

Tecnológico de Costa Rica  
Escuela de Ingeniería Forestal

Actualización metodológica para el cálculo del valor agregado  
aportado por la industria forestal primaria, Costa Rica.

Tesis para optar por el grado de licenciada en Ingeniería Forestal

MARCELA P. VILLEGAS PORRAS

CARTAGO, COSTA RICA

2014



# Actualización metodológica para el cálculo del valor agregado aportado por la industria forestal primaria, Costa Rica.

---

## **Estudiante:**

Marcela Villegas Porras

## **Tutor:**

Ing. Diego Camacho Cornejo, MBA. ITCR

## **Lectores:**

Ing. Sebastián Ugalde Alfaro, MII. ONF  
Ing. Alexander Berrocal Jiménez, PhD. ITCR

2014

## Resumen

Las industrias de transformación primaria forman parte del sector primario y realizan el proceso de aserrío generando tablas de diferentes dimensiones con poco acabo. El PIB permite conocer el comportamiento de la economía nacional y el Banco Central de Costa Rica lo calcula a partir del valor agregado de los productos distribuidos en cuentas, sin embargo el sector forestal se dispone en la cuenta agropecuario y otras, provocando que su aporte no pueda ser apreciado claramente. Como forma de contrarrestarlo en 2000 Mckenzie establece la metodología utilizada por la Oficina Nacional Forestal (ONF) para la determinación del valor agregado y poder ende del aporte real del sector. El objetivo de este estudio fue actualizar dicha metodología para el valor agregado aportado por la industria primaria a fin de que se adapte a la actualidad en Costa Rica. De las 108 industrias muestreadas por la ONF a inicios del 2014 se seleccionó una sub muestra aleatoria de 28 industrias y se estratificaron en función de su producción anual en metros cúbicos y fueron encuestadas sobre: productividad, empleo, fuentes de energía, maquinaria y equipo de carga; a partir de esta información se determinaron sus estructuras de costos y valor agregado. Para el cálculo indirecto de los rubros de la estructura se probaron tres métodos: el primero; ecuaciones propuestas por Mckenzie (2000), el segundo; líneas de tendencia generadas de gráficos de distribución y el tercero; relación porcentual del promedio. Los métodos se compararon estadísticamente a través de análisis de varianzas con hipótesis de que no existían diferencias significativas entre ellos, una vez rechazada la hipótesis se aplicó una prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Se encontró que el empleo mejor pagado es el administrativo, sin embargo en industrias pequeñas no suele existir un administrador, asimismo el 85% de la maquinaria y 75% de los equipos de carga utilizados se encuentran depreciados. Los mayores costos son: materia prima y costos variables, estos últimos incluyen la planilla. Las industrias primarias son altamente heterogéneas, lo que dificulta determinar un único método que se ajuste a la gran variedad de estructuras de costos. No existen diferencias significativas entre métodos para los costos variables y depreciación mientras para costos fijos no existen diferencias entre estratos ni métodos; los impuestos si hay diferencia entre métodos pero la prueba de DMS demostró lo contrario. Para costos fijos e impuestos se escogió la ecuación con promedio más similar al valor promedio ponderado. Las ecuaciones propuestas por Mckenzie (2000) para costos variables y depreciación siguen vigentes, en cambio costos fijos han aumentado en un 193% de la depreciación y los impuestos 69,89% de la planilla. Es necesario realizar un censo de industrias que revalide lo acá propuesto a partir de una muestra más amplia.

**Palabras claves:** madera, estructuras de costos, aserrío primario, producto interno bruto (PIB),

## **Abstract**

Primary processing industries are part of the primary sector and make the sawmilling process generating tables of different sizes with just little finish. The GDP allows to know the behavior of the national economy and the Central Bank of Costa Rica is calculated from the value added of products distributed in accounts, however forestry provided in the agricultural account and other, causing its contribution can't be clearly appreciated. As a way to counter it in 2000 McKenzie establishes the methodology used by the Oficina Nacional Forestal (ONF) for determining the value added and thus the real contribution to the sector. The aim of this study was to update the methodology for value added contributed by the primary industry so that suits today in Costa Rica. Of the 108 industries sampled by the ONF in early 2014 a random sub sample of 28 industries were selected and stratified according to its annual production in cubic meters and were surveyed about: productivity, employment, energy sources, machinery and equipment load; From this information to their cost structures and value added is determined. For indirect calculation of the areas of the structure three methods were tested: the first; equations proposed by McKenzie (2000), the second; trend lines generated graphics distribution and the third; average percentage rate. The methods were statistically compared using analysis of variance with hypothesis that there were no significant differences between them, once rejected the hypothesis test least significant difference (LSD) was applied. It was found that the best paying job is the manager, however small industries there is not manager, also 85% of machinery and equipment 75% load used are depreciated. The higher costs are: raw materials and variable costs, the latter include the employ's salary. Primary industries are highly heterogeneous, making it difficult to determine a single method that meets the variety of cost structures. No significant differences between methods for variable costs and depreciation for fixed costs while no differences between strata or methods; taxes if difference between methods but the LSD test proved otherwise. For fixed costs and taxes equation with average most similar to the weighted average value was chosen. The equations proposed by McKenzie (2000) for variable costs and depreciation remain in force, fixed exchange costs have risen by 193% of depreciation and taxes 69.89% of employ's salary. It is necessary to conduct a census of industries revalidate the proposed here from a larger sample

**Key words:** wood, cost structure, primary sawmill, gross domestic product

## ACREDITACIÓN

Esta tesis fue aceptada por el Tribunal evaluador de la escuela de Ingeniería Forestal del Tecnológico de Costa Rica y aprobada por el mismo como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura.

Actualización metodológica para el cálculo del valor agregado aportado por la industria forestal primaria, Costa Rica.

Miembros del tribunal evaluador



Diego Camacho Cornejo, MBA  
Director de tesis



Sebastián Ugalde Alfaro, MII  
Lector por parte del ONF



Alexander Berrocal Jiménez, PhD.  
Lector

## Índice general

Resumen.....	3
Abstract .....	4
ACREDITACIÓN .....	5
Índice general.....	6
Índice de cuadros .....	7
Índice de ecuaciones .....	8
Índice de figuras .....	9
Índice de anexos.....	9
Introducción .....	10
Objetivos .....	11
Objetivo general.....	11
Objetivo específicos .....	11
Marco teórico.....	12
Sector forestal.....	12
Producto interno bruto (PIB).....	12
Valor Agregado.....	13
Materiales y métodos .....	15
Objetivo N°1.....	15
Objetivo N° 2.....	17
Objetivo N° 3.....	19
Resultados .....	21
Objetivo N° 1.....	21
Objetivo N° 2.....	26
Objetivo N° 3.....	28
Discusión .....	35
Conclusiones .....	39
Recomendaciones .....	40
Referencias.....	41
Anexos.....	45

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Tamaño de la sub muestra para cada estrato en función del volumen de madera consumida acumulado en metros cúbicos (m <sup>3</sup> ) para el 2013 y la cantidad de empresas presentes en el estrato. ....	16
Cuadro 2. Porcentaje de impuesto que debe aplicar sobre la renta neta total. (Ministerio de Hacienda y Dirección General de Tributación, 2014).....	18
Cuadro 3. Listado de las industrias encuestadas por estrato y con su dirección política y año de instalación. ....	21
Cuadro 4. Cantidad de empleo generado en las industrias encuestadas por tipo de empleo y temporalidad del mismo. ....	23
Cuadro 5. Rangos de los salarios mensuales para cada tipo de empleo presente en las industrias. 24	
Cuadro 6. Máquinas de corte primario utilizado en la industria. ....	25
Cuadro 7. Cantidad de maquinaria promedio presente por estrato y por estado de depreciación en las industrias encuestadas. ....	26
Cuadro 8. Cantidad de equipo de carga promedio presente por estrato y por estado de depreciación.....	27
Cuadro 9. Valores promedio anuales en colones (₡/año) para cada uno de los rubros del cálculo del valor agregado.....	27
Cuadro 10. Valores promedio anuales en colones (₡/año) para cada uno de los rubros del cálculo del valor agregado, mediante la metodología de Mckenzie (2000). ....	28
Cuadro 11. Relación porcentual de los rubros para el promedio y para el promedio ponderado... 32	
Cuadro 12. Ecuaciones propuestas por método y para cada rubro.....	33
Cuadro 13. Resumen de los valores de ANDEVA para los rubros de costos variables, depreciación y costos fijos.....	33
Cuadro 14. Resumen de los valores de ANDEVA para el rubro de impuestos.....	33
Cuadro 15. Diferencia entre valor promedio ponderado y el valor promedio ponderado generado para cada elemento según cada método.....	34
Cuadro 16. Ecuaciones propuestas para la determinación de los rubros y la variable independiente a partir de la cual se calculan. ....	34

Cuadro 17. Maquinaria presente en el estrato pequeño, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que está presente. . 52

Cuadro 18. Maquinaria presente en el estrato mediano, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que se encuentran. 52

Cuadro 19. Maquinaria presente en el estrato grande, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que está presente .. 53

Cuadro 20. Equipo de carga presente en el estrato pequeño, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran..... 54

Cuadro 21. Equipo de carga presente en el estrato mediano, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran..... 54

Cuadro 22. Equipo de carga presente en el estrato grande, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran..... 54

## **Índice de ecuaciones**

Ecuación 1. Estructura de costos. (Mckenzie, 2000)..... 17

Ecuación 2. Valor agregado (Mckenzie, 2000) ..... 17

Ecuación 3. Método para el cálculo de los costos variables ..... 17

Ecuación 4. Método para el cálculo de los costos fijos..... 17

Ecuación 5. Método para el cálculo de la depreciación..... 17

Ecuación 6. Método para el cálculo de los costos fijos según Mckenzie (2000)..... 19

Ecuación 7. Método para el cálculo de los costos variables según Mckenzie (2000)..... 19

Ecuación 8. Método para el cálculo de la depreciación según Mckenzie (2000) ..... 19

Ecuación 9. Método para el cálculo de los impuestos según Mckenzie (2000)..... 19

Ecuación 10. Ejemplo de ecuación lineal generada de la relación porcentual ponderada de cada estrato para el cálculo de los diferentes rubros. .... 19

Ecuación 11. Ejemplo de ecuación lineal generada de la relación porcentual del promedio o promedio ponderado para el cálculo de los diferentes rubros. .... 19



## Índice de figuras

Figura 1. Consumo de madera anual en metros cúbicos para el 2013 (m <sup>3</sup> /año) y los límites de los estratos utilizados. ....	15
Figura 2. Procedencia de la materia prima procesada en las industrias.....	24
Figura 3. Cantidad de maquinas y equipos de carga promedios presenta en la industria por estrato. ....	25
Figura 4. Uso de la materia prima consumida por las industrias encuestadas.....	26
Figura 5. Dispersión de los costos variables respecto a las ventas. ....	29
Figura 6. Dispersión de la depreciación respecto a las ventas.....	29
Figura 7. Dispersión de los costos fijos respecto al costo depreciación. ....	30
Figura 8. Dispersión de los costos de impuestos respecto al costo planilla. ....	31
Figura 9. Dispersión de los costos de impuestos respecto al valor de ventas. ....	31
Figura 11. Mapa con la ubicación de las industrias encuestadas y evaluadas.....	50

## Índice de anexos

Anexo 1. Formulario diseñado para la recolección de información de las industrias. ....	45
Anexo 2. Mapa de ubicación de las industrias.....	50
Anexo 3. Especies procesadas en las industrias y número de industrias que las procesan .....	51
Anexo 4. Listados de maquinaria presentes en cada uno de los estratos. ....	52
Anexo 5. Listado de equipos de carga presentes en cada uno de los estratos.....	54
Anexo 6. Listado de maquinaria por uso de la madera procesada. ....	55

## Introducción

El sector forestal incluye todas las actividades que se vinculan con el procesamiento y comercialización de la madera, Mckenzie (2000) define que este sector abarca desde el vivero hasta la manufactura y construcción de productos en madera, es decir, se compone por pequeños sub sectores industriales involucrados en el proceso de producción o transformación de la madera.

La industria forestal de Costa Rica se compone por la unión de seis subsectores: el primario, secundario o de fabricación, de construcción, transporte, comercio y gobierno. (Mckenzie, 2000). Dentro de cada uno de estos sub-sectores a su vez pueden existir otras subdivisiones como el caso del sector primario, que es integrado por diferentes actividades o procesos forestales que van desde los viveros hasta las industrias forestales primarias.

La industria forestal primaria es aquella que realiza el aserrío de la madera dentro del sub-sector primario. La industria forestal primaria costarricense se compone de: i) aserraderos tradicionales para trozas de diámetros mayores provenientes de bosques, ii) aserraderos de diámetros pequeños que procesan madera proveniente de plantaciones y iii) moto sierras con marco o plantilla (Serrano-Montero y Moya-Roque, 2012; Camacho, Camacho-Cornejo, y Monge-Romero, 2011; Carrillo, 2001). En los tres tipos su materia prima son trozas y como producto principal se obtienen tablas de diferentes dimensiones y con muy poco acabado que se comercializan en húmedo o seco (CNP+LH, 2009; Smith, Fannin, y Vlosky, 2009), debido al poco acabado que reciben gran parte de los productos de la industria primaria pasan a otras industrias forestales o no forestales a ser componentes de un producto de mayor valor, lo que hace que sean excluidos de la cuenta de agropecuaria por ser parte de un producto que se clasifica en otra cuenta.

El producto interno bruto (PIB) es un indicador que se utiliza para la explicación del comportamiento de la economía de un país y es definido como el valor total de los bienes y servicios generados en el territorio económico durante un período de tiempo, que generalmente suele ser de un año (INEI, s. f.). Para su cálculo en Costa Rica se suele utilizar el método de la producción, el cual estima el valor bruto de la producción y su consumo para así obtener el valor agregado (BCCR, s. f.); en la utilización de esta metodología la producción nacional es dividida en diferentes cuentas por medio del sistema de cuentas nacionales.

