

ALTERNATIVA DE FLUJO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ELEMENTOS DEL MÓDULO APÍCOLA EN LA CARPINTERÍA INDUSTRIA MANZANILLO

ALTERNATIVE OF TECHNOLOGICAL FLOW FOR THE PRODUCTION OF ELEMENTS OF THE BEEKEEPING MODULE IN THE CARPENTRY INDUSTRIA MANZANILLO

ING. JOSE L. FIGUEREDO-FERNÁNDEZ¹, DR. JUAN M. GARCÍA-DELGADO², ING. ISNAUDY GARCÍA-RODRÍGUEZ¹
E ING. ARIEL R. AVILÉS-TAMAYO³

¹ Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Estación Experimental Agro-Forestal Guisa. Carretera a Victorino Km 1½, La Soledad, Guisa, Granma, Cuba, teléf.: (23) 39 1387, (23) 39 2511, jfigueredof@guisa.inaf.co.cu

² Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. UCTB Investigación e Innovación Tecnológica. Calle 174 no.1723 e/ 17C y 17B, Siboney, Playa, La Habana, Cuba

³ Grupo Empresarial Agroforestal. Dirección Forestal y Fibras Naturales. Conill y Ave. Independencia, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

RESUMEN

La investigación ofrece transformaciones en el actual flujo tecnológico de la carpintería de la Unidad Empresarial de Base Industria Manzanillo. A partir del volumen y características de la materia prima se analizó la potencia instalada en los equipos de sierra circular, se esquematizó la disposición de los equipos en la instalación y el flujo existente de las operaciones. Para la propuesta se calculó la velocidad de alimentación en metros/minutos, se definió al equipo cabecera y la distribución del resto del equipamiento. Resultado del nuevo flujo tecnológico, se obtienen reducciones del 55 % en la distancia recorrida por el trabajador, se incluyen dos nuevos equipos que mejoran la calidad del producto final y se define como potencia mínima 2,6 kW para las sierras circulares.

Palabras claves: *flujo tecnológico, potencia, velocidad de alimentación.*

ABSTRACT

The investigation values transformations in the current technological flow of the carpentry of the administrative unit of base industry Manzanillo. Considering the volume and characteristic of the construction matter, was analyzed the power installed in the equipment of circular saw, the disposition of the hardware in the installation and the existent flow of the operations was schematized. For the proposal the feeding speed was calculated in meters/minutes, it was defined the head equipment and the distribution for rest of the hardware. Result of the new technological flow, reductions of 55 % are obtained in the distance covered by the worker, two new equipment are included that improve the quality of the final product and it is defined as minimum power 2,6 kW for the circular saws.

Key words: *technological flow, power, feeding speed.*

INTRODUCCIÓN

Un factor primordial en la producción apícola lo representa la calidad de las colmenas, donde la madera, su principal componente estructural, debe reunir características como una buena calibración (ancho, grueso y largo), contenido de humedad acorde con el medio ambiente y proceder de especies con la mayor vida útil posible (Jay, 2014).

De acuerdo con García y Zamora (2014), la Empresa Apícola Nacional poseía antes de 1990 una carpintería central que garantizaba el material necesario para la explotación de una apicultura movilista, con colmenas que exigían vitolas con un ancho de 250 mm y elaboradas conforme a la Norma Ramal NRAG 388:1980. Con el tiempo disminuyeron las importaciones de madera

aserrada fundamentalmente de la antigua Unión Soviética, recurriendo a la madera aserrada de producción nacional, la cual no cumplía la calidad exigida, sobre todo por un alto contenido de humedad y dimensiones inadecuadas que condicionaban el incremento de los costos. Además, el deficiente estado técnico de los talleres y la maquinaria condicionó un proceso de reorganización de pequeñas carpinterías, realizando modificaciones tecnológicas a la estructura de la colmena, dada la necesidad de unir piezas para obtener los anchos necesarios y dar otro dimensionamiento a las cajas y cuadros mediante las llamadas “media alza”, en vez del modelo oficial de la colmena Langstroth, Norma Ramal NRAG17- 2007.

Esta temática está parcialmente estudiada en la actividad de industria del Grupo Agroforestal (GAF). Aunque se ha trabajado en la elaboración de los elementos de colmena, no existen suficientes estudios que reflejen un análisis profundo del equipamiento y la tecnología a emplear, así como que sean capaces de incrementar la eficiencia en la producción de elementos del módulo apícola (García, 2014).

La Empresa Agroforestal Granma presenta aserraderos en su mayoría circulares que suministran la materia prima a la industria de segunda transformación, la cual en la provincia se caracteriza por carpinterías de pequeño a mediano porte, sin la definición específica de un producto principal y con un diseño alejado de las tendencias actuales de la fabricación en serie.

La investigación tiene como objetivo proponer transformaciones en el actual flujo tecnológico de la carpintería de la Unidad Empresarial de Base Industria Manzanillo que posibiliten el incremento de la eficiencia en la fabricación de elementos del módulo apícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el primer trimestre de 2018 en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Industria Manzanillo perteneciente a la Empresa Agroforestal Granma, que cuenta con un aserradero móvil y una carpintería donde se elaboran y comercializan varias producciones.

Se realizó un diagnóstico general del proceso productivo donde se tuvo en cuenta la especie maderable principal con que se trabaja, así

como sus características dimensionales. Se determinó la capacidad productiva del taller en función del volumen de madera aserrada disponible, utilizándose como método de cálculo para la velocidad de alimentación de los equipos el descrito por García y Zamora (2014).

Mediante el empleo de la cinta métrica y un cronómetro digital se efectuaron mediciones de espacio en la instalación, distancia entre máquinas y del tiempo promedio empleado por los operarios en desplazarse de un equipo a otro para realizar las diferentes actividades. Fue esquematizada la disposición de los equipos en la nave y el flujo existente de las operaciones, el cual se obtuvo a partir del análisis con los operarios del taller, definiéndose su secuencia.

Este aspecto sirvió tanto para precisar la línea de flujo actual como la propuesta. En el caso de esta última, se utilizó como método para su determinación el razonamiento deductivo, el cual permite inferir una conclusión a partir de una serie de premisas. En este caso las premisas fueron las características de la madera utilizada y del producto a fabricar, equipos con que cuenta el taller, experiencia de los operarios, nivel de producción y área de la nave. Las operaciones necesarias para garantizar la producción de elementos del módulo apícola se determinaron a partir de las Especificaciones Cajas de Colmenas tipo Langstroth (Ciapi, 2013).

Se determinó las características de los motores instalados en las sierras circulares para analizar su correspondencia con las labores en que se utilizan y la madera a procesar, tomando como indicador la potencia (P) de los mismos. Como base para la determinación de la potencia óptima de los equipos fue utilizada la fórmula propuesta por Vignote y Martínez (2006), así como los valores sugeridos por estos autores para algunas de las variables que intervienen en la misma.

$$P = 8,8 (g \times h \times m \times v) / p$$

donde:

P : Potencia en caballos (CV)

8,8: Constante

g : Grueso de corte (0,30 cm)

h : Altura de corte (2,5 cm)

m : Mordida (0,03 cm);

v : Velocidad periférica de la hoja (70 m/s)

p : Paso de diente (4 cm)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la producción de artículos de madera en el área de estudio

En la UEB Industria Manzanillo existe un aserradero móvil que procesa la madera en bolo, la cual proviene fundamentalmente de la compra a tenentes de patrimonio forestal en el territorio y es insumida totalmente por la carpintería de dicha entidad. Las elaboraciones y volúmenes de producción promedio por año de la carpintería para el periodo 2015-2017 se reflejan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Principales producciones y volumen promedio anual

No.	Producción	Volumen promedio (u)
1	Caja de colmena	6050
2	Tapa de caja de colmena	2000
3	Paletas	5750
4	Módulos de caja paletas	1100
5	Módulos de envase	4000

Dentro de estas producciones las relacionadas con los módulos apícolas se definen como el renglón principal para el estudio, concretamente los elementos caja y tapa, ya que representan el 43 % del promedio anual de las unidades que se elaboran y debido a la alta prioridad que como encargo estatal se le da a esta manufactura.

