una herramienta de gestión de los procesos y proyectos conectado al proceso de diseño.

2.2.3.4. Producto utilizado

- **Diseño Mecánico: SOLIDWORKS CAD 3D**

Este software está presente en gran porcentaje de las empresas nivel mundial por lo que facilita la comunicación con clientes y proveedores dado que se evitan los problemas de compatibilidad. Actualmente, cuenta con más de 3 millones de usuarios y este número se acrecienta día con día.

Reduce considerablemente el tiempo de las fases del diseño produciendo una disminución en el coste e incrementa la calidad de los productos diseñados. Además, presenta un interfaz intuitiva y sencilla que ayuda a concretar más efectivamente ideas en proyectos.

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Finalidad

Este trabajo de aplicación profesional tiene como finalidad permitir que los estudiantes de la carrera de Administración de Recursos Forestales del IESTPFFAA puedan desarrollar trabajos similares a los que se llevarían a cabo en la vida laboral, mediante el uso de tres tipos de forcípulas como material didáctico, logrando desarrollar un cálculo real de la materia prima que se va a extraer de una plantación forestal. De este modo, los estudiantes al concluir la carrera no tendrán problemas al enfrentarse a este tipo de herramientas logrando darles un correcto uso y obtener mejores resultados en sus próximos proyectos.

3.2 Propósito

El trabajo de aplicación permitió conocer a detalle las características y el funcionamiento de los diferentes tipos de forcípulas, así mismo, familiarizar a los estudiantes con el adecuado uso de este instrumento de medición. Por otro lado, aportar a la mejora del taller de la IESPFFAA entregando un artefacto que será usado en la formación académica de las próximas promociones y ayudar en el adiestramiento de los estudiantes en el uso de las herramientas que necesitarán en el desarrollo de sus labores de administración de los recursos forestales.

3.3 Componentes

Para la realización de este trabajo se utilizó diferentes máquinas de corte que se mencionan a continuación:

Máquinas industriales

- ✓ Sierra de disco o circular
- ✓ Escopladora
- ✓ Espigadora

Máquinas portátiles

- ✓ Lijadora de palma
- ✓ Taladro
- ✓ Caladora
- ✓ Compensadora con pistola

Insumos

- ✓ Pernos
- ✓ Centímetros
- ✓ Software soldiworks
- ✓ Cola sintética.

3.4 Actividades

3.4.1 Diseño de forcípula

El primer paso fue dibujar a mano alzada la forcípula y sus partes (Parante, Brazo fijo, Brazo movable) a una escala de 1:20 y 1:5 respectivamente.

