UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

CALCULO DEL VOLUMEN DEL FUSTE DE ARBOLES EN PIE Y EN PATIO DE TROZAS EN LA CONCESIÓN FORESTAL LA MERCED, TAHUANÍA – ATALAYA

tesis para optar el título profesional de

INGENIERO FORESTAL

LEE MARVIN DAVILA SOLSOL

PUCALLPA, PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N° 434-2023-CGyT- FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 9:47 horas del día martes 24 de marzo de 2022, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que se designaron con Memo Múltiple N° 136-2021-UNU-FCFyA-CGyT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas	Presidente
Dr. Jorge Arturo Morí Vásquez	Miembro
Mg. Moisés Torres Velasco	Miembro

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL FUSTE DE ÁRBOLES EN PIE Y EN PATIO DE TROZAS EN LA CONCESIÓN FORESTAL LA MERCED, TAHUANÍA - ATALAYA"**, presentado por el Bachiller **LEE MARVIN DAVILA SOLSOL**; asesorado por el **Dr. Fernando Velásquez De La Cruz**, Habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADO POR MAYORÍA** con calificativo de **BUENO**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis.

Siendo las 10:59 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Miembro

Mg. Moisés Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Miembro

Mg. Moisés Torres Velasco
Miembro

Dr. Fernando Velásquez De La Cruz
Asesor

Bach. Lee Marvin Davila Solsol
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0298-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, **titulado:**

"CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL FUSTE DE ÁRBOLES EN PIE Y EN PATIO DE TROZAS EN LA CONCESIÓN FORESTAL LA MERCED, TAHUANÍA - ATALAYA".

Autor(es) : **DÁVILA SOLSOL, LEE MARVIN**

Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional : ING. FORESTAL
Asesor : DR. VELASQUEZ DE LA CRUZ, FERNANDO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 5%**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación FIRMA Y CODIFICA la presente constancia.

FECHA 17/05/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

DEDICATORIA:

Agradezco a Dios, que sin él no tendría la fuerza para este proyecto.

A mis padres. Su gran fortaleza fue el motor que me permitió avanzar incluso en los momentos más difíciles.

A mis maestros y colegas que me ayudaron a completar el proyecto.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS ii
ACTA DE APROBACIÓN ii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD iv
DEDICATORIA: v
ÍNDICE DEL CONTENIDO vi
ÍNDICE DE TABLAS viii
ÍNDICE DE FIGURAS ix
RESUMEN x
ABSTRACT xi
INTRODUCCIÓN 1
CAPITULO I 3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1 Formulación del problema 3
1.2. OBJETIVOS 5
1.2.1. Objetivo General: 5
CAPITULO II 6
2.1. MARCO TEORICO 6
2.1.1 Rendimiento de árboles en pie a madera rolliza. 6
2.1.2 Estimación del volumen del árbol en pie 9
2.1.3 Estimación del volumen del árbol talado 13
2.1.4 Curvatura del fuste 13
2.1.5 Importancia de la planificación forestal 14
2.1.6 Actividades de la etapa de aprovechamiento. 15
3.1.7 Determinación del rendimiento de árbol en pie a madera rolliza puesta en planta o a madera aserrada. 17
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 20
CAPITULO III 23
3. METODOLOGÍA 23
3.1. Método de investigación 23
3.2. Población y muestra 23
3.2.1. Población. 23
3.2.2. Muestra. 23
3.3. Técnicas e instrumentos para recolección de datos. 23

3.3.1. Técnicas. 23
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos. 24
3.4. Procedimiento de recolección de datos. 24
3.4.1. Recolección de datos de árboles en pie. 24
3.5. Tratamiento de datos. 31
3.5.1. Determinación del volumen de los árboles en pie..... 31
3.5.3. Determinación del volumen del árbol en trozas en patio. 32
3.5.4. Determinación de diferencias del volumen en pie obtenido en el censo con el volumen en patio de trozas. 33
3.5.5. Determinación de diferencias entre el volumen en pie obtenido en el censo, con el volumen en patio de trozas por especie, ANVA 1. 34
CAPITULO IV 35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35
4.1 Especies censadas 35
4.1.1. Presencia de defectos, calidad y estado de los árboles censados .. 37
4.2 Especies aprovechadas en el proceso de extracción 39
4.3 Diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de trozas en patio..... 40
4.4 Diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de los árboles en trozas en patio por especie. 43
CAPITULO V 45
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45
5.1 Conclusiones..... 45
5.2. Recomendaciones 47
6. BIBLIOGRAFÍA 48
7. ANEXOS 51
Anexo 1: Formatos 51
Anexo 2. Fotos del trabajo de aprovechamiento en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali 52
Anexo 3. Lista de volumen en pie y volumen en patio de trozas por especie censado 56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de los vértices de la PC 13 24

Tabla 2: Diámetros mínimos de corte (DMC), según Resolución Jefatura N° 458-2002-INRENA (13 de dic. 2002) 28

Tabla 3: Resumen de árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. 35

Tabla 4: Defectos presentes en los árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. 38

Tabla 5: Especies aprovechadas y descartadas en proceso de extracción en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. 39

Tabla 6: Análisis de la diferencia entre volumen en pie y volumen en patio de rozas 41

Tabla 7: Resultado de los cálculos de análisis 41

Tabla 8: Análisis de diferencias entre el volumen en pie y el volumen en patio de trozas por especies en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. 44

Tabla 9: Formato para datos procesados del censo comercial 51

Tabla 10: Formato de libro de operaciones de los títulos habilitantes para aprovechamiento forestal maderable. 51

Tabla 11: Diseño de tabla para análisis de 2 medias asociadas por par y por especie 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de la PC 13 25

Figura 2: Distribución de fajas dentro de la PC 13 25

Figura 3: Recorrido de los materos (línea zigzagueante)..... 27

Figura 4: medidas a tomar en la sección transversal de la troza..... 30

Figura 5: dimensiones de la troza en patio..... 31

Figura 6: Abundancia por especie de árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. 36

Figura 7: Árbol censado definido como semillero..... 52

Figura 8: Proceso de ubicación del inicio de la faja en las coordenadas UTM con un GPS..... 52

Figura 9: tala de los árboles aprovechables..... 52

Figura 10: Tocón codificado 52

Figura 11: Árbol talado con hueco descartado en el aprovechamiento..... 53

Figura 12: arrastre de las cargas al patio de acopio..... 53

Figura 13: Patio de acopio de trozas, se observa la toma de medida de longitud de la troza..... 53

Figura 14: medición del diámetro de la troza..... 54

Figura 15: codificación de las trozas en patio..... 54

Figura 16: árbol de la especie shihuahuaco luego de ser talado..... 55

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó si existe diferencia significativa entre el volumen del fuste en pie y el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales de la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali. Previo a ello, durante el censo forestal se encontraron 13 especies, de los cuales se obtuvo 561 árboles aprovechables con un volumen de fuste total de 4001.321 m^3. El análisis estadístico arroja que existe una diferencia significativa, siendo el volumen medido en patio, mayor al del obtenido en el censo en pie, con un porcentaje de aumento de 120.44%. %. Este valor da entender una subestimación del Volumen total de los árboles en pie realizado en censo. Una razón de esta subestimación es el uso del factor de forma en la determinación del volumen del árbol en pie, que es de 0.65, recomendado por la Autoridad Forestal peruana mediante Resolución Jefatural N° 109-2003. Si se cambiara dicho valor de 0,65 a uno mayor como el obtenido en la tesis que es de 0.783, dicha subestimación desaparecería y el porcentaje de relación entre volúmenes se aproximaría al 100%. Con α=0.01 los Tobs de Ocotea costulata, Copaifera reticulata y Mezilaurus itauba son menores a los Tteo, por lo tanto, no existe diferencia estadística significativa entre los volúmenes, mientras que para Caryocar tessmannii, Cariniana estrellensis, Ormosia schunkei, Clarisia racemosa, Coumarouma odorata y Cedrelinga catenaiformis sus Tobs son mayores a los Tteo, significando esto que si existe diferencia altamente significativa en volumen, siendo el volumen en patio de trozas mayor al volumen en pie obtenido en el censo.

Palabras claves: volumen de fuste, volumen de troza, cargas, trozas, concesión, especies forestales.

ABSTRACT

In the present work, it was evaluated if there is a significant difference between the volume of the standing stem and the volume in the log yard of the commercial trees of PC 13 of PO 11, Zafra 2016, of the La Merced S.R.L. Tahuanía district, Atalaya, Ucayali. Prior to this, during the forest census, 13 species were found, of which 561 usable trees were obtained with a total stem volume of 4,001,321 m3. The statistical analysis shows that there is a significant difference, with the volume measured in the patio being greater than that obtained in the standing census, with a percentage increase of 120.44%. %. This value implies an underestimation of the total volume of standing trees carried out in the census. One reason for this underestimation is the use of the shape factor in determining the volume of the standing tree, which is 0.65, recommended by the Peruvian Forestry Authority through Jefatural Resolution No. 109-2003. If this value were changed from 0.65 to a higher value like the one obtained in the thesis, which is 0.783, this underestimation would disappear and the percentage of relationship between volumes would approach 100%. With α=0.01, the Tobs of Ocotea costulata, Copaifera reticulata and Mezilaurus itauba are smaller than those of Tteo, therefore, there is no statistically significant difference between the volumes, while for Caryocar tessmannii, Cariniana estrellensis, Ormosia schunkei, Clarisia racemosa, Coumarouma odorata and Cedrelinga catenaiformis their Tobs are larger than the Tteo, meaning that there is a highly significant difference in volume, the volume in the log yard being greater than the standing volume obtained in the census.

Keywords: stem volume, log volume, loads, logs, concession, forest species.

INTRODUCCIÓN

El retorno económico, exige rentabilidad y producción a la actividad de la extracción forestal. Con el incremento de los costos de la madera aserrada, la extracción forestal requiere ser más competitiva en las etapas de aprovechamiento, conseguir esto demanda entre muchas cosas determinar la diferencia entre el volumen de árboles en pie y el volumen de las trozas en patio, para asegurar la calidad de la madera y mejorar los coeficientes de aprovechamiento y rentabilidad del proceso.

Los volúmenes determinados en los inventarios de árboles en pie son importantes para las empresas dedicadas a la extracción forestal, permite realizar una planificación de aprovechamiento factible, mejora el rendimiento respecto al volumen de trozas en patio, elimina la necesidad de realizar trámites de ampliación de volumen el cual muchas veces es negado por la autoridad forestal y genera un costo adicional a la empresa extractora, evita inconvenientes de falta de volumen al momento de realizar las guías de transporte forestal para los despachos de las trozas desde el bosque a las plantas de transformación primaria.

Teniendo en cuenta lo expresado en los párrafos precedentes, se vio por conveniente determinar si existe diferencia entre el volumen del fuste en pie con el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía. Y como objetivos específicos se tuvo:

Determinar la diferencia entre el volumen del fuste en pie y el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía.

Determinar qué especies presenta diferencia entre el volumen del fuste en pie y el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación del problema

En el Perú, cuando se realizan los aprovechamientos forestales, se obtiene una variación del volumen propuestos en los Planes operativos; como es sabido, estos volúmenes distan mucho de lo que se tiene aprobado, esto debido a muchas variantes, pero sobre todo al método del cálculo que se tiene planteado al momento de efectuar los inventarios forestales y obtener sus volúmenes respectivos.

Las actividades de aprovechamiento se realizan de acuerdo a lo establecido por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre 29763 y sus 4 reglamentos, en ese sentido, para poder realizar la extracción de los productos maderables, necesariamente se debe contar con concesiones, cumplir previamente con el Plan General de Manejo Forestal (PGMF) así como la ejecución del Plan Operativo (PO). Previa aprobación de los Planes de Manejo, se realiza supervisiones in situ por la Autoridad Competente. Para dicho aprovechamiento, es necesario que el PO cuente con información lo más exacta posible sobre volúmenes netos aprovechables en la parcela de corta (PC) correspondiente.

La falta de exactitud del volumen en el inventario forestal, afecta notablemente la planificación y programación de las operaciones tanto en el bosque como en la industria, ya que es una información muy importante para determinar costos y estimar rentabilidades que permitan al extractor y/o a la industria, alcanzar una sana economía. Por otra parte, su

inadecuado cálculo también trae problemas de costos y administrativos con las autoridades forestales competentes (OSINFOR).

El rendimiento de la madera rolliza es un dato importante, porque sirve al empresario a tomar buenas decisiones con respecto a la proyección de los planes que toman en cuenta para el desarrollo de la industria. En este sentido permite tomar sus precauciones para el abastecimiento de materia prima con datos reales y que sean necesarios.

Frente a lo descrito, en el presente estudio se plantea el siguiente problema general: ¿Existe diferencia entre el volumen del fuste en pie con el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía?

Problemas específicos:

- ¿Presentan diferencias significativas entre los volumenes del fuste en pie y en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía?
- ¿Qué especies presentan diferencia entre el volumen del fuste en pie y el volumen en patio de trozas de los árboles comerciales en la concesión forestal La Merced, distrito de Tahuanía?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General:

- Determinar si existe diferencia significativa entre el volumen por especie en el censo forestal, con el volumen en trozas en la etapa de aprovechamiento de la PC 13 del PO 11 de la concesión forestal La Merced, en el distrito de Tahuania, provincia de Atalaya, región Ucayali.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Determinar las especies censadas
- Determinar las especies aprovechadas en el proceso de extracción
- Determinar la diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de trozas en patio.
- Determinar la diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de los árboles en trozas en patio por especie

CAPITULO II

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1 Rendimiento de árboles en pie a madera rolliza.

(Torres, 2013) en su estudio realizado en la comunidad nativa de Remanso, Departamento de Loreto, provincia de Putumayo, distrito de Yaguas. su objetivo fue determinar el rendimiento de madera moto aserrada de Cedrelinga cateniformis Ducke, en un bosque de terraza baja, río Putumayo Loreto, Perú 2018. El método utilizado fue el descriptivo y nivel básico, con una evaluación basada en la recolección sistemática de datos, con un enfoque cuantitativo y cualitativo. Evaluaron 6 árboles, 29 trozas y 85 bloques. Procesó un volumen total de 46,540 m3 en la etapa de árboles en pie, 36,073 m3 en la etapa de tala, 28,508 m3 en la etapa de trozas y 11,960 m3 en la etapa de bloques. El tiempo de operación en el talado fue 34,50 minutos, en el troceado 29,36 minutos y en el bloqueo 711,35 minutos. El rendimiento general de madera moto aserrada asciende a 41,96%, y el desperdicio resultante 58,04%. En la escala de rendimientos por etapas; la etapa de tala alcanzo el 77,51% con una productividad de 1,05 m3/min, la etapa de trozas 79,03% con una productividad de 0,97 m3/min y la etapa de bloques 41,96% con una productividad de 0,02 m3/min. El análisis de varianza a un nivel de 5% (0,05) de significancia, indica que El rendimiento de la madera moto aserrada de Cedrelinga cateniformis Ducke difiere según las etapas del proceso de producción, en un en un bosque de terraza baja, río putumayo Loreto, Perú 2018

(Donoso & Caldentey, 2013) mencionan que, en el proceso de extracción de las trozas del bosque, es común que un porcentaje de ellas

no llegue a las canchas de acopio, y por ende a la planta industrial. Las causas que explican estas pérdidas se refieren a: extravío o abandono de trozas en terreno y disparidad de criterios entre trozadores y estroberos. Este último hecho se produce porque los estroberos frente a cualquier duda respecto a la calidad de la troza, prefieren dejarla abandonada en el bosque. Las altas exigencias en calidad de la empresa, juegan en este caso específico un importante papel y explican, en gran medida, la diferencia entre el volumen de las trozas medido en el bosque y el de las trozas extraídas a la cancha.

En la actualidad la industria forestal para realizar un análisis de los procesos de transformación de la madera a partir de árboles individuales y las masas forestales, se toma en consideración las características de los árboles tales como: diámetro del árbol, conicidad, forma del fuste, dimensiones de la copa; así como la ramificación, aspectos muy importantes para la determinación de los rendimientos y calidad de la madera. Sin embargo, pocos estudios han cuantificado la relación existente entre las características del árbol (DAP, altura de copa y diámetro de copa) y los rendimientos y calidad de la madera. Solo algunas características del árbol (DAP, altura del árbol) son tenidos en consideración en los inventarios forestales, afirma (Leckoundzou, 2011).

(Martínez, y otros, 2004) afirman que una tarea compleja y azarosa al realizar inventarios forestales en bosques de *Nothofagus pumilio* es estimar volúmenes aprovechables en pie, así como el rendimiento de un aserradero en función de las trozas a procesar. Desarrollaron un sistema de ecuaciones para estimar el rendimiento volumétrico de un bosque de

Nothofagus pumilio a lo largo de un rango de calidades de sitio, a partir de variables de fácil obtención en árboles en pie, y estimar funciones de rendimiento de madera procesada para un aserradero mediano en Tierra del Fuego. Utilizando variables de uso corriente en inventarios (DAP, clase social, sanidad, forma y obtención de fustes) y durante la fiscalización del aprovechamiento (diámetro y largo de las trozas), pudieron desarrollar modelos sencillos de fácil construcción. El modelo propuesto para el cálculo de volumen de trozas en árboles en pie contiene dos componentes: un discriminante (I) que pondera a una ecuación (M) que se aplica a árboles individuales; mientras que el modelo de rendimiento de un aserradero quedó conformado por variables simples (largo y diámetro). Estos modelos brindan parte de la información necesaria para una mejor planificación en el aprovechamiento de nuestro recurso forestal, siendo una eficaz herramienta para la realización de planes de manejo. El modelo lo validaron utilizando las trozas correspondientes a una jornada laboral (n = 120), obteniéndose un volumen de madera aserrada de 38,4 m3. Dicho volumen representó un rendimiento del 47,8%. Este rendimiento potencial se correspondió con los promedios de los registros de la empresa para el mes laboral en que se realizaron los ensayos, que estuvo cercano al 45%.

El objetivo de un censo forestal es generar información relevante para facilitar la planificación del manejo forestal a mediano y largo plazo como un plan de inversión. Este tipo de censo se realiza por muestreo sistemático o aleatorio, con una intensidad entre 1 y 5% del área total efectiva de manejo, y se diseña para obtener entre 15 y 20% de error de muestreo al

95% de confiabilidad, para los estimados de área basal o del volumen por hectárea (Maginnis, Mendez, & Davies, 2019).

Probablemente sean pocas las discrepancias que hay entre los encargados del manejo de los bosques en cuanto a que la capacidad de estimar el volumen de los árboles y de los rodales y de prever lo que producirá el bosque en diferentes sitios con diferentes tratamientos silvícolas es de importancia fundamental para todo proceso de planificación racional relacionado a la actividad forestal (FAO, 1980).

(Cancino, 2008), dice por ejemplo que, dentro de una misma especie, el crecimiento que experimentan los árboles cuando se desarrollan en espesura es muy distinto al que se produce cuando crecen aislados; del mismo modo, la calidad de estación o factores genéticos, entre otros afectan la forma del árbol. Además, indica que, gracias a los avances producidos en las ciencias como las matemáticas, se han ido desarrollando diferentes metodologías que tratan de describir la forma del tronco de los árboles.

2.1.2 Estimación del volumen del árbol en pie

Por su lado (Dieguez, y otros, 2003), mencionan que se pueden distinguir las siguientes metodologías de determinación del volumen del árbol en pie:

− Cubicación por tipos dendrométricos.

− Cubicación por coeficientes mórficos y altura reducida.

− Cubicación mediante el empleo de fórmulas de cubicación

− Cubicación mediante el relascopio de Bitterlich.

− Cubicación mediante fórmulas abreviadas.

− Cubicación mediante tarifas o tablas de cubicación.

− Cubicación mediante funciones de volumen porcentual y funciones de perfil.

Cualquier clase de inventario forestal considera, al menos una medida: el diámetro del fuste a la altura del pecho (diámetro normal) o su circunferencia a la altura del pecho (circunferencia normal). Esto es comprensible ya que el diámetro, a pesar de las dificultades debidas a la presencia de contrafuertes o tabulares en el tronco, es una de las medidas más fáciles de realizar en un árbol. (UNESCO, 1982).

Los parámetros a medir en la etapa del inventario, son la altura y el diámetro a la altura del pecho. (Malleux j. , 1982), señala que el parámetro altura es probablemente uno de los menos estudiados y conocidos, y al mismo tiempo, uno de los más difíciles de medir y evaluar en los inventarios forestales especialmente en bosques tropicales; a diferencia del diámetro que requiere de mediciones directas, la altura requiere de mediciones indirectas ya sea con instrumentos o estimaciones, lo cual determina generalmente una menor exactitud.

Siendo la altura uno de los parámetros más inexactos en los inventarios forestales (Llerena, 1979), afirma que en los trópicos hay una mayor proporción de especies con raíces tablares o aletas, pues la altura comercial parte de su extremo superior. Indican además que la altura comercial requiere una definición precisa antes de empezar el inventario

para reducir al mínimo la influencia subjetiva que está implícita en su estimación. (Malleux J. , 1974) al referirse a la terminología técnica usada en los inventarios forestales y proponiendo su normalización, define la altura comercial total como la altura del árbol desde el tocón hasta el límite superior utilizable del fuste.

2.1.2.1 Forma del fuste del árbol (Factor de Forma)

(Barrena, 2013) define forma como semejanza del perfil del fuste a un sólido geométrico, así mismo indica la importancia de conocer las reglas que determinan la forma, así como las causas anormales que producen variaciones de la forma entre especies y dentro de las mismas es decir todo mecanismo que controlan la morfología, con un solo fin, de obtener una mejor estimación del volumen comercial del árbol en pie.

(USAID, 2022), dice que normalmente los fustes tienen cierta conicidad, difiriendo más o menos la forma del cilindro, por lo tanto, es necesario considerar la forma del fuste como un tercer parámetro de estimación, definida normalmente como el factor de forma, o sea, el cociente del volumen real y el volumen del cilindro de referencia (producto del área basal y la altura comercial). El factor individual de forma varía con las dimensiones del fuste, con la especie y también difiere de árbol a árbol. (Ovalle, 2008), define al coeficiente mórfico como un índice que expresa la forma del fuste, ajustando mejor el volumen maderable en pie de los árboles inventariados, y que puede variar en un rango de 0.3 a 1. Para contrarrestar esta variabilidad, es necesario basarse en un número suficiente de árboles por especie de interés para poder calcular promedios

del factor de forma estadísticamente confiables, con el fin de analizar una posible agrupación de especies para mejorar el número de factores a aplicarse en la práctica.

(Ovalle, 2008), en su estudio de la especie Shihuahuaco concluye que esta especie posee un coeficiente mórfico de 0.79, con una reducción del fuste en un 21.4% y un ahusamiento promedio del fuste de 1.30 cm/m

(Sánchez, 2012) elaboro tablas volumétricas y determino el factor de forma de las especies forestales: *Cedrelinga cateniformes*, *Cordia alliodora*, Otoba sp., *Ceiba samauma* y *Nectandra sp*., en la Provincia de Orellana. Con una muestra de 50 árboles por especie. Obtuvo un factor de forma de 0.9 para la especie de Otoba sp, 0.8 para el *Cedrelinga cateniformes*, 0.7 para el *Ceiba samauma*, 0.7 para *Nectandra sp* y 0.6 para el *Cordia alliodora* diferente al utilizado por el Ministerio del Ambiente de Ecuador (0.7). Finalmente se realiza comparaciones de los datos obtenidos en el estudio y el factor de forma aplicado por dicho Ministerio, logrando diferencias significativas en el cálculo de volumen.

(Figueroa, 2018) determinó el factor de forma para la especie *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. ex G. Don (Almendro) el valor de 0.7504, obteniendo una diferencia significativa con el factor de forma de 0.65 usado por la Autoridad Forestal peruana mediante Resolución Jefatural N° 109-2003.

(USAID, 2022) menciona que una vez calculados los valores del volumen comercial se calcula el factor de forma como cociente del volumen total de todos los fustes y el volumen total de los cilindros de referencia:

$$f = \frac{\sum V_f}{\sum V_c}$$

Donde:

ff = Media ponderada del factor de forma

V_f = volumen comercial individual de cada fuste

V_c = volumen correspondiente a cada cilindro de referencia

2.1.3 Estimación del volumen del árbol talado

Se ubica el árbol por cada especie en las parcelas de corta, de acuerdo a las coordenadas declaradas en el Plan de Manejo, se procede a despejar de lianas, se ubica la caída del natural del árbol y posteriormente son talados tomando en cuenta los criterios de tala dirigida. Una vez efectuado la tala se tomará datos, referidos a longitud y diámetros (Cancino, 2008).

2.1.4 Curvatura del fuste

La incidencia del geotropismo negativo de los árboles hace que estos crezcan negativamente con fustes rectos de escasa curvatura. Sin embargo, la presencia de variables como espesura, viento dominante, nieve, pendiente, etc., obliga en muchos casos al árbol a desarrollar curvatura simple o doble. Esta circunstancia supone un defecto importante para trozas destinadas a procesos industriales como aserrado o desenrollo (Garcia, Guineo, Peraza, & Palacios, 2003).

Los fustes curvos han sido utilizados, y todavía ocasionalmente lo son, para construcción naval. Desde hace quinientos años, cuando la construcción naval a gran escala alcanzo su auge, las técnicas silvícolas se desarrollaron con la sanción de la práctica para obtener fustes curvos destinados principalmente a cuadernas. La curvatura simple se expresa por el cociente de la flecha *f* dividida por la longitud de la troza *l,* expresada en tanto por ciento, o por el cociente entre la flecha y el diámetro menor *d*, también expresado en tanto por ciento (Garcia, Guineo, Peraza, & Palacios, 2003).

C =(f/l) *100 C =(f/d) *100

Para la cierra es mejor el segundo método, que da la desviación en el despiece recto. Por el contrario, para el desenrollado es mejor el primero pues da la desviación de un sólido de revolución. La doble curvatura se mide por la suma de las flechas dividida por el diámetro menor, expresado en tanto por ciento (Garcia, Guineo, Peraza, & Palacios, 2003).

D c =((f1+f2) / l) * 100

2.1.5 Importancia de la planificación forestal

Según (CATIE, 2019) el no realizar una buena planificación antes del aprovechamiento trae consecuencias como la generación de un mayor desperdicio de madera cortada, claros de mayor tamaño (varios individuos por claro), y una red de vías de arrastre más densa de lo que hubiera sido necesario en una operación planificada. Así mismo, menciona que la recopilación de la información en forma confiable es un punto clave para la

planificación de un aprovechamiento eficiente y efectivo que la definición de las metas y su cumplimiento depende en gran parte de la información que se tenga sobre el potencial del bosque, la disponibilidad de recursos y la demanda por productos y servicios del bosque.

(Frisk & Bezada, 2019), con referencia a la relación del inventario forestal con la industria dice que el inventario forestal, que tradicionalmente se hace con un criterio demasiado orientado al bosque, no considera las necesidades adicionales de la industria y de la extracción forestal. Aun cuando esta información es de vital importancia, no es menos cierto que no debe haber una mayor vinculación entre el inventario, la industria y la extracción forestal, no solo en la etapa de ejecución sino desde la etapa de planificación, para que este proporcione además de una buena estimación cualitativa y cuantitativa del recurso, la información requerida por la industria y por la extracción forestal.

2.1.6 Actividades de la etapa de aprovechamiento.

Las actividades propias del aprovechamiento forestal según (CATIE, 2019) son:

a) **Tumbado:** El tumbado de árboles con aplicación de tala dirigida consiste en el apeo de árboles en una dirección deseada para que quede en una posición conveniente para el arrastre, dependiendo de varios factores; entre ellos, la dirección natural de la caída, la ubicación de la pista de extracción (desembosque) o la posición más conveniente para que sea procesado, las posibilidades de daños a otros árboles, el menor riesgo para los operarios (CATIE, 2019).

b) **Arrastre o Desembosque:** Se entiende por arrastre de la madera en troza, desde el sitio de tala hasta el patio de acopio, desde donde se llevará al sitio de procesamiento. Existen muchas modalidades de desembosque, ya sea por vía terrestre o acuática, siendo el más común por vía terrestre. El “skidder” o tractor forestal articulado es una maquinaria especialmente construida para arrastrar las trozas desde el bosque (sitio de tala) hasta el patio de acopio (CATIE, 2019).

c) **Troceo:** Al aprovechar árboles de bosques tropicales, se trata de obtener el mayor rendimiento de la maquinaria utilizada, por lo que generalmente los fustes completos se arrastran hasta los patios de carga o acopio, donde se realiza el trozado de los mismos para proceder a la siguiente operación (CATIE, 2019).

d) **Carguío:** la operación de carga puede realizarse de manera mecanizada o manual. Lo recomendable es utilizar un cargador frontal, el cual es una maquina utilizada para estos fines. La operación de carga independientemente de la tecnología que se utilice, debe procurar siempre brindar fluidez a la etapa de transporte. Una carga mal acomodada disminuye la capacidad del medio de transporte y aumenta el riesgo de accidentes (CATIE, 2019).

e) **Transporte:** es la última etapa del proceso de aprovechamiento forestal, este es el eslabón con el subsistema siguiente: la industrialización. Los medios de transporte deben llevar la mayor cantidad de carga posible dentro de los límites que establezcan las regulaciones de cada país o región (CATIE, 2019).

3.1.7 Determinación del rendimiento de árbol en pie a madera rolliza puesta en planta o a madera aserrada.

Existe poca información sobre el rendimiento de árbol en pie a madera rolliza puesta en patio para su posterior transporte a la planta de transformación; sin embargo, hay algunos estudios de hace décadas que pueden mencionarse.

(valencia, 2017) menciona que la pérdida del volumen en porcentaje durante las diferentes etapas del aprovechamiento (Tala, Arrastre, patio y Transporte) con respecto al volumen obtenido en la etapa de inventario, según los datos del POA se determina utilizando la siguiente fórmula.

$$(\%) = \frac{V_1 * 100\%}{V_2}$$

Donde:

(%) = Rendimiento o perdida del volumen en porcentaje en una de las etapas de aprovechamiento.

V_1 = volumen medido de las trozas en una de las etapas según se desea calcular su rendimiento (tala, arrastre, patio o transporte).

V_2 = Volumen de árboles en pie obtenido en censo forestal

Así mismo (valencia, 2017) afirma que la fórmula para la determinación del coeficiente de conversión del volumen de la madera en pie a volumen neto extraíble es:

C = V(1) / V(2)

Donde:

CC : Coeficiente de conversión.

V (1): Volumen de trozas comerciales neto aprovechable (m3)

V (2): Volumen del árbol en pie – POA (m3)

Además (valencia, 2017) menciona que aprovechamiento presenta distintos rendimientos en cada eslabón, además de un costo de inversión por cada unidad de volumen, en cada una de ellas. En su investigación tomó una muestra de 360 individuos del POA y los clasificó por categoría diamétrica con el fin de conocer el coeficiente de conversión por cada categoría y así junto a la identificación de los defectos más comunes, conocer el rendimiento en cada una de ellas. Dichos defectos fueron encontrados a lo largo como en secciones cortas ya sea del fuste o de la troza, siendo la categoría V y VI los que mayores defectos presentaron; sin embargo, al tomar la muestra total, resulta que los defectos fueron mínimos. El coeficiente de conversión hallado para la especie shihuahuaco del total de la muestra fue de 0.981, presentando un rendimiento del volumen neto aprovechable en las operaciones de aprovechamiento forestal con respecto al volumen en pie en la concesión en estudio, del 95.4%.

(Kometter & Maravi, 2019), definen la importancia del factor de conversión usado para el cálculo de los volúmenes en pie y el volumen final de madera para evitar en parte y con relativo éxito la legalización de los volúmenes de especies extraídas ilegalmente de las áreas protegidas y las

áreas no autorizadas. El uso inadecuado de los factores de conversión hace que se genere una situación sumamente grave para la sostenibilidad de la especie, para el buen cumplimiento de la legislación nacional e internacional, la buena gobernabilidad del sector forestal en los países productores y para el desarrollo de la industria forestal. Así mismo (Cruz, 2003), señala, que se requiere conocer con exactitud el volumen que existe en el bosque para asegurar que se cortará solo lo que el bosque permite y no más. En tal sentido es importante pasar de estimaciones aproximadas a estimaciones que nos proporcionen una información segura, completa y actual en materia de existencias en pie del bosque, todo ello con el propósito de disponer de información verídica y fiable que permita la orientación de las políticas de manejo del bosque.

(Romero, 1990), mencionan que para que las empresas realicen proyecciones más acertadas de cosecha, es necesario hallar el rendimiento por especie, los factores necesarios para estimar el volumen aserrado y los costos involucrados durante el aprovechamiento. (Cruz, 2003), agrega que un alto rendimiento se sustenta en la calidad del árbol aprovechado, la destreza del personal, las condiciones óptimas del equipo y por supuesto la dureza de las especies. Así mismo el autor en mención, en su estudio concluye, con relación al promedio comparativo entre todas las especies estudiadas, que el volumen aserrado sobrepasa al volumen presentado en el POA en un 46 %.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Rendimiento.** refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conoce como rendimiento (Pérez & Merino, 2021).
- **Diámetro a la altura del pecho (Dap).** Se mide el diámetro a 1.30 m con precisión milimétrica (Dieguez, y otros, 2003).
- **Diámetro mínimo de corta (Dmc).** Diámetro al que puede ser aprovechado una especie forestal maderable (Dieguez, y otros, 2003).
- **Altura total (HT).** La altura total del árbol estuvo comprendida desde el suelo hasta la superficie de la copa (parte apical) (Dieguez, y otros, 2003).
- **Altura aprovechable (HA).** Comprendida desde 0.15 m del suelo hasta el inicio de la primera rama del árbol (Dieguez, y otros, 2003).
- **PO.** Es el principal instrumento de la planificación forestal de corto plazo. Tiene como fuente principal de información el censo forestal que genera mapas y listas de especies que se constituyen en las principales herramientas para el aprovechamiento e inspecciones oculares. Tiene una vigencia de uno a tres años operativos. Cuando se realiza en el marco de un PGMF, debe respetar el ciclo de recuperación y las áreas de aprovechamiento establecidas para la UMF. Este instrumento puede corresponder a los niveles alto y medio de planificación (SERFOR, 2017).
- **Silvícola.** De la selva o del bosque, o relacionado con ellos (Oxford, 2021).

- **Dendrométrico.** La Dendrometría trata de la medida de las dimensiones del árbol como “ente individual”, del estudio de su forma y de la determinación de su volumen. Los árboles tienen una amplia variedad de tamaños y formas y hábitos de crecimiento. Estos pueden crecer como troncos individuales, masas multifustales, monte bajo, colonias clonales, o complejos de árboles aún más exóticos. Hay dos parámetros básicos de medición habitual para caracterizar el tamaño del árbol: altura y diámetro a la altura del pecho (Prodan, 1997).
- **Parcelas de corta.** Es el área prevista en el plan de manejo, para las operaciones de aprovechamiento sostenible y silvicultura de corto plazo, que pueden incluir actividades de conservación (SERFOR, 2017).
- **Estrobadores. -** El estrobero es la persona que realiza la etapa final del trabajo que se efectúa en el bosque, esta operación consiste en manipular los estrobos para colocarlos alrededor de los árboles volteados y luego engancharlos al cable de arrastre del skidder, para posteriormente trasladarlos hacia la cancha de madereo (MUTUAL, 2022).
- **Trozadores. –** es la persona que secciona los fustes de los árboles en trozas en la etapa de patio.
- **“T” de Student**. - La distribución t de Student o distribución t es un modelo teórico utilizado para aproximar el momento de primer orden de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño y se desconoce la desviación típica. En otras palabras, la distribución t es una distribución de probabilidad que estima el valor de la media de una muestra pequeña extraída de una población que sigue una

distribución normal y de la cual no conocemos su desviación típica (Rodo, 2022).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método que se utilizó es descriptivo, porque permitió manejar dos variables como el volumen de madera de árboles en pie y luego los mismos fustes ya trozados, realizando evaluaciones directas que permitieron cumplir con el objetivo propuesto.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población.

La población estuvo conformada por los árboles comerciales censados en las 539.575 ha de bosque de la parcela de corta N° 13 del plan operativo N° 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

3.2.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por los mismos árboles en pie y luego seccionados en los patios de trozas de la parcela de corta N° 13 del plan operativo N° 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

3.3. Técnicas e instrumentos para recolección de datos.

3.3.1. Técnicas.

Para la recolección de información necesaria en la elaboración de la investigación se utilizó la técnica de observación de características organolépticas para la determinación de las especies; y técnicas de

medición de características dasometricas, como el DAP, altura, diámetro inferior, diámetro superior; las mediciones fueron tomadas a los fustes de los árboles en pie y posteriormente a las trozas acopiados en patio.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos para la recolección de datos fueron diarios de campos, en el cual se apuntaron los datos observados y medidos de cada árbol o troza. Para la información de árboles en pie se usó el formato como se muestra en el anexo la tabla 9, y para la información de trozas en patio se usó el formato como se muestra en el anexo la tabla 10.

3.4. Procedimiento de recolección de datos.

3.4.1. Recolección de datos de árboles en pie.

Los datos fueron tomados durante las actividades de censo de la PC 13 del PO 11, de la concesión forestal La Merced S.R.L en zafra 2016, las medidas como diámetro y altura que se tomaron del fuste de cada árbol fueron de forma directa.

La PC 13 fue definida en gabinete según el plan general de manejo, dentro de la concesión forestal La Merced S.R.L. Las coordenadas de los vértices de la PC se muestran en la Tabla 1, y su ubicación geográfica se aprecia en la figura 1.

Tabla 1: Coordenadas de los vértices de la PC 13

Vértices PC 13 - Coordenadas UTM		
Vértices	Este (E)	Norte (N)
1	652191	8933863
2	646493	8933863
3	646493	8934930
6	651007	8934930

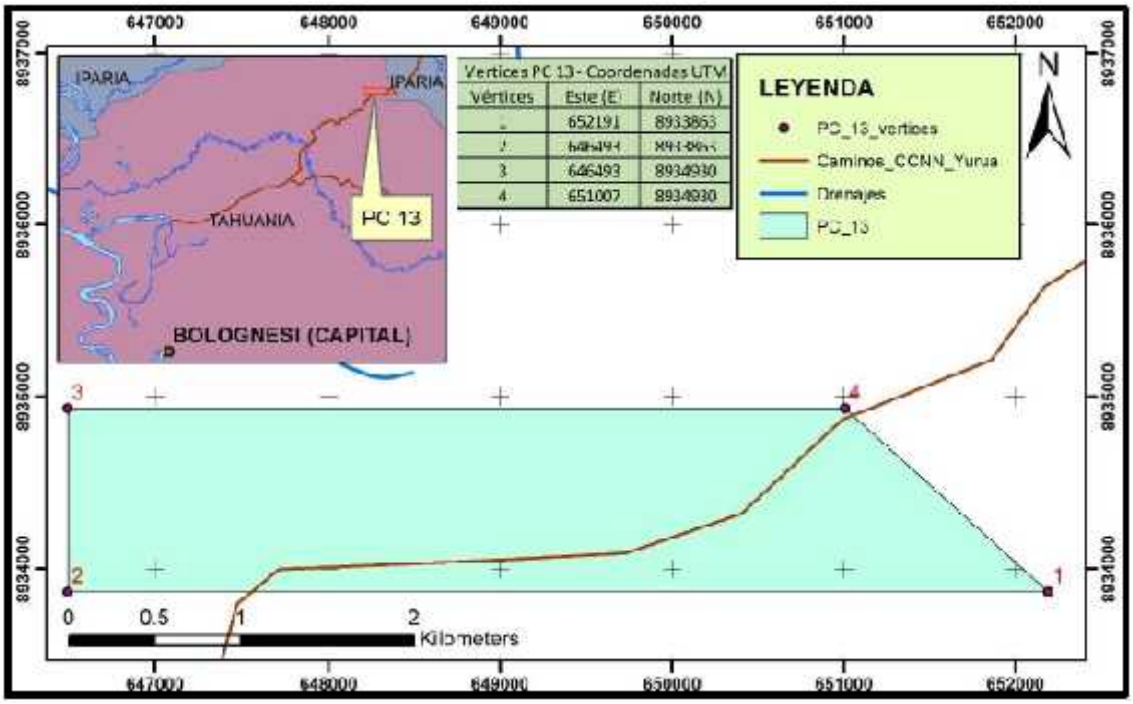


Figura 1: Mapa de ubicación de la PC 13

La parcela fue dividida por fajas, cuya separación entre ellas es de 100 m, como se muestra en la Figura 2. Estas fajas fueron abiertas en campo para permitir una transitabilidad adecuada y se usaron para recorrer el 100 % del área del PC.