El sistema de cuentas nacionales divide la producción del país en diez grandes cuentas. El sector forestal según esta metodología está incluido en la cuenta “Agropecuaria” y en la subcuenta “madera”, la cual abarca únicamente el proceso de aprovechamiento y no el de industrialización ni comercio de la madera, lo que

demuestra la razón por la cual las estadísticas nacionales para el cálculo del PIB siempre arrojan un valor agregado del sector forestal limitado hasta el punto de no alcanzar ni el uno por ciento del PIB (Barrantes y Ugalde, 2012; Mckenzie, 2000). Mucho del verdadero valor agregado forestal es perdido por el sistema de cuentas utilizado, ya que es contabilizado en otras cuentas a través de otros productos o servicios, como la de industrialización.

El valor agregado es el aporte de cada unidad productiva en un producto o servicio (BCCR, s. f.). En el 2008, Consejo Nacional de la Productividad lo definió como “la ganancia neta que proviene de una operación”. Estos aportes son dados a través de los niveles de producción, el empleo generado y la inversión generada por la industria (Mckenzie, 2000). El correcto cálculo del valor agregado aportado por la industria forestal permitirá establecer el grado de alcance de está en la producción nacional.

El presente estudio pretende actualizar la metodología estadística para el cálculo del valor agregado aportado por la industria primaria de la madera con el fin de que el método utilizado por la Oficina Nacional Forestal (ONF) se adapte a la realidad del proceso de industrialización actual en Costa Rica.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Actualizar la metodología estadística para el cálculo del valor agregado aportado por la industria forestal de transformación primaria de la madera en Costa Rica, 2014.

### **Objetivo específicos**

1. Desarrollar el diseño de muestro a utilizar para la recolección de información de las industrias forestales primarias en función a su volumen de consumo de madera en troza anual ( $m^3/año$ )
2. Determinar los procesos productivos y estructura de costos para industria de la sub muestra
3. Recomendar los cambios óptimos logren la actualización la metodología estadística del valor agregado aportado por la industria forestal primaria.

## **Marco teórico**

### **Sector forestal**

El sector forestal es un motor de desarrollo económico y social principalmente en las zonas rurales del país, mediante las actividades de cosecha, transporte, industrialización y comercialización de la madera (Barrantes, Salazar, y Salas, 2009). En el 2012 se generaron 14.676 empleos directos, de los cuales 5.221 empleos se originaron en la industria primaria (Barrantes-Rodríguez y Ugalde-Alfaro, 2013).

El sector primario contempla las actividades de aprovechamiento, aserrío y servicios profesionales de consultores y regentes, mientras que el sector secundario incluye la producción de muebles, la fabricación de molduras y la elaboración de tarimas, entre otros. (Barrantes et al., 2009)

La industria primaria de Costa Rica es comúnmente conocida como aserraderos tradicionales que procesan trozas de diferentes diámetros y cuanto a su instalación suelen tener un patio para el acopio de la madera, y un edificio o galería rustica para procesar la madera (Serrano-Montero y Moya-Roque, 2012), además estas industrias establecieron un depósito de madera cerca de sus aserraderos, con el fin de vender fácilmente la madera que era producida (Rodríguez Araya, 2011); sin embargo dentro de la industria primaria también se encuentra los aserraderos portátiles y los sistemas de corta con motosierra de marco o plantilla. (Camacho et al., 2011)

Las industrias de aserrío son el punto de convergencia de la mayor parte de las actividades desarrolladas por el sector forestal, se entiende la gran importancia que reviste el conocimiento profundo que se tenga de ella (Camacho et al., 2011) pero se debe de ser claro que no hay un alto grado diversificación en las industrias forestales de Costa Rica en general: y que las industrias primarias, especialmente las de aprovechamiento y aserrío son que las que emplean más personas y producen más valor agregado (Mckenzie, 2003)

### **Producto interno bruto (PIB)**

PIB es el valor del mercado de todos los bienes y servicios finales producidos en un país durante determinado periodo de tiempo, el cual a su vez trata de ser exhaustivo, comprendiendo a todos los artículos producidos en la economía y vendidos legalmente en el mercado (Mankiw, 2008), además se concibe como el indicador más completo e importante de la economía por su capacidad de sintetizar, representar y explicar el comportamiento de la economía y puede ser definido como el valor añadido en el proceso de producción que mide la retribución

a los factores de producción que intervienen en el proceso de producción (INEI, s. f.).

La Organización de Naciones Unidas recomienda tres maneras distintas para su cálculo: a) el método de la producción, que consiste en estimar el valor bruto de producción de cada actividad productiva y su respectivo consumo para obtener por diferencia el valor agregado; b) método de costos, el cual por medio de la suma de los componentes obtiene el valor agregado (remuneraciones a los asalariados, consumo de capital fijo, impuestos indirectos a la producción menos subsidios y el excedente de explotación) y c) estimar las diferentes categorías de gasto final, que incluyen el consumo privado y del gobierno general, la formación bruta de capital y las exportaciones menos las importaciones; el resultado de la suma de estos agregados es el PIB. (BCCR, s. f.; INEI, s. f.)

En Costa Rica, el Banco Central estima el PIB principalmente por el método de la producción; no obstante, en función de la disponibilidad de estadísticas básicas, también se utilizan los otros dos métodos de manera parcial, lo cual permite analizar la congruencia global de todos los componentes. (BCCR, s. f.)

El PIB no solo es un mecanismo para explicar el comportamiento de la economía, sino también ayuda en los análisis de bienestar de la siguiente manera: el nivel de producción y de empleo están correlacionados de forma positiva, por lo que un crecimiento en el PIB implica más horas trabajadas; a más horas trabajadas mayores los ingresos percibidos y como los ingresos se emplean para adquirir bienes y servicios, mayor ingreso implica un mayor bienestar y por lo tanto, el PIB y el bienestar se mueven en la misma dirección. (Cárdenas-Rodríguez, 2007)

### **Valor Agregado**

El aporte del procesamiento y comercialización de la madera a la economía nacional se representa a través de su valor agregado, que enfatiza en cifras concretas la importancia de esta actividad (Barrantes y Salazar, 2010); los productos al pasar por los diferentes puntos de la ruta de procesamiento adquirirán más valor agregado y este será reflejado en el precio de venta final (Viehbeck, 2001).

En Costa Rica el cálculo del valor agregado aportado por la industria forestal está a cargo de la ONF, la cual año a año publica una serie de estadísticos relacionados con el sector, por medio de la metodología propuesta por McKenzie (2000), la misma establece los elementos necesarios para la determinación del valor para cada uno de los diferentes sub sectores forestales como el primario.

El cálculo del valor agregado requiere la toma de información de diferentes rubros que participan en la elaboración del producto forestal y tienen su impacto dentro del mismo y en conjunto determinan su valor agregado final. Los rubros que estableció McKenzie (2000) como necesarios son: empleo, monto de inversión, volumen de productividad, utilidades e impuestos.

Para Costa Rica desde el año 2000 se lleva un registro de los cambios en el valor agregado aportado por la industria por medio de las estadísticas de la ONF, dentro de las cuales destaca en el año 2008 el valor agregado fue de \$309 millones, de lo cual el 36% corresponde a empleo y el sector primario aportó un total de \$60.205.527, para el año 2010 el aporte correspondió a un total de \$50.353.125 mientras que en el 2011 se dio una baja considerable respecto al año anterior con un valor total de \$39.118.700) y por último para el año 2012 el valor correspondió a \$39.228.521, generando una leve mejora. (Barrantes, Paniagua, y Salazar, 2011; Barrantes et al., 2009; Barrantes y Ugalde, 2012; Barrantes-Rodríguez y Ugalde-Alfaro, 2013)

## Materiales y métodos

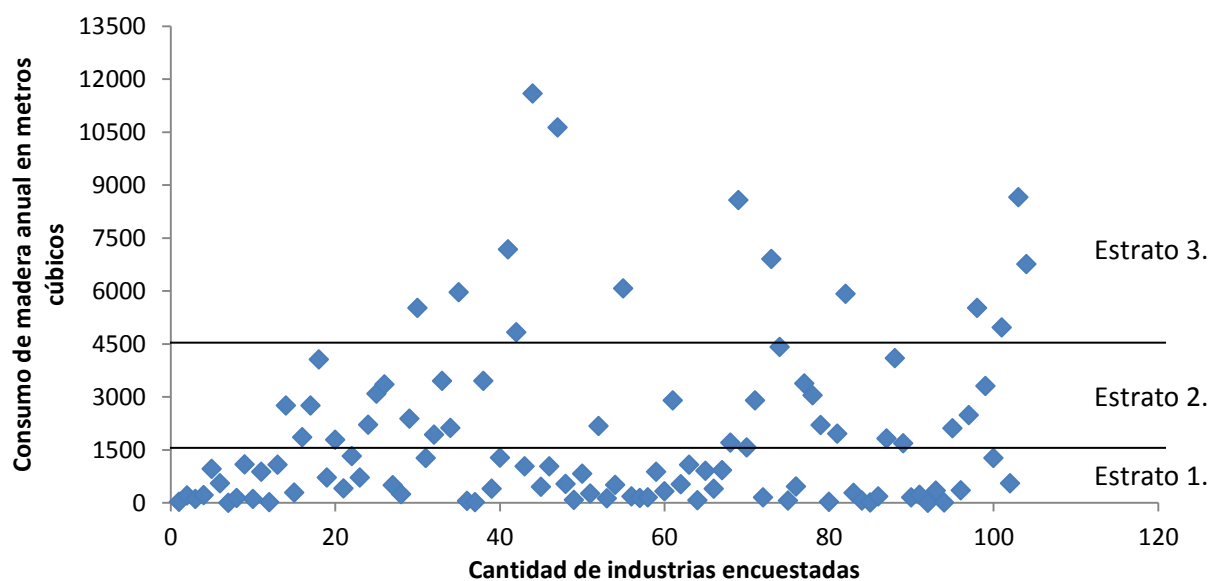
### Objetivo N°1.

**Desarrollar el diseño de muestro a utilizar para la recolección de información de las industrias forestales primarias en función a su volumen de consumo de madera en troza anual (m<sup>3</sup>/año)**

La población de estudio de este trabajo fue una sub-muestra proveniente de 108 industrias forestales de transformación primaria de Costa Rica tomadas de la base de datos de la ONF, se seleccionaron según la metodología estadística generada por la Universidad de Costa Rica (2010) específicamente para la oficina.

Las 108 industrias fueron encuestadas a principios de 2014 por parte de la ONF para recopilar información de: volumen de consumo de madera en troza en pulgadas madereras ticas (PMT) y/o metros cúbicos (m<sup>3</sup>), rendimiento del proceso, rangos de diámetros procesados, semanas laboradas, procedencia de la madera, cantidad de empleados y sus salarios promedios correspondientes, precio de la madera para cada especie procesada, usos de la madera y otros servicios brindados.

Para el estudio se decidió utilizar un muestreo aleatorio estratificado con tres estratos en función del consumo de madera anual en metros cúbicos (m<sup>3</sup>/año), sin embargo dos industrias fueron evaluadas como un estrato aparte debido a sus altos volúmenes de consumo.



**Figura 1.** Consumo de madera anual en metros cúbicos para el 2013 (m<sup>3</sup>/año) y los límites de los estratos utilizados.

Las restantes 106 industrias se graficaron para determinar los límites de los estratos en función de su volumen de consumo de madera en troza anual ( $m^3/año$ ): 1). menor de 1.500  $m^3/año$ , 2). mayor de 1.500  $m^3/año$  y menor de 4.500  $m^3/año$  y 3). mayor 4.500  $m^3/año$  (figura 1 y cuadro 1). La elección de la sub muestra se hizo de forma aleatorio por medio de la generación de números aleatorios del programa Excel®.

**Cuadro 1.** Tamaño de la sub muestra para cada estrato en función del volumen de madera consumida acumulado en metros cúbicos ( $m^3$ ) para el 2013 y la cantidad de empresas presentes en el estrato.

Estrato	Nombre	Rango ( $m^3/año$ )	Volumen acumulado ( $m^3$ )	Nj	Wj	nj
1	Pequeña	< 1.500	27.481	62	0,135	8
2	Mediana	1.500 – 4.500	72.500	29	0,356	10
3	Grande	> 4.500	103.565	15	0,509	8
<b>Total</b>			203.546	106	1	26

Donde

Nj: es el total de industrias presentes en el estrato

Wj: es la proporción correspondiente al estrato en función de su volumen acumulado

nj: la sub muestra a tomar en el estrato

El sub muestreo se ejecutó en el periodo comprendido entre agosto y setiembre de 2014, contactando a las industrias de forma telefónica y una visita de campo posterior en la mayoría de los casos para la recopilación de la información necesaria. Los elementos que se consultaron durante el proceso fueron: información general, periodo y espacio de funcionamiento, empleo, fuente de energía, producción, maquinaria y equipo de carga presente.

La recopilación de la información se hizo a través de un formulario generado de la combinación del formulario utilizado a lo interno de la ONF y el propuesto por Camacho, Camacho-Cornejo, y Monge-Romero (2011) en el Censo Nacional de la Industria Forestal Primaria de Costa Rica; el formulario utilizado se encuentra en el anexo 1. El objetivo del formulario era la compilación de información correspondiente a maquinaria, equipo de carga y fuente de energía utilizada en las industrias y la verificación de la información recopilada por la ONF anteriormente.

La información recopilada de cada una de las industrias encuestas fue tabulada de forma tal que se ajustara al formato utilizado por la ONF a fin de satisfacer las necesidades de la organización, a partir de esta información se generó el cálculo correspondiente al valor agregado para cada una de las industrias determinando cada uno de los rubros propuestos por Mckenzie (2000)



## Objetivo N° 2.

### Determinar la estructura de costos y los procesos productivos para cada estrato.

La estructura de costos utilizada fue la propuesta Mckenzie (2000) que define como rubros clave: costos fijos, costos variables, costo de materia prima y depreciación (ecuación 1), adicionalmente para el cálculo del valor agregado considera las utilidades, los impuestos y la planilla (ecuación 2).