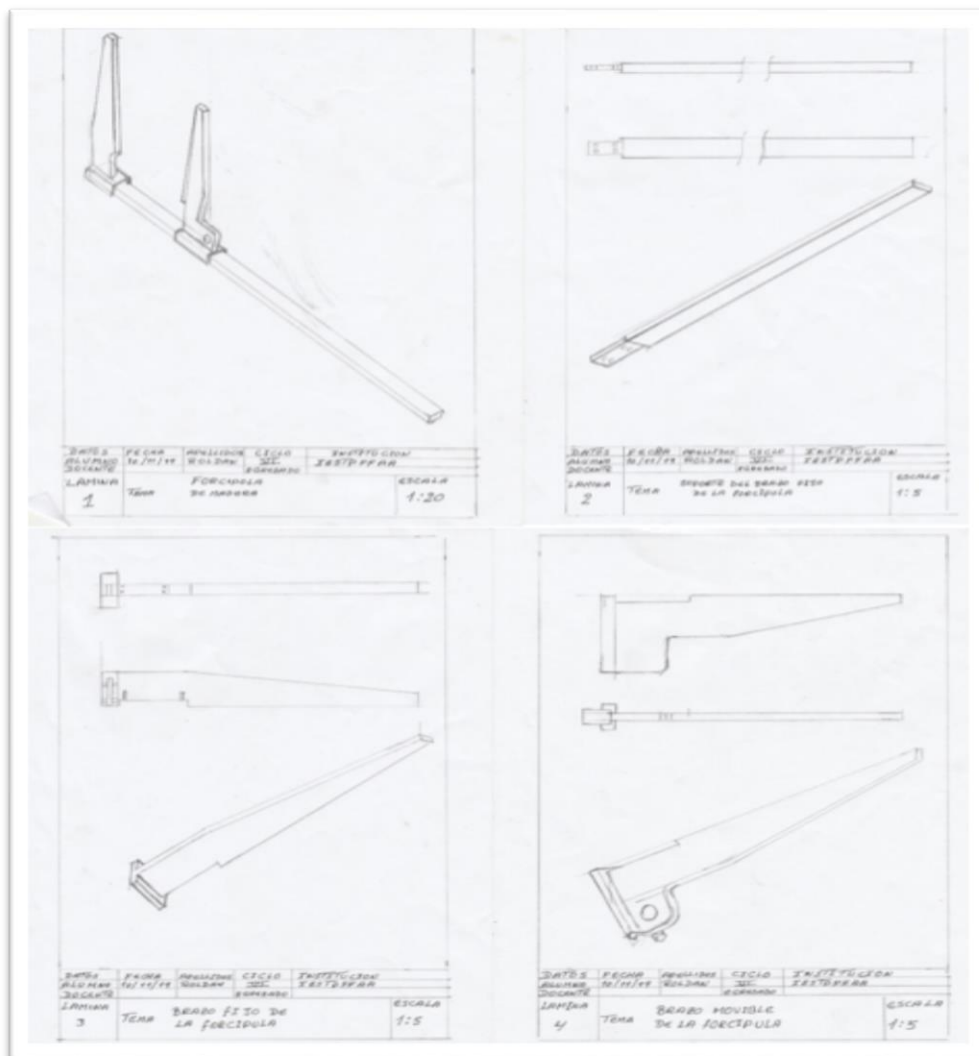


Figura 18: Diseño a mano alzada de la forcípula.

A continuación se creó el modelo sólido en 3D en el software llamado SolidWorks corrigiendo los detalles y perfeccionando las partes de la forcípula, para ello se contó con el apoyo de un profesional en la materia quien nos capacitó en el uso de esta herramienta digital

El trabajo realizado en el software dio como resultado los planos 1, 2, 3,4 y 5.