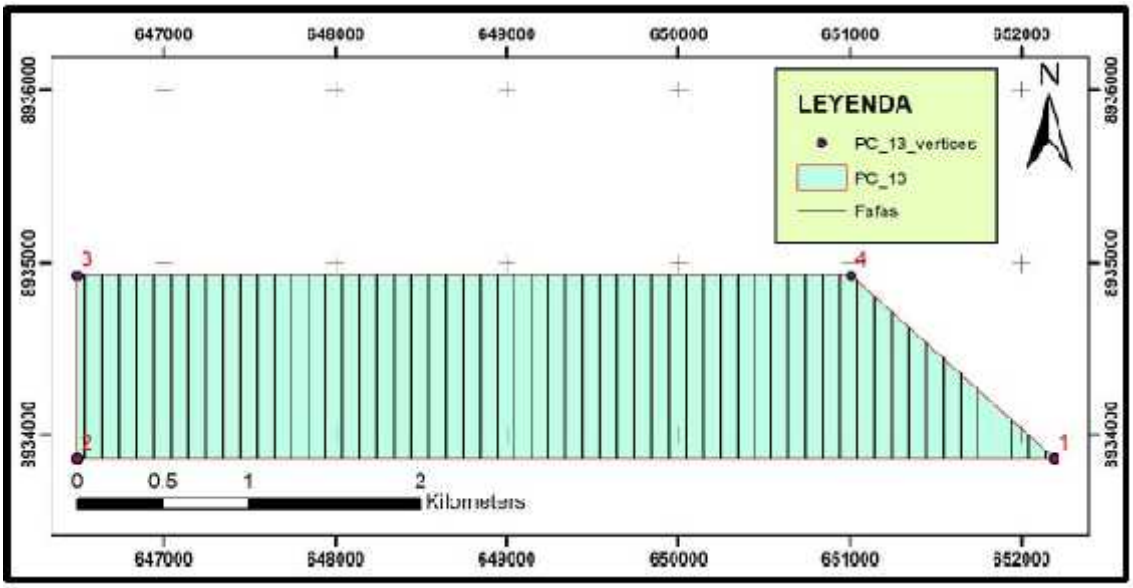


Figura 2: Distribución de fajas dentro de la PC 13

La exploración que se realizó en el censo en campo inicio con la delimitación y apertura del perímetro de la PC, para este trabajo se tomó como referencia principal las coordenadas de los vértices de la parcela. Una vez se realizó la apertura en su totalidad del perímetro, (la apertura consiste en librar con machete la espesura de monte presente en el bosque, para mejorar la transitabilidad y una mejor visión), se tomó como trocha base uno de los lados de perímetro, definida a criterio en campo, sin embargo, este tiene que estar ubicado de forma perpendicular a las fajas.

Desde la faja uno, cuya numeración viene definida desde gabinete, dos ayudantes utilizando machetes y guiados por un brujulero que les indico la dirección a seguir, abrieron las fajas, despejando el camino de la maleza, arbustos, etc. La orientación de las fajas fue de sur a norte, con un azimut de 0°. Cuando la faja tuvo cierto avance se procedió a la ubicación de los árboles con la ayuda de dos materos, uno a cada lado de la faja; como las fajas están separadas por 100 metros, los materos tuvieron que explorar a no más de 50 m de distancia de la faja, se desplazaron de forma zigzagueante, como se muestra en la Figura 3, este proceso se realizó de forma simultánea a la apertura de las fajas, según se fue avanzando hasta que se llegó al límite determinado al inicio por el perímetro de la parcela.

Cuando uno de los materos hallo un árbol, se procedió a tomar la información siguiente de cada árbol: número de faja en la que está ubicada, el nombre común de la especie el cual fue definido con la ayuda del matero, numero de árbol correlativo según se fue encontrando en la faja, DAP, Altura comercial, calidad de fuste, ubicación (coordenadas UTM “X” y “Y”) medida con el GPS, también se indicó que árbol fue reservado como

semillero y si se dio la existencia de árboles cerca de una quebrada, a una distancia menor de 30 metros, estos fueron reservados y los árboles fueron calificados como árboles de protección.

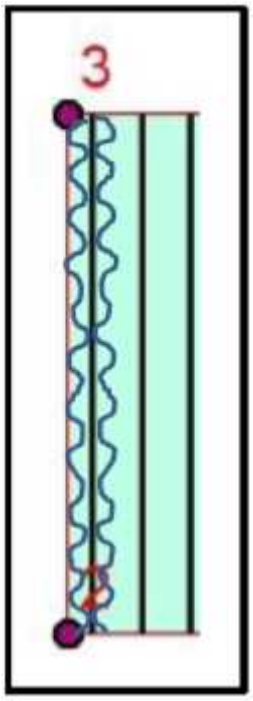


Figura 3: Recorrido de los materos (línea zigzagueante)

Detalles de las variables que se tomarán en el censo:

- Diámetro a la altura del Pecho. – o el DAP, una vez se ubicó el árbol, se procedió a la limpieza de la zona alrededor del fuste, cortando las lianas si es que las hubo. La cinta diamétrica se dispuso de forma perpendicular al eje del fuste, a 1.30 m del suelo, en caso se presentaron aletas o nudos que impida una buena medición, esto se realizaron por encima de ellos. Los árboles censados tuvieron un DAP superior a los diámetros mínimos de corte (DMC), según Resolución Jefatura N° 458-2002-INRENA (13 de Dic. 2002), como se muestra en la tabla 2.

- Estimación de la altura comercial (hc). – se midió desde el punto de corte de la base hasta el punto de bifurcación de fuste o lugar donde se realiza el despunte de la copa. Esta altura fue medida utilizando un clinómetro.
- Identificación de árboles. – la identificación se hizo en base a las características organolépticas que caracteriza a cada especie, como color, olor, corteza, hojas, etc., la identificación de la especie fue responsabilidad de los materos.

Tabla 2: Diámetros mínimos de corte (DMC), según Resolución Jefatura N° 458-2002-INRENA (13 de dic. 2002)

ESPECIE		**DMC**
Nombre Común	*Nombre Cientifico*	
Alcanfor moena	*Ocotea costulata*	46
Almendro	*Caryocar tessmannii*	41
Azucar huayo	*Hymenaea oblongifolia*	41
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	41
Cachimbo blanco	*Cariniana decandra*	41
Caimitillo	*Pouteria caimito*	41
Camungo moena	*Erisma uncinatum*	46
Casho moena	*Anacardium occidentale*	46
Chamisa	*Anthodiscus peruanus*	41
Chontaquiro	*Hymenolobium pulcherrimum*	41
Copaiba	*Copaifera reticulata*	56
Copal	*Protium grandifolium*	46
Cumala	*Virola sebifera*	46
Favorito	*Osteophloeum platyspermum*	46
Higuerilla	*Micrandra spruceana*	41
Huayruro	*Ormosia schunkei*	46
Itauba	*Mezilaurus itauba*	46
Loromicuna	*Macoubea guianensis*	41
Mashonaste	*Clarisia racemosa*	41
Moena negra	*Diospyros guianensis*	46
Moena rosada	*Ocotea bofo*	46
Palisangre	*Brosimum guianense*	41
Panguana	*Brosimun utile*	41
Pashaco	*Schizolobium amazonicum*	51

Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon*	53
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	51
Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	61

3.4.2 Recolección de datos de trozas en patio.

Para tomar los datos de las trozas en patio estas debieron pasar antes por un proceso que se explica a continuación:

- Localización de los árboles. - fueron localizados con un GPS Garmin Map 64s, teniendo como referencia las coordenadas UTM que se tomaron al momento de realizar el censo forestal.
- La tala. - se limpió alrededor de cada árbol y se hicieron trochas de escape para seguridad del personal ante la posibilidad de cualquier peligro; después de la tala y su despunte respectivo, el fuste del árbol paso a denominarse carga, el cual fue codificado para su identificación en todos los procesos siguientes. Esta codificación estuvo constituida por el número de parcela de corta, numero de faja y numero de árbol, escritas en placas de metal y clavados en las secciones transversales de la carga y también el tocón.
- Arrastre. – los fustes fueron arrastrados por los tractores forestales hasta los patios de acopio; en algunos casos, cuando los fustes eran demasiado pesados debido a sus grandes dimensiones, fueron cortados en dos o más segmentos, según la fuerza de skidder o tractor forestal.

Detalles de las variables que se tomarán de las trozas en patio:

- Medición de diámetros. – cuando las trozas estuvieron en patio, se procedió a tomar sus medidas de diámetro utilizando una wincha; según la formula, “D1” es para el diámetro mayor y “D2” para el diámetro menor de la troza, estas dimensiones se muestran en la Figura 5. Sin embargo, debido a que las secciones transversales tienen formas elípticas o simplemente deformes en la mayoría de los casos, se tomó dos medidas por lado en forma de cruz, uno por la parte más ancha “D” y otra por la más angosta “d”, como se muestra en la Figura 4, esas dos medidas fueron promediadas in situ, dicho promedio fueron las que se tomaron apunte en la libreta de campo como D1 o D2 según sea el caso. Estas medidas fueron apuntadas junto al código asignado de la troza que se realizó en tala.

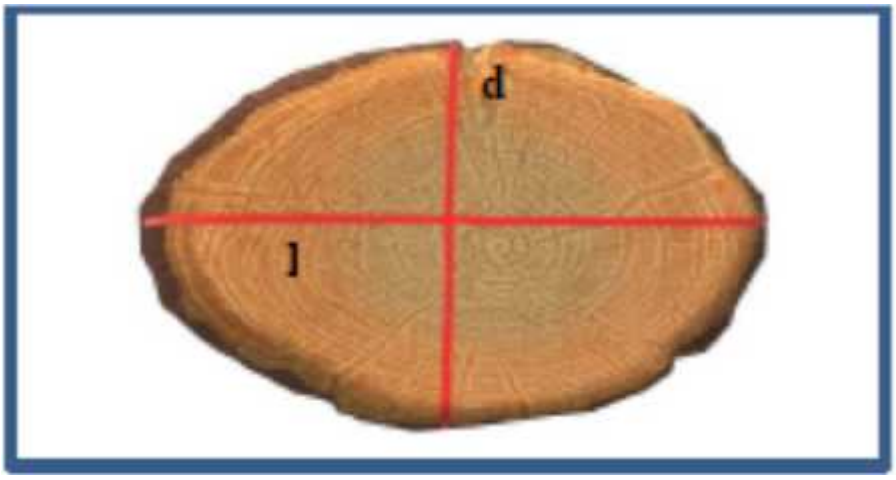


Figura 4: medidas a tomar en la sección transversal de la troza

- Longitud, es la medida del largo que se tomó con una cinta métrica desde un extremo a otro de la troza, como se muestra en la figura 5, esto se realizó posterior a la toma de los diámetros, apuntando su respectivo código.

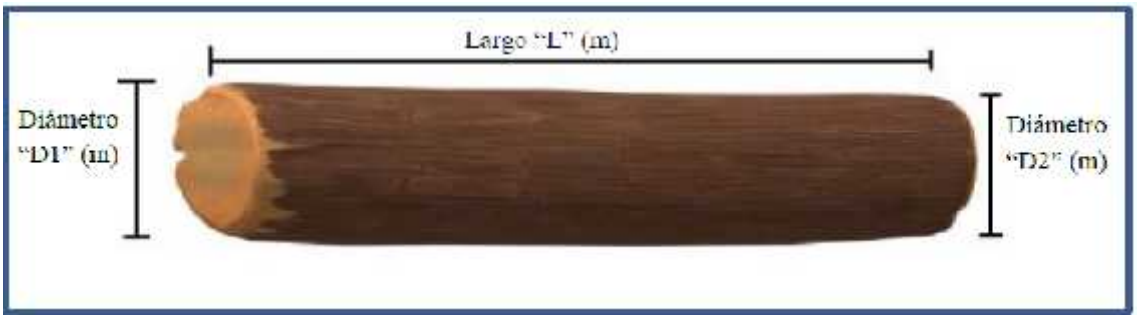


Figura 5: dimensiones de la troza en patio

3.5. Tratamiento de datos.

3.5.1. Determinación del volumen de los árboles en pie

Con la información que se obtuvo en el campo de los árboles en pie se calculó el volumen del fuste para cada árbol con la siguiente formula, según (Kometter R. , 2021):

$$V = \frac{\pi(D\quad)^2}{4} * hc * f$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos

DAP = diámetro a la altura del pecho en metros

hc = Altura comercial en metros

ff = Factor de forma, 0.65 según (SERFOR, 2021)

3.5.2. Determinación del factor de forma.

(USAID, 2022) menciona que una vez calculados los valores del volumen comercial se calcula el factor de forma como cociente del volumen total de todos los fustes y el volumen total de los cilindros de referencia:

$$f = \frac{\sum V_f}{\sum V_c}$$

Donde:

ff = Media ponderada del factor de forma

V_f = volumen comercial individual de cada fuste

V_c = volumen correspondiente a cada cilindro de referencia

3.5.3. Determinación del volumen del árbol en trozas en patio.

El volumen se determinó con la fórmula de cubicación de trozas según (SERFOR, 2021):

$$V = \frac{\pi}{4} * (\frac{D1 + D2}{2})^2 * l$$

Donde

V = volumen en metros cúbicos de la sección

l = largo en metros de la sección

D1 = diámetro inferior o menor en metros de la sección

D2 = diámetro superior o mayor en metros de la sección

Volumen del árbol trozado

Va = V1 + V2 + V3 + ……. + Vn

3.5.4. Determinación de diferencias del volumen en pie obtenido en el censo con el volumen en patio de trozas.

Para determinar si existe diferencia entre el volumen en pie obtenido en el censo con el volumen en patio de trozas, se realizó el análisis de prueba de 2 medias asociadas por par.

Los volúmenes de cada árbol y cada troza correlacionados por su código fueron ordenados como se muestran en el anexo la tabla 11, siendo "*di*" la diferencia de volúmenes por código. Calculando también sus sumatorias y promedios.

Para determinar si existe diferencias significativas entre los volúmenes de madera de árboles en pie y en patio de trozas se utilizó la prueba de dos medias asociadas por par, cuya formula es la siguiente

Prueba de igualdad de dos medias: $$T_o = \frac{|\bar{d}|}{\sqrt{\frac{s}{n(n-1)}}}$$

Donde $\bar{d}$ = promedio de diferencia de volúmenes

n = número de muestras

En la ejecución de este tipo de prueba estadística, se tomó como "hipótesis nula" Ho: m1 = m2, donde se afirma que las medias de los volúmenes a determinar son iguales. Para saber si se acepta o no la (Ho) se calculó T_{obs} (T observado o calculado).

Se rechaza la (Ho) si $T_{obs} \geq T_{teo}$, $T_{teo} = T_{1-\alpha/2}$; con n-1 gl, nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Para realizar la comparación, T_{teo} (T teórico o tabulado) se obtuvo de la tabla de datos de T de Student.

3.5.5. Determinación de diferencias entre el volumen en pie obtenido en el censo, con el volumen en patio de trozas por especie, ANVA 1.

Para determinar si existe diferencia entre el volumen en pie obtenido en el censo con el volumen en patio de trozas por especie, se realizó el análisis de prueba de 2 medias asociadas por par por especie.

Los volúmenes del fuste de cada árbol y cada troza identificados por su código fueron ordenados en tablas individuales por especie como se muestran en la tabla 5, siendo "*di*" la diferencia de volúmenes por código. Calculando también sus sumatorias y promedios.

Se realizó los cálculos, análisis y las pruebas del mismo modo como en la sección anterior, sin embargo, se repitió cada proceso por cada uno de las especies que se encontró en el censo, se obtuvo para que especies hay diferencia y en cuáles no.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Especies censadas

El censo de las especies forestales tuvo una duración de 20 días, se tomó las características dasometricas de cada árbol, y de forma compleja, como afirma (Martínez, y otros, 2004), se determinó el volumen y la cantidad de los árboles censados en pie los cuales se detallan en la tabla 3, esta tabla se divide en tres partes: un grupo de especies aprovechables, de semilleros y de remanentes, este último consta de una sola especie que es un tornillo; estos detalles y de las demás especies se pueden apreciar a simple vista observando la figura 6.

Tabla 3: Resumen de árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

Especie	Nombre científico	Árboles	volumen
Aprovechables		558	3979.735
Alcanfor moena	*Ocotea costulata*	16	71.844
Almendro	*Caryocar tessmannii*	81	627.688
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	207	1485.414
Copaiba	*Copaifera reticulata*	17	82.454
Huayruro	*Ormosia schunkei*	41	252.062
Itauba	*Mezilaurus itauba*	17	96.185
Mashonaste	*Clarisia racemosa*	31	195.642
Pashaco blanco	*Schizolobium amazonicum*	29	225.620
Pashaco Huayruro	*Hymenolobium pulcherrimum*	9	71.376
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon*	6	57.285
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	20	87.312
Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	50	428.431
Yacushapana negra	*Terminalia sp.*	34	298.422
Remanentes		1	3.143

Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	1	3.143
Semilleros		140	592.069
Alcanfor moena	*Ocotea costulata*	4	11.139
Almendro	*Caryocar tessmannii*	20	87.975
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	50	199.173
Cachimbo blanco	*Cariniana decandra*	5	33.936
Copaiba	*Copaifera reticulata*	4	12.229
Huayruro	*Ormosia schunkei*	8	30.321
Itauba	*Mezilaurus itauba*	4	13.861
Mashonaste	*Clarisia racemosa*	8	28.247
Pashaco blanco	*Schizolobium amazonicum*	7	36.233
Pashaco Huayruro	*Hymenolobium pulcherrimum*	2	11.622
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon*	2	5.652
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	5	17.648
Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	13	62.516
Yacushapana negra	*Terminalia sp.*	8	41.518
Total general		699	4574.947

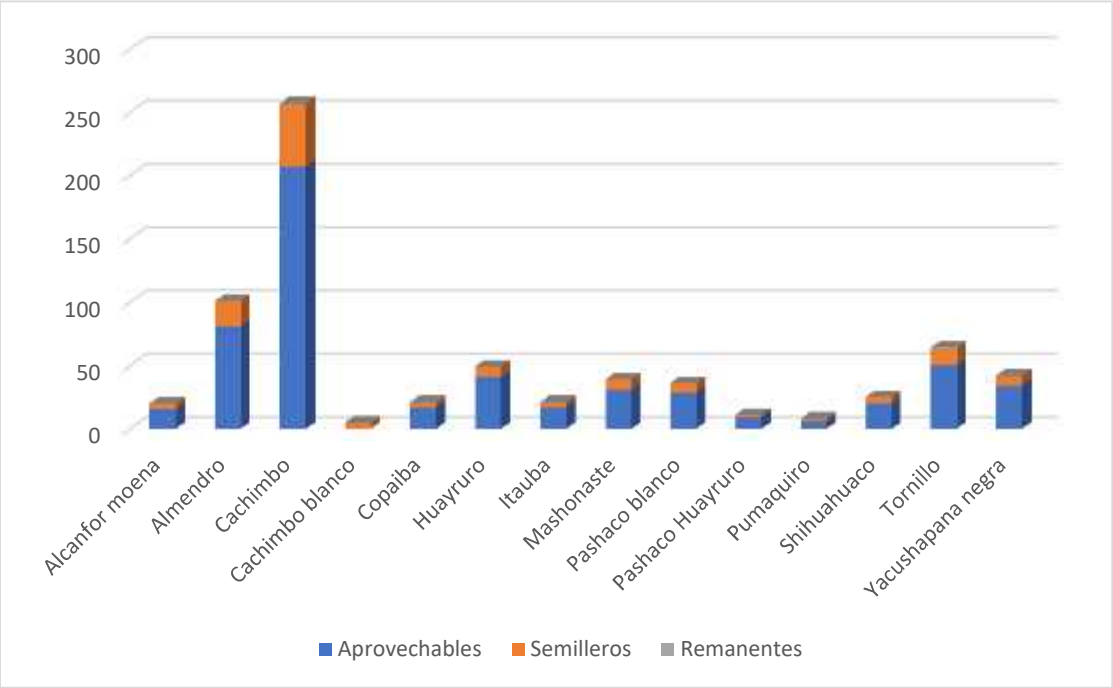


Figura 6: Abundancia por especie de árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

4.1.1. Presencia de defectos, calidad y estado de los árboles censados

Los árboles censados en la concesión presentaron diferentes características o defectos que influyen en la calidad fisiológicas de los mismos.

La principal característica encontrada en el censo fue la formación de aletas pronunciadas en la base de los árboles, este se observó en 197 casos del total; como lo afirma (Llerena, 1979), que menciona que en los trópicos hay una mayor proporción de especies con raíces tablares o aletas; esto influyo en la forma de tomar el diámetro del fuste, que tuvo que ser tomado por proyección visual, como aclara (Leckoundzou, 2011), que el diámetro es una característica principal a considerar en los inventarios forestales.

Un estado no deseable es la presencia de comején, que se presentó en 5 árboles censados, esto hace que en ocasiones el árbol tenga un agujero que atraviesa de forma longitudinal el fuste, empezando desde la base y en muy pocos casos lo atraviese al 100%. Dependiendo de la especie censada, hay fustes con un agujero central grande en la base (se observaron 2 durante el censo) que va disminuyendo su diámetro a medida que sube por el árbol hasta la copa, estas especies son, por ejemplo: tornillo, cachimbo, shihuahuaco; otras especies en cambio presentan agujeros de diámetro pequeño, pero estos son numerosos (baleados), se presenta en especies como: Moena rosada, Pashaco, Camungo Moena, Pashaco Huayruro. Según sea el caso o el tipo de agujeros presente en el fuste, la calidad y el rendimiento de la madera disminuye.

En raras ocasiones hay presencia de hongos en el fuste, cuyo micelio haya penetrado la corteza y afecte la albura del tronco; en la realización del censo se observó un solo individuo con esta característica.

La presencia de lianas y bejucos en algunos árboles (48 encontrados en el censo) no presentaron mayor inconveniente, ya que estos fueron removidos con machetes al momento del censo; sin embargo, el renaco (17 árboles con esta observación encontrados en el censo) solo fue retirado al momento de la tala. Estas características y algunas como fuste tablar, fuste inclinado y otros se observan en la tabla 4, detallando la cantidad de árboles censados en cada caso. Los defectos en la forma del fuste suponen un importante descenso en el rendimiento para trozas destinadas a procesos industriales como aserrado o desenrollo, como lo afirman (Garcia, Guineo, Peraza, & Palacios, 2003).

Tabla 4: Defectos presentes en los árboles censados en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

Observación	Arboles
Con comején en fuste	5
Con hongos en el fuste	1
Con liana y bejucos	46
Con Renaco	17
Aletudo	188
Aletudo con hueco	1
Aletudo e inclinado	2
Aletudo con liana	2
Aletudo y torcido	5
Hueco en la base	2
Fuste acanalado	2
Fuste con malformación	2
Fuste cónico	1
Fuste Inclinado	13
Bifurcación temprana	1
Torcido	5

Sin observación	407
TOTAL	**699**

4.2 Especies aprovechadas en el proceso de extracción

En el proceso de extracción, la primera etapa fue la tala, donde se localizaron y talaron los árboles aprovechables, dejando en pie los semilleros. Algunos árboles presentaron defectos, como fustes pasmados, huecos parciales o huecos totales, los mismos que fueron descartados, como se muestra en la tabla 5; una vez efectuado la tala se tomó los datos referidos a longitud y diámetros, según menciona (Cancino, 2008).

Tabla 5: Especies aprovechadas y descartadas en proceso de extracción en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

Especies	Nombre Científico	Cargas	VOL (m3)
Descartados, Hueco total		3	18.897
Almendro	*Caryocar tessmannii*	1	8.148
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	2	10.749
Descartados, Pasmado		1	6.441
Alcanfor moena	*Ocotea costulata*	1	6.441
Descartado, hueco parcial		10	74.812
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	8	69.553
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	1	3.702
Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	1	1.557
Sin Observación - tala		576	3464.110
Alcanfor moena	*Ocotea costulata*	9	46.413
Almendro	*Caryocar tessmannii*	101	713.455
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	243	1457.173
Copaiba	*Copaifera reticulata*	15	91.321
Huayruro	*Ormosia schunkei*	57	295.523
Itauba	*Mezilaurus itauba*	15	76.136
Mashonaste	*Clarisia racemosa*	35	217.225
Pashaco Huayruro	*Hymenolobium pulcherrimum*	8	51.455
Pumaquiro	*Aspidosperma macrocarpon*	6	35.256
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	25	109.880

Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	62	370.273
Total		591	3565.547

Después de la tala, viene el proceso de arrastre. Algunos fustes debido a sus grandes dimensiones no pueden ser arrastrados por los tractores, por ello debieron de ser cortados en dos o tres segmentos para que los tractores forestales los puedan arrastrar hasta el patio de acopio con menos dificultad. Los fustes enteros de los árboles talados y los que son segmentados son conocidos en trazabilidad como “cargas”. La totalidad de las cargas obtenidas en el proceso están contabilizadas por especie en la tabla 5. La especie con mayor número de cargas es el cachimbo, con 243 cargas, y la de menos es el pumaquiro, con 6 cargas.

4.3 Diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de trozas en patio.

Una vez talados, estas cargas fueron arrastrados a patio de acopio, y como menciona (Donoso & Caldentey, 2013), algunas de ella quedaron descartados en el lugar que fueron talados por presentar defectos tales como huecos en el fuste o sumagados. Ya en patio de acopio, algunas de estas fueron divididas en secciones (a estos segmentos en la trazabilidad forestal se los conoce como “trozas”) para que estos puedan ser transportador por los camiones hasta bahía (orilla del rio Ucayali) con longitudes máximas de 10 metros. Se obtuvo en patio de dos a tres trozas de cada árbol en pie censado que llego a ser talado y que **no fue descartado por defectos**. Se aprovecharon en total 424 de los 558 árboles en pie censados. Se comparó el volumen obtenido en el censo en pie de

cada árbol con sus volúmenes en patio de troza. Estos datos se muestran en la tabla 6.

Tabla 6: Análisis de la diferencia entre volumen en pie y volumen en patio de rozas

N = 424	Volumen en pie	Volumen en patio de trozas	*di*
Suma ∑	2862.350	3447.549	585.200
Promedio $\bar{x}_i$	6.751	8.131	1.380 = $\bar{d}$
$\sum di^2$			2332.360

Para determinar la existencia de una diferencia significativa, se realizó un análisis de prueba de dos medias asociadas por par con los datos de la tabla 6 y el resultado de los cálculos se detalla en la tabla 7.

Tabla 7: Resultado de los cálculos de análisis

Cantidad n	Suma de cuadrados de d	T observado	T teórico α=0.05 gl=n-1	T teórico α=0.01 gl=n-1
424	1524	14.969	1.960	2.576

$$T_o > T_t$$

$$14.969 > 1.960$$

$$14.969 > 2.576$$

T observado es mayo a T teórico con un nivel de significancia igual a 0.05 y también es mayor si el nivel de significancia es igual a 0.01, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, si existe diferencia estadística altamente significativa entre el volumen en pie obtenido en el censo con el volumen en patio de trozas.

Se obtuvo un total de 2862.350 m^3 en volumen de madera del fuste de los 424 árboles medidos en pie durante censo y que fueron aprovechados; este valor es menor al volumen medido en patio de trozas, que es de 3447.549 m^3 en volumen de madera de los fustes en trozas de los mismos 424 árboles. Utilizando la fórmula para la determinación de factor de forma recomendado por (USAID, 2022), se obtiene un valor de **0.783**, aplicable en forma general al censo realizado en la presente tesis; con la utilización de este factor de forma en el cálculo de los volúmenes de los fustes en pie, se obtiene el volumen de 3448.031 m^3 total**,** que es muy similar a lo obtenido en patio de trozas. El valor de factor de forma calculado se asemeja al factor de forma obtenido por (Ovalle, 2008) para el shihuahuaco que es de 0.79. También es semejante a lo obtenido por (Sánchez, 2012) para la *Cedrelinga cateniformes* con un valor de 0.8, 0.7 para el *Ceiba samauma* y 0.7 para *Nectandra sp*, y (Figueroa, 2018) obtuvo 0.7504 para la *Caryocar amygdaliforme.* Esto hace notar que el factor de forma de 0.65 es un constituyente importante de la presencia significativa de la diferencia de los volúmenes de los fustes de los árboles en pie con los de patio de trozas.

Porcentaje de la relación del Volumen total de los árboles en patio de trozas y Volumen total de los árboles en pie

Utilizando la fórmula que plantea (valencia, 2017) para la determinación de porcentaje de relación del Volumen total de los árboles en patio de trozas y Volumen total de los árboles en pie, se obtuvo el valor en este estudio es de 120.44%. Este valor da entender una subestimación del Volumen total de los árboles en pie realizado en censo. Una razón de

esta subestimación es el uso del factor de forma en la determinación del volumen del árbol en pie, que es de 0.65, recomendado por la Autoridad Forestal peruana mediante Resolución Jefatural N° 109-2003. Si se cambiara dicho valor de 0,65 a uno mayor como el obtenido en la tesis que es de 0.783, dicha subestimación desaparecería y el porcentaje de relación entre volúmenes se aproximaría al 100%.

4.4 Diferencia entre el volumen del censo de árboles en pie con el volumen de los árboles en trozas en patio por especie.

Se realizó el análisis estadístico de las diferencias en volumen para cada especie con un nivel de significancia igual a 0.05, los resultados se muestran en la tabla 8. Para *Ocotea costulata (*alcanfor moena), no existe diferencia estadística significativa entre los volúmenes, esto debido a que el factor de forma de 0.65 es aceptable para esta especie; para todos los demás si existe diferencia significativa en volumen, siendo el volumen en patio de trozas mayor al volumen en pie obtenido en el censo.

Para un valor de 0.01 de nivel de significancia, se obtiene que para *Ocotea costulata, Copaifera reticulata y Mezilaurus itauba* no existen diferencia estadística significativa entre los volúmenes, mientras que para *Caryocar tessmannii, Cariniana estrellensis, Ormosia schunkei, Clarisia racemosa, Coumarouma odorata y Cedrelinga catenaiformis* si existen diferencia altamente significativa en volumen, siendo el volumen en patio de trozas mayor al volumen en pie obtenido en el censo.

En la tabla 8 se detallan los resultados del análisis de prueba de dos medias asociadas por par por cada una de las especies aprovechadas.

Tabla 8: Análisis de diferencias entre el volumen en pie y el volumen en patio de trozas por especies en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali.

Especies	Nombre científico	suma		Promedio		$\Delta\bar{d}$	*n*	T obs	T teo α = 0.05	T teo α = 0.01
		Volumen de los árboles en pie unidad	Volumen de los árboles en patio de trozas unidad	Volumen del árbol en pie unidad	Volumen del árbol en patio en trozas					
Alcanfor Moena	*Ocotea costulata*	41.753	51.363	4.639	5.707	-1.068	9	2.160	2.306 NS	3.355 NS
Almendro	*Caryocar tessmannii*	561.409	673.642	7.587	9.103	-1.517	74	6.401	1.993 **	2.645 **
Cachimbo	*Cariniana estrellensis*	1241.363	1460.036	6.858	8.066	-1.208	181	10.410	1.960 **	2.576 **
Copaiba	*Copaifera reticulata*	71.870	90.656	4.791	6.044	-1.252	15	2.911	2.145 *	2.977 NS
Huayruro	*Ormosia schunkei*	223.388	300.947	6.570	8.851	-2.281	34	5.240	2.035 **	2.733 **
Itauba	*Mezilaurus itauba*	57.834	75.839	5.258	6.894	-1.637	11	3.112	2.228 *	3.169 NS
Mashonaste	*Clarisia racemosa*	188.026	216.251	6.268	7.208	-0.941	30	5.408	2.045 **	2.756 **
Shihuahuaco	*Coumarouma odorata*	74.541	118.281	4.385	6.958	-2.573	17	5.941	2.120 **	2.921 **
Tornillo	*Cedrelinga catenaiformis*	332.843	380.136	7.741	8.840	-1.100	43	2.924	2.018 *	2.698 *

$\Delta\bar{d}$: Diferencia de volúmenes

n : cantidad de muestras

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis estadístico arroja que existe una diferencia significativa, siendo el volumen medido en patio, mayor al obtenido en el censo en pie, con un porcentaje de aumento de 120.44%. Este valor da entender una subestimación del Volumen total de los árboles en pie realizado en censo. Una razón de esta subestimación es el uso del factor de forma en la determinación del volumen del árbol en pie, que es de 0.65, recomendado por la Autoridad Forestal peruana mediante Resolución Jefatural N° 109-2003. Si se cambiara dicho valor de 0,65 a uno mayor como 0.783, dicha subestimación desaparecería y el porcentaje de relación entre volúmenes se aproximaría al 100%.

- Para Ocotea costulata, Copaifera reticulata y Mezilaurus itauba no existe diferencia estadística significativa entre los volúmenes, mientras que para *Caryocar tessmannii, Cariniana estrellensis, Ormosia schunkei, Clarisia racemosa, Coumarouma odorata y Cedrelinga catenaiformis* existe diferencia altamente significativa en volumen, siendo el volumen en patio de trozas mayor al volumen en pie obtenido en el censo.

- En el censo de la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L, se encontraron 13 especies aprovechables, de los

cuales se obtuvo 558 árboles con un volumen de fuste total de 3979.735 m^3.

- De los 558 árboles censados que fueron definidos como aprovechables, solo llegaron a patio de trozas 424, los demás fueron descartados por presentar una serie de defectos. El volumen en pie de estos 424 árboles censados fue de 2862.350 m^3 con un promedio de 6.751 m^3 y el volumen en patio de trozas de los mismos fue de 3447.549 m^3 con un promedio de 8.131m^3.

5.2. Recomendaciones

- Tener especial cuidado al momento de tomar las medidas dasometricas durante la realización del censo forestal, en especial cuando las especies forestales presentan aletas o bases tablares, ya que estos impiden la medida correcta del diámetro. También un buen adiestramiento de los encargados de medir los diámetros y alturas de los árboles.
- Realizar otros estudios de diferencias de volúmenes en otras parcelas o concesiones y ver si estos errores son más comunes de lo normal; también de realizar estudios de cuáles son las causas exactas de la presencia de esta diferencia significativa en la medida de los volúmenes en pie de los árboles con lo medido en patio de trozas.
- Usar los nuevos factores de forma recomendados por el (SERFOR, 2017) en la RESOLUCION DE DIRECCIÓN EJECUTIVA N° 261-2017-SERFOR-DE para las especies cachimbo 0.67, pashaco 0.80 y tornillo 0.66.

6. BIBLIOGRAFÍA

Barrena, V. (2013). Apuntes del curso de Medición Forestal. *Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.*, 50.

Cancino, J. (25 de Agosto de 2008). *Sibudec.* Obtenido de Dendrometria: www.sibudec.cl/ebook/UDEC Dendrometria Basica.pdf

CATIE. (28 de Octubre de 2019). *Centro Agronómico Tropical de Investigacion y enseñanza.* Obtenido de Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados humedos tropicales: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Aprovechamiento%20de%20impacto%20reducido%20en%20bosques%20latifoliados.pdf

Cruz, M. (2003). Evaluacion de un aprovechamiento forestal en bosque latifoliado y elaboración de tablas de volumen en la zona atlántica de Honduras. *OIMT*, 10-30.

Dieguez, U., Barrio, M., Castedo, F., Ruiz, A., Alvarez, M., Alvarez, J., & Rojo, A. (2003). *Dendrometria.* Madrid: Mundi prensa.

Donoso, S., & Caldentey, J. (2013). *Rendimiento de Lenga (Nothofagus pumilio) en el aserradero y su relación con las características de los Arboles.* Departamento de Silvicultira: Universidad de Chile.

FAO. (1980). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. . *Estudio FAO: MONTES.*, 58-65.

Figueroa, A. (2018). FACTOR DE FORMA DE Caryocar amygdaliforme Ruiz & Pav. ex G. Don (ALMENDRO) EN BOSQUES DE TERRAZA DE LA AMAZONIA PERUANA". *UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL*, 74.

Frisk, T., & Bezada, T. (28 de Octubre de 2019). *INIA.* Obtenido de Estudio sobre la operacion de tractores forestales de ruedas en el Perú: http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/bitstream/inia/352/1/Estudio_sobre_la_operacion_de_tractores.pdf

Garcia, L., Guineo, A., Peraza, C., & Palacios, P. (2003). *La madera y su anatomia: anomalias y defectos.* Madrid: Muldiprensa.

Kometter, R. (26 de Enero de 2021). *researchgate.* Obtenido de MANUAL DE CENSOS FORESTALES: https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Kometter/publication/317017325_MANUAL_DE_CENSO_FORESTAL/links/591f201d458515e3d4ff72b7/MANUAL-DE-CENSO-FORESTAL.pdf

Kometter, R., & Maravi, E. (28 de Octubre de 2019). *Comision centroamericana de ambiente y desarrollo.* Obtenido de Metodologia para elaboracion de tablas nacionales de conversión volumetrica de madera rolliza en pie a madera aserrada calidad de exportacion: https://cites.org/sites/default/files/common/com/pc/17/S-PC17-Inf-03.pdf

Leckoundzou, A. (2011). Influencia de diferentes variables dendrométricas y calidad de árboles en pie sobre los rendimientos de madera aserrada de Pinus caribeae morelet var. caribaea Barret y Golfari. *Universidad de pinar del río. Facultad de forestal y agronomía. Departamento forestal.*, 16-19.

Llerena, C. (1979). Estudio de la relacion Dap-Altura comercial en bosques tropicales del Perú. *[Tesis Ingenieria forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina*, 117.

Maginnis, S., Mendez, J., & Davies, J. (2019). Manual para el manejo de bloques pequeños de bosque húmedo tropical (con especial referencia a la zona norte de Costa Rica). *XII Congreso Forestal Mundial. Quebec: CODEORSA.*, 772-776.

Malleux, J. (1974). Planeamiento de Inventarios Forestales. *Bosques Tropicales*, 87-89.

Malleux, j. (1982). Inventarios Forestales en Bosques Tropicales. *Bosques Tropicales*, 418-240.

Martínez, G., Cellini, J., Lencinas, M., Díaz, B., Peri, P., & Vukasovic, R. (2004). Funciones de rendimiento volumétrico en pie y en aserradero para lenga (Nothofagus pumilio). *Researchgate*, 2-4.

MUTUAL. (3 de Febrero de 2022). *Mutual de seguridad. Fichas tecnicas de prevencion de riesgos. Forestal.* Obtenido de https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/14a09d46-f663-426f-9575-3d3c11e34f2c/fichas_tecnicas_de_riesgo.pdf?MOD=AJPERES

Ovalle, D. (2008). Determinación del factor de forma de Dipteryx micrantha Harms (Shihuahuaco) en el Consolidad Otorongo – Provincia de Tahuamanu. Tesis (Ing For). Madre de Dios, PE. *Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.*, 124.

Oxford. (26 de Marzo de 2021). *OxfordLanguages*. Obtenido de https://languages.oup.com/google-dictionary-es/

Pereyra, A. (2020). Dendrometría. *Capítulo VI*, 123.

Pérez, j., & Merino, M. (26 de Marzo de 2021). *Definición.DE.* Obtenido de Rendimiento: https://definicion.de/rendimiento/

Prodan, F. (1997). Mensura Forestal. *Agroamerica*, 59.

Rodo, P. (30 de Enero de 2022). *Economipedia*. Obtenido de Distribución t de Student: https://economipedia.com/definiciones/distribucion-t-de-student.html

Romero, F. (1990). Rendimineto de madera rolliza de ishpingo y lagarto en la fabricacion de chapas decorativas. *[tesis ingenieria forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina*, 112.

Sánchez, Y. (2012). "ELABORACIÓN DE TABLAS DE VOLUMENES Y DETERMINACIÓN DE FACTORES DE FORMA DE LAS ESPECIES FORESTALES: CHUNCHO (Cedrelinga cateniformes), LAUREL (Cordia alliodora), SANGRE DE GALLINA (Otoba sp.), CEIBO (Ceiba samauma) y CANELO (Nectandra sp.), EN LA PROVINC. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. FACULTAD DE RECURSOS NATURALES. ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL. RIOBAMBA – ECUADOR*, 114.

SERFOR. (2017). *Normativa Forestal y de Fauna Silvestre.* Lima: SERFOR.

SERFOR. (26 de Enero de 2021). *GUÍA PRÁCTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y USO DE LOS LIBROS DE OPERACIONES PARA TÍTULOS HABILITANTES.* Obtenido de Trazabilidad: http://www.serfor.gob.pe/fortalecimientodecapacidades/wp-content/uploads/2019/08/guiaLibroOTH.pdf

Tolmos, R. (2001). Determinación del coeficiente de conversión de madera rolliza a madera aserrada con sierra cinta de la especie shihuahuaco (Dipteryx sp.). *[Tesis ingenieria forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina*, 93.

Torres, J. (2013). Estudio de rendimiento de madera moto aserrada de Cedrelinga cateniformis Ducke en un bosque de terraza baja, río Putumayo, Loreto, Perú - 2018. *CONCYTEC. Acceso Libre a Informacion Cientifica para la Innovacion*, 85.

UNESCO. (1982). Ecosistemas de los Bosques Tropicales. *Investigacion para la agricultura y la alimentacion*, 135-137.

USAID. (8 de Febrero de 2022). *(United States Agency for International Development)*. Obtenido de Propuesta para la elaboración de tablas volumétricas y/o factores de forma.: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacd113.pdf

valencia, G. (2017). *Determinación del coeficiente de converción del árbol en pie a troza en patio del aserradero, de la especie shihuahuaco (Dipteryx spp.).* Univercidad Nacional Agraria La Molina: [tesis ingenieria forestal].

7. ANEXOS

Anexo 1: Formatos

Tabla 9: Formato para datos procesados del censo comercial

Unidad de trabajo	N° Faja	N° Árbol	Código	Especie	DAP (cm)	Altura comercial (m)	Vc (m3)	Calidad de fuste	Coordenadas (m)		Categoría
									X (Este)	Y (Norte)	
	1										
	2										
	3										
	…										

Tabla 10: Formato de libro de operaciones de los títulos habilitantes para aprovechamiento forestal maderable.

N°	Fecha	Código de troza	R	Especie	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)	Observaciones	Espesor de corteza	Calidad del fuste	

Tabla 11: Diseño de tabla para análisis de 2 medias asociadas por par y por especie

Código	Volumen en pie	Volumen en patio de trozas	***d***
B1/F1/A1			
B1/F1/A2			
B1/F1/A3			
B1/F1/A4			
…			
∑			
$\bar{x}_i$			

Anexo 2. Fotos del trabajo de aprovechamiento en la PC 13 del PO 11, Zafra 2016, de la concesión forestal La Merced S.R.L. distrito Tahuanía, Atalaya, Ucayali



Figura 7: Árbol censado definido como semillero



Figura 8: Proceso de ubicación del inicio de la faja en las coordenadas UTM con un GPS



Figura 9: tala de los árboles aprovechables



Figura 10: Tocón codificado



Figura 11: Árbol talado con hueco descartado en el aprovechamiento



Figura 12: arrastre de las cargas al patio de acopio

Figura 13: Patio de acopio de trozas, se observa la toma de medida de longitud de la troza



Figura 14: medición del diámetro de la troza



Figura 15: codificación de las trozas en patio



Figura 16: árbol de la especie shihuahuaco luego de ser talado



Anexo 3. Lista de volumen en pie y volumen en patio de trozas por especie censado

N°	Código	Volumen en pie	Volumen en patio de trozas	*di*
1	B1/F1/A1	4.506	5.599	1.093
2	B1/F1/A10	7.926	9.382	1.456
3	B1/F1/A12	6.832	7.552	0.720
4	B1/F1/A13	8.323	9.668	1.345
5	B1/F1/A14	5.564	6.295	0.731
6	B1/F1/A15	5.777	4.827	-0.950
7	B1/F1/A16	9.763	8.963	-0.800
8	B1/F1/A17	5.553	8.006	2.453
9	B1/F1/A3	7.733	8.545	0.812
10	B1/F1/A4	4.658	9.780	5.122
11	B1/F1/A5	6.877	6.675	-0.202
12	B1/F1/A9	6.293	8.431	2.138
13	B1/F10/A2	9.194	9.528	0.334
14	B1/F10/A5	3.392	5.257	1.865
15	B1/F10/A6	5.539	5.246	-0.293
16	B1/F10/A7	6.618	9.385	2.767
17	B1/F10/A8	6.254	8.952	2.698
18	B1/F10/A9	2.843	5.545	2.702
19	B1/F11/A10	7.939	10.032	2.093
20	B1/F11/A11	7.420	8.908	1.488
21	B1/F11/A12	8.901	11.922	3.021
22	B1/F11/A13	3.915	5.548	1.633
23	B1/F11/A14	5.653	5.535	-0.118
24	B1/F11/A16	8.650	12.647	3.997
25	B1/F11/A17	6.847	13.028	6.181
26	B1/F11/A18	8.468	9.264	0.796
27	B1/F11/A19	20.271	13.427	-6.844
28	B1/F11/A2	6.927	8.697	1.770
29	B1/F11/A20	3.418	4.089	0.671
30	B1/F11/A21	6.325	8.370	2.045
31	B1/F11/A3	8.569	10.641	2.072
32	B1/F11/A5	8.846	12.303	3.457
33	B1/F11/A6	10.539	15.588	5.049
34	B1/F11/A8	5.199	4.838	-0.361
35	B1/F12/A1	9.985	12.053	2.068
36	B1/F12/A11	7.883	9.905	2.022
37	B1/F12/A12	10.304	10.654	0.350
38	B1/F12/A14	6.007	8.443	2.436
39	B1/F12/A15	6.698	11.428	4.730

40	B1/F12/A17	7.998	7.900	-0.098
41	B1/F12/A18	8.365	9.605	1.240
42	B1/F12/A3	10.976	11.930	0.954
43	B1/F12/A4	4.780	7.569	2.789
44	B1/F12/A6	10.182	11.390	1.208
45	B1/F12/A7	9.792	9.259	-0.533
46	B1/F12/A8	7.193	7.672	0.479
47	B1/F12/A9	6.487	7.368	0.881
48	B1/F13/A10	7.348	8.249	0.901
49	B1/F13/A12	7.764	10.880	3.116
50	B1/F13/A14	5.838	7.863	2.025
51	B1/F13/A16	7.024	10.744	3.720
52	B1/F13/A17	7.469	8.387	0.918
53	B1/F13/A2	14.798	17.679	2.881
54	B1/F13/A3	3.863	6.323	2.460
55	B1/F13/A5	5.904	9.205	3.301
56	B1/F13/A6	4.955	5.292	0.337
57	B1/F13/A7	4.778	4.268	-0.510
58	B1/F13/A8	10.708	9.980	-0.728
59	B1/F13/A9	5.373	9.578	4.205
60	B1/F14/A1	5.591	11.653	6.062
61	B1/F14/A10	8.290	11.892	3.602
62	B1/F14/A12	2.164	7.828	5.664
63	B1/F14/A13	5.321	6.514	1.193
64	B1/F14/A14	10.401	11.365	0.964
65	B1/F14/A15	8.156	7.744	-0.412
66	B1/F14/A3	4.099	5.895	1.796
67	B1/F14/A5	8.106	8.871	0.765
68	B1/F14/A6	11.364	13.017	1.653
69	B1/F14/A7	6.077	8.878	2.801
70	B1/F14/A8	6.664	8.534	1.870
71	B1/F14/A9	4.934	5.935	1.001
72	B1/F15/A1	7.458	7.609	0.151
73	B1/F15/A2	7.331	7.092	-0.239
74	B1/F15/A4	11.445	10.100	-1.345
75	B1/F15/A6	6.863	7.739	0.876
76	B1/F15/A8	5.643	8.776	3.133
77	B1/F16/A1	9.433	8.562	-0.871
78	B1/F16/A2	7.590	7.662	0.072
79	B1/F16/A3	2.369	4.467	2.098
80	B1/F16/A5	4.796	8.111	3.315
81	B1/F16/A7	6.943	8.576	1.633
82	B1/F17/A1	2.313	5.388	3.075
83	B1/F17/A2	4.734	4.904	0.170
84	B1/F17/A5	11.008	14.679	3.671

85	B1/F18/A1	5.211	5.209	-0.002
86	B1/F18/A3	7.276	9.431	2.155
87	B1/F18/A8	12.482	22.168	9.686
88	B1/F19/A10	6.231	6.570	0.339
89	B1/F19/A11	7.127	9.747	2.620
90	B1/F19/A12	3.573	4.439	0.866
91	B1/F19/A13	3.267	5.301	2.034
92	B1/F19/A2	10.195	9.828	-0.367
93	B1/F19/A3	4.397	6.636	2.239
94	B1/F19/A4	6.391	5.838	-0.553
95	B1/F19/A5	4.287	4.963	0.676
96	B1/F19/A6	11.361	14.190	2.829
97	B1/F19/A7	5.721	7.132	1.411
98	B1/F19/A8	3.791	4.831	1.040
99	B1/F2/A1	6.702	6.626	-0.076
100	B1/F2/A10	9.110	9.403	0.293
101	B1/F2/A11	4.162	4.674	0.512
102	B1/F2/A13	12.069	9.695	-2.374
103	B1/F2/A14	3.598	3.820	0.222
104	B1/F2/A15	9.802	11.837	2.035
105	B1/F2/A16	9.337	8.975	-0.362
106	B1/F2/A17	19.507	17.481	-2.026
107	B1/F2/A18	5.958	5.838	-0.120
108	B1/F2/A19	5.711	5.301	-0.410
109	B1/F2/A2	5.452	5.103	-0.349
110	B1/F2/A3	4.628	8.230	3.602
111	B1/F2/A5	4.072	5.412	1.340
112	B1/F2/A6	4.529	5.041	0.512
113	B1/F2/A7	5.060	5.379	0.319
114	B1/F2/A9	6.440	8.296	1.856
115	B1/F20/A4	5.226	5.206	-0.020
116	B1/F21/A1	6.927	10.452	3.525
117	B1/F21/A10	6.026	7.497	1.471
118	B1/F21/A11	3.751	6.106	2.355
119	B1/F21/A2	7.325	6.987	-0.338
120	B1/F21/A4	10.316	12.140	1.824
121	B1/F21/A5	9.346	9.941	0.595
122	B1/F22/A10	6.535	6.990	0.455
123	B1/F22/A11	6.794	9.521	2.727
124	B1/F22/A12	7.000	8.425	1.425
125	B1/F22/A13	3.652	6.558	2.906
126	B1/F22/A15	6.293	7.892	1.599
127	B1/F22/A3	6.192	9.657	3.465
128	B1/F22/A5	3.631	4.781	1.150
129	B1/F22/A7	8.581	8.411	-0.170

130	B1/F22/A8	5.637	7.879	2.242
131	B1/F22/A9	4.528	8.263	3.735
132	B1/F23/A1	4.862	4.869	0.007
133	B1/F23/A10	4.117	4.153	0.036
134	B1/F23/A11	8.206	7.477	-0.729
135	B1/F23/A12	8.345	9.625	1.280
136	B1/F23/A13	5.355	8.186	2.831
137	B1/F23/A2	3.210	7.209	3.999
138	B1/F23/A4	5.633	6.560	0.927
139	B1/F23/A7	10.332	11.826	1.494
140	B1/F23/A8	4.169	5.884	1.715
141	B1/F23/A9	5.391	9.798	4.407
142	B1/F24/A1	4.205	4.765	0.560
143	B1/F24/A10	9.307	14.765	5.458
144	B1/F24/A11	5.328	9.296	3.968
145	B1/F24/A13	3.844	4.721	0.877
146	B1/F24/A5	4.411	5.436	1.025
147	B1/F24/A6	3.776	6.220	2.444
148	B1/F24/A9	3.590	6.802	3.212
149	B1/F25/A1	6.780	9.663	2.883
150	B1/F25/A11	6.846	8.538	1.692
151	B1/F25/A12	6.334	8.679	2.345
152	B1/F25/A3	7.942	10.430	2.488
153	B1/F25/A4	8.315	8.051	-0.264
154	B1/F25/A9	13.631	12.021	-1.610
155	B1/F26/A1	5.872	6.487	0.615
156	B1/F26/A2	7.485	7.389	-0.096
157	B1/F26/A3	2.642	4.349	1.707
158	B1/F26/A4	6.031	6.554	0.523
159	B1/F26/A5	5.250	4.017	-1.233
160	B1/F27/A2	8.182	7.868	-0.314
161	B1/F27/A5	4.272	5.459	1.187
162	B1/F27/A6	12.306	9.842	-2.464
163	B1/F27/A7	7.334	6.046	-1.288
164	B1/F28/A10	5.606	5.299	-0.307
165	B1/F28/A11	5.012	8.359	3.347
166	B1/F28/A13	3.877	6.170	2.293
167	B1/F28/A2	9.805	9.701	-0.104
168	B1/F28/A4	10.057	11.857	1.800
169	B1/F28/A5	7.351	7.080	-0.271
170	B1/F28/A6	6.865	6.941	0.076
171	B1/F29/A11	4.953	6.316	1.363
172	B1/F29/A12	3.027	4.177	1.150
173	B1/F29/A13	6.072	7.409	1.337
174	B1/F29/A15	6.404	6.676	0.272

175	B1/F29/A4	5.657	7.299	1.642
176	B1/F29/A6	4.989	6.033	1.044
177	B1/F29/A7	3.052	3.240	0.188
178	B1/F29/A8	9.772	14.180	4.408
179	B1/F3/A10	5.690	7.740	2.050
180	B1/F3/A12	7.374	11.029	3.655
181	B1/F3/A2	6.233	7.207	0.974
182	B1/F3/A7	7.455	7.045	-0.410
183	B1/F3/A8	7.733	7.011	-0.722
184	B1/F3/A9	3.381	5.400	2.019
185	B1/F30/A1	5.266	7.154	1.888
186	B1/F30/A4	7.465	8.469	1.004
187	B1/F30/A6	6.688	8.120	1.432
188	B1/F31/A11	6.106	5.284	-0.822
189	B1/F31/A12	7.937	9.477	1.540
190	B1/F31/A15	8.155	9.269	1.114
191	B1/F31/A16	3.596	5.000	1.404
192	B1/F31/A2	5.514	6.929	1.415
193	B1/F31/A5	6.707	7.378	0.671
194	B1/F31/A6	7.132	10.289	3.157
195	B1/F31/A7	5.625	5.158	-0.467
196	B1/F31/A8	4.652	4.287	-0.365
197	B1/F32/A1	4.353	4.776	0.423
198	B1/F32/A11	12.376	12.523	0.147
199	B1/F32/A2	5.101	6.147	1.046
200	B1/F32/A3	5.957	6.570	0.613
201	B1/F32/A5	6.678	5.522	-1.156
202	B1/F32/A7	7.488	8.383	0.895
203	B1/F32/A8	11.790	11.823	0.033
204	B1/F32/A9	12.294	12.594	0.300
205	B1/F33/A11	4.953	9.680	4.727
206	B1/F33/A13	3.915	6.293	2.378
207	B1/F33/A14	7.670	9.606	1.936
208	B1/F33/A15	4.844	5.754	0.910
209	B1/F33/A16	4.553	6.495	1.942
210	B1/F33/A17	3.964	6.499	2.535
211	B1/F33/A3	10.529	12.542	2.013
212	B1/F33/A6	5.858	9.004	3.146
213	B1/F33/A7	7.008	7.561	0.553
214	B1/F33/A8	7.573	7.707	0.134
215	B1/F33/A9	3.673	5.056	1.383
216	B1/F34/A1	4.359	5.885	1.526
217	B1/F34/A10	5.020	4.762	-0.258
218	B1/F34/A11	4.724	6.134	1.410
219	B1/F34/A13	4.513	6.235	1.722

220	B1/F34/A2	6.616	8.842	2.226
221	B1/F34/A4	4.187	5.630	1.443
222	B1/F34/A7	6.551	10.139	3.588
223	B1/F34/A8	6.213	12.743	6.530
224	B1/F34/A9	6.298	6.794	0.496
225	B1/F35/A10	8.420	8.601	0.181
226	B1/F35/A11	8.017	9.466	1.449
227	B1/F35/A3	4.830	4.829	-0.001
228	B1/F35/A7	3.852	7.531	3.679
229	B1/F36/A1	7.740	8.192	0.452
230	B1/F36/A5	3.281	5.745	2.464
231	B1/F36/A6	4.753	3.372	-1.381
232	B1/F37/A10	6.105	9.271	3.166
233	B1/F37/A11	4.954	7.265	2.311
234	B1/F37/A12	5.575	5.941	0.366
235	B1/F37/A13	4.276	5.808	1.532
236	B1/F37/A14	5.230	8.697	3.467
237	B1/F37/A15	4.982	5.847	0.865
238	B1/F37/A2	9.021	8.545	-0.476
239	B1/F37/A3	6.857	7.180	0.323
240	B1/F37/A5	10.807	10.922	0.115
241	B1/F37/A6	6.762	5.791	-0.971
242	B1/F37/A7	3.881	4.790	0.909
243	B1/F37/A8	3.854	5.274	1.420
244	B1/F38/A1	4.659	4.139	-0.520
245	B1/F38/A11	6.059	6.907	0.848
246	B1/F38/A12	9.290	6.515	-2.775
247	B1/F38/A15	4.213	2.781	-1.432
248	B1/F38/A17	5.293	7.644	2.351
249	B1/F38/A19	8.052	7.531	-0.521
250	B1/F38/A2	5.500	8.307	2.807
251	B1/F38/A20	5.064	7.334	2.270
252	B1/F38/A21	5.756	6.029	0.273
253	B1/F38/A22	6.638	7.859	1.221
254	B1/F38/A3	3.308	3.662	0.354
255	B1/F38/A5	7.939	11.122	3.183
256	B1/F38/A8	4.504	9.227	4.723
257	B1/F39/A1	5.095	6.260	1.165
258	B1/F39/A10	11.393	10.245	-1.148
259	B1/F39/A14	5.931	8.285	2.354
260	B1/F39/A15	4.600	6.537	1.937
261	B1/F39/A2	3.438	3.898	0.460
262	B1/F39/A3	6.347	9.784	3.437
263	B1/F39/A4	6.349	7.681	1.332
264	B1/F39/A5	5.796	8.007	2.211

265	B1/F39/A9	3.905	8.743	4.838
266	B1/F4/A1	9.598	7.908	-1.690
267	B1/F4/A10	5.203	5.644	0.441
268	B1/F4/A11	6.790	6.623	-0.167
269	B1/F4/A13	11.636	11.833	0.197
270	B1/F4/A14	6.208	6.799	0.591
271	B1/F4/A15	9.709	9.719	0.010
272	B1/F4/A16	13.278	16.239	2.961
273	B1/F4/A17	5.331	8.212	2.881
274	B1/F4/A4	5.020	4.461	-0.559
275	B1/F4/A5	5.576	8.166	2.590
276	B1/F4/A6	6.894	8.056	1.162
277	B1/F4/A7	6.957	9.626	2.669
278	B1/F4/A8	3.802	6.803	3.001
279	B1/F40/A10	7.226	8.672	1.446
280	B1/F40/A11	4.935	4.764	-0.171
281	B1/F40/A12	5.550	6.663	1.113
282	B1/F40/A13	15.938	12.153	-3.785
283	B1/F40/A14	10.586	16.890	6.304
284	B1/F40/A8	6.858	9.029	2.171
285	B1/F40/A9	5.359	8.432	3.073
286	B1/F41/A2	5.892	4.616	-1.276
287	B1/F41/A4	5.621	8.767	3.146
288	B1/F41/A5	7.244	7.148	-0.096
289	B1/F41/A6	3.568	4.224	0.656
290	B1/F41/A7	5.669	6.181	0.512
291	B1/F41/A9	7.076	8.249	1.173
292	B1/F42/A1	11.963	9.427	-2.536
293	B1/F42/A2	6.861	8.886	2.025
294	B1/F42/A4	6.459	7.612	1.153
295	B1/F42/A6	6.972	6.810	-0.162
296	B1/F42/A7	6.784	7.026	0.242
297	B1/F42/A8	4.715	5.226	0.511
298	B1/F43/A10	7.668	9.506	1.838
299	B1/F43/A13	5.788	5.154	-0.634
300	B1/F43/A14	6.241	8.070	1.829
301	B1/F43/A2	6.233	8.224	1.991
302	B1/F43/A3	9.352	9.949	0.597
303	B1/F43/A4	4.577	9.875	5.298
304	B1/F43/A5	6.291	5.463	-0.828
305	B1/F43/A6	5.493	6.622	1.129
306	B1/F43/A7	9.752	17.782	8.030
307	B1/F43/A9	10.728	11.432	0.704
308	B1/F44/A15	3.947	5.749	1.802
309	B1/F44/A3	12.560	16.811	4.251

310	B1/F44/A4	6.376	6.430	0.054
311	B1/F44/A6	4.394	7.294	2.900
312	B1/F44/A8	3.527	4.694	1.167
313	B1/F45/A10	7.816	11.079	3.263
314	B1/F45/A11	4.997	5.906	0.909
315	B1/F45/A13	7.806	8.176	0.370
316	B1/F45/A3	3.738	4.283	0.545
317	B1/F45/A4	10.540	10.795	0.255
318	B1/F45/A5	5.662	10.053	4.391
319	B1/F45/A8	10.378	19.869	9.491
320	B1/F45/A9	6.439	6.905	0.466
321	B1/F46/A10	14.010	12.764	-1.246
322	B1/F46/A12	4.539	6.226	1.687
323	B1/F46/A13	9.637	11.525	1.888
324	B1/F46/A14	5.870	9.588	3.718
325	B1/F46/A3	4.254	4.115	-0.139
326	B1/F46/A4	6.163	7.075	0.912
327	B1/F46/A6	8.362	8.761	0.399
328	B1/F46/A7	4.355	3.950	-0.405
329	B1/F46/A8	3.611	4.415	0.804
330	B1/F46/A9	6.329	6.409	0.080
331	B1/F47/A11	4.766	4.017	-0.749
332	B1/F47/A2	12.340	16.323	3.983
333	B1/F47/A6	5.557	8.240	2.683
334	B1/F47/A8	9.030	10.686	1.656
335	B1/F47/A9	7.107	9.891	2.784
336	B1/F48/A2	6.675	9.243	2.568
337	B1/F48/A4	3.877	6.526	2.649
338	B1/F48/A5	7.622	11.042	3.420
339	B1/F48/A6	8.332	10.169	1.837
340	B1/F48/A7	7.106	10.152	3.046
341	B1/F48/A8	4.865	6.018	1.153
342	B1/F49/A2	4.953	6.546	1.593
343	B1/F49/A5	8.869	14.063	5.194
344	B1/F49/A8	8.614	15.045	6.431
345	B1/F49/A9	8.727	8.274	-0.453
346	B1/F5/A1	4.365	3.989	-0.376
347	B1/F5/A10	7.906	8.715	0.809
348	B1/F5/A11	7.646	8.538	0.892
349	B1/F5/A2	8.470	6.512	-1.958
350	B1/F5/A3	6.358	7.065	0.707
351	B1/F5/A6	3.965	4.750	0.785
352	B1/F5/A8	5.858	5.613	-0.245
353	B1/F50/A1	6.755	5.508	-1.247
354	B1/F50/A10	5.529	4.931	-0.598

355	B1/F50/A11	3.832	3.975	0.143
356	B1/F50/A12	10.486	7.831	-2.655
357	B1/F50/A13	5.747	7.182	1.435
358	B1/F50/A14	5.357	7.334	1.977
359	B1/F50/A15	5.156	7.628	2.472
360	B1/F50/A17	5.733	9.901	4.168
361	B1/F50/A2	5.505	5.394	-0.111
362	B1/F50/A4	3.733	4.106	0.373
363	B1/F50/A6	7.322	6.975	-0.347
364	B1/F50/A7	5.269	4.725	-0.544
365	B1/F50/A9	4.155	3.593	-0.562
366	B1/F51/A2	4.318	6.222	1.904
367	B1/F51/A4	8.168	9.554	1.386
368	B1/F51/A5	2.821	3.688	0.867
369	B1/F51/A7	8.958	10.881	1.923
370	B1/F51/A8	5.554	9.836	4.282
371	B1/F51/A9	6.894	13.468	6.574
372	B1/F52/A10	4.785	4.571	-0.214
373	B1/F52/A2	14.039	16.600	2.561
374	B1/F52/A6	10.787	9.605	-1.182
375	B1/F53/A1	9.160	13.252	4.092
376	B1/F53/A3	4.335	5.257	0.922
377	B1/F53/A4	8.725	13.339	4.614
378	B1/F53/A8	6.538	7.236	0.698
379	B1/F54/A1	11.415	15.971	4.556
380	B1/F54/A2	15.113	15.032	-0.081
381	B1/F54/A4	14.894	15.763	0.869
382	B1/F54/A5	2.844	5.810	2.966
383	B1/F54/A6	9.530	10.525	0.995
384	B1/F55/A1	4.583	5.012	0.429
385	B1/F55/A2	4.202	4.772	0.570
386	B1/F55/A3	4.204	4.772	0.568
387	B1/F55/A4	6.373	4.538	-1.835
388	B1/F55/A5	5.946	9.689	3.743
389	B1/F56/A2	3.565	5.387	1.822
390	B1/F56/A4	3.523	5.157	1.634
391	B1/F6/A1	7.195	7.494	0.299
392	B1/F6/A14	6.457	7.507	1.050
393	B1/F6/A16	6.705	13.329	6.624
394	B1/F6/A17	14.703	14.644	-0.059
395	B1/F6/A2	4.870	6.790	1.920
396	B1/F6/A4	5.153	4.588	-0.565
397	B1/F6/A5	9.882	11.723	1.841
398	B1/F6/A6	6.212	7.948	1.736
399	B1/F6/A7	9.497	18.141	8.644

400	B1/F7/A10	5.737	5.960	0.223
401	B1/F7/A11	10.539	8.688	-1.851
402	B1/F7/A12	4.228	4.700	0.472
403	B1/F7/A2	8.832	8.552	-0.280
404	B1/F7/A4	6.083	7.485	1.402
405	B1/F7/A5	7.778	7.040	-0.738
406	B1/F7/A9	7.724	9.528	1.804
407	B1/F8/A1	4.966	7.213	2.247
408	B1/F8/A10	4.499	8.433	3.934
409	B1/F8/A12	7.562	10.568	3.006
410	B1/F8/A13	6.302	5.819	-0.483
411	B1/F8/A3	7.743	9.472	1.729
412	B1/F8/A4	3.692	6.648	2.956
413	B1/F8/A6	10.090	10.859	0.769
414	B1/F8/A7	4.743	4.013	-0.730
415	B1/F8/A8	5.097	8.906	3.809
416	B1/F9/A10	7.036	10.790	3.754
417	B1/F9/A11	8.143	7.460	-0.683
418	B1/F9/A12	8.090	7.860	-0.230
419	B1/F9/A14	5.004	6.003	0.999
420	B1/F9/A3	8.695	10.755	2.060
421	B1/F9/A5	5.796	6.134	0.338
422	B1/F9/A6	5.389	6.312	0.923
423	B1/F9/A7	10.062	11.729	1.667
424	B1/F9/A9	12.080	10.989	-1.091