

MEJORAMIENTO DE LAS CAPACIDADES TÉCNICAS EN EL SECADO DE LA MADERA EN SEIS MICROEMPRESAS DE LA CIUDAD DE PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS - PERÚ.

Nelson L. Meléndez Ascaño ¹

Wilson O. Mogrovejo Montesinos ²

Resumen

Este estudio se realizó con la finalidad de cuantificar los valores de “Reducción de Defectos e Incremento en la Productividad” en piezas de madera aserrada, provenientes de tres especies forestales utilizadas en 06 microempresas (carpinterías) de la zona, aplicando dos tipos de secado o tratamientos: secado natural - apilado en caballete (tratamiento 1) y secado artificial - hornos piloto de baja capacidad diseñados por el proyecto (tratamiento 2). Se evaluaron las piezas de madera antes y después de cada tratamiento, registrándose los defectos encontrados en cada caso. Luego de la evaluación se concluye que, mediante la aplicación del tratamiento 2, la Reducción de Defectos ha sido en promedio el 53.19%, superando en más del 30% lo esperado. Del mismo modo, se evaluó el Incremento de la Productividad en las piezas de madera, llegándose a resultados favorables que indican un incremento promedio de 5.3 % para las seis microempresas. En todos los casos, se confirma que la “merma” producida por la aplicación de un secado artificial es menor que la producida al aplicar un secado natural.

Palabras claves: Secado natural, Secado artificial, Madera seca, Métodos de secado.

Abstrac

This study was carried out in order to quantify the values of "Reduction of Defects and Increase in Productivity" in pieces of sawn wood, from three forest species used in 06 microenterprises (carpentry) in the area, applying two types of drying or treatments: natural drying - stacking in trestle (treatment 1) and artificial drying - low capacity pilot ovens designed by the project (treatment 2). The pieces of wood were evaluated before and after each treatment, registering the defects found in each case. After the evaluation it is concluded that, through the application of treatment 2, the Reduction of Defects has been on average 53.19%, exceeding by more than 30% what was expected. In the same way, the Increase in Productivity in wood pieces was evaluated, reaching favorable results that indicate an average increase of 5.3% for the six microenterprises. In all cases, it is confirmed that the "waste" produced by the application of an artificial drying is less than that produced by applying a natural drying.

Key words: Natural drying, Artificial drying, Dry wood, Drying methods.

1. Responsable de la Línea Madera – CITEproductivo-MDD

2. Asistente Técnico en la Línea Madera – CITEproductivo-MDD

I. Introducción

El sector productivo de transformación secundaria de madera en la Región Madre de Dios, en Perú, donde se ubican las microempresas que participan en el proyecto “Mejoramiento de las Capacidades Técnicas en el Procesamiento y Secado de la madera mediante la Tecnología de Módulos de Secado de Seis Microempresas de la Ciudad de Puerto Maldonado” - Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015 (Proyecto PATTEM), se caracteriza por tener bajos niveles de ingreso, baja productividad y baja calidad en sus productos; sus instalaciones y maquinaria corresponden a talleres relativamente pequeños, donde se encuentran máquinas de las cuales el 90% son “hechizas” (fabricación casera). Estas microempresas además, no cuentan con “madera seca” como materia prima, lo que hace que sean poco competitivas, sobre todo para atender mercados extra regionales. La tecnología que emplean es elemental, no utilizan técnicas adecuadas para garantizar muebles estables en el tiempo, poca o ninguna innovación tecnológica en casi todas las etapas del proceso de producción; sin embargo atienden la demanda local, que es la que soporta los actuales defectos de producción. Para mejorar la demanda local, atender la extra regional y garantizar un producto estable en el tiempo, requieren de “hornos secadores para madera” y mejorar la tecnología de fabricación de sus productos terminados.

Habiéndose identificado el “secado de la madera” como el principal problema, mediante el presente estudio, se implementaron un conjunto de enseñanzas orientadas a desarrollar las capacidades técnicas de los participantes para que se entienda a la madera como un material que se somete a un “proceso de secado” dentro de un módulo piloto construido a escala pequeña (para aproximadamente 1200 pt de capacidad).

Finalmente teniendo establecido y funcionando el “módulo piloto” y habiendo recibido las capacitaciones enfocadas en el proceso de secado de la madera aserrada (uso de programas de secado para lotes de madera de aproximadamente 1200 pt), se analizaron otros factores como, los defectos y la productividad, influenciados por el proceso y como controlarlos.

II. Descripción del trabajo

2.1. Microempresas beneficiadas directamente por el proyecto

Como se mencionó anteriormente, la problemática identificada en las microempresas carpinteras, es que no cuentan con “madera seca” para trabajar adecuadamente sus contratos. La metodología que utilizan para obtenerla es rudimentaria, sin control técnico en el proceso. Actualmente ninguna de las microempresas involucradas tiene un “horno para el secado artificial de la madera”, es decir, no secan “técnicamente” la madera que usan. Secan la madera exponiéndola al sol o usando métodos que no garantizan un buen secado, originando defectos que se presentan en los muebles que se entregan a los clientes. Por otro lado, actualmente, los hornos que existen en la región son muy grandes para las necesidades de los microempresarios y no dan servicios a terceros ya que pertenecen a grandes empresas, que se dedican a la exportación de madera seca. Es por ello que, para el nivel descrito, se planteó como solución tecnológica confeccionar, establecer y utilizar hornos pequeños de bajo costo, que con la debida capacitación han hecho que se logre obtener permanentemente madera aserrada seca, consiguiendo con esto, aumentar el horizonte de clientes de las microempresas.

Tabla 1. Microempresarios participantes en este estudio.

MICROEMPRESARIO	DIRECCIÓN
RHONER GONZALES PITA	Jr. Moquegua 1250
EUDIS CUEVA LOPEZ	Jr. Jaime Troncoso 1503
LEON CONZA SUEL	Jr. Los Pionero Mz c- lote 9
GREGORIO HUAMANI PONCE	Carretera Interoceánica km 1,7
CARLOS HUAMAN TINTA	Jr. Manorite Mz c- lote 5
CASIANO HUILLCA FLORES	Av. Los Triunfadores lote 2- Zona Industrial Nuevo Triunfo

2.2. Material y métodos

Para realizar el presente estudio, se ha determinado la aplicación de dos tratamientos o métodos de secado a un grupo de piezas de madera aserrada provenientes de un mismo lote, en cada microempresa. Los tratamientos son:

T1: Secado Natural – en caballete/al aire libre, por un período de tiempo mayor o igual a 4 semanas, para cada caso (por microempresa).

T2: Secado Artificial – en ruma o apilado/en el Módulo PATTEM/horno eléctrico de secado, por un período de tiempo entre 7 y 10 días (según programa de secado), para cada caso (por microempresa).

En función a lo anterior (para el caso de ambos tratamientos), se ha determinado la eficiencia del Secado Artificial con respecto al Natural, en términos de Reducción de Defectos (abarquillamiento y rajaduras) y midiendo el Incremento de la Productividad en madera aserrada, teniendo en cuenta:

- las especies
- los tiempos de secado (natural y artificial)
- la proximidad en la uniformidad de las piezas de madera aserrada (espesor, ancho y largo) provenientes de un mismo lote.

2.2.1. Especies utilizadas

Las especies utilizadas para el presente estudio, por microempresa se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Especies utilizadas en el presente estudio.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de madera (según densidad)	Microempresa
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Mediana	Eudis Cueva
Moena	<i>Nectandra sp.</i>	Mediana	Gregorio Huamaní Carlos Huamán
Pashaco	<i>Parkia sp.</i>	Mediana	León Conza Ronher Gonzales Casiano Huillca

2.2.2. Secado natural - en “Caballete” (T1)

Es una conformación de piezas de madera dispuestas verticalmente, las piezas de madera se colocan de canto sobre un travesaño y se apoyan sobre uno de los extremos, de este modo se expone casi completamente la superficie de la madera aserrada a la acción del medio ambiente, pues las tablas solamente se entrecruzan sobre el travesaño o el caballete.

Mediante este sistema de apilado (ver figura 1) se logra una velocidad de secado bastante rápida, con todas las desventajas del caso. Generalmente la parte inferior de las tablas se seca más lentamente, las partes superiores que se encuentran más expuestas tienen una evaporación muy rápida del agua y son más propensas a grietas, rajaduras y otras deformaciones.

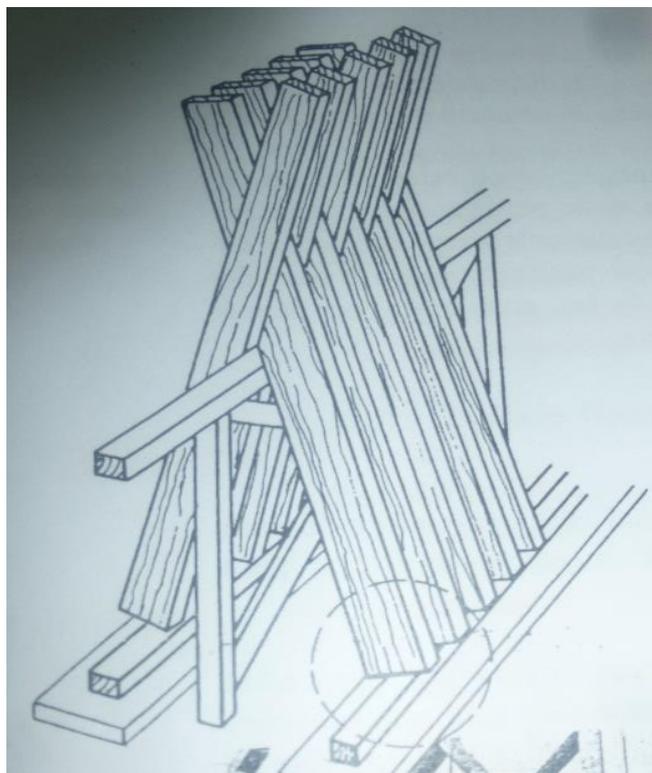


Figura 1. Apilado en forma de caballete.

Este tipo de apilado es llamado también “en forma de X” es exclusivamente utilizado para secar madera aserrada al aire libre, aunque la recomendación es que no se utilice para maderas con tendencia a torceduras. (Tomado de Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas. 1989).

2.2.3. Secado artificial en módulos piloto (PATTEM)

Es realizado en módulos confeccionados especialmente para la capacidad señalada y tienen las siguientes características:

- ✓ Vr (volumen real de madera en m³): 2.268
- ✓ L (longitud de la pila en metros): 3
- ✓ A (ancho de la pila en metros): 1.2
- ✓ H (altura de la pila en metros): 1.4
- ✓ E (espesor de la madera en cm): 2.5
- ✓ B (espesor de los separadores en cm): 2.5
- ✓ K (factor de apilado): 0.9
- ✓ Número de pilas: 1
- ✓ PT: 961.632



(Tomado de Proyecto PATTEM – 2015 – Horno Modelo EKO – 2)

Figura 2. Módulo Piloto PATTEM – para el secado artificial de madera.

2.2.3.1. Establecimiento e instalación de los módulos piloto (PATTEM)

Los módulos son instalados/ensamblados sobre una losa de cemento de 6m largo x 3m de ancho y 0.1 m de espesor. El módulo piloto PATTEM, como ya se mencionó, está basado en cubrir las necesidades de un taller de carpintería que consume entre 1200 y 2400 pies tablares mensuales o 2 m³ de madera aserrada aproximadamente. El largo máximo de la madera que se puede colocar en el módulo es de 4 metros, poco más de 12 pies, que es una medida bastante utilizada en el mercado local. El diseño de este módulo está basado en la construcción de un espacio que no pierda temperatura, es decir, que esté aislado térmicamente para que el consumo de energía sea el menor posible. El tablero de control se fundamenta en una electrónica esencial, que maneja 4 aspectos: calefacción, humificación, extracción de humedad y ventilación. El funcionamiento del módulo se realiza con un programa de secado sencillo en el que se pueden ingresar los valores deseados al controlador. El módulo tiene la capacidad de mantener un flujo de aire adecuado (velocidad del aire entre 2 y 2.5 m/s), calentar el ambiente interno del módulo, extraer la humedad excesiva y mantener una humedad controlada, todo esto para secar la madera de manera rápida y con la menor cantidad de merma posible.

2.2.3.2. Puesta en funcionamiento y pruebas de secado

A. Apilado de madera

El apilado o armado de los paquetes dentro del secador, tiene mucha influencia en el secado de la madera, un mal armado lleva como consecuencia un secado de baja calidad. El principio del secado artificial consiste en que las tablas, al ser colocadas con los separadores, tengan la mayor cantidad de aire circulando dentro del módulo. Si se colocan separadores de mayor tamaño, una mayor cantidad de aire circulará entre las piezas de madera, acelerando el proceso de secado. Cuando las piezas de madera tienen un mismo largo, el armado se realiza como se muestra en la parte izquierda de figura y cuando hay diferentes medidas, se acomoda como se indica en la parte derecha de la misma.

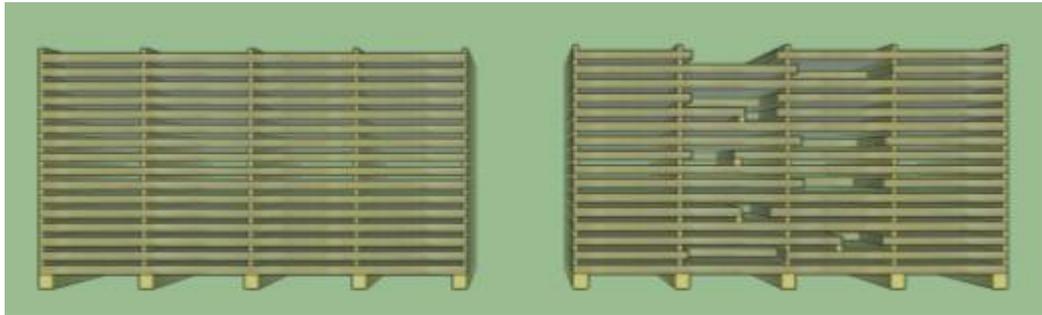


Figura 3. Apilado de madera con diferentes largos.

Si se tienen piezas de madera de una misma medida y el espesor no excede de los 50 mm, entonces se recomienda el armado como en la siguiente figura (parte izquierda). En caso tener piezas de madera más gruesas, se recomienda dejar espacios de 3 cm. para que el aire circule tanto horizontal como verticalmente, tal como se muestra en la figura al lado derecho.

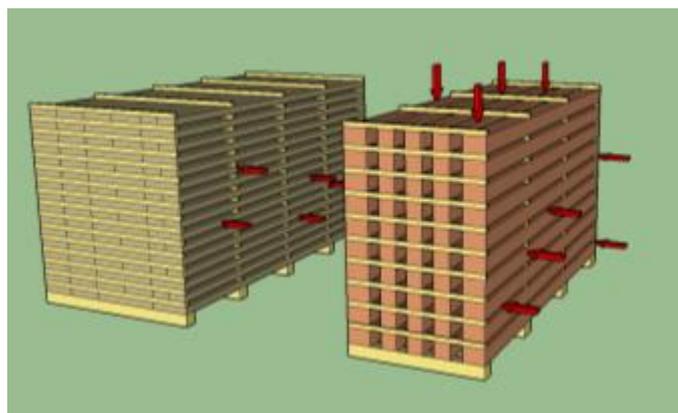


Figura 4. Apilado de madera de 50 mm de espesor y de mayor espesor.

Para piezas de madera que no pasen los 25mm de espesor, se recomienda usar separadores de medidas, entre 20 y 25 mm de espesor. Para maderas de hasta 50 mm de espesor, usar separadores de 30 a 35 mm.

Tabla 3. Tamaño de los separadores por espesores de la madera.

TAMAÑO DEL SEPARADOR (mm)	ESPESOR DE LA MADERA (mm)
20 – 25	25
30 – 35	50
50	Mayor a 50

Es muy importante colocar los separadores en forma ordenada y recta, uno debajo del otro, tal como se muestra en la siguiente figura (lado izquierdo) y no como se muestra en el lado derecho. El efecto que va ocurrir si no se arma el paquete de manera correcta es el doblado de las piezas de madera.

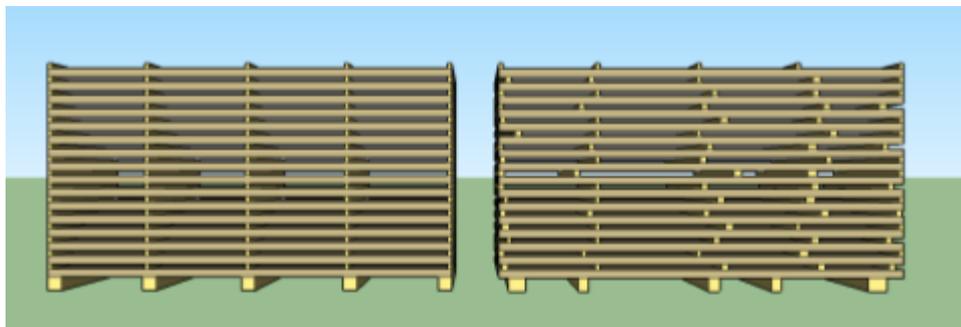


Figura 5. Ubicación de separadores.

Para mejorar la calidad del secado los paquetes deben acomodarse con los extremos bien alineados tal como se muestra en la siguiente figura, esto mejora los defectos que pueden ocurrir en las cabezas de las tablas.

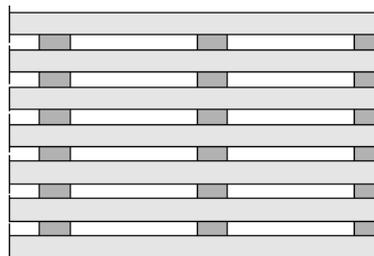


Figura 6. Separadores alineados por un extremo.

En el caso de que los largos de las piezas de madera no sean iguales, se alinea al menos un lado, y el paquete se coloca hacia dentro del módulo, pegado a la pared por el lado alineado, dejando que las puntas sobresalgan hacia el interior del horno. Esto se aprecia en la siguiente figura.

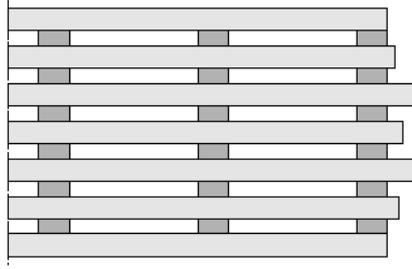


Figura 7. Forma de apilado de tablas con longitudes diferentes

B. Carga del módulo de secado

La carga de la madera al módulo es un factor muy importante en la calidad del secado. En la siguiente figura se puede ver el “área útil de carga” del módulo, el cual es de 4 metros de ancho por 1 metro de fondo (área sombreada de color naranja). Se deja libre, 0.4 metros aproximadamente tanto en la parte de la puerta como en la parte posterior (área sombreada de color gris).

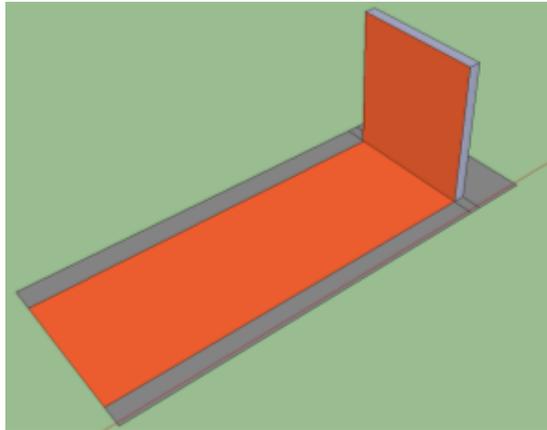


Figura 8. Área útil para el apilado de madera de los módulos

La forma correcta de cargar el módulo es como se muestra en la siguiente figura, nótese que no se deja espacios vacíos en el área útil.

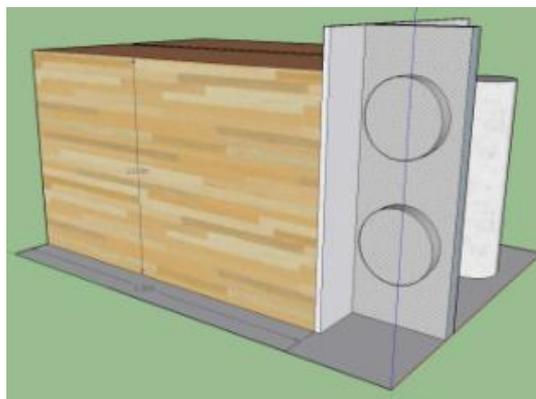


Figura 9. Forma correcta del apilado de madera dentro del horno de secado

En la mayoría de los casos, no se cuentan con paquetes de medidas exactas para que cubran el largo, en este caso se tienen que cruzar los paquetes para evitar que quede un pasadizo o un área libre. Es muy importante no dejar áreas libres, esto hace que el aire no pase por la madera si no por los lados libres que se dejen.

2.3. Resultados

2.3.1. Resultados obtenidos según el tipo de secado en referencia a abarquillamiento y rajaduras, para cada microempresa.

- En el caso del SECADO NATURAL se tienen los siguientes datos:

Tabla 4. Valores obtenido por un secado natural

	Nº DE PIEZAS EVALUADAS	DEFECTOS POR SECADO NATURAL		DEFECTOS TOTALES POR SECADO NATURAL
		ABARQUI.	RAJADURAS	
Casiano H.	63	16	29	45
León C.	65	18	31	49
Gregorio H.	65	14	35	49
Carlos H.	70	14	44	58
Ronher G.	66	13	30	43
Eudis C.	70	16	47	63

En la tabla anterior para el secado natural, se observa un máximo de 63 piezas con defectos de abarquillamiento y rajadura en la microempresa de Sr. Eudis Cueva, y un mínimo de 43 piezas con los mismos defectos en la microempresa de Sr. Ronher Gonzales.

- En el caso del SECADO ARTIFICIAL se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 5. Valores obtenido por un secado artificial

	Nº DE PIEZAS EVALUADAS	DEFECTOS POR SECADO ARTIFICIAL		DEFECTOS TOTALES POR SECADO ARTIFICIAL
		ABARQUI.	RAJADURAS	
Casiano H.	63	5	9	14
León C.	65	8	10	18
Gregorio H.	65	5	8	13
Carlos H.	70	6	12	18
Ronher G.	66	6	8	14
Eudis C.	70	7	10	17

En la tabla anterior para el secado artificial, se puede observar que los defectos varían teniendo como máximo de 18 piezas defectuosas con abarquillamiento y rajaduras en la microempresa de Sr. León Conza y Carlos Huamán, y un mínimo de 13 piezas con los mismos defectos en la microempresa de Sr. Gregorio Huamaní.

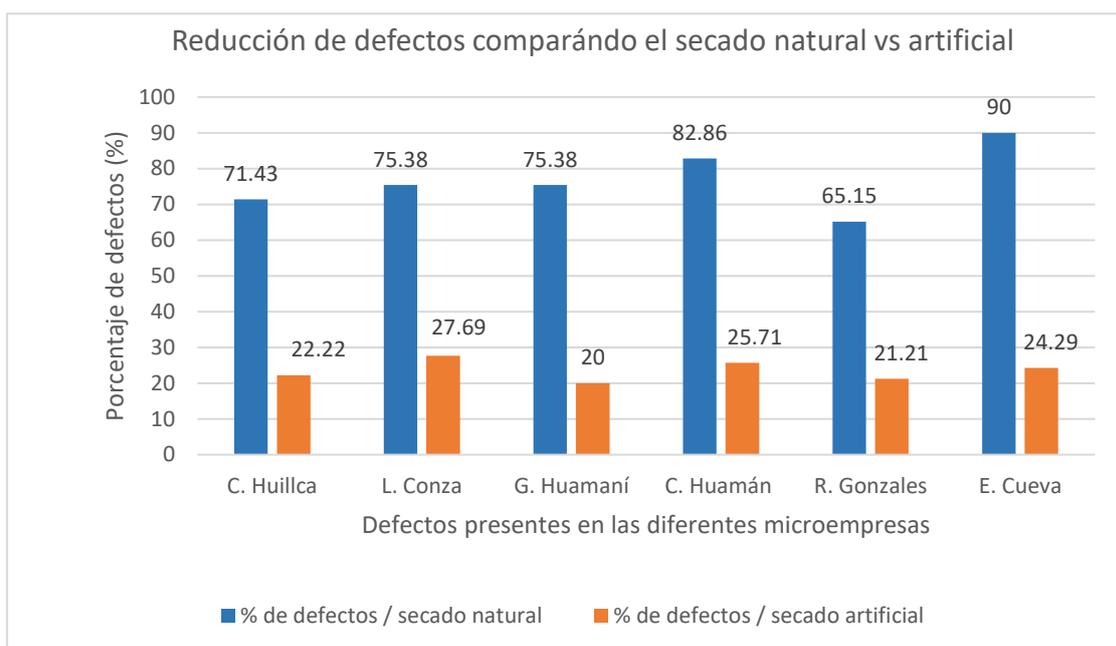


Gráfico 1. Comparación de defectos en la madera, evaluando los dos tipos de secado (natural y artificial).

Como se puede observar en el gráfico anterior, los valores de defectos en la madera, aplicando un secado natural son altos en comparación a la aplicación de un secado artificial. Al confrontar los datos, se tiene que existe una reducción promedio de 53.19% en defectos (abarquillamiento y rajadura) a favor del secado artificial.

2.3.2. Incremento de la productividad

Para desarrollar esta fase del estudio, se midieron los valores de madera aserrada en m³, antes y después de la aplicación del secado natural, de esta manera determinamos una productividad inicial o estándar. A su vez, utilizando otro grupo de piezas de madera aserrada proveniente del mismo lote, se aplicó el secado artificial y se hicieron las mismas mediciones que en el caso anterior, obteniéndose otro valor de productividad, el que es confrontado con el anterior.

➤ Valores de productividad por microempresa para el en Secado Natural

Tabla 6. Volúmenes inicial, final y volumen de la merma e índice de productividad

NOMBRE	VOL.TOTAL INICIAL (m3)	VOL.FINAL OBTENIDO (m3)	VOL. MERMA (m3)	VALOR DE PRODUCTIVIDAD
C. Huillca	1.899	1.802	0.097	0.949
G. Huamani	1.663	1.576	0.086	0.948
L.Conza	1.987	1.884	0.103	0.948
R.Gozales	2.309	2.191	0.117	0.949
C.Huamán	1.555	1.492	0.104	0.935
E. Cueva	2.821	2.676	0.145	0.949
PRODUCTIVIDAD ESTANDAR (VALOR PROMEDIO)				0.946

Según la tabla 6, observamos que los valores de productividad varían entre 0.935 y 0.949, siendo el promedio 0.949. A este valor lo hemos llamado “productividad estándar” debido a que es el obtenido luego de finalizar el secado al aire libre, secado que es el que normalmente aplican las microempresas para sus productos finales. Este valor es confrontado con el obtenido al promediar los valores del secado artificial.

➤ **Valores de productividad por microempresa para el Secado Artificial**

Tabla 7. Volúmenes de secado artificial e índice de productividad

NOMBRE	VOL.TOTAL INICIAL (m³)	VOL.FINAL OBTENIDO (m³)	VOL. MERMA (m³)	VALOR DE PRODUCTIVIDAD
C. Huillca	1.162	1.161	0.001	0.999
G. Huamani	1.843	1.841	0.002	0.999
L. Conza	1.251	1.250	0.001	0.999
R. Gonzales	1.254	1.253	0.001	0.999
C. Huamán	1.778	1.776	0.002	0.999
E. Cueva	1.738	1.736	0.002	0.999
PRODUCTIVIDAD (VALOR PROMEDIO)				0.999

Según el cuadro anterior, observamos que los valores de productividad se ajustan a 0.999, siendo el promedio el mismo (0.999). Este valor es el que confrontamos con el de productividad para el secado natural (productividad estándar) debido a que es el obtenido luego de finalizar el secado artificial, secado que es el que actualmente aplican las microempresas en su producción.

Cálculo del incremento de la productividad expresado en porcentaje (%)

Tabla 8. Incremento de la productividad en las microempresas

PRODUCTIVIDAD PROM. SECADO ARTIFICIAL	PRODUCTIVIDAD PROM. SECADO NATURAL	INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD (IP)	IP EN %
0.999	0.946	0.053	5.3

Finalmente, en el cuadro anterior, al hacer la comparación entre los valores de “productividad” de ambos tratamientos, se tiene que el valor de la productividad correspondiente al secado artificial, se incrementa en 5.3 unidades, valor que está por encima de lo esperado.

III. DISCUSIÓN

El secado de la madera aserrada es un factor concluyente en el servicio, la calidad y el costo de los productos manufacturados a partir de esta materia prima; en ese sentido, es muy importante poner mayor atención al tipo de secado correcto, así como a la evaluación de los métodos y técnicas existentes, para poder aumentar el nivel tecnológico y lograr productos más competitivos.

Se han analizado dos métodos para secar madera: Secado Natural (al aire libre) y el Secado Artificial (en Módulos Piloto- PATTEM), actualmente en la zona el Secado Natural es el más difundido; sin embargo con el presente estudio se han demostrado las ventajas de tiene un secado artificial sobre el anterior en referencia a madera aserrada pre dimensionada.

Para asegurar la mayor estabilidad dimensional, conviene secar la madera a un CH que represente el promedio del lugar en donde ésta prestará servicio.

IV. CONCLUSIONES

- Los defectos encontrados en las muestras son: rajaduras y abarquillamientos.
- Las evaluaciones que se han considerado, se refieren al producto: madera aserrada.
- Los períodos de tiempo de secado, en ambos tratamientos, varían en función al contenido de humedad de la madera, con el que se inicia el estudio.
- En referencia al Secado Natural, en todos los casos, se observa que del 100 % de piezas evaluadas (399), el 76.9 % (307) presentan defectos al final del periodo de evaluación.
- En el caso del Secado Artificial, para todos los datos evaluados, se observa que del 100% de piezas (399), el 23.55 % (94) presentan defectos al final del periodo de evaluación.
- La madera utilizada, normalmente en la elaboración de muebles, así como, en partes y piezas, en la zona de estudio, es la secada al natural, por lo tanto, los valores de defectos con que se inicia el presente trabajo corresponden a este tipo de secado, es decir, partimos con un 76.9% de defectos encontrados en la madera.
- La propuesta del proyecto, es que mediante la aplicación del tratamiento 2 (secado artificial) se produzca una reducción de defectos de un 20%, en este caso, en madera aserrada. Luego de la evaluación se tiene que, mediante la aplicación del tratamiento 2, la reducción de defectos ha sido en promedio el 53.19%, superando en más del 30% lo esperado.
- Los defectos de secado observados (abarquillamiento y rajaduras) son producidos por la contracción. La contracción sucede cuando la madera se seca por debajo del punto de saturación de las fibras, la humedad es removida de las paredes celulares y la pieza se contrae, por lo tanto hay una pérdida de un cierto porcentaje de madera.
- Según los datos obtenidos, la productividad promedio para el Secado Natural es de 0.946 y para el Secado Artificial es de 0.999. Al compararse ambos valores obtenidos se llega a resultados favorables de productividad para el secado artificial (5.3 % más), reafirmando el hecho de que al utilizarlo, se incrementa la productividad al elaborar muebles y/o partes y piezas a partir de materia prima proveniente de este secado.
- En todos los casos, se confirma que la “merma” producida en el Secado Artificial es menor que la producida en el Secado Natural.

V. REFERENCIAS

- JUNAC. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas. Lima. Perú.
- Fohn E. 2018. Diagnóstico situacional del proceso de secado de seis microempresas en la región del sector maderero del CITE productivo Madre de Dios.
- CITEproductivo-MDD. 2018. Protocolo de secado usando Módulos PATTEM. Proyecto “Mejoramiento de las capacidades técnicas en el procesamiento y secado de la madera mediante la tecnología de módulos de secado en seis microempresas de la ciudad de Puerto Maldonado“. Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015.Madre de Dios. Perú.
- DGFFS.2011. Fortalecimiento de capacidades en identificación anatómica y cubicación de madera de especies forestales tropicales del Perú. Guía práctica de cubicación de madera – Curso Taller. MINAGRI-Lima.
- CITEmadera.2009. Técnicas de secado de la madera. Serie 1. Guía de contenidos. Competencias básicas para la producción industrial de muebles de madera. Lima.
- IMAD.2018. Manual de fabricación, operación y mantenimiento de módulos de secado de madera. Proyecto “Mejoramiento de las capacidades técnicas en el procesamiento y secado de la madera mediante la tecnología de módulos de secado en seis microempresas de la ciudad de Puerto Maldonado“. Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015. Madre de Dios. Perú.
- CITEproductivo-MDD. 2018. Validación del protocolo para e secado de madera usando “Módulos PATTEM”. Proyecto “Mejoramiento de las capacidades técnicas en el procesamiento y secado de la madera mediante la tecnología de módulos de secado en seis microempresas de la ciudad de Puerto Maldonado“. Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015.Madre de Dios. Perú.
- CITEproductivo-MDD. 2019. Incremento de la productividad de la madera de las 06 empresas en un 5 %. Informe del Resultado 3. Proyecto “Mejoramiento de las capacidades técnicas en el procesamiento y secado de la madera mediante la tecnología de módulos de secado en seis microempresas de la ciudad de Puerto Maldonado“. Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015. Madre de Dios. Perú.
- CITEproductivo-MDD. 2019. Reducción de defectos por el secado artificial en un 20 %. Informe del Resultado 2. Proyecto “Mejoramiento de las capacidades técnicas en el procesamiento y secado de la madera mediante la tecnología de módulos de secado en seis microempresas de la ciudad de Puerto Maldonado“. Convenio N° 547-FIDECOM-INNOVATE-PATTEM-2015. Madre de Dios. Perú.