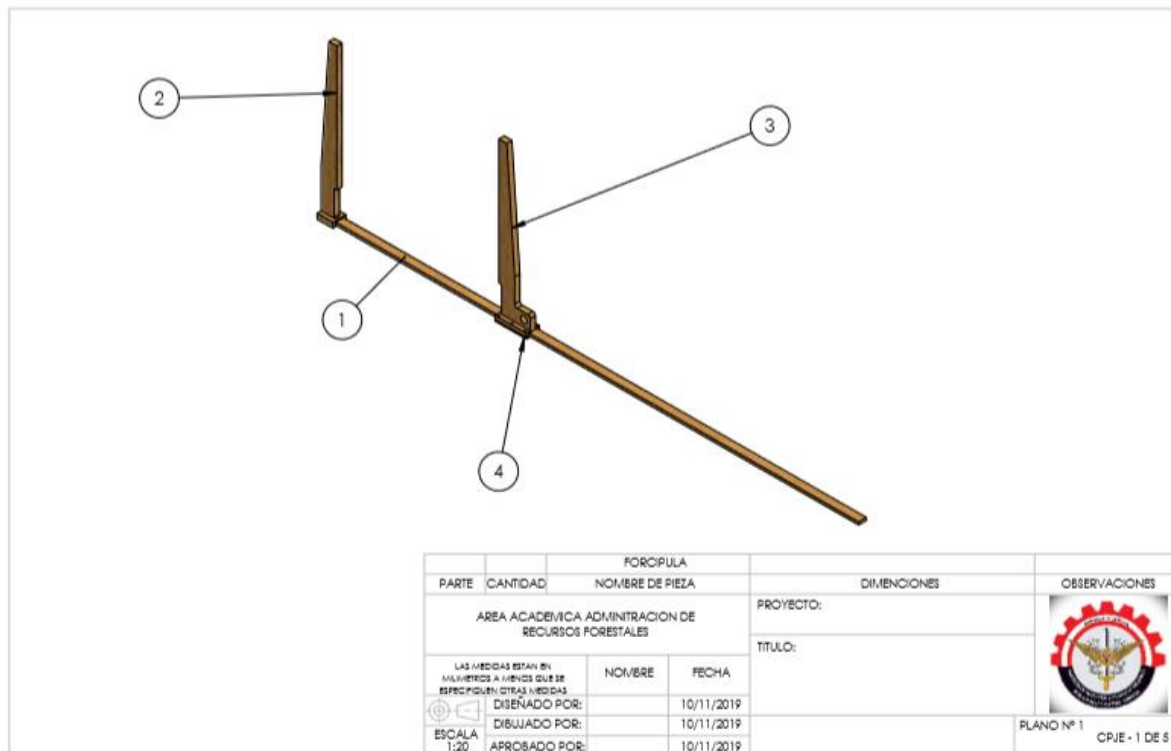


Figura 19: Diseño de la forcípula

El diseño final de la Forcípula se desarrolló a una escala de 1:20 y cuenta con las siguientes 4 piezas:

1. Parante con ranura en donde se pegara la cinta métrica
2. Brazo fijo
3. Brazo móvil
4. Soporte de ajuste

Piezas

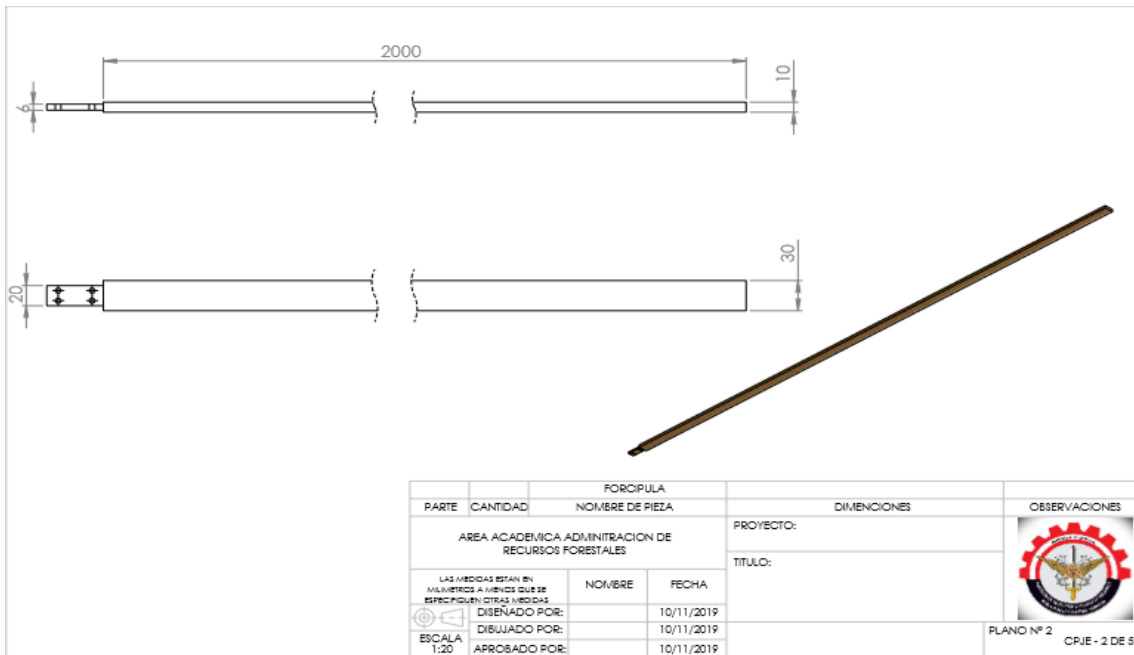


Figura 20: Parante

Esta pieza sirve para el apoyo del brazo fijo y movable consta de una espiga y ranura, fue elaborado a una escala de 1:20

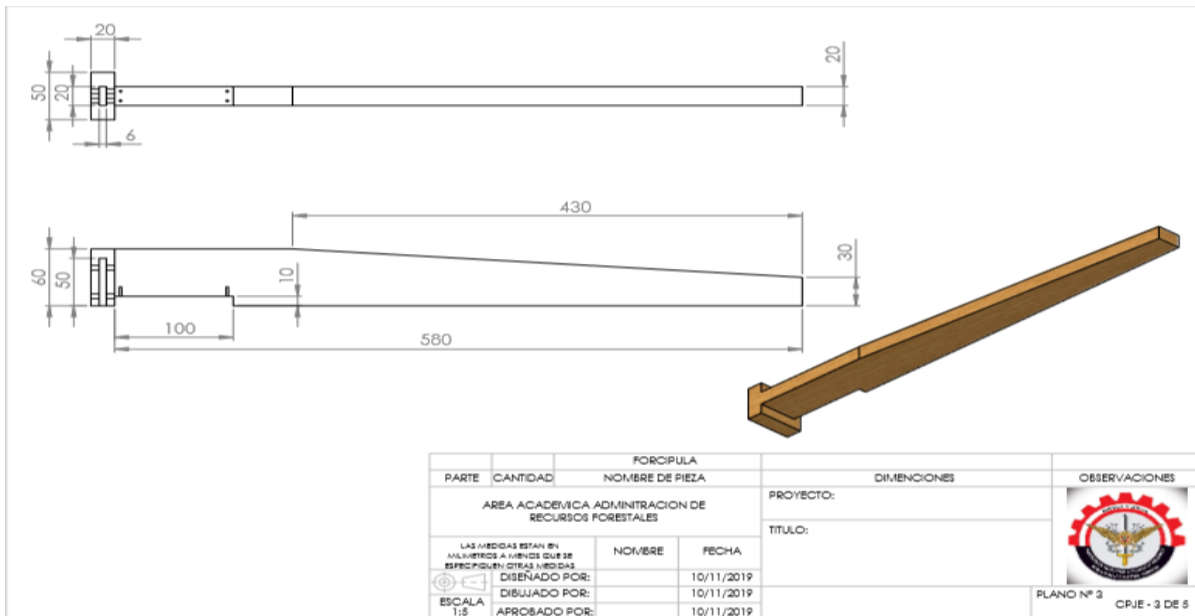


Figura 21: Brazo fijo

El Brazo fijo lleva una cavidad (caja) para poder ensamblar la espiga del parante fue elaborado a una escala de 1:5.

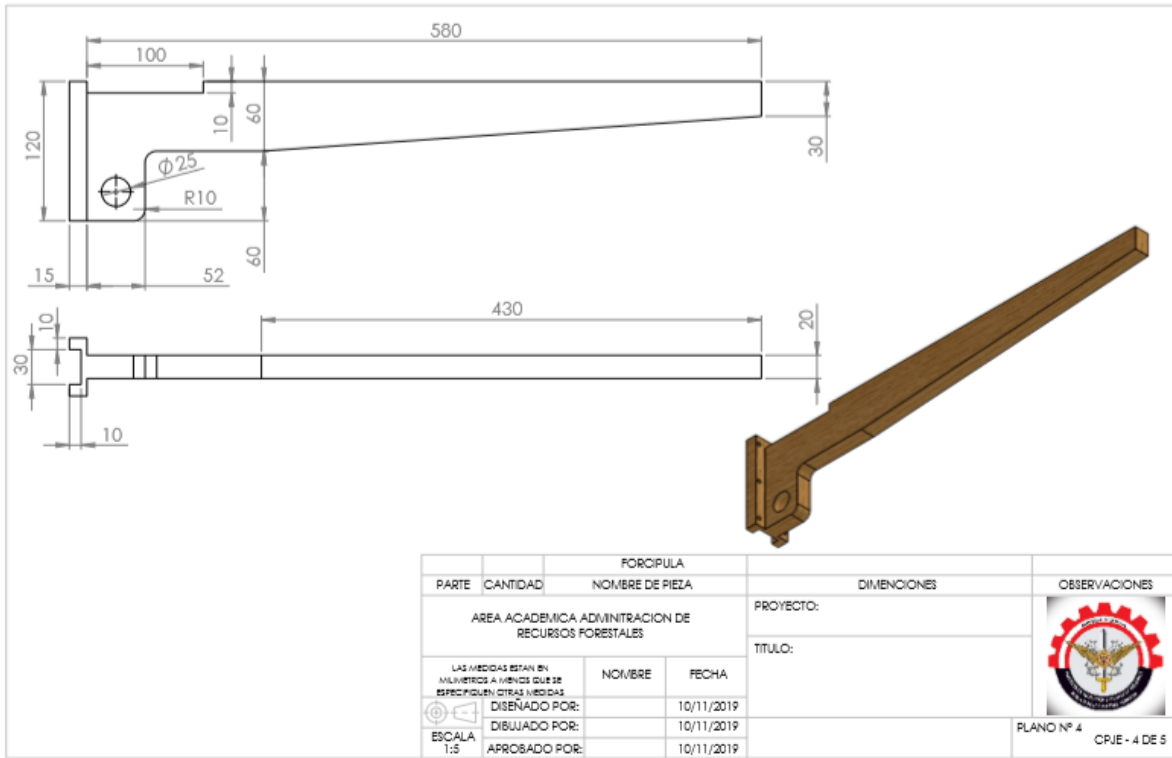


Figura 22: Brazo móvil

El brazo móvil con corredera sirve para sujetar el tronco del árbol y así tomar la medida del diámetro, fue elaborado a una escala de 1:5.

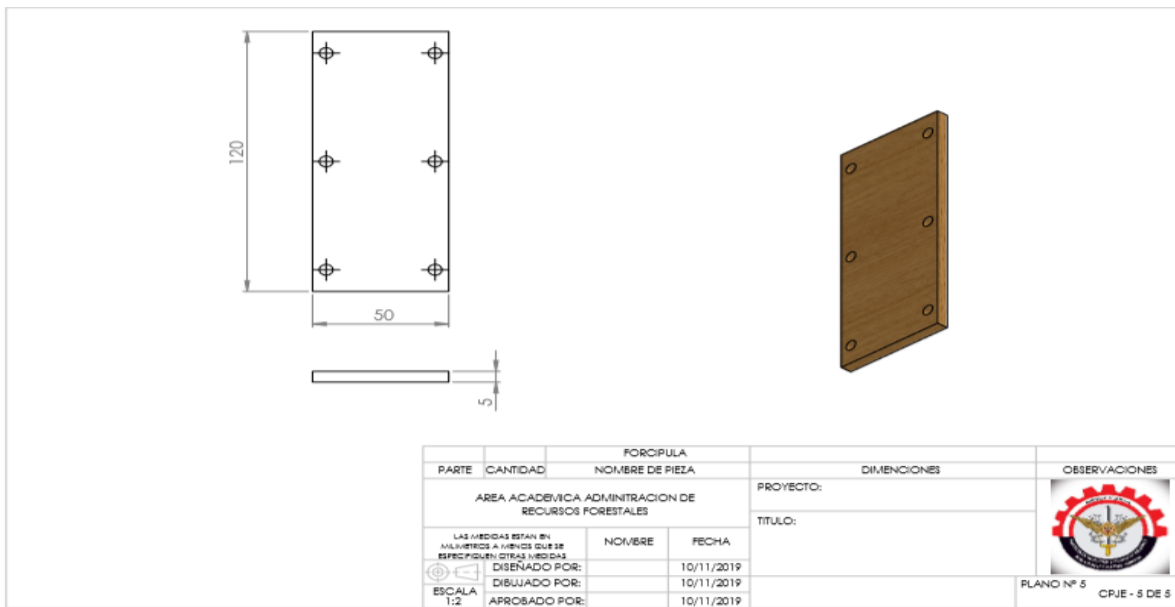


Figura 23: Tapa de la corredera del brazo móvil

Esta es la tapa de la corredera del brazo móvil de la forcípula, fue elaborado a una escala de 1:2.

3.4.2 Adquisición del material

Posterior al diseño se adquirió la madera tornillo, thiner, clavos, goma, barniz, brochas, lijas, laca selladora y otros para trabajar los instrumentos en el taller de carpintería de nuestra casa de estudios



Figura 24: Barniz



Figura 27: Brocha



Figura 25: Clavos



Figura 28: Lijas



Figura 26: Cinta métrica



Figura 29: Cola sintética



Figura 30: Thiner acrílico



Figura 32: Laca



Figura 31: Perno mariposa



Figura 33: Adquisición de la madera

3.4.3 Elaboración de la forcípula

El trabajo se realizó en un taller de carpintería externo a la casa de estudios. Con el diseño terminado y los insumos comprados comenzamos la fabricación, teniendo en cuenta que tenemos todas las medidas milimetradas.