Capacidad productiva del taller, operaciones que entran en el proceso tecnológico y materia prima

En la industria forestal de la segunda transformación la decisión de qué equipos utilizar y cuál será su ubicación dentro del flujo tecnológico se hace a partir del estudio del producto a fabricar, disponibilidad, calidad y dimensiones de la madera, así como de las características propias de la instalación. La planificación en este taller de un flujo tecnológico concebido para la fabricación de elementos del módulo apícola, organizacionalmente también da respuesta a los requerimientos para la elaboración de las otras producciones (paletas, cajas paletas, módulos de envase) debido a que, entre los productos re-

lacionados anteriormente, las cajas de colmenas constituyen las que más operaciones requieren para su elaboración; por tanto, la fabricación de otros elementos solo tiene como diferencia que se obviaría la utilización de algunos equipos.

Uno de los elementos fundamentales para determinar qué equipo se sitúa a la cabecera de las operaciones en el flujo tecnológico lo constituye la definición de la velocidad de alimentación, la cual debe considerar de manera independiente los cálculos para cada una de las principales especies maderables con que se trabaja, sus características dimensionales, así como la disponibilidad de las mismas.

En el caso de esta industria el volumen total de madera en trozas suministrado al aserradero durante el periodo 2015-2017 fue de 2521,3 m³, por lo que anualmente se contó con una media de 840,5 m³ de madera en trozas. Conociéndose que el rendimiento en madera aserrada es de aproximadamente el 40 %, se contó anualmente con aproximadamente 350 m³. Acorde con García (2018 a), este volumen es relativamente bajo y permite utilizar como equipo cabecera la cepilladora, garlopa o plana.

Del total de madera en trozas señalado anteriormente, 2303,1 m³ fueron de la especie *Samanea saman* Jacq. Merrill. (algarrobo del país), lo que representa más del 90 % del volumen total y evidentemente constituye la principal materia prima con la que se dispone.

En cuanto a las propiedades físicas de esta madera, la contracción volumétrica total y la relación entre la contracción tangencial y radial (T/R) ofrecen valores de 8,36 % y 1,3 %, respectivamente, lo cual permite definir que la madera aserrada seca con facilidad (Ibáñez *et al.*, 2001). Esto permite predecir que, en condiciones de uso y con la humedad adecuada en la madera, el algarrobo debe tener pérdidas tolerables por deformaciones en un producto elaborado. De la misma forma, el algarrobo ofrece propiedades mecánicas (flexión dinámica 1,04 kgfm/cm²) de mejores condiciones que especies como el pino para no destruirse, cuando por efecto de una caída accidental del módulo choque contra una superficie dura (Jay, 2014).

Luego de las trozas de algarrobo pasar por el aserradero portátil, el 32 % del volumen de madera aserrada cumple con las características

dimensionales de ancho de tablas exigidas para la fabricación de las cajas de colmena (0,22 m).

Los valores destinados a esta producción se pueden apreciar en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Datos primarios para el cálculo de la velocidad de alimentación (los cálculos se realizan a partir de 241 días laborables al año)

Especie	Madera en bolo por día (m ³)	Madera aserrada para cajas (m ³)	Dimensiones de la pieza tipo (m)		
			Grueso	Ancho	Largo
Algarrobo del país	2,68	0,85	0,025	0,25	2,8

En la *Tabla 3* se definen los principales indicadores calculados y el resultado relacionado con la velocidad de alimentación de esta especie en el proceso.

Tabla 3. Principales indicadores en el cálculo de la velocidad de alimentación

Indicadores	Valores
Volumen de la pieza tipo (m ³)	0,0175
Cantidad de piezas diarias (u)	49
Largo total de madera al día (m)	137,2
Tiempo efectivo de trabajo (min)	360
Alimentación en metros/minutos	0,38

La velocidad de alimentación a considerar para definir el resto de las operaciones técnicas es de

0,38 m/min. El valor de 0,38 m/min es una velocidad de alimentación muy lenta, lo cual corrobora la utilización de la garlopa como equipo cabeceera, no resultando práctico considerar dentro del proceso productivo equipos de mediano a gran porte como puede ser una moldurera o una sierra circular múltiple, equipos que proveedores como RIBOLI (2013) y ROALSA (2013) consideran con velocidades entre 6 y 30 m/min y 3 a 24 m/min, respectivamente.

Análisis de la potencia instalada en los equipos de la carpintería

La potencia del equipamiento instalado, así como el tiempo de explotación, se reflejan en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Potencia y años de explotación de los equipos instalados en la carpintería

No.	Equipo	Número de motores					Total	Tiempo de explotación (años)	
		1	2	3	4	5		< 10	≥ 15
		Potencia (kW)							
01	Sierra circular	2	3	8	3	3	5		x
02	Cepillo de una cara	4					1	x	
03	Garlopa	3					1		x
04	Torno	3					1		x
05	Lijadora	3					1		x
06	Fresa	2					1		x
	Total						10		

En la misma se aprecia que la potencia más representada en los equipos es de 3 kW, o sea, 4,02 CV, y que los mismos presentan un tiempo de explotación prolongado. Acorde a las características de la pieza tipo y dureza de la madera (semidura), la potencia óptima calculada para los motores de sierras circulares dio como resultado un valor (*P*) de 3,5 CV o de 2,6 kW.

Esto muestra que existe una correcta definición de la potencia instalada en tres de los equipos

de sierra circular, pues como se observa en la *Tabla 4* a excepción del motor 1, algo por debajo del valor calculado y el motor 3 muy sobredimensionado; el resto cumple razonablemente con la potencia exigida; sin embargo, el largo período de explotación a que han estado sometidos permite inferir que hayan sido objeto de reparaciones o sustituciones, y que este valor de potencia no esté acorde con los valores que ofrece un equipo cuando se adquiere nuevo, lo

cual limita la posibilidad de que estos medios trabajen con la holgura necesaria durante el aserrado.

Sin ser definiciones conclusivas, ya que los valores que se introducen en la fórmula dependen de la hoja de sierra que se utilice, resulta fundamental prestar atención a este importante factor al momento de realizar la planificación de los equipos para las carpinterías.

Disposición actual de los equipos en la nave y flujo de operaciones

Atendiendo a las particularidades del procesamiento de las piezas de las cajas de colmena, se deben definir las operaciones a realizar y su secuencia; elemento fundamental para valorar si el equipamiento con que se cuenta puede dar respuesta a las mismas. De acuerdo con García (2014), los requerimientos del equipamiento de forma general serían los siguientes:

- Sierra radial o péndulo para cortar con tolerancia al largo las piezas que presenten deformaciones que no permitan su aprovechamiento racional.

- Garlopa que debe enderezar cara y canto a cada pieza aserrada.
- Sierra circular para cortes longitudinales para calibrar al ancho cada pieza.
- Cepillo de una cara para calibrar el grueso en cada pieza aserrada.

Luego de estas operaciones, la madera pasa la fabricación de las cajas y tapas, así como también de media alza y fondos donde pueden emplearse:

- Sierra radial para el corte al largo de las piezas para cada elemento de las cajas.
- Tupí o trompo que realiza los rebajes en los lados laterales cortos de las cajas donde van montados los cuadros, o en su defecto para montar las tablas que no den al ancho de la caja.
- Fresadora para realizar los rebajes laterales de agarre de la caja y media alza.
- Montaje o ensamblado.

Considerando las operaciones antes descritas, lo correcto es garantizar un flujo lineal de las mismas, cuestión que en la situación actual no se ve reflejada. La ubicación de los equipos y la dirección de las operaciones en el esquema actual se muestran en la Fig. 1.

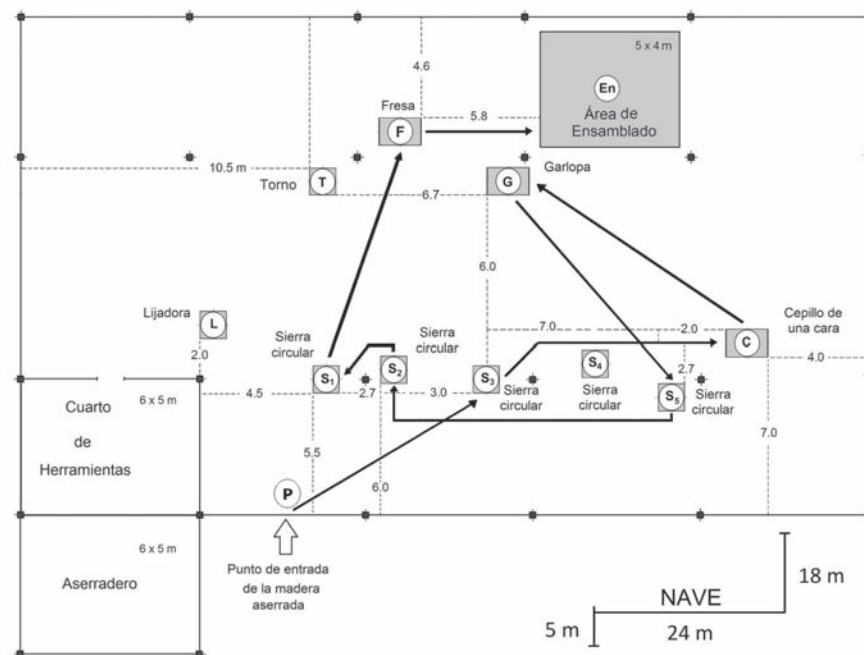


Figura 1. Disposición actual del equipamiento y flujo de las operaciones

A simple vista se puede apreciar un flujo zigzagante, largo, y que se cruza en determinadas etapas del proceso. Se determinó que la velocidad promedio de los operadores al moverse de

un equipo a otro es de 0,7 m/s. A partir de esta consideración, en la Tabla 5 se define la distancia recorrida entre equipos, así como las operaciones que se realizan actualmente en cada uno.

Tabla 5: Secuencia y operación que se realiza a la pieza en el esquema actual

No.	Secuencia	Distancia (m)	Operación
1	Aserradero - Sierra circular (3)	9,00	Cortar los cantos
2	Sierra circular (3) - Cepillo de una cara	9,80	Hacer cara
3	Cepillo de una cara - Garlopa	10,50	Rectificar canto
4	Garlopa - Sierra circular (5)	9,50	Calibrar al largo
5	Sierra circular (5) - Sierra circular (2)	10,20	Calibrar ancho
6	Sierra circular(2) - Sierra circular (1)	2,50	Rebajes en las piezas y cortes laterales
7	Sierra circular (1) - Fresa	9,30	Rebajes de agarre
8	Fresa - área de ensamblado	5,80	Ensamblado
Total		66,00	

En la tabla se puede apreciar que la operación de realizar el cepillado de la cara a la pieza actualmente se realiza en el cepillo de una cara y no en la garlopa; por tanto, las posibles curvaturas que puedan existir en la cara de las tablas se mantienen.

Acorde con García (2018 b), este es un problema conceptual en el uso de los equipos, ya que el cepillo no endereza. Esta es la función de la garlopa, la cual asegura las guías necesarias (cara y canto) que garanticen el ancho y grueso adecuado de cada pieza. También se puede observar que el recorrido de la pieza hasta su terminación total es de 66 m, traslado que a su vez también realiza el operario y que resulta desproporcionado, teniendo en cuenta que la nave mide solo 24 m de largo, lo cual demuestra la poca linealidad que sigue actual el proceso;

resultados similares fueron obtenidos por Jay (2014) para una carpintería de la Empresa Agroforestal Guantánamo.

Propuesta de cambios en el flujo de las operaciones

La distancia entre los equipos, las áreas de almacenamiento y pasillos resulta un factor fundamental en la ejecución de las operaciones en cualquier esquema de disposición de maquinarias. En la propuesta se realiza conforme a la Norma Cubana NC 53-152/1985.

De acuerdo con Vignote y Martínez (2006), la distancia entre equipos se toma como patrón para evaluar la correcta distribución de los mismos. En la Fig. 2 se refleja la propuesta de cambios en la disposición del equipamiento en función de las operaciones a ejecutar.

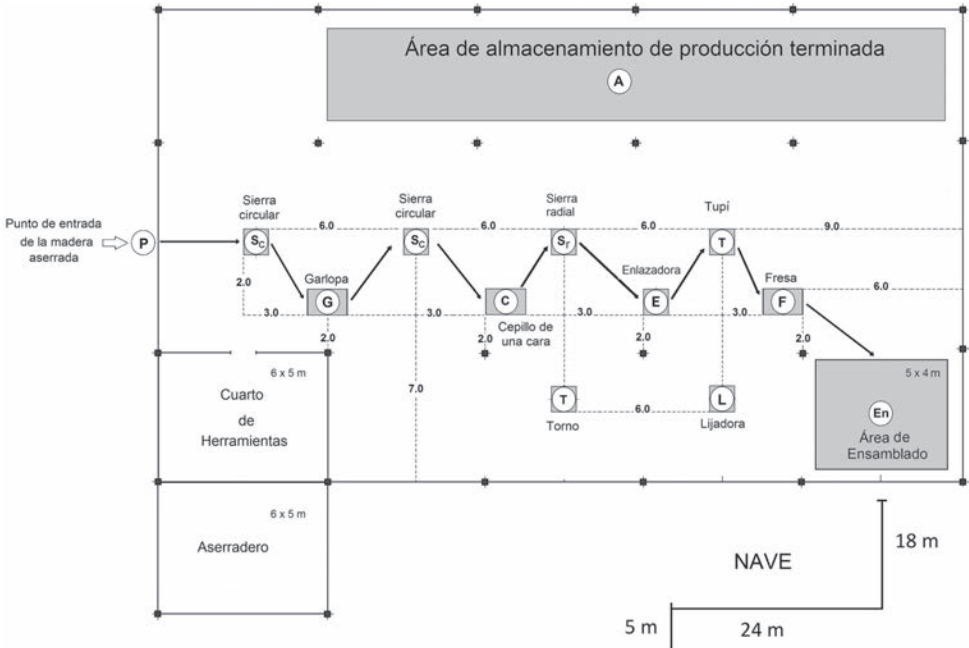


Figura 2. Propuesta de cambios en la disposición y flujo de las operaciones.

Esta propuesta define a todas luces una racionalidad en el comportamiento del flujo de producción, tomando en cuenta los elementos siguientes:

- Se reduce sustancialmente la distancia y el tiempo de traslado entre los equipos.

- No se cruzan las líneas del flujo, cuestión indispensable en una industria con una salida de producción racional y en serie.

En la *Tabla 6* se establece la distancia a recorrer entre equipos, así como las operaciones que se realizan en la propuesta.

Tabla 6. Secuencia y operación que se realiza a la pieza en la propuesta

No.	Secuencia	Distancia (m)	Operación
1	Aserradero - Sierra circular	3	Cortar los cantos
2	Sierra circular - Garlopa	3	Enderezar canto y cara
3	Garlopa - Sierra circular	3	Calibrar ancho
4	Sierra circular - Cepillo de una cara	3	Calibrar al grueso
5	Cepillo de una cara - Sierra radial	3	Calibrar al largo
6	Sierra radial - Enlazadora	3	Hacer enlaces por cola de milano
7	Enlazadora - Tupí	3	Hacer rebajes para el montaje de los cuadros
8	Tupí - Fresa	3	Hacer rebajes de agarre
9	Fresa - Área de ensamblado	3	Ensamblado
Total		27,00	

El flujo propuesto reduce la distancia de traslado de las piezas significativamente utilizando un espaciamiento de 3 m entre equipos; aun cuando se agrega una operación más, esta distancia se reduce de 66 a 27 m. Esto obra a favor de la productividad al mismo tiempo que humaniza el trabajo del operario al tener que caminar menos; lógicamente se reduce el tiempo de traslado (de 1,6 a 0,6 min por cada pieza).

Como se observa en la tabla anterior, esta propuesta incluye cambios en el equipamiento, como es la sustitución de sierras circulares por una sierra radial para calibrar al largo las piezas, y por el tupí o trompo, necesario para realizar los rebajes en los laterales cortos de las cajas donde van montados los cuadros, o para realizar los rebajes laterales cuando se utilizan tablas de menor ancho; además se propone una enlazadora medio insustituible para la realización de sistemas de uniones por cola de milano, uno de los métodos más efectivos para garantizar la unión entre piezas de madera con un máximo de calidad, por lo que se mejora la calidad de las uniones para el ensamblado de las cajas con respecto a la situación actual. Estos equipos son importantes y sus funciones no

pueden ser reemplazadas de manera eficiente por los que ya existen. El llegar a definir valores concretos relacionados con otras ventajas de la propuesta es muy difícil, atendiendo a que mucho depende de la forma en que se realice la circulación de la madera aserrada en proceso desde un equipo a otro.

CONCLUSIONES

- La potencia eléctrica de los motores de la sierra circular debe ser calculada en función de las dimensiones de la madera que conforme el producto objetivo de la industria; en este caso no debe ser inferior a los 2,6 kW. El instalar estos medios sin la potencia adecuada, ya sea en exceso o defecto, ocasiona incrementos de los costos o escasa fuerza, lo cual limita su uso.
- La organización de las operaciones del flujo tecnológico a partir de la propuesta garantiza una reducción sustancial del 59 % del espacio recorrido y el tiempo empleado por el obrero para conformar una pieza, a la vez que perfecciona el proceso de obtención del producto final y mejora la calidad en las uniones.

BIBLIOGRAFÍA

- Centro de Investigaciones Apícola (CIAPI). 2013. Especificaciones para cajas de colmenas tipo (Langstroth). La Habana. Cuba. 12 p.
- García, J.M. 2018a. Incremento de la eficiencia de la industria de la segunda transformación en la Empresa Agroforestal Las Tunas. Instituto de Investigaciones Agroforestales. 10 p.
- García, J.M., Zamora, J. 2014. Estudio de Factibilidad para la producción de módulos apícolas. Resultado de un Servicio Científico-Técnico a la Empresa Apícola Nacional. La Habana. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. 23 p.
- García, JM. 2018 b. Comunicación personal.
- Ibáñez, A., Hernández, C., García, J.M., Sosa, M. 2001. Propiedades y usos de 50 especies maderables que crecen en Cuba. La Habana. Instituto de Investigaciones Forestales. 68 p.
- Jay, P. 2014. Propuesta de cambios tecnológico en la carpintería de la empresa forestal integral Guantánamo. 48 h. Tesis (en opción al Título de especialista en Aprovechamiento Industrial). Universidad de Pinar del Río.
- RIBOLI S.R.L. 2013. Oferta de equipos de carpintería para la producción de módulos apícolas. N° de Oferta 1349, octubre.
- ROALSA Maquinaria S.L. 2013. Oferta de equipos de carpintería para la producción de módulos apícolas. N° de solicitud de oferta SDC1-324-2013, octubre.
- Vignote, A., Martínez, I. 2006. Tecnología de la madera 3ª edición. España. Ediciones Mundi-Prensa. 678 p.
- Norma Cubana 53-152/1985: Distancias entre equipos, áreas de almacenamiento y elementos constructivos del taller de carpintería. Especificaciones del proyecto. 12p
- Razonamiento deductivo. En línea: <https://definicion.de/razonamiento-deductivo/>. Consulta 3 de mayo, 2018.

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Jose L. Figueredo Fernández

Ingeniero Forestal, Especialista de la Estación Experimental Agro-Forestal Guisa, Profesor Asistente adjunto al Departamento Forestal de la Universidad de Granma, su labor investigativa y docente ha estado dirigida a las temáticas de Aprovechamiento Forestal, Silvicultura y Ordenación de Montes. Ha participado activamente en eventos nacionales e internacionales, así como en inspecciones tecnológicas al sector empresarial.