

La Revista **Ciencia Forestal en México**, es el órgano divulgativo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, que tiene como finalidad difundir resultados parciales o finales de las investigaciones forestales realizadas por su personal científico, existiendo la posibilidad de presentar artículos de investigadores externos, nacionales o extranjeros.

COMITÉ EDITORIAL FORESTAL.

Presidente y Director de la Revista:	Ing. Carlos E. González Vicente.
Secretaría Técnica:	Sra. María de Jesús Barrios Núñez.
Vocales:	Ing. Gonzalo Novelo González. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH.
	Dr. Daniel Piñero Dalmau. Centro de Ecología, UNAM
	Ing. Victor E. Sosa Cedillo. Dirección General de Protección Forestal, SFFS, SARH.
	Dr. Alejandro Velázquez Martínez. Programa Forestal, Colegio de Postgraduados.
	Ing. Avelino B. Villa Salas. Academia Nacional de Ciencias Forestales, A.C.
Coordinador Editorial:	Ing. Avelino B. Villa Salas.
Editores:	Dr. José Daniel Garza y Rueda. Lic. Javier Sosa Cedillo.

El Comité Editorial Forestal del INIFAP, agradece la colaboración prestada para la preparación de este número de la **Revista Ciencia Forestal en México**, a las siguientes personas:
Dr. Rafael Moreno Sánchez, Ing. Raúl Villarreal Cantón, M. Sc. Alicia E. Martínez Bautista, M. C. Cecilia Nieto de Pascual Pola, M. C. Nancy Contreras Moreno e Ing. Abel López Caballero.

Certificado de Licitud de Contenido Núm. 677

Certificado de Licitud de Título Núm. 1151

Número de la Serie Estándar Internacional (ISSN) : 0185-2418

CIENCIA FORESTAL

en México

VOL. 15

JUL-DIC 1990

NÚM. 68

CONTENIDO.

	Pag.
BIOLOGÍA Y CONTROL QUÍMICO DE <i>Synanthedon cardinalis</i> Dampf. (Lepidoptera: Sesiidae) EN LA SIERRA PURÉPECHA, MICHOACÁN. Adolfo Del Río Mora.	3
DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA JOJOBA (<i>Simmondsia chinensis</i>). Carlos Carrillo Maya.	29
DIAGNÓSTICO DE LA INDUSTRIA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL D.F. David Zavala Zavala.	61
SERIES DE TIEMPO EN EL ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA RESINERA INTERNACIONAL Reynaldo Valenzuela Ruiz.	85
CUERPO CONSULTIVO.	113



BIOLOGÍA Y CONTROL QUÍMICO DE *Synanthedon cardinalis* Dampf. (Lepidoptera: Sesiidae) EN LA SIERRA PURÉPECHA, MICHOACÁN.

Del Río Mora Adolfo*

RESUMEN.

En el presente estudio se hicieron observaciones sobre la biología y hábitos de la mariposa resinera: "*Synanthedon cardinalis*" (Lepidoptera: Sesiidae), insecto descortezador que ataca principalmente plantaciones de *Pinus douglasiana* y *P. leiophylla*, dos de sus más importantes hospederos. Una generación de la mariposa dura un promedio de 170 días presentando dos superpuestas; una al inicio de la primavera y la otra durante el otoño.

Se mencionan también algunos de los más importantes parásitos de la mariposa como son las avispas *Hissopus rhyacioniae*, *Euderus* sp. y *Horismenus* sp. (Hym: Eulophidae); así como *Lissonota* sp. (Hym: Ichneumonidae), que parasitan las larvas del lepidóptero.

Se hicieron pruebas químicas de control de la mariposa, que constaron de 4 tratamientos con 3 repeticiones en un diseño en bloques al azar. En el primero se incluyó un testigo sin aplicar solución, el segundo consistió en aplicar parathion metílico (50%), en dosis de 2.5 ml por litro de agua al fuste de los árboles; en tercer lugar se probó la inyección de gusathion M-20, con 3 ml de producto en un litro de agua y por último, el tratamiento que consistió en remover las partes afectadas del árbol, "cirugía", para posteriormente sellarlas con pasta bordelesa (1kg de sulfato de cobre y otro de cal).

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza completamente al azar con prueba de comparación de Tukey, el tratamiento "cirugía" reportó diferencia significativa sobre los demás.

Aprovechando que gran parte de los estudios biológicos y las pruebas de control químico se hicieron en dos plantaciones, una de *Pinus douglasiana* y la otra de *Pinus leiophylla*, situadas a los 2 060 metros sobre el nivel del mar (m s n m), en las que existen 5 espaciamientos.