**Ecuación 1.** Estructura de costos. (Mckenzie, 2000)

$$Utilidad = Ventas - (C. fijos + C. variables + C. materia prima + Depreciación)$$

**Ecuación 2.** Valor agregado (Mckenzie, 2000)

$$Valor agregado = Utilidades + depreciación + planilla + impuestos$$

La sumatoria de costos variables contempla los costos de la planilla de los operarios y los costos adicionales, como el costo de servicios básicos, consumo de combustibles y mantenimiento de maquinarias y equipos de carga (ecuación 3.)

**Ecuación 3.** Método para el cálculo de los costos variables

$$Costos variables = planilla + costos adicionales$$

Los costos fijos se componen por el valor de la planilla administrativa y cualquier otro costo que no esté directamente involucrado con la producción, en el caso particular de este trabajo la determinación de esos otros costos no fue considerada debido a la complejidad de definirlos por medio de la información recopilada en los formularios y por lo tanto únicamente se consideró la planilla administrativa (ecuación 4.)

**Ecuación 4.** Método para el cálculo de los costos fijos.

$$Costos fijos = planilla administrativa$$

Adicionalmente dentro de los costos fijos se incluye el costo de la depreciación, sin embargo esté costo es considerado como un rubro clave por sí mismo. La depreciación se calculó de forma lineal para la infraestructura, maquinaria y equipo de carga (ecuación 5).

**Ecuación 5.** Método para el cálculo de la depreciación.

$$Depreciación = \frac{Valor de adquisición del artículo}{Vida útil en años}$$

El valor de la infraestructura y su vida útil fue tomado según la referencia dada en el Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva (Ministerio de Hacienda, 2013) considerando el tipo de estructura presente en las industrias. Para las maquinas se utilizó como referencia los valores aportados por la empresa Industrias Roli S.A., la cual es fabricante de un gran gama de maquinarias forestales, adicionalmente se consultó sobre otros equipos adicionales en páginas de web de ConstruCR, Ferreterías EPA S.A. y TECNOMADERAS.

Para los equipos de carga, es decir, vehículos, camiones, cargadores y montacargas se utilizó el valor de hacienda reportado en la página web “Auto Valor Car-tic@” (Ministerio de Hacienda, 2014) según el modelo y año reportado por los encuestados y su vida útil al igual que las maquinas fue tomado del anexo 2 del Reglamento a la Ley 7092 del impuesto sobre la renta (Presidencia de la República y Ministerio de Hacienda, 1988)

Para la determinación de la depreciación total se sumó el valor de la depreciación de la infraestructura, maquinaria y equipo de carga que a la fecha aún se encontraran depreciando su valor de compra en función del año reportado por los encuestados de adquisición de los mismos, para esto los bienes fueron separadas en activos como aquellos que aún debían depreciar su valor y depreciados aquellos que ya lo habían depreciado en su totalidad.

El cálculo de los impuestos correspondió a un 10% del valor recibido por ventas y el porcentaje respectivo al impuesto de la renta según lo establecido en el régimen tradicional del impuesto de la renta que se encuentra en el cuadro 2 (Ministerio de Hacienda y Dirección General de Tributación, 2014).

**Cuadro 2.** Porcentaje de impuesto que debe aplicar sobre la renta neta total. (Ministerio de Hacienda y Dirección General de Tributación, 2014)

	Período 2014	Tarifa*
<b>Ingresos brutos hasta</b>	₡ 49.969.000	10%
<b>Ingresos brutos hasta</b>	₡ 100.513.000	20%
<b>ingresos brutos de más de</b>	₡ 100.513.000	30%

\* Se aplica sobre renta neta total

El proceso productivo se generó a través de la determinación de la imagen del estado actual, es decir, el listado de maquinarias y equipo de carga presente dentro de cada una de las industrias encuestadas, con esta información se estableció un listado de maquinaria y equipo de carga promedio presente dentro de cada uno de los estrato y para el uso de la madera.

### **Objetivo N° 3.**

#### **Recomendar los cambios óptimos que actualicen la metodología estadística del valor agregado aportado por la industria forestal primaria.**

Se procedió a aplicar las ecuaciones propuestas por Mckenzie (2000) para la determinación indirecta de estos mismos rubros (ecuaciones 6 a la 9). Adicionalmente con los valores correspondientes a cada rubro calculado de forma directa en las estructuras de costos se generaron gráficos de dispersión tomando como base las correlaciones propuestas por Mckenzie (2000) y a partir de estos establecer la línea de tendencia que tuviera mejor coeficiente de correlación ( $R^2$ ), es decir, que tuviera el valor más cercano a uno.

**Ecuación 6.** Método para el cálculo de los costos fijos según Mckenzie (2000).

$$\text{Costos fijos} = 2 * \text{Depreciación}$$

**Ecuación 7.** Método para el cálculo de los costos variables según Mckenzie (2000)

$$\text{Costos variables} = 0,21 * \text{Ventas}$$

**Ecuación 8.** Método para el cálculo de la depreciación según Mckenzie (2000)

$$\text{Depreciación} = 0,02 * \text{Ventas}$$

**Ecuación 9.** Método para el cálculo de los impuestos según Mckenzie (2000)

$$\text{Impuestos} = 0,3811 * \text{Planilla}$$

También se utilizó un tercer método de cálculo indirecto que consistía en la relación porcentual del promedio ponderado por ventas de cada elemento para cada estrato y para todos los estratos, además se aplicó la relación porcentual del promedio del elemento sin ponderar, de estos valores se generaron ecuaciones lineales como la ecuación 10 y 11.

**Ecuación 10.** Ejemplo de ecuación lineal generada de la relación porcentual ponderada de cada estrato para el cálculo de los diferentes rubros.

$$y = p_e * x$$

Dónde:  $p_e$ : porcentaje de productividad por estrato obtenido del promedio ponderado.

**Ecuación 11.** Ejemplo de ecuación lineal generada de la relación porcentual del promedio o promedio ponderado para el cálculo de los diferentes rubros.

$$y = p * x$$

Dónde:  $p$ : porcentaje de productividad promedio para las industrias

Con los tres métodos de cálculo indirecto: el propuesto por Mckenzie (2000), la ecuación generada según la línea de tendencia y las ecuaciones lineales generadas con la relación porcentual, se procedió a comparar los resultados contra los valores calculados directamente para cada uno de los elementos de manera estadística por medio de un análisis de varianza de dos factores para una sola muestra por grupo donde se consideraron tratamientos cada uno de los métodos de cálculo mencionados anteriormente y con un 95% de confiabilidad.

La hipótesis utilizada en las pruebas estadísticas de cada elemento era la de que no existían diferencias significativas entre los tres métodos de cálculo, en caso de que la hipótesis fuera rechazada, es decir, que existieran diferencias significativas se aplicó la prueba específica diferencia mínima significativa (DMS) para la determinación de cuál era el mejor método de cálculo.

## Resultados

### Objetivo N° 1.

#### **Desarrollar el diseño de muestro a utilizar para la recolección de información de las industrias forestales primarias en función a su volumen de consumo de madera en troza anual (m3/año)**

La base de datos de la ONF cuenta con 370 industrias forestales primarias y de acuerdo a lo propuesto en la metodología de uso interno de la ONF y diseñada por la UCR (2010) se toma una muestra total de 108 industrias para realizar el proceso de encuestas correspondientes. A partir de estas 108 se obtuvo una sub muestra de 28 industrias distribuidas proporcionalmente a su volumen de consumo de madera en troza anual en metros cúbicos en cuatro diferentes estratos, las industrias seleccionadas para el desarrollo del sub-muestreo se encuentran en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Listado de las industrias encuestadas por estrato y con su dirección política y año de instalación.

<b>Estrato</b>	<b>Nombre Aserradero</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Distrito</b>	<b>Año de instalación</b>
Pequeña	A. Garro-Romero	Cartago	El Guarco	El Empalme	2011
Pequeña	San Gerardo	Alajuela	Zarcelero	Zarcelero	1954
Pequeña	San Martin	Limón	Pococi	Guápiles	1974
Pequeña	Industrias La Chota	Alajuela	San Carlos	Pocosol	1994
Pequeña	Alfonso Mora Sibaja	Alajuela	San Carlos	Florencia	2007
Pequeña	A. La Esperanza	Alajuela	San Carlos	Parrita	2000
Pequeña	Maderas de Plantación Río San Carlos	Alajuela	San Carlos	Cutris	2004
Pequeña	Aserradero Moravia	San José	Moravia	San Vicente	1969
Mediana	San Bosco	Cartago	Paraíso	Paraíso	1947
Mediana	Aserradero La Marina	Alajuela	San Carlos	La Palmera	1970
Mediana	PICAMARTI S.A	Heredia	Sarapiquí	Horquetas	1996
Mediana	Molduras Eylin	Alajuela	San Carlos	Florencia	2000

Mediana	Aserradero San Fernando	Alajuela	Alajuela	Central	1970
Mediana	Aserradero Hebos S.A	Alajuela	Alajuela	Barrio San José	2007 <sup>(*)</sup>
Mediana	Aserradero San Nicolás	Cartago	Oreamuno	San Rafael	1974
Mediana	Molduras ACUAL S.A.	Alajuela	San Carlos	Florencia	1988
Mediana	COMASA	Alajuela	San Carlos	Florencia	1970
Mediana	Aserradero Laraco	Alajuela	San Carlos	La Palmera	2000
Grande	Maderera Florencia S.A	Alajuela	San Carlos	Florencia	1945
Grande	Tarimera Chachagua del Norte S.A	Alajuela	San Ramón	Peñas Blancas	1998
Grande	Promaderas	Heredia	Santo Domingo	Santa Rosa	1977
Grande	Corporación Tara de Costa Rica S.A	Limón	Siquirres	Siquirres	1984
Grande	Inversiones Chale	Alajuela	San Carlos	Cutris	2000
Grande	Vijoso 4B S.A.	Alajuela	Alajuela	Alajuela	1999
Grande	Maderas San Ramón	Alajuela	San Ramón	San Juan	1971
Grande	Forestales La Sabana	Cartago	Paraíso	Paraíso	2009 <sup>(*)</sup>
Censo	Proyecto Forestal del Monte	Limón	Pococi	La Rita	1994
Censo	Maderas Cultivadas de Costa Rica S.A.	Alajuela	San Carlos	Pocosol	1992

(\*): año en que adquirieron la industria donde funcionan actualmente, ambos casos adquirieron con el equipo instalado.

Para el desarrollo de este trabajo se decidió eliminar el estrato de censo debido a que únicamente una de las dos industrias presentó la información completa para el proceso de aserrío primario, la otra industria reportó información mezclada con otros de los procesos que desarrollan en su planta y por tanto dicha información no era confiable y podía representar errores en el análisis del estrato y sus comparaciones con los demás estratos.

De las restantes 26 industrias el 56% se encuentran funcionando hace más de 20 años con rangos que van desde 69 años hasta los 26 años de funcionamiento, dentro de estas destacan tres casos particulares, el aserradero San Martín que inició labores en 1974 sin embargo ha tenido periodos de inactividad de hasta 10

años y actualmente cuenta con 10 años de haber regresado a trabajar; los otros dos corresponde a Forestales La Sabana y aserradero Hebos S.A. que se consideran como industrias viejas porque en el sitio donde se encuentran funcionando ha sido industria de transformación primaria desde los años 70 aunque hayan sido adquiridos hace menos de diez años por sus actuales dueños. (Cuadro 2.)

Costa Rica se divide en seis regiones climáticas (Solano y Villalobos, s. f.) de las cuales las industrias encuestadas se encuentran en tres de ellas, zona norte, atlántica y valle central, en las demás zonas aunque hay presencia de industrias aunque no fueron muestreadas debido a la escogencia aleatoria realizada. De las industrias encuestadas 41% se encontraban en la zona norte específicamente en el cantón de San Carlos, 44% se distribuían en valle central y un 14% en zona atlántica.

Únicamente dos industrias encuestadas son portátiles, es decir, que su maquinaria principal la constituye un aserradero tipo portátil que es trasladado a los sitios de corta y su servicio no es la venta de madera escuadrada sino que lo que ofrecen es el servicio de aserrío. En el resto de las industrias son estacionarias y funcionan en terreo propio a excepción de una que alquila el lugar donde trabajan actualmente.

El empleo de las industrias se distribuye en tres tipos: administrativo, operario y colaboradores, y a su vez en fijos o temporales, sin embargo todos los puestos administrativos son fijos (cuadro 4.) Cuando se menciona fijo se refiere a puestos que de trabajo que no cambian si varía la producción, en cambio los temporales son puestos de trabajo varían dependiendo del nivel de producción.

El 30% de las industrias encuestadas no cuentan con un área administrativa pagada, es decir, son administradas pero por sus propios dueños sin recibir un salario establecido y por tanto no pueden ser considerados empleados de la industria sino que son los dueños que reciben únicamente sus utilidades de la industria como salario.