Figura 34: Medición de la madera

Se empezó cortando la madera a medidas estandarizadas por el SOLIWORKD, teniendo en cuenta que las máquinas son de riesgo. En este proceso obtuvimos madera para el parante y los brazos.



Figura 35: Dimensionado de la madera en la máquina de sierra de disco (Corte longitudinal).



Figura 36: Corte transversal

Utilizamos la garlopa para poder rectificar la madera, seguidamente pasó a la cepilladora para uniformizar todos sus lados. Una vez teniendo todas las piezas habilitadas se empezó a moldear.

3.4.4 Fabricación de piezas

La primera pieza a moldear fue el Parante, para ello comenzamos con la espiga la cual ira adentro de la caja del brazo fijo. Este moldeado se realizó con la maquina espigadora.

La ranura central donde ira fijada la cinta métrica para la medición, se realizó con la sierra de disco.

Para el brazo fijo se utilizó la maquina escopladora, con la cual realizó la caja o escoplo para ser unida con la espiga del parante. Luego se realizó un corte inicial para el lado curvo con la sierra de disco, para ser terminado por la maquina caladora.

En el brazo móvil se originó una modificación al diseño final para la unión con el parante, debido a la complejidad de corte en donde nos produjo varios problemas. Para ello se utilizó la máquina escopladora, esta hace el orificio pasante en el cual se introduce el parante. Seguido a esto realizó un corte inicial para el lado curvo con la sierra de disco, para ser terminado por la maquina caladora.

Las uñas son extensiones que nos permitirá ayudar a obtener un diámetro en un árbol con una circunferencia gruesa donde los brazos no logran tomar una medida exacta.

Al finalizar todas las partes de la forcípula solo faltaba los puntos de uniones, para ellos se le realizó un orificio con el taladro para ajustarlos con los pernos. Terminado esto pasaron al lijado respectivo en todas sus caras.



Figura 37: Máquina caladora



Figura 38: Piezas de las forcípulas



Figura 39: Lija de palma

3.4.5 Armado

Inicialmente se ensambla todo sin pegamento ni pernos para ver el acoplo natural de la forcípula. A continuación se pega la cinta métrica en el parante con la cola sintética, luego se une la espiga del parante con la caja del brazo fijo debidamente encolado.

Seguidamente, con un sargento (o prensa mecánica) sujetamos la unión para eliminar imperfecciones de espacios libres, dejándolo actuar por 24 horas.

Al pasar el tiempo antes mencionado, se retiró los sargentos y se puso los pernos para mejorar la sujeción.

Después se ensambló el brazo móvil y las uñas, y para finalizar se pintó la forcípula con la compresora de pistola (acabado y sellado).



Figura 40: Pegado de la cinta métrica



Figura 41: Colocado de pernos



Figura 42: Colocando las uñas y brazos



Figura 43: Compresora de pistola



Figura 44: Forcípulas acabadas y listas para la comprobación de su uso.

Y finalmente se evaluó las forcípulas en campo con los criterios adecuados, para esto se buscó arboles representativos para cada forcípula.

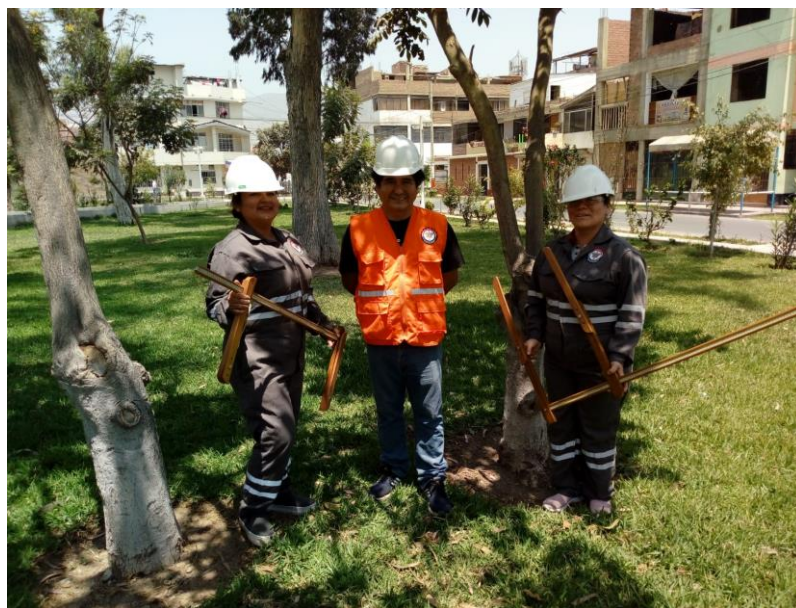


Figura 45: Forcípulas de 1 metro y 1 metro 50 centímetros



Figura 46: Probando la forcípula de 50 centímetros



Figura 47: Evaluación de la forcípula de 100 cm de parante.



Figura 48: Evaluación de la forcípula de 150 cm de parante.



Figura 49: Forcípula terminada

3.5 Limitaciones

Para este trabajo de aplicación tuvimos varias limitaciones por cada paso que dimos sabiendo que nuestra limitación principal fue:

- El no contar con una asesora al inicio del año 2020, nuestro trabajo de aplicación profesional no fue entregado en los plazos establecidos en nuestro perfil de proyecto con número de Resolución Directoral N° 377-2019/IESTPFFAA/DG/SG de fecha 25 de noviembre 2019.
- Al no contar con una laptop tuvimos que ir a unas cabinas de internet a alquilar por horas para poder ejecutar el trabajo de aplicación. Al presupuesto inicial tuvimos que aumentarle un 20% más, esto incluye los escaneos de los dibujos a mano alzada.
- Al no contar con un taller totalmente implementado tuvimos que salir en busca de uno que cuente con todas las herramientas necesarias para poder elaborar nuestro material didáctico, por ello nuestro gasto principal fue aumentado en 40 % más de lo pensado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

RESULTADOS

- La construcción de los tres tipos de forcípulas permitió conocer las características y el funcionamiento interno y externo de estas herramientas de medición a la altura pecho, brindando un conocimiento más profundo tanto teórico como práctico y su importancia dentro del campo de la dasometría.
- Todos los conocimientos adquiridos durante la carrera fueron necesarios para el desarrollo de este proyecto, dado que, en un primer momento se tuvo que realizar un dibujo a mano alzada para posteriormente plasmarlo en el programa SOLIDWORKS, así mismo, se utilizó las habilidades en carpintería para poder realizar este proyecto.
- El uso de las forcípulas brinda medidas más exactas y de esta forma se puede obtener mejores resultados en el desarrollo de los trabajos de administración de los recursos forestales. Además, con los resultados obtenidos se puede realizar un mejor análisis del crecimiento y manejo de los bosques.
- El manejo de las forcípulas como material didáctico son un gran apoyo durante el proceso de formación académica y ayudará a los estudiantes a desenvolverse de forma más efectiva en su futura vida laboral.

-

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) Se desarrolló tres tipos de forcípulas destinadas a medir los diferentes diámetros de los árboles, de esta forma se pudo conocer el uso adecuado de cada forcípula dependiendo de las características de los árboles a medir. Por otro lado, se logró conocer la estructura y el funcionamiento de cada forcípula.
- b) Se demostró la importancia del uso de las forcípulas dentro la formación académica en la carrera de Administración de Recursos Forestales, dado a que, con estas herramientas se puede conocer el volumen, edad y características de cada árbol y de la masa forestal de un bosque.
- c) Dentro del campo de la dasimetría, las forcípulas se pueden utilizar en distintos escenarios como son las plantaciones forestales, bosques naturales y zonas urbanas para realizar mediciones específicas del DAP conllevando a un mayor aprovechamiento forestal y el cálculo del volumen de madera que se extraerá. Con la implementación de las forcípulas dentro del ámbito formativo, los estudiantes estarán preparados para asumir los retos presentados en cada situación.
- d) Con el uso de las forcípulas como material didáctico los estudiantes de la carrera de Administración de Recursos Forestales se podrá simular el trabajo realizado en campo para que de esta manera la formación teórica sea complementada por la formación práctica y se pueda responder a cualquier situación que se presente.

RECOMENDACIONES

- a) Se debe equipar mejor las instalaciones del taller de carpintería para que los estudiantes puedan desarrollar íntegramente sus proyectos dentro de este ambiente y no sea necesario recurrir a otras instalaciones y sea mucho más fácil el desarrollo del trabajo práctico.
- b) Los asesores de proyectos deben acompañar en todas las fases de elaboración de proyecto para evitar retrasos por lo cual es primordial designarlos desde el inicio del proyecto.
- c) Las forcípulas elaboradas deben ser usadas en los trabajos de campo por lo que el IESTPFFAA debe realizar un incremento en la designación de estos trabajos de cálculo de DAP.
- d) Se debe de seguir desarrollando proyectos de fabricación de herramientas que puedan contribuir a la formación académica y a desarrollo de trabajos de aplicación.

REFERENCIAS

- Dallmeier, F. (1992). *Monitoreo a largo plazo de la diversidad biológica en áreas de bosques tropicales: métodos para el establecimiento e inventario de parcelas permanentes*. Unesco, París (Francia).
- Gregersen, H., Arnold, J. E. M., Lundgren, A. L., y Contreras, A. (1997). Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Estudio FAO Montes, 127.
- Husch, B. (1987). *Guidelines for forest policy formulation*. FAO.
- Husch, JM y Moreau, C. (1982). Geología y geoquímica de elementos principales de rocas anortosíticas asociadas con complejos de anillos hipobisales del Paleozoico, Macizo de aire, Níger, África occidental. *Revista de investigación de vulcanología y geotermia*, 14 (1-2), 47-66.
- Malleux Orjeda, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria].
- Martin, L. J., y Müller, G. E. (1899). *Zur Analyse der unterschiedsempfindlichkeit. experimentelle Beiträge*. JA Barth, *Science*, 10 (257), 818-819.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2018). Su evolución a lo largo de la historia: Medición del bosque (del gr. δάσος, bosque). <https://es.scribd.com/document/394715278/c9-Dasometria-Tcm30-153798>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2004, agosto). Inventario forestal nacional: manual de campo <http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S00.htm#TopOfPage>.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F-. y Real, P. (1997). *Mensura forestal* (No. 1). Agroamerica.

Salazar Iglesias, S. (2008). *Estudio de procesos ecológicos para el desarrollo sostenible del castaño (castanea sativa mill.) de la sierra de Francia*. [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/10366/17702>

Sánchez-Vidaña, D. L., Valtierra-Pacheco, E., González-Guillén, M. D. J., y León-Merino, A. (2018). Capital humano e innovación en el proceso de integración del aprovechamiento forestal maderable en el ejido Gómez Tepeteno, Tlatlauquitepec, Puebla. *En Madera y bosques*, 24(3),1-16.

Wabo, E. (2002). *Curso De Biométrica Forestal*. Universidad Nacional De Plata Facultad De Ciencias Agrarias Y Forestales.

APÉNDICES

Apéndice A. Cronograma de Actividades

DIAGRAMA DE GANTT

5-Nov-19 25-Dic-19 13-Feb-20 3-Abr-20 23-May-20 12-Jul-20 31-Ago-20 20-Oct-20



Apéndice B. Cronograma de Presupuestos

N°	Materiales	Cantidad	unidad	Costo unitario	TOTAL
1	Madera tornillo	20	Pie tablares	5.00.	100.00
2	Pernos	1	Caja	5.00	5.00
3	Cinta métrica	3	unidades	5.00	5.00
4	Barniz	1/4	Galón	15.00	15.00
5	Thiner	1	Galón	15.00	15.00
6	Laca selladora	¼	Galón	15.00	15.00
7	Goma	1	Kilo	10.00	10.00
8	Clavo	1	Kilo	10.00	10.00
9	Lijas	10	Lijas	25.00	25.00
TOTAL					s/. 200.00