Se graficó la relación densidad-ataque, donde se pudo apreciar que para el caso de la primer

* Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Investigador de la Red de Entomología, Campo Experimental Uruapan. CIFAP- MICH, INIFAP-SARH.

especie *Pinus douglasiana*, son menos frecuentes los ataques en densidades medias (2.5, 3 y 3.5 m), mientras que en *Pinus leiophylla* (especie mucho menos atacada que la anterior), las densidades altas (2 x 2 m), favorecen el ataque del insecto.

Palabras clave: Mariposa resinera, plagas forestales, descortezador de pinos.

ABSTRACT.

In this study, the biology and habits of the resin tapper butterfly "*Synanthedon cardinalis*" (Lepidoptera: Sesiidae), were observed. This is a bark stripping insect attacking mainly *Pinus douglasiana* and *P. leiophylla* plantations, two of its most important hosts. A generation of this butterfly lasts an average 170 days with 2 superposed: one in early spring and the other in the fall.

Some of the most important parasites of this butterfly are also mentioned, including wasps *Hissopus rhyacioniae*, *Euderus* sp. and *Horismenus* sp. (Hym: Eulophidae) and *Lissonota* sp. (Hym: Ichneumonidae), a parasite of the Lepidoptera larvae.

Control chemical tests were conducted on the butterfly with 4 treatments and 3 repetitions following a random block design. Treatment included a blind dummy where no solution was applied. Another treatment consisted of applying a solution of metyl parathion (50%), in 2.5 ml/L of water to the tree wood. A solution of 3 ml. of gusathion M-20 in 1L of water was injected to the tree. A fourth treatment consisted of removing the tree's affected parts "surgery" and then sealing it with bordalaise paste (1 kg. of cupper sulfate and 1 kg of lime).

The treatment outcome was subject to a fully random variance analysis with Turkey's comparison test. The surgery treatment showed a significant difference over the other treatments.

Since most biological studies and chemical control testing were conducted in two plantations, one of *Pinus douglasiana* and one of *Pinus leiophylla*, located at 2 060 meters above sea level (m a s l), where there are 5 spacings.

The density-attack ratio was plotted and the chart showed that with the first species (*Pinus douglasiana*), attacks with medium densities are less frequent while with *Pinus leiophylla* (a species attacked much less than the other), high densities (2 X 2 m), encourage the insect attack.

Key words: Resin tapper butterfly, forest insect pest, bark stripping insect.

INTRODUCCIÓN.

Toda intervención realizada por el hombre o por el efecto de factores naturales que suceden dentro de los bosques, trae como resultado diversas manifestaciones que coadyuvan a modificar el ecosistema del lugar. Estos fenómenos bióticos o abióticos, al interferir en el medio ambiente, actúan en el comportamiento de las masas arboladas.

Tal es el caso del manejo y aprovechamiento de las áreas repobladas artificialmente que actualmente se efectúa en la zona, de la sierra Purépecha, donde se ha observado que las cortas clandestinas y podas de conformación de ramas (sin técnica alguna), que únicamente truncan parte de ellas, o bien otras prácticas realizadas por lugareños que habitan en la zona, propician en su conjunto la proliferación tanto de plagas como de enfermedades, las cuales afectan el buen desarrollo de las plantaciones en general.

El presente trabajo constituye un estudio acerca del comportamiento, daños, distribución y demás aspectos relacionados, así como de los posibles medios de control de un insecto denominado "mariposa resinera" (*Synanthedon cardinalis*). Se ha observado que al alimentarse del cambium daña severamente los fustes de los pinos jóvenes, principalmente en aquellos afectados por daños mecánicos.

Generalmente se presenta en plantaciones y provoca intensos daños, contribuyendo con ello al deterioro en la calidad y producción de madera en las plantaciones de la región purépecha.

ANTECEDENTES.

El resurgimiento en el conocimiento de la especie de la "mariposa resinera", fue hecho por Beutelspacher¹, (cfr. Revista Ciencia Forestal, N° 43), quien efectuó una redefinición taxonómica del insecto al realizar una revisión, después de que la bióloga. Ma. del Socorro Hernández le consultara con el objeto de identificar unos ejemplares procedentes del Ajusco, D.F., y de Zoquiapan, estado de México (cfr. Revista Ciencia Forestal en México N° 67), los cuales barrenaban los troncos de los pinos.