**Cuadro 4.** Cantidad de empleo generado en las industrias encuestadas por tipo de empleo y temporalidad del mismo.

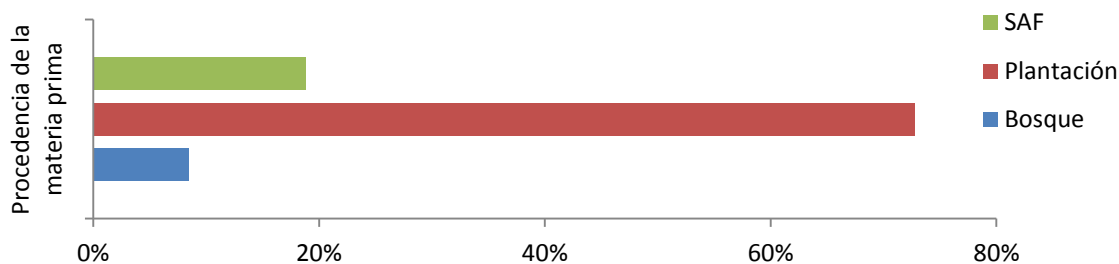
<b>Tipo</b>	<b>Fijo</b>	<b>Temporal</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Administrativo	55	-	<b>55</b>	<b>14</b>
Operario	161	4	<b>165</b>	<b>42</b>
Colaborador	149	26	<b>175</b>	<b>44</b>
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>30</b>	<b>395</b>	<b>100</b>
<b>%</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	

Las diferencias salariales en los diferentes tipos de empleo varían desde los ₡475.174 hasta los ₡253.426, donde la mayor diferencia se da en los puestos de empleados administrativos, esta diferencia salarial viene de la diferencia entre el salario mensual más bajo reportado y el más alto para un mismo tipo de empleo. El empleo mejor pagado en las industrias encuestadas es el de administrador con hasta ₡300.000 de diferencia respecto al salario promedio de los colaboradores que es el empleo con los salarios más bajos (Cuadro 5.)

**Cuadro 5.** Rangos de los salarios mensuales para cada tipo de empleo presente en las industrias.

Tipo	Mínimo (₡)	Máximo (₡)	Diferencia (₡)
Administrativo	475.174	950.348	475.174
Operarios	316.783	570.209	253.426
Colaboradores	177.145	443.496	266.351

La materia prima de las industrias que en su mayoría corresponde a trozas compradas en patio proviene en un 73% de plantaciones seguido por sistemas agroforestales (SAF) con un 19% y por ultimo lo proveniente de bosque en un 8%; esta materia prima en promedio se procesa para material constructivo con un 42%, seguido por madera para tarima un 35% y en menor grado para mueblería con un 23% (Figura 2.)



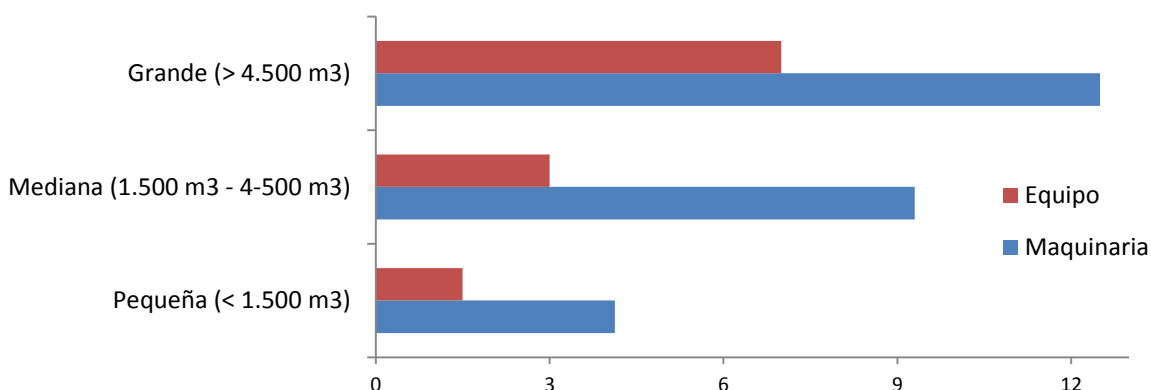
**Figura 2.** Procedencia de la materia prima procesada en las industrias.

En conjunto todas las industrias encuestadas procesan 33 especies diferentes, sin embargo las especies más utilizadas son la Melina (*Gmelina arborea*) y Laurel (*Cordia alliodora*), donde Melina es procesada en 24 industrias y Laurel en 20 industrias, adicionalmente se da el caso particular de la Teca (*Tectona grandis*) que es una especie muy conocida en el territorio nacional sin embargo apenas es procesada por una de las industrias encuestadas. (Anexo 2.)

La maquinaria con que se procesa la madera es estacionaria en un 92%, dentro de este valor se considera una empresa que funciona con un aserradero portátil pero de manera estacionaria; únicamente dos de las industrias encuestadas trabajan bajo el sistema de aserraderos portátiles trasladándose al sitio de corta. La mayor cantidad de maquinaria promedio se encuentra en el estrato grande y se



da la misma tendencia en cuanto al equipo de carga, del cual 50% se ubica en el estrato grande. (Figura 3.)



**Figura 3.** Cantidad de máquinas y equipos de carga promedio presenta en la industria por estrato muestreadas.

La maquinaria de corte principal más común en los diferentes estratos es la sierra de cinta o comúnmente conocido como el aserradero tradicional presente en 69% de las industrias encuesta, las restantes industrias cuentan como máquina de corte principal una bloqueadora, sierra de mesa, aserraderos portátiles o sierras de disco, en particular una industria que cuenta con un disco de 42 pulgadas de diámetro (cuadro 6).

**Cuadro 6.** Máquinas de corte primario utilizado en la industria.

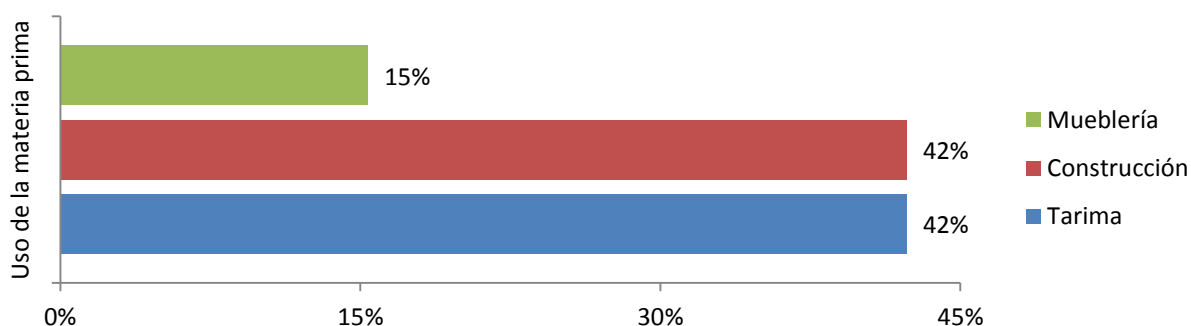
Máquina de corte principal	Nº de industrias	%
Sierra de cinta	18	69%
Sierra de disco	4	15%
Aserradero portátil	3	12%
Bloqueadora	1	4%
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100%</b>

La mayor variedad de tipo de maquinarias se encuentra en el estrato grande al igual que el mayor número de máquinas presentes, el que cuenta con menor variedad y cantidad siempre es el estrato pequeño lo cual es proporcionado con la cantidad de madera que consumen. (Anexo 3 y 4).

## Objetivo N° 2.

### Determinar los procesos productivos y estructura de costos para industria de la sub muestra

El proceso productivo en 11 de las industrias encuestadas se dirige a la producción de tarimas en más de un 70% de su consumo de materia prima y de las cuales la mayoría se encuentran en el estrato mediano y grande, el segundo proceso productivo de mayor consumo es el constructivo también con 11 industrias (figura 4.)



**Figura 4.** Uso de la materia prima consumida por las industrias encuestadas.

La maquinaria de las industrias que se suelen dedicar a la producción de tarimas está constituida en un 61% por maquinaria artesanal es decir, son máquinas elaboradas en las mismas industrias para suplir sus necesidades y en algunas ocasiones mediante conocimientos empíricos. Además para este tipo de industrias las maquinarias suelen ser para procesar diámetros pequeños, el listado de maquinaria más utilizada para cada uso de madera se encuentra en el anexo 5.

**Cuadro 7.** Cantidad de maquinaria promedio presente por estrato y por estado de depreciación en las industrias encuestadas.

Estrato	Estado		Total general	%
	Activo	Depreciado		
Grande (> 4.500m <sup>3</sup> )	2	11	13	50%
Mediana (1.500 – 4.500m <sup>3</sup> )	1	8	9	35%
Pequeña (< 1.500m <sup>3</sup> )	1	3	4	15%
<b>Total general</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>100%</b>
	<b>%</b>	<b>15%</b>	<b>85%</b>	<b>100%</b>

El 85% de la cantidad de maquinaria promedio presente en las industrias se encuentra depreciada y al igual que en la cantidad de maquinaria la mayoría se encuentra en el estrato grande. Para el equipo de carga sucede lo mismo porque

un 75% se encuentra depreciado y se ubican mayoritariamente en el estrato grande (cuadro 7 y 8).

**Cuadro 8.** Cantidad de equipo de carga promedio presente por estrato y por estado de depreciación.

Estrato	Estado		Total general	%
	Activo	Depreciado		
Grande (> 4.500m <sup>3</sup> )	2	5	<b>7</b>	<b>58%</b>
Mediana (1.500 – 4.500m <sup>3</sup> )	0	3	<b>3</b>	<b>25%</b>
Pequeña (< 1.500m <sup>3</sup> )	1	1	<b>2</b>	<b>17%</b>
<b>Total general</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>
	<b>%</b>	<b>25%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>

En los tres estratos, los dos costos mayores son: materia prima y costos variables; dentro de los costos variables se incluye la planilla que a la vez uno de los mayores rubros por cubrir dentro de la estructura de costos. Todos los rubros evaluados tienen tendencia lineal, es decir, que conforme se cambia de estrato aumenta su valor (cuadro 9).

Los costos fijos en el estrato pequeño son mucho menores al ser comparados con los demás estratos porque únicamente una de las ocho industrias encuestadas en este estrato cuenta con un administrador, mientras que en los demás estratos se llega inclusive a tener un departamento completo dedicado a esta área sobre todo en los estratos grandes (cuadro 9.)

**Cuadro 9.** Valores promedio anuales en colones (₡/año) para cada uno de los rubros del cálculo del valor agregado.

Rubro	Estrato		
	Pequeña	Mediana	Grande
Ventas	38.014.778	280.604.914	712.790.764
Materia prima	18.938.688	135.108.141	368.875.308
Planilla	9.320.878	65.128.128	132.048.902
Impuestos	5.073.287	44.155.302	122.005.142
Depreciación	1.650.106	2.658.484	7.348.036
Costos variables	11.521.918	98.766.476	179.702.637
Costos fijos	2.853.240	18.976.643	24.511.856
Utilidad	5.904.067	44.071.813	156.864.784
<b>Valor agregado</b>	<b>21.948.337</b>	<b>156.013.727</b>	<b>418.266.864</b>
<b>Valor agregado (\$)*</b>	<b>40.346</b>	<b>286.790</b>	<b>768.813</b>

\* Tipo de cambio de ₡544 según BCCR, 29 de octubre de 2014

### Objetivo N° 3

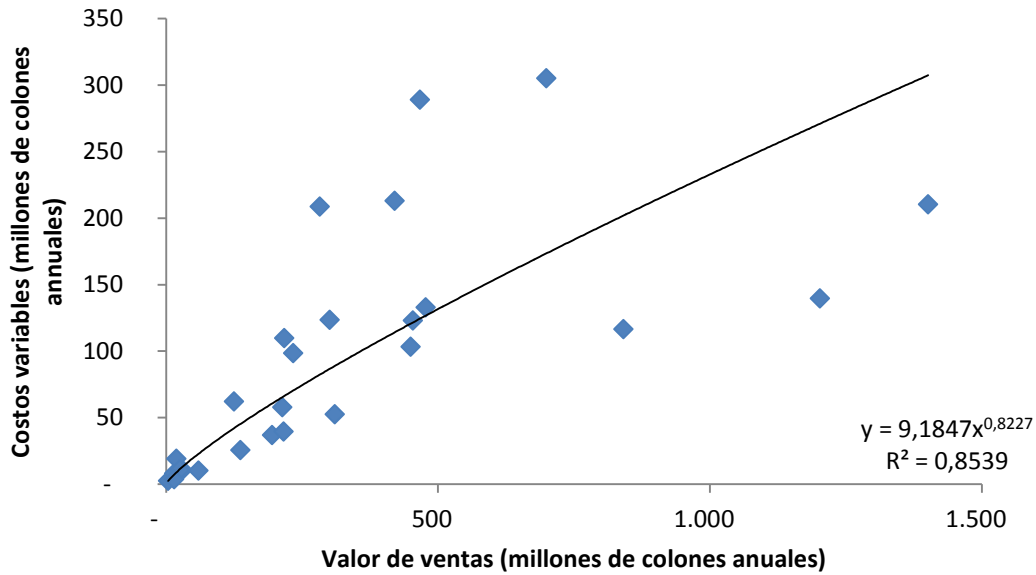
**Recomendar los cambios óptimos que logren la actualización la metodología estadística del Valor agregado aportado por la industria forestal primaria.**

Al aplicar la metodología propuesta por Mckenzie (2000) los rubros que siguen siendo mayores son los costos de materia prima y costos variables en los tres estratos presentes. Sin embargo al aplicar este método en algunos de los elementos clave se aumenta el valor con respecto al valor real porque algunas de las industrias no reportan dato respectivo a ese rubro ya fuese por la ausencia de registros contables o de que no hubo contacto con el contador de la industria (cuadro 10.)

**Cuadro 10.** Valores promedio anuales en colones (¢/año) para cada uno de los rubros del cálculo del valor agregado, mediante la metodología de Mckenzie (2000).

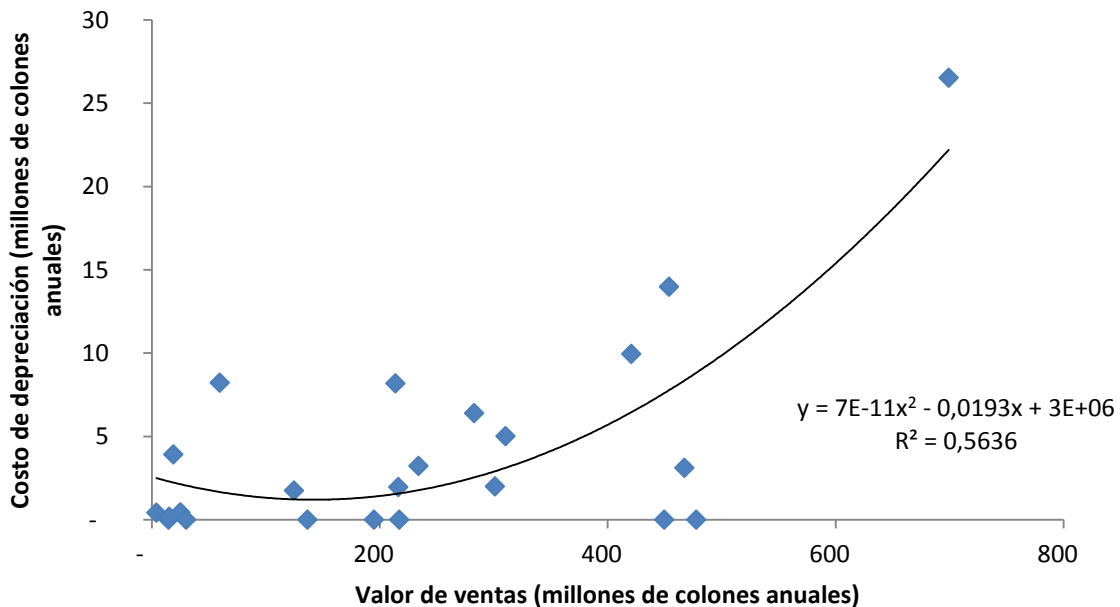
<b>Rubro</b>	<b>Pequeña</b>	<b>Mediana</b>	<b>Grande</b>
Ventas	38.014.778	280.604.914	712.790.764
Materia prima	18.938.688	135.108.141	368.875.308
Planilla	7.183.811	49.275.749	91.591.349
Impuestos	2.737.750	18.778.988	34.905.463
Depreciación	760.296	5.612.098	14.255.815
Costos variables	7.983.103	58.927.032	149.686.060
Costos fijos	1.520.591	11.224.197	28.511.631
Utilidades	8.812.101	69.733.447	151.461.950
<b>Valor agregado</b>	<b>19.493.957</b>	<b>143.400.282</b>	<b>292.214.577</b>
<b>Valor agregado (\$)</b>	<b>35.835</b>	<b>263.604</b>	<b>537.159</b>

La depreciación y costos fijos son los valores que más varían respecto al valor real debido que en ambos rubros, algunas de las industrias no reportan valor alguno o son valores mayores a los calculados a través de las ecuaciones de Mckenzie (2000). Los impuestos también varían significativamente por que la propuesta indica que corresponden a un 38,11% de la planilla mientras que para la determinación de los valores reales se utilizó un 10% del impuesto de ventas más el porcentaje del impuesto de renta que varía de 10% a 30% de las utilidades.



**Figura 5.** Dispersión de los costos variables respecto a las ventas.

Al graficar lo rubros generados a partir de las estructuras de costos de las industrias siguiendo las mismas correlaciones propuestas por Mckenzie (2000) se obtiene que para los costos variables la ecuación de mejor ajuste es potencial con un  $R^2$  de 0,85 y la depreciación se ajusta con una ecuación poli-nómica de segundo grado con un  $R^2$  0,56 respectivamente. (Figura 5 y 6)



**Figura 6.** Dispersión de la depreciación respecto a las ventas.

Los costos fijos fueron graficados en función de la depreciación y no de las ventas dado que los costos fijos se componen por el valor de la depreciación y todos los costos administrativos que no estén directamente relacionados con la producción, por tanto al conocer el valor de la depreciación ya se conoce una parte del valor total de los costos fijos y únicamente se necesita es determinar el valor adicional a la depreciación que representa los costos administrativos. De la gráfica se obtiene una ecuación poli-nómica de segundo grado con una correlación de  $R^2=0,57$  (figura 7)

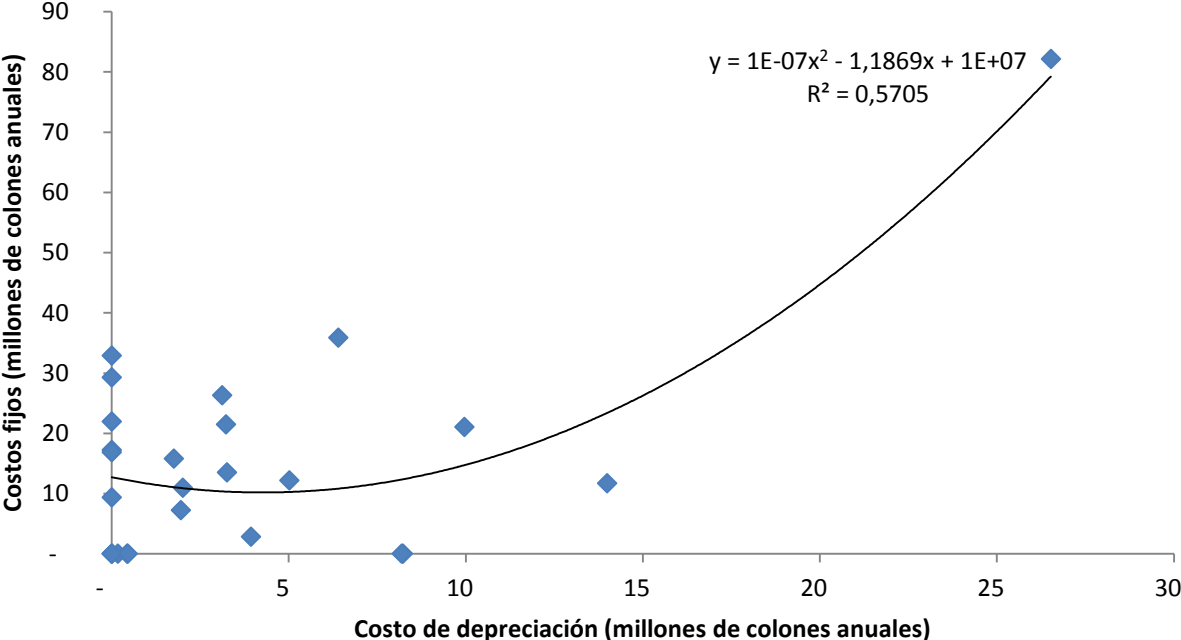
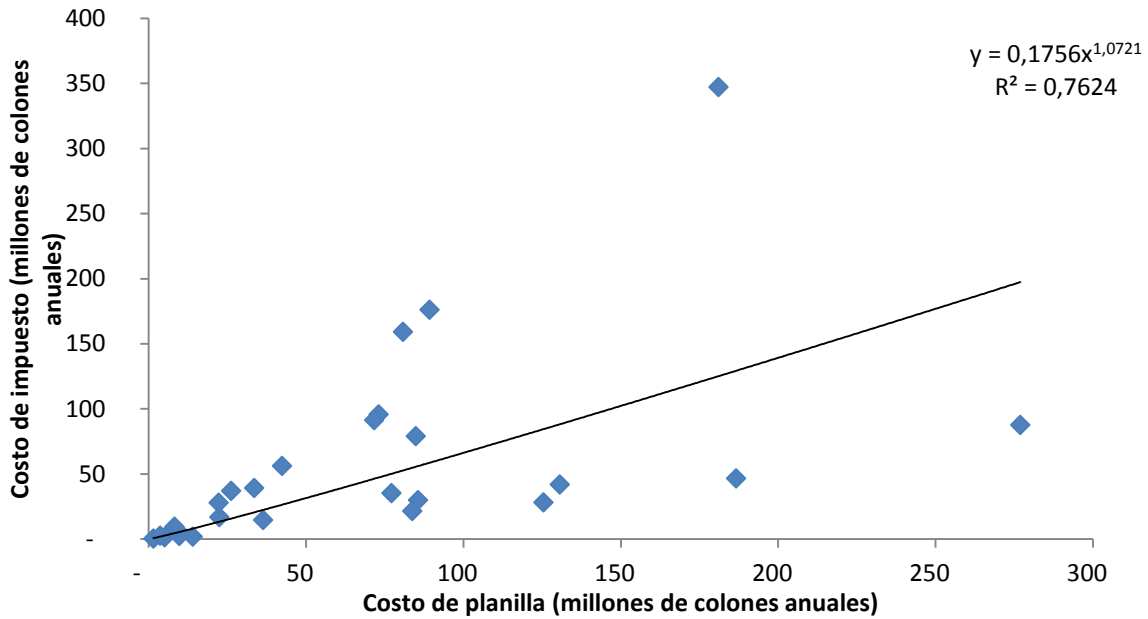
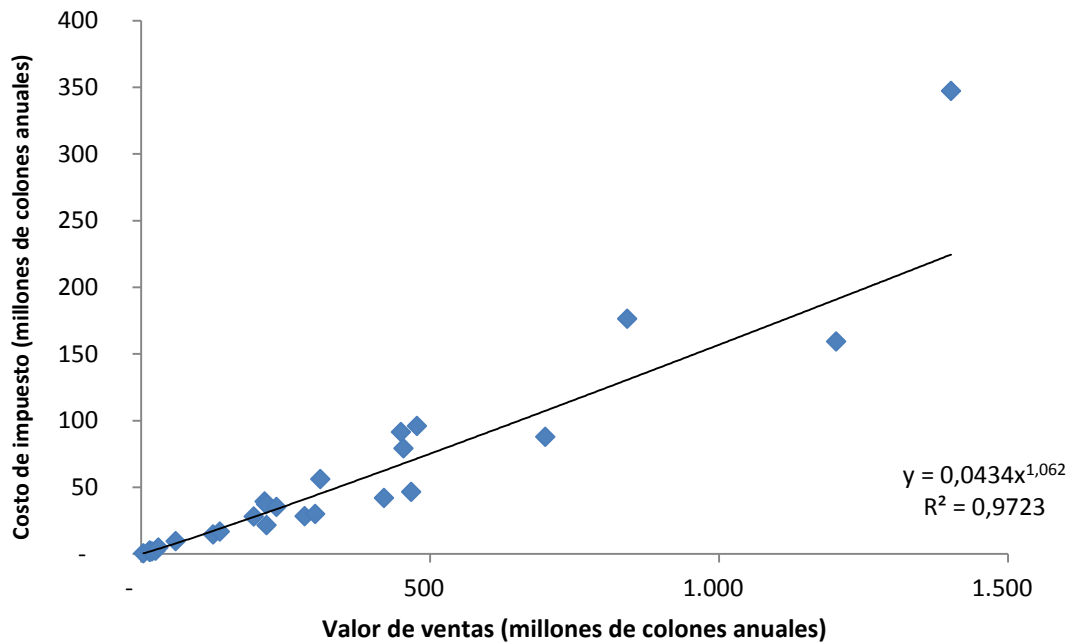


Figura 7. Dispersión de los costos fijos respecto al costo depreciación.

Los impuestos fueron graficados respecto a la planilla que es la correlación propuesta por Mckenzie (2000), sin embargo adicionalmente se graficó este rubro respecto al valor de ventas obteniendo un mejor valor de correlación pasando de un  $R^2=0,76$  a  $R^2=0,97$  (figura 8 y 9). En el caso de ambas correlaciones se ajustan por medio de ecuaciones potenciales.



**Figura 8.** Dispersión de los costos de impuestos respecto al costo planilla.



**Figura 9.** Dispersión de los costos de impuestos respecto al valor de ventas.

El tercer método probado para el cálculo indirecto de los rubros es por medio de la relación porcentual que representa cada rubro del valor de las ventas y en caso de los costos fijos es respecto a la depreciación y los impuestos adicionalmente se evaluó respecto a la planilla que es la correlación propuesta por Mckenzie, (2000).

La relación porcentual se evaluó de tres formas: 1). los valores promedios de los tres estratos entre sus correspondientes valores promedio de ventas, 2). el promedio ponderado en función de las ventas para cada rubro entre el valor promedio de ventas y 3). el porcentaje correspondiente a la relación porcentual ponderada de cada estrato según sus promedios ponderados entre el valor de las ventas.

Los costos variables a nivel general representan un 38% de las ventas mientras que si el cálculo se hace ponderado el valor se disminuye en un 1%, y lo mismo sucede con los costos de la depreciación que al evaluar el promedio general representa un 3% de las ventas mientras que ponderado es de un 2%, en este caso el valor es el mismo que el propuesto por Mckenzie (2000) (cuadro 11).

**Cuadro 11.** Relación porcentual de los rubros para el promedio y para el promedio ponderado.

Estrato	Promedio					Promedio ponderado				
	CV/V	D/V	CF/D	I/P	I/V	CV/V	D/V	CF/D	I/P	I/V
Pequeña	46	6	73	52	13	46	5	73	113	28
Mediana	37	1	486	81	15	38	1	773	82	19
Grande	30	1	373	114	16	26	1	332	129	24
<b>Promedio general</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>311</b>	<b>81</b>	<b>44</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>393</b>	<b>108</b>	<b>24</b>

Donde:

CV/V: costos variables entre ventas

D/V: depreciación entre ventas

CF/D: costos fijos entre depreciación

I/P: impuestos entre planilla

I/V: impuestos entre ventas

Los costos fijos en valor promedio representan 311% mientras que en valor ponderado es 393% de la depreciación, siendo el estrato mediano con los mayores costos fijos de los tres. Por su parte los impuestos varían en 20% respecto de un valor a otro, en la razón de la planilla aumenta de 81% a 108% mientras que en la de ventas disminuye de 44% a 24%.

Al evaluar estadísticamente por medio de análisis de varianzas (ANDEVA) las ecuaciones propuestas para los elementos por cada método (cuadro 12) se obtiene que para los costos variables y depreciación entre estratos se rechaza la hipótesis nula; es decir, que sí existen diferencias entre los mismos; y entre las ecuaciones se acepta la hipótesis nula asegurando que no existe diferencia con un 95% de confiabilidad (cuadro 13.)



**Cuadro 12.** Ecuaciones propuestas por método y para cada rubro.

Método	Costos variables	Depreciación	Costos fijos	Impuestos *	Impuestos **
1. Mckenzie (2000)	$y = 0,21x$	$y = 0,02x$	$y = 2x$	$y = 0,3811x$	
2. Línea de tendencia	$y = 9,1847x^{0,8227}$	$y = 7E^{-11}x^2 - 0,0193x + 3E^{+06}$	$y = 1E^{-07}x^2 - 1,1869x + 1E^{+07}$	$y = 0,1756x^{1,0721}$	$y = 0,0434x^{1,062}$
3. Relación porcentual	$y=0,38x$	$y=0,03x$	$y=3,11x$	$y=0,82x$	$y=0,44x$
4. Relación porcentual ponderada	$y=0,37x$	$y=0,02x$	$y=3,93x$	$y=1,08x$	$y=0,24x$
5. Relación porcentual ponderada por estrato					
Pequeño	$y = 0,46x$	$y = 0,05x$	$y = 0,73x$	$y = 1,13x$	$y = 0,28x$
Mediano	$y = 0,38x$	$y = 0,01x$	$y = 7,73x$	$y = 0,82x$	$y = 0,19x$
Grande	$y = 0,26x$	$y = 0,01x$	$y = 3,32x$	$y = 1,29x$	$y = 0,24x$

\*. Calculado en función de la planilla

\*\*. Calculado en función de las ventas

Para los costos fijos se encuentra que no existen diferencias entre los estratos pero sí entre las ecuaciones y en el caso de los impuestos es el único elemento que sí genera diferencia entre estratos y entre ecuaciones para la determinación del elemento (cuadro 14, se presenta por separado los impuestos debido a que en la misma ANDEVA se comparó la determinación a partir de la planilla y a partir de las ventas).

**Cuadro 13.** Resumen de los valores de ANDEVA para los rubros de costos variables, depreciación y costos fijos.

Origen de las variaciones	Grados de libertad	Valor crítico para F	Valor de F		
			C. Variables	Depreciación	C. Fijos
Estratos	2	4,46	15,56	7,21	1,03
Ecuaciones	4	3,84	2,56	0,95	4,10
Error	8				
<b>Total</b>	<b>14</b>				

**Cuadro 14.** Resumen de los valores de ANDEVA para el rubro de impuestos.

Origen de las variaciones	Grados de libertad	Valor crítico para F	Valor de F
Estratos	2	3,63	25,71
Ecuaciones	8	2,59	2,75
Error	16		
<b>Total</b>	<b>26</b>		

El análisis estadístico realizado no permitió definir cuál es el mejor método, es que se decide aplicar la escogencia a través de aquél que genere menor diferencia entre el valor promedio ponderado del rubro y el valor promedio ponderado calculado con cada ecuación para todos los estratos (cuadro 15).

**Cuadro 15.** Diferencia entre valor promedio ponderado y el valor promedio ponderado generado para cada elemento según cada método.

<b>Ecuación</b>	<b>Costos variables</b>	<b>Depreciación</b>	<b>Costos fijos</b>	<b>Impuestos *</b>	<b>Impuestos **</b>
Valor promedio	155.054.645	4.855.101	22.346.089	127.681.483	127.681.483
1. Mckenzie (2000)	7.850.767	9.164.843	12.635.887	84.251.091	
2. Línea de tendencia	13.666.230	32.539.556	10.340.721	50.397.674	18.701.797
3. Relación porcentual	109.657.009	15.061.866	7.269.155	34.010.550	178.762.375
4. Relación porcentual ponderada	101.667.754	10.895.256	3.279.466	4.572.568	37.405.976
5. Relación porcentual ponderada por estrato	110.451.149	1.360.837	2.748.654.024	9.593.836	34.914.087

\*. Calculado en función de la planilla

\*\*. Calculado en función de las ventas

Por medio de esta evaluación se determinó que, para los costos variables, es mejor seguir utilizando la ecuación propuesta por Mckenzie en el 2000. Para la depreciación la ecuación que genera menor diferencia es la de la relación porcentual ponderada por estrato; mientras que en el caso de los costos fijos con la relación porcentual ponderada se ajusta mejor y para los impuestos es mejor utilizar el valor de la relación porcentual ponderada pero calculada en función de la planilla y no de las ventas (cuadro 16).

**Cuadro 16.** Ecuaciones propuestas para la determinación de los rubros y la variable independiente a partir de la cual se calculan.

<b>Rubro</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Variable independiente</b>
Costos variables	$y = 0,21x$	Ventas
Depreciación	$y = 0,02x$	Ventas
Costo fijos	$y = 3,93x$	Depreciación
Impuestos	$y = 1,08x$	Planilla

## Discusión

La eliminación del análisis del estrato de censo se debió a que aunque estas dos empresas representaban en conjunto un 25% del empleo reportado para las encuestas realizadas por la ONF, tienen valores muy diferentes respecto a las demás industrias presentes e inclusive entre ellas mismas varía significativamente. Otro factor que influyó fue la variedad de procesos que una industria presentaba y la mayoría de la información brindada por su parte incorporaba costos de otros procesos adicionales al primario creando una sobreestimación de algunos de los costos involucrados solamente para su proceso de aserrío.

En las restantes 26 industrias evaluadas se encontraron casi 40 años de diferencia en el tiempo de funcionamiento entre la más reciente y las más antigua, esta diferencia en años afecta significativamente algunas partes de la estructura de costos de las industrias, en particular la depreciación y el mantenimiento que es un elemento considerado dentro de los costos variables, esto debido a que en industrias recientes suelen existir valores mayores de depreciación que en las antiguas y en las antiguas se suelen generar mayores costos de mantenimiento principalmente por reparaciones parciales o totales.

En el caso particular de la depreciación en el artículo 8, inciso f de la Ley 7092 sobre el impuesto de renta (Presidencia de la República y Asamblea Legislativa de Costa Rica, 1988) y en el artículo 12 inciso h y el anexo 2 del reglamento a la Ley 7092 (Presidencia de la República y Ministerio de Hacienda, 1988) establecen que cuando se genera alguna modificación al equipo, maquinaria o infraestructura, el valor de esta reparación se le debe de sumar al valor del artículo; además a la vida útil del mismo se le adicionarán los años que dicha reparación mejore en las condiciones del mismo. En el caso particular de este estudio el cálculo de la depreciación se hizo sobre el valor a hoy del artículo, sin considerar reparaciones, debido a que en una buena parte de las industrias no tienen en sus archivos el valor original del artículo como tampoco suelen manejar el valor de la reparación y por ende tampoco el valor que se incorpora en la determinación de la depreciación del mismo; este fenómeno suele darse principalmente en las industrias de pequeña escala.

En las industrias de escala pequeña también se genera otro punto de heterogeneidad, debido a la ausencia en siete de las ocho industrias de un administrador asalariado ya que son administradas por sus propios dueños pero sin reportar salario alguno, por ende al realizar el análisis de los costos fijos reportarán valores iguales a cero, debido a que para este trabajo no incluyeron otros gastos fijos como papelería, servicios de telecomunicaciones, entre otros por

la dificultad de su determinación, afecta significativamente el valor correlación que se genera entre los valores reales y los calculados indirectamente.

A parte de estas diferencias también se suele dar la sub utilización de la capacidad instalada por parte de la industria; pudiéndose encontrar industrias que fueron calificadas en el estrato mediano sin embargo por la cantidad de maquinaria con las que cuentan, el área de procesamiento y los comentarios aportados por los mismos dueños durante la vista de campo realizada deberían de ser calificadas como grandes, por su capacidad instalada. Esta sub utilización tanto de maquinaria como equipo de carga genera dentro de la estructura de costos que existan valores de depreciación extremadamente altos para la poca producción que generan actualmente.

En las industrias pequeñas y medianas principalmente se da un desconocimiento de los costos que se ven involucradas en sus cadenas provocando al momento de realizar análisis como estos no se tenga acceso a la totalidad de la de información involucrada, este particular ha sido analizado por expertos que resumen a la industria forestal primaria de Costa Rica como aquella que no cuenta con una buena planificación, que posee maquinaria obsoleta que es deficiente en el manejo de residuos y producto en proceso; sin embargo la misma ha subsistido y generado utilidad para sus propietarios, principalmente por la alta oferta de materia prima y la buena demanda de los productos. (Carrillo, 2001).

Los costos más altos en todos los estratos para las estructuras de costos son: materia prima y costos variables; el costo de la materia prima es proporcional a la producción y al objetivo de producción de la misma porque la materia prima que se dedicara a la fabricación de tarimas suele ser más barata que la de mueblería. En el caso de los costos variables son los segundos más alto porque dentro de estos se incorpora el valor de la planilla que suele ser de los más elevados debido al 46,32% de cargas sociales que se le debe de aplicar a los salarios y que son cubiertas por los patronos (Caja Costarricense de Seguro Social, 2014; Moorestephens-centroamerica, 2014).

La heterogeneidad en las estructuras de costos afecta de formas variadas cada método propuesto para el cálculo indirecto de los rubros, por ejemplo las ecuaciones propuestas por medio de las líneas de tendencia en los gráficos de distribución de los elementos no suele tener coeficientes de correlación altos en la mayoría, mayores a 0,9; lo que genera que los datos generados a partir de esta ecuación se alejen considerablemente de los datos calculados de manera directa.

Mckenzie (2000) en las ecuaciones que propuso, utilizó el método de relaciones porcentuales de los promedios generales para cada uno de los elementos como

mecanismo de ajuste para la determinación indirecta; en el desarrollo de este proyecto también fue aplicado este método pero además se aplicaron las relaciones porcentuales ponderadas de los elementos y las relaciones porcentuales ponderadas para cada estrato, con el fin de abarcar dos métodos similares adicionales que generaran el mejor ajuste.

Las ecuaciones de los rubros de Mckenzie (2000), basadas en las relaciones porcentuales, se derivan de la información recopilada en 1998 a partir de una muestra similar a la del presente trabajo en cuanto a cantidad de industrias encuestadas; sin embargo muchas de las industrias encuestadas en aquel momento actualmente desaparecieron y muchas de las encuestadas en el presente trabajo no existían o fueron entrevistadas dentro de un estrato diferente al que se encuentran actualmente debido al crecimiento o decrecimiento de la misma industria con el paso de los años. Las diferencias entre las muestras y la heterogeneidad dentro de las mismas con lleva a que al momento de proponer ecuaciones aunque sean mediante el mismo planteamiento utilizado por Mckenzie (2000) se generen diferencias significativas entre ambos proyectos.

Con los diferentes métodos propuestos se propuso la realización de un análisis de varianzas (ANDEVA) que permitiera la escogencia del modelo más adecuado para cada uno de los rubros, sin embargo se debe de considerar dos factores importantes que afectaron este análisis: 1). el tamaño de la sub muestra (<30 unidades) con una intensidad de muestro del 25% un porcentaje de error sobre la muestra de 12,8%, 2). la heterogeneidad de la sub muestra que genera diferencias significativas en un mismo elemento dentro de un mismo nivel de producción y más aún entre niveles de producción.

Con el ANDEVA de costos variables y de la depreciación se rechaza la hipótesis nula en los estratos y se acepta la hipótesis entre las ecuaciones, lo cual confirma la importancia de separar las industrias en diferentes niveles de producción o estratos; mientras que entre ecuaciones no existe diferencia, lo que demuestra que aun en la actualidad la ecuación propuesta por Mckenzie en el año 2000 sigue siendo vigente para la determinación de estos elementos, además que en el caso de los costos variables la ecuación de Mckenzie (2000) es la que menos se separa con respecto al promedio ponderado de los estratos, lo que significa que es la ecuación que mejor se ajusta a la realidad vivida por las industrias en la actualidad en cuanto a costos variables se refiere.

Para la depreciación según lo demostrado en la ANDEVA (cuadro 13) estadísticamente no hay diferencias entre usar una ecuación u otra, por lo cual se podría interpretar que se puede seguir utilizando la ecuación de Mckenzie (2000); sin embargo cuando se evalúan las diferencias entre los valores promedios,

generados por las mismas, se encuentra que la ecuación que tiene menor diferencia es la de la relación porcentual ponderada por estrato; en el caso particular de la practicidad de utilización de la ecuación por parte de los funcionarios de la ONF se consideró mejor utilizar el promedio de los tres estratos que da un valor correspondiente al 2% de las ventas; dado que comparado con lo propuesto por Mckenzie (2000) es el exactamente el mismo valor, por tanto sigue vigente lo propuesto en el 2000 para la depreciación

Los costos fijos por el contrario estadísticamente no tienen diferencias alguna entre estratos y tampoco entre ecuaciones (cuadro 13), acá es donde se debe de acotar de nuevo los dos factores mencionados anteriormente, porque la heterogeneidad sumamente alta en una muestra tan pequeña afecta significativamente la confiabilidad estadística de la prueba realizada, sin embargo cuando se hace la comparación por medio de las relaciones porcentuales se encuentra que se asemeja más el valor promediado del coeficiente de relación porcentual ponderada de 393% sobre la depreciación para el cálculo de los costos fijos y que al ser comparado con el 200% propuesto por Mckenzie (2000) se encuentra que del 2000 al 2014 estos costos han aumentado en un 193%.

En el caso de los impuestos se planteó la prueba de ecuaciones respecto a la planilla que es la correlación planteada por Mckenzie (2000) con un 38,11% de está y con respecto a las ventas que es otro mecanismo mediante el cual se podría determinar el mismo elemento, se encontró que estadísticamente existían diferencias significativas entre estratos como entre ecuaciones, este es el único elemento donde se dio exactamente lo esperado sin embargo al aplicar una prueba de DMS entre las diferentes ecuaciones no se genera diferencia. Es por tanto que se vuela a la prueba de menor diferencia, donde el valor que es más cercano a los valores reales es el del coeficiente de 1,08 de la ecuación de la relación porcentual ponderada respecto al valor de planilla.

Con las ecuaciones escogidas para cada uno de los rubros (cuadro 16) se calculó el valor agregado aportado por todas las industrias, contrario a lo planteado por Mckenzie (2000) que definía utilizar una empresa modelo y su monto correspondiente al valor agregado multiplicarlo por la cantidad de industrias presentes en el estrato. Para este proyecto se hizo la sumatoria de todos los montos obtenidos, dado que genera exactamente el mismo resultado. Al calcular el valor agregado de manera directa, es decir, a partir de los elementos calculados con la información de las encuestas se obtiene un valor de \$9.345.116 con un promedio de relación de utilidades entre ventas (U/V) del 26%; si se aplica Mckenzie (2000) el resultado es de \$8.487.551 con un U/V del 31%, mientras que al utilizar las nuevas ecuaciones el valor agregado tiene un monto de \$10.151.972 y un U/V del 27%; es por tanto que los nuevos coeficientes propuestos son los

valores más cercanos tanto el monto total del valor agregado como en la relación porcentual de las utilidades entre las ventas.

Los coeficientes planteados en este trabajo generan un monto total del valor agregado más alto que el valor real, sin embargo esta diferencia sigue siendo menor que la que se da entre el monto de Mckenzie (2000) y el monto del valor agregado real; además el porcentaje de U/V es mucho más cercano con los nuevos coeficientes que con los anteriores que se separan en un 5%. Las diferencias entre coeficientes generan una sub estimación del valor agregado real y una sobre estimación de las utilidades quitándole confiabilidad al mismo método.

## **Conclusiones**

- Las estructuras de costos son altamente heterogéneas entre estratos como entre industrias de un mismo nivel productivo, debido a la variabilidad en los procesos.
- Existen casi 40 años de diferencia en el tiempo de funcionamiento de las industrias y genera diferencias principalmente en la depreciación y por tanto aumenta la heterogeneidad dentro de la sub muestra.
- Únicamente 12,5% de las industrias de escala pequeña evaluadas reporta salarios administrativos, a pesar de que en todas exista alguna labor administrativa por parte de los dueños y cuyo trabajo no registra remuneración alguna sobre el tiempo ejecutado.
- Domina un desconocimiento o descontrol sobre el valor de las reparaciones efectuadas en las máquinas y por ende la implicación que estas tienen en el cálculo de la depreciación según lo planteado en la Ley 7092 del impuesto de renta.
- Para la determinación de los costos variables y la depreciación sigue siendo válida la utilización de las ecuaciones planteadas por Mckenzie en el año 2000.
- Los costos fijos han aumentado en un 193% de la depreciación y los impuestos han aumentado en casi un 69,89% de planilla respecto a lo planteado en el año 2000 por Mckenzie.
- Con aplicación del nuevo modelo propuesto se consigue ajustar el cálculo del valor agregado en 0,5% y disminuyendo el sobre cálculo de las utilidades entre las ventas en un 5% respecto a lo planteado por Mckenzie (2000).

## Recomendaciones

- En un corto plazo se deberá de ejecutar un censo de industrias que permita la actualizar la base de datos de la ONF y además permita evaluar y revalidar las ecuaciones obtenidas en el presente estudio.
- Las ecuaciones planteadas deben de ser revaluadas a partir de una muestra mayor que permita aumentar la cantidad de estratos y disminuir la variabilidad dentro de los mismos.
- Se debe de considerar recopilar información más exacta proveniente de los libros contables de las industrias a fin de tener información más precisa de sus estructuras de costos y por ende poder ajustar de mejor forma los coeficientes utilizados en las ecuaciones planteadas.
- Debe ser considerada la capacidad productiva de las industrias para compararla con la cantidad de materia prima procesada a fin de establecer si existe sub utilización o sobre utilización de las industrias.



## Referencias

- ¿El PIB una buena medida de bienestar? (2007). . Presentado en XVII Coloquio Mexicano de Economía Matemática y Econometría, Universidad de Quintana Roo Chetumal, Quintana Roo, México. Recuperado a partir de [http://www.dcsea.uqroo.mx/fwalla/Ponencias\\_Coloquio/ponencia%20Cardenas.pdf](http://www.dcsea.uqroo.mx/fwalla/Ponencias_Coloquio/ponencia%20Cardenas.pdf)
- Barrantes, A., Paniagua, R., y Salazar, G. (2011). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2010* (p 26). San José, Costa Rica: Oficina Nacional Forestal. Recuperado a partir de <http://www.onfcr.net/archivos/download/Usosyaportesdelamaderaenel2010nh57280.pdf>
- Barrantes, A., y Salazar, G. (2010). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2009* (p 24). Oficina Nacional Forestal. Recuperado a partir de [http://onfcr.org/media/uploads/cyclope\\_old/adjuntos/RevistaCostaRicaForestalsf57336.pdf](http://onfcr.org/media/uploads/cyclope_old/adjuntos/RevistaCostaRicaForestalsf57336.pdf)
- Barrantes, A., Salazar, G., y Salas, N. (2009). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2008* (p 28). San José, Costa Rica: Oficina Nacional Forestal. Recuperado a partir de <http://www.onfcr.net/archivos/download/Usosoi43118.pdf>
- Barrantes, A., y Ugalde, S. (2012). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2011* (p 42). San José, Costa Rica: Oficina Nacional Forestal. Recuperado a partir de [http://www.elfinancierocr.com/negocios/Informe-Usos-Aportes-Madera\\_ELFFIL20121213\\_0001.pdf](http://www.elfinancierocr.com/negocios/Informe-Usos-Aportes-Madera_ELFFIL20121213_0001.pdf)
- Barrantes-Rodríguez, A., y Ugalde-Alfaro, S. (2013). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica. Estadísticas 2012* (p 32). Oficina Nacional Forestal. Recuperado a partir de <http://onfcr.org/article/usos-y-aportes-de-la-madera-en-costa-rica/>
- BCCR, B. C. de C. R. (s.f.). Metodología de cálculo de principales variables económicas. Recuperado a partir de <http://indicadoreseconomicos.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Documentos/DocumentosMetodologiasNotasTecnicas/Metodolog%C3%ADa%20principales%20indicadores%20econ%C3%B3micos.htm>
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2014). Preguntas frecuentes: Patronos. Recuperado noviembre 3, 2014, a partir de <http://www.ccss.sa.cr/faq>

- Camacho, M., Camacho-Cornejo, D., y Monge-Romero, F. (2011). *Censo Nacional de la Industria Forestal Primaria de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Sistema de Información de Recursos Forestales (SIREFOR).
- Carrillo, O. (2001). *Situación de la Industria Forestal Costarricense* ( No. TCP/COS/006(A)). Mercadeo e industrialización de madera proveniente de plantaciones forestales (p 29). San José, Costa Rica: FAO. Recuperado a partir de [http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Industria/2001\\_Carillo\\_Sit\\_industria\\_forestal.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Industria/2001_Carillo_Sit_industria_forestal.pdf)
- CNP, C. N. de P. (2008). Medición de la productividad del valor agregado. *Ciencia Técnica Administrativa*, 7(2). Recuperado a partir de <http://www.cyta.com.ar/ta0702/v7n2a3.htm>
- CNP+LH, C. N. de P. M. L. de H. (2009). *Guía de buenas prácticas ambientales para la industria forestal primaria* (AGA & Asociados – Consultores en comunicación.). Tegucigalpa, Honduras.
- ConstruCR. (2014). Precio de Materiales Costa Rica. *Materiales de Construcción, Costa Rica*. Recuperado octubre 14, 2014, a partir de <http://www.construcr.com/>
- Ferreterías EPA S.A. (2014). Ferreterías EPA. Recuperado octubre 14, 2014, a partir de <http://www.epa.co.cr:9080/PortalEPA/inicio.do?codpais=CR>
- Industrias Roli S.A. (2014). Maquinaria forestal. Recuperado octubre 14, 2014, a partir de <http://www.industriasroli.com/maqForestal.html>
- INEI, I. N. de E. e I. (s.f.). *Metodología de Cálculo del Producto Bruto Interno Anual*. Perú. Recuperado a partir de <http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/metodologias/pbi02.pdf>
- Mankiw, G. (2008). *Principios económicos*. (Rabasco, Esther, Trad.) (Cuarta.). Madrid, España: Editorial Paraninfo.
- Mckenzie, T. (2000). *Actualización de la metodología estadística para el sector forestal industrial de Costa Rica* (p 39). San José, Costa Rica: Oficina Nacional Forestal.
- Mckenzie, T. (2003). *Tendencias y perspectivas para el sector forestal nacional de Costa Ricas hasta el año 2020* (p 23). San José, Costa Rica: Comisión

Forestal de América Latinas y el Caribe (COFLAC). Recuperado a partir de <http://biblioteca.catie.ac.cr:5050/repositorioforestal/handle/123456789/6519>

Ministerio de Hacienda. (2013). Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva. Ministerio de Hacienda. Recuperado a partir de <http://www.hacienda.go.cr/contenido/12507-documentos-y-calendarios>

Ministerio de Hacienda. (2014). AutoValor Cartica - Ministerio de Hacienda Costa Rica. Recuperado octubre 6, 2014, a partir de <http://www.hacienda.go.cr/autohacienda/autovalor.aspx>

Ministerio de Hacienda, y Dirección General de Tributación. (2014, octubre 27). Régimen tradicional, impuesto de la renta. Recuperado octubre 27, 2014, a partir de <http://dgt.hacienda.go.cr/impuestosobrelarenta/Paginas/Impuestosobrelarenta.aspx>

Moorestephens-centroamerica. (2014). Resumen de Cargas Sociales e Impuestos al Salario. Recuperado a partir de <http://www.moorestephens-centroamerica.com/costaRica/comoOperar/Costa%20Rica%20cargas%20sociales%20e%20impuesto%20al%20salario.pdf>

Presidencia de la República, y Asamblea Legislativa de Costa Rica. (1988). Impuesto sobre la renta y sus reformas. Recuperado a partir de <http://oaf.ucr.ac.cr/leyes>

Presidencia de la República, y Ministerio de Hacienda. (1988). Reglamento a la Ley 7092 Impuesto sobre la Renta. Recuperado a partir de [www.hacienda.go.cr/centro/datos/Decreto/Decreto-18455-H.doc](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Decreto/Decreto-18455-H.doc)

Rodríguez Araya, J. J. (2011). *Análisis de la cadena de valor de los productos forestales que se comercializan en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Serrano-Montero, J. R., y Moya-Roque, R. (2012). Procesamiento, uso y mercado de la madera en Costa Rica: aspectos históricos y análisis crítico. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 8(21), pág. 1-12.

Smith, M., Fannin, J. M., y Vlosky, R. P. (2009). Forest Industry Supply Chain Mapping: An Application in Louisiana. *Forest Products Journal*, 59(6), 7-16.

- Solano, J., y Villalobos, R. (s.f.). *Regiones y subregiones climáticas de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional. Recuperado a partir de [http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Reg\\_climaCR.pdf](http://www.imn.ac.cr/publicaciones/estudios/Reg_climaCR.pdf)
- TECNOMADERAS. (2014). TECNOMADERAS. Recuperado octubre 14, 2014, a partir de <http://tecnomaderas.com/>
- UCR, Universidad de Costa Rica. (2010). *Propuesta del diseño muestral para la recopilación de la información del estudio «Usos y aportes de la madera en Costa Rica»*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Viehbeck, P. (2001). *Cadena de custodia, Manual de aplicación de procedimientos para la certificación*. Santa Cruz, Bolivia: Consejo Boliviano para la Certificación Forestal Voluntaria. Recuperado a partir de [http://www.piec.org/pathfinder/Pathfinder\\_portal/Instrumentos\\_Esp/A6/Print/A6-Cadena-de-custodia-P.pdf](http://www.piec.org/pathfinder/Pathfinder_portal/Instrumentos_Esp/A6/Print/A6-Cadena-de-custodia-P.pdf)

## Anexos

**Anexo 1.** Formulario diseñado para la recolección de información de las industrias.

### Metodología para el Cálculo del Valor agregado aportado por la industria de transformación primaria de Costa Rica

Tecnológico de Costa Rica

Oficina Nacional Forestal

Fecha: \_\_\_\_\_ N°: \_\_\_\_\_

Estrato correspondiente: \_\_\_\_\_ Punto GPS: \_\_\_\_\_

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_

#### Información General:

Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

Nombre del propietario: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

Ubicación:

\_\_\_\_\_

Provincia	Cantón	Distrito
-----------	--------	----------

Otras señas: \_\_\_\_\_

Teléfono: Oficina: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_ Otro: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

#### Funcionamiento:

Año de instalación: \_\_\_\_\_ Tiempo activa: \_\_\_\_\_ Inactivo: \_\_\_\_\_

#### Tiempo de labores

Semanas laboradas: \_\_\_\_\_ / año

#### Terreno

Propio: \_\_\_\_\_ Cuál es el valor fiscal aproximado: \_\_\_\_\_

Alquilado: \_\_\_\_\_ Cuál es el pago mensual aproximado: \_\_\_\_\_

Otro: \_\_\_\_\_ Cuál es el valor aproximado: \_\_\_\_\_

Tamaño de la infraestructura presentes (m<sup>2</sup>):

Espacio	Área (m2)	Materiales	Valor aproximado
Administrativo u oficinas			
Patios			
Bodegas			
Mantenimiento (ejemplo afiladuría)			
Aserrío			
Otros			

**Empleo**

Empleados

Fijos: \_\_\_\_\_ Temporales: \_\_\_\_\_ Total: \_\_\_\_\_

Cantidad, salarios y jornadas

Administrativos: Cantidad: \_\_\_\_\_ Jornada: \_\_\_\_\_ hr/sem

Salario promedio: \_\_\_\_\_ semanal sin cargas sociales

Técnicos: Cantidad: \_\_\_\_\_ Jornada: \_\_\_\_\_ hr/sem

Salario promedio: \_\_\_\_\_ semanal sin cargas sociales

Colaboradores: Cantidad: \_\_\_\_\_ Jornada: \_\_\_\_\_ hr/sem

Salario promedio: \_\_\_\_\_ semanal sin cargas sociales

**Costos:**

Fuente de energía

Fuente	Consumo mensual aproximado	Costo mensual aproximado
Combustibles	gal	
Electricidad	Kwh	
Agua		
Mantenimiento		
Otros		

### **Producción**

Consumo semanal en troza: \_\_\_\_\_ pmt/sem

Porcentaje de rendimiento: \_\_\_\_\_

Diámetros de procesamiento: menor \_\_\_\_\_ pulg mayor: \_\_\_\_\_ pulg

Procedencia: Bosque \_\_\_\_\_ (%) Plantación: \_\_\_\_\_ (%) SAF: \_\_\_\_\_ (%)

#### Uso de la madera procesada:

<b>Uso</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Construcción	
Mueblería	
Tarimas	
Exportación	
Otros	

#### Precio de las especies que procesa (colones/PMT):

<b>Especie</b>	<b>En pie</b>	<b>En patio</b>	<b>Aserrado sin cepillar</b>	<b>Aserrado cepillado</b>

Maquinaria presente:

<b>Maquina</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Año</b>	<b>Diam máx.</b>	<b>Valor aproximado</b>
Sierra de banda o cinta					
Sierra circular					
Bloqueadora					
Despuntadora					
Sierra múltiple					
Re-aserradora					
Cepillo					
Molduradora					
Otros:					



Equipo de carga presente

<b>Equipo de carga</b>	<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Año</b>	<b>Consumo de combustible</b>	<b>Valor aproximado</b>
Monta cargas					
Tractor/chapulín					
Cargador					
Camiones					
Vehículos					
Otros:					

Anexo 2. Mapa de ubicación de las industrias encuestadas.

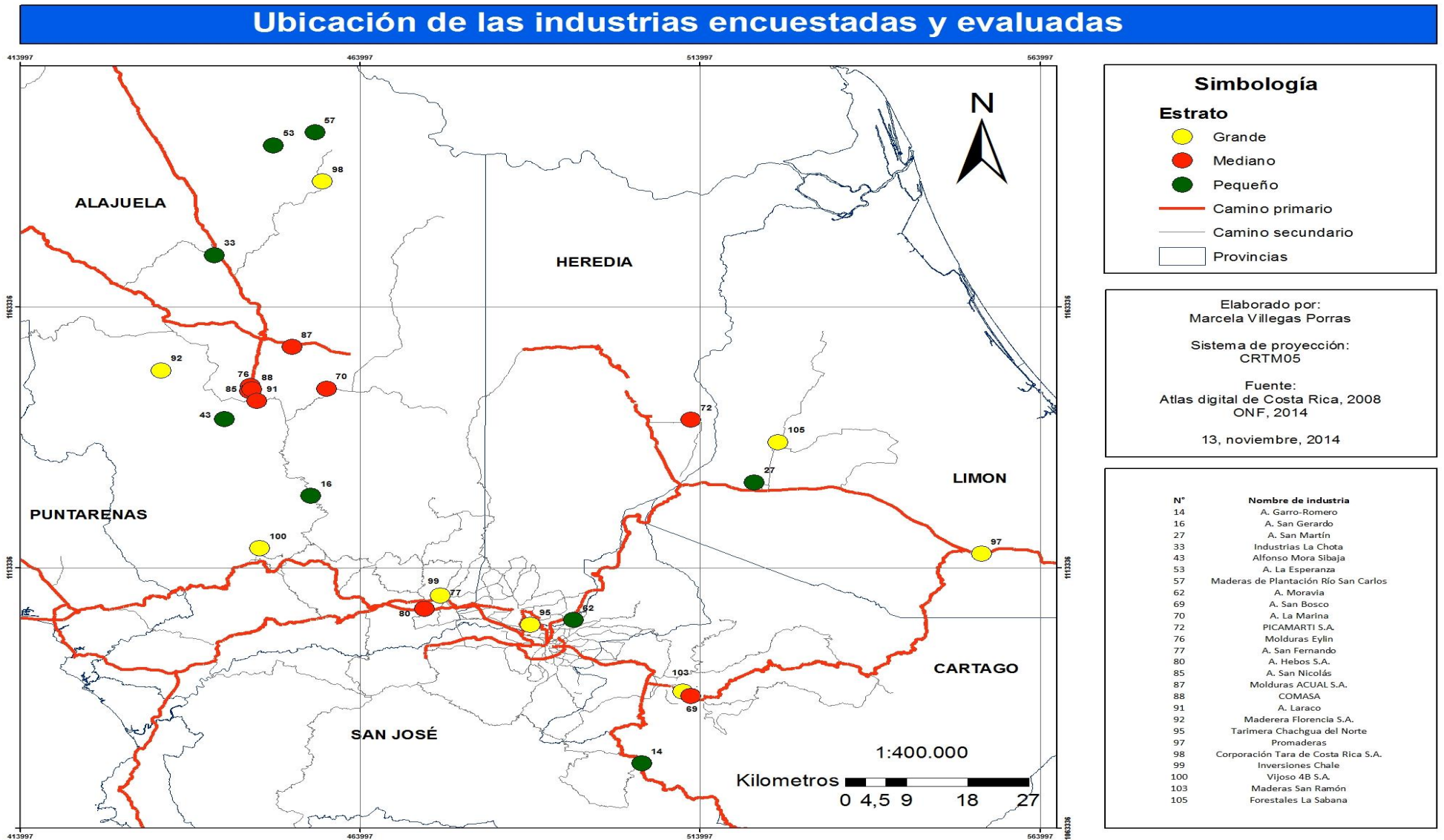


Figura 10. Mapa con la ubicación de las industrias encuestadas y evaluadas.

**Anexo 3.** Especies procesadas en las industrias y número de industrias que las procesan

<b>Especie</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nº de industrias que la procesan</b>
Melina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	24
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	20
Chancho	<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.	9
Pino	<i>Pinus sp.</i>	9
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	8
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	8
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill	6
Acacia	<i>Acacia mangium</i> Will.	5
Botarrama	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart	5
Caobilla	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	4
Ceibo	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	4
Pilón	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	4
Roble coral	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	4
Fruta	<i>Virola koschnyi</i> Warb.	3
Gallinazo	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	3
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	3
Anonillo	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	2
Jaúl	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	2
Javillo	<i>Hura crepitans</i> L.	2
Tamarindo	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	2
Teca	<i>Tectona grandis</i> L. f.	2
Cenízaro	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	1
Chilamate	<i>Ficus sp.</i>	1
Chiricano	<i>Vantanea barbourii</i> Standl.	1
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	1
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1
Hule	<i>Castilla elastica</i> Sessé.	1
Klinkli	<i>Araucaria huesteini</i> K. Schum.	1
Mastaton	<i>Cordia megalantha</i> S.F. Blake	1
Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	1
Paleta	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	1
Sura	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	1

**Anexo 4.** Listados de maquinaria presentes en cada uno de los estratos.

**Cuadro 17.** Maquinaria presente en el estrato pequeño, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que está presente.

<b>Máquina</b>	<b>Valor de adquisición</b>	<b>Año menor</b>	<b>Año mayor</b>	<b>Cantidad de maquinas</b>	<b>Nº Industrias</b>
Afiladura	₪ 1.508.550	1960	2003	2	2
Aserradero portátil	₪ 4.507.738	2007	2011	2	2
Biseladora	₪ 4.525.650	1998	1998	1	1
Cabacoteadora	₪ 3.204.000	1994	1994	1	1
Cepilladora	₪ 1.400.000	1944	1960	2	2
Despuntadora	₪ 3.499.836	1960	2004	8	5
Horno	₪ 6.000.000	2000	2000	1	1
Laminadora		1960	2003	2	2
Molduradora	₪ 2.900.000	1970	1970	1	1
Re-aserradora	₪ 5.874.000	1994	2010	3	3
Sierra circular		1955	1955	1	1
Sierra de banda		1944	2003	4	3
Sierra de mesa	₪ 237.061	1955	2000	5	3
<b>Total general</b>	<b>₪ 33.656.835</b>	<b>1944</b>	<b>2011</b>	<b>33</b>	<b>27</b>

**Cuadro 18.** Maquinaria presente en el estrato mediano, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que se encuentran.

<b>Maquinaria</b>	<b>Valor de adquisición</b>	<b>Año menor</b>	<b>Año mayor</b>	<b>Cantidad de maquinas</b>	<b>Nº Industrias</b>
Afiladura	₪ 1.508.550	1960	2000	6	5
Biseladora	₪ 4.525.650	2007	2007	2	2
Bloqueadora	₪ 7.209.000	1996	2009	2	2
Cabacoteadora	₪ 3.204.000	1990	2007	3	2
Caldera	₪ 4.000.000	2000	2000	1	1
Cepilladora	₪ 1.400.000	1970	1998	11	7
Clavadora	₪ 32.565	2000	2007	5	2
Despuntadora	₪ 3.499.836	1960	2009	9	7
Despuntadora múltiple	₪ 7.241.040	1996	1996	4	1
Horno	₪ 7.000.000	2000	2007	5	4
Laminadora		1960	1979	2	2
Molduradora	₪ 2.900.000	1960	1990	13	7
Re-aserradora	₪ 5.874.000	1990	1996	5	1
Sierra de banda		1955	2008	11	8
Sierra de mesa	₪ 237.061	1996	1996	2	7
Sierra múltiple		1960	2007	12	1
<b>Total general</b>	<b>₪ 48.631.702</b>	<b>1955</b>	<b>2009</b>	<b>93</b>	<b>60</b>

**Cuadro 19.** Maquinaria presente en el estrato grande, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad de máquinas promedio y número de industrias en las que está presente

<b>Maquinaria</b>	<b>Valor de adquisición</b>	<b>Año menor</b>	<b>Año mayor</b>	<b>Cantidad de maquinas</b>	<b>Nº Industrias</b>
Afiladura	₪ 1.508.550	1955	1960	4	2
Aserradero portátil	₪ 6.012.000	2008	2008	1	1
Biseladora	₪ 4.525.650	1970	2000	3	3
Bloqueadora	₪ 7.209.000	1990	2000	3	2
Cabacoteadora	₪ 3.204.000	1970	2000	3	2
Cepilladora	₪ 1.400.000	1952	1970	6	4
Clavadora	₪ 32.565	1998	2000	6	2
Compresor	₪ 121.406	1970	1970	2	1
Despuntadora	₪ 3.499.836	1960	2000	19	6
Despuntadora múltiple	₪ 7.241.040	2000	2000	2	1
Escuadradora		1970	1970	1	1
Finger join		1970	1970	1	1
Horno	₪ 7.000.000	1970	2004	5	4
Laminadora		1960	1960	2	2
Lijadora		1970	1970	2	1
Molduradora	₪ 2.900.000	1960	1975	7	4
Prensa		1970	1970	2	1
Re-aserradora	₪ 5.874.000	1970	2000	9	4
Sierra de banda		1955	2004	14	7
Sierra de mesa	₪ 237.061	2000	2000	1	1
Sierra múltiple		1960	2010	5	3
Trompos		1970	1970	2	1
<b>Total general</b>	<b>₪ 50.765.108</b>	<b>1952</b>	<b>2010</b>	<b>100</b>	<b>54</b>

**Anexo 5.** Listado de equipos de carga presentes en cada uno de los estratos.

**Cuadro 20.** Equipo de carga presente en el estrato pequeño, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran.

Equipo de carga	Valor de adquisición	Año menor	Año mayor	Cantidad de equipo	Nº de industrias
-	₡ -	0	0	-	3
Camiones	₡ 2.967.200	1975	2011	5	3
Cargador	₡ 2.730.000	1970	1980	2	1
Montacargas	₡ 10.530.000	2003	2006	2	1
Tractor	₡ 11.015.000	2002	2011	2	2
Vehículos	₡ 3.770.000	2000	2000	1	1
<b>Total general</b>	<b>₡ 5.596.333</b>	<b>1970</b>	<b>2011</b>	<b>12</b>	<b>11</b>

**Cuadro 21.** Equipo de carga presente en el estrato mediano, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran.

Equipo de carga	Valor de adquisición	Año menor	Año mayor	Cantidad de equipo	Nº de industrias
Camiones	₡ 6.212.792	1970	2001	13	6
Cargador	₡ 3.576.167	1970	1990	12	8
Montacargas	₡ 5.785.000	1970	2009	9	5
Tractor	₡ 1.890.000	1978	1993	3	2
<b>Total general</b>	<b>₡ 4.840.500</b>	<b>1970</b>	<b>2009</b>	<b>37</b>	<b>21</b>

**Cuadro 22.** Equipo de carga presente en el estrato grande, valor de adquisición promedio, años de adquisición, cantidad presente y número de industrias en las que se encuentran.

Equipo de carga	Valor de adquisición	Año menor	Año mayor	Cantidad de equipo	Nº de industrias
Camiones	₡ 9.243.264	1976	2010	21	7
Cargador	₡ 12.219.583	1960	2010	12	8
Montacargas	₡ 11.727.500	1970	2010	11	5
Tractor	₡ 745.000	1990	2007	2	2
Vehículos	₡ 4.051.500	1987	2013	4	2
<b>Total general</b>	<b>₡ 9.648.403</b>	<b>1960</b>	<b>2013</b>	<b>50</b>	<b>24</b>

**Anexo 6.** Listado de maquinaria por uso de la madera procesada.

<b>Mueblería</b>	<b>Construcción</b>	<b>Tarima</b>
Afiladura	Afiladura	Afiladura
Bloqueadora	Aserradero portátil	Aserradero portátil
Cepilladora	Caldera	Biseladora
Despuntadora	Cepilladora	Bloqueadora
Horno	Despuntadora	Cabacoteadora
Laminadora	Horno	Caldera
Re-aserradora	Laminadora	Cepilladora
Sierra de banda	Molduradora	Clavadora
Sierra de mesa	Sierra de banda	Compresor
	Sierra múltiple	Despuntadora
		Despuntadora múltiple
		Horno
		Re-aserradora
		Sierra de banda
		Sierra de mesa
		Sierra múltiple