La referencia que encontró el mencionado especialista en lepidópteros sobre ese insecto fue la de Dampf², quien le dio el nombre científico de *Montezumia cardinalis*, que aparece citado en el trabajo sobre insectos fitófagos³, así como por Beutelspacher, *op. cit.*

¹ Beutelspacher, R.C. 1983. "Redifinición taxonómica de *Montezumia cardinalis* Dampf. (Lepidoptera:Sesiidae)". pp. 24-32.

² Dampf, A. 1930. "Dos plagas de los bosques de México, nuevas para la ciencia". pp. 179-181.

³ García, M. C. 1974. "Primer catálogo de insectos fitófagos de México". pp.1-176.

Debido a que la descripción original de Dampf no apareció, Beutelspacher la redefinió como *Synanthedon cardinalis* (Dampf), basado en el reconocimiento de que actualmente *Synanthedon* es el único género de la familia *Sesiidae* que se alimenta de pináceas.

Posteriormente, Hernández⁴ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 46), estudia la biología de *Synanthedon cardinalis* (Dampf), en el estado de México, insecto que se encuentra atacando los fustes de *P. montezumae*, en los bosques del Parque Nacional "La Malinche", así como en las zonas de reforestación del Ajusco, donde ataca otras especies de pinos.

La misma autora indica que la duración del ciclo del insecto toma aproximadamente, de huevo a adulto, 166.3 días y que se encuentra distribuido en los estados de Baja California Norte y Sur, Sonora, Jalisco, Michoacán, Tlaxcala, estado de México y Morelos.

Al realizar un análisis de la información que existe sobre el estudio anterior, incluso dicha autora, considera los resultados como preliminares, sugiriendo que los estudios sobre la biología y métodos de control del insecto se prolonguen aún, considerando que esta plaga se comporta como secundaria en nuestros bosques.

En la región purépecha del estado de Michoacán, el insecto ha sido colectado y registrado dentro del catálogo de plagas y enfermedades del mismo estado⁵, donde se advierte que está adquiriendo mucha importancia por el daño que causa a las plantaciones de pinos jóvenes dispersas en la región.

METODOLOGÍA.

Área de estudio.

El área donde se realizó el presente estudio es una plantación que se encuentra a 14 kilómetros al noroeste de la ciudad de Uruapan, Michoacán, a los 19° 32' latitud norte y 102° 04' longitud oeste, a una altura de 2 060 m s n m a ambos lados sobre la carretera Carapan-Uruapan, en el kilómetro 61, como se puede ver a continuación.

⁴ Hernández, M.M. 1983. "Biología de *Synanthedon cardinalis* (Dampf). (Lepidoptera: *Sesiidae*), descortezador de pinos". pp. 179-181.

⁵ Río, M. A. del; et al. 1987. Catálogo de plagas y enfermedades forestales del estado de Michoacán.

parcelas de 24 x 24 m, con calles diversorias de 3 m de ancho⁶.

El segundo sitio se encuentra hacia el norte, a 300 m. del primero, se compone de plantaciones de *Pinus leiophylla*, conserva las mismas características del anterior en cuanto a presencia de ataques, superficie y densidad, así como número de parcelas y extensión de las mismas. En los dos sitios se usaron únicamente 12 parcelas para observaciones y experimentos durante 2 años consecutivos en el período 1986-1987.

Insecticidas.

Por considerarse comunes, económicos y accesibles en el mercado, fueron seleccionados los insecticidas gusathion metílico y pasta bordelesa para utilizarse en forma supresiva contra la población larval de la mariposa.

El gusathion M-20 se aplicó inyectándolo al fuste con taladro de pressler, se realizaron tres perforaciones equidistantes alrededor del fuste a una profundidad de 8 cm, a partir de la corteza exterior del árbol y aproximadamente a un metro de alto a partir del suelo y a la dosis de 3 ml por litro de agua, aplicando hasta llenar las perforaciones dos veces; inmediatamente después de verificadas éstas, se completó un volumen de medio litro por árbol de la mezcla.

El parathion metílico se aplicó al fuste asperjando con bomba aspersora manual con capacidad de 18 litros; se procuró bañar a punto de goteo todo el fuste, asperjándose un promedio de 2 litros por árbol y cubriendo una superficie de 5 m de fuste, a razón de 3 ml por litro de agua. Esta operación se hizo por las mañanas cuando se observaron menos corrientes de aire.

En otro de los ensayos se utilizó pasta bordelesa aplicada directamente en los ataques, habiendo previamente extraído las larvas y haciendo una especie de cirugía, con el propósito de contener los futuros y sucesivos ataques en el mismo lugar del fuste que habitualmente realiza la mariposa, generación tras generación.

Las aplicaciones se realizaron al finalizar la primera generación anual de la población larval que presenta el insecto, en el mes de abril, cuando a las larvas se les encuentra en los dos últimos estadios y el daño se hace más palpable.

Se evaluaron también las posibles reinfestaciones que se pudieran presentar durante la época de emergencias de la segunda generación, debido a los hábitos de ataque de la mariposa.

⁶ García, M.J. 1985. Efecto del espaciamiento en una plantación de cuatro especies de pino en Capácuaro, Mich.

Diseño experimental.

Para el desarrollo de los ensayos de control químico contra la mariposa resinera en ambos sitios, se utilizó un diseño experimental en bloques al azar, donde se compararon 4 tratamientos con 3 repeticiones, considerando un árbol por parcela con diferente número de ataques.

Distribución de los tratamientos en el campo.

	1 ---	A	B	C	T
Repeticiones	2 ---	B	C	T	A
	3 ---	C	T	A	B

Tratamientos.

La parcela útil de cada tratamiento fue de un árbol.

Clave.

A= Inyectado (gusathion M-20 *: 3 ml por litro de agua).

B= Asperjado (parathion metílico **: 2.5 ml por litro de agua).

C= Cirugía (pasta bordelesa con 1 kg de sulfato de cobre y otro de cal).

T= Testigo.

Ingredientes activos.

* Azinophos - methyl en mezcla con demeton - 5 - methyl sulphone (20%), con mayor acción sistémica⁷.

** 0,0 - dimetilo - P - nitrofenil - tiofosfato (50%).

Muestreo.

Con el propósito de obtener resultados confiables de las aplicaciones, los muestreos se efectuaron 15 días después de haber aplicado los insecticidas gusathion y parathion metílico.

En ambos tratamientos se efectuó un muestreo total del árbol en pie, se extrajo a base de cortes sobre la corteza en los lugares atacados, identificados por los grumos de resina, todas las larvas de la mariposa resinera y se sometió el factor mortalidad de éstas al análisis

⁷ Hill, D. 1979. Agricultural insect pest of the tropics and their control.

estadístico entre los tratamientos; utilizando un análisis de varianza completamente al azar con prueba de comparación de Tukey. Durante estos trabajos se usó igual método para los testigos.

En el caso del tratamiento con pasta bordelesa, como ya se indicó, se hizo con el fin de apreciar y cuantificar posibles reinfestaciones. Los muestreos se verificaron durante los últimos meses del año cuando se presenta la siguiente generación de la mariposa.

Biología y hábitos.

Para poder determinar algunos datos del ciclo biológico de *Synanthedon cardinalis* se usaron dos tipos de métodos de observación:

El primero directamente en las plantaciones infestadas, que consistió en llevar un registro periódico (cada 8 días aproximadamente), del comportamiento de la población del insecto; tomando en consideración todas las etapas de su ciclo de vida, daños y hábitos en forma natural.

Para precisar las tomas de datos, se llevaron a cabo colectas de muestras en cada visita a los sitios, principalmente de larvas en actividad, para transportarlas al laboratorio y realizar mediciones de cápsulas cefálicas, con el micrómetro del microscopio de disección y la fórmula de Dyar⁸ (1.4 na), y así poder definir en esa forma los estadios que se presentan.

El otro método se desarrolló mediante la cría de larvas en laboratorio con dietas alimenticias proporcionadas y sugeridas por el dr. Bernard H. Ebel de la Estación Experimental Forestal de Athens, Georgia, E.U., quien ha obtenido éxito con estas dietas en cría de larvas del género *Dioryctria* (Lepidoptera: *Pyralidae*), en laboratorio.

La dieta alimenticia está compuesta por las siguientes sustancias: vitamina libre de caseína 24.5 g, mezcla de sales 7 g, sacarosa 8.1 g, dextrosa 8.1 g, fructuosa 8.1 g, embrión entero de trigo 35 g, Alphacel 18.75 g, colesterol 2.1 g, ácido sórbico 84 g, cloruro de colina 70g, extracto de levadura 2.5 g, agar 17.5 g, ácido ascórbico 3.5 g, aceite de linaza 2 ml y agua 52.5 ml.

Esta mezcla se prepara calentando el agua hasta los 100° C durante 10 minutos y se vacía rápidamente en ese estado, en pequeños vasos de plástico de forma cónica de 4 cm de alto por 4 cm de diámetro superior y 2.5 cm de diámetro inferior con tapas herméticas de presión.

La mezcla o dieta al vaciarse en los vasos debe quedar de un espesor de 1.5 cm, esta maniobra se tiene que hacer en forma ágil y rápida, o de lo contrario se enfría y solidifica, que es cuando

⁸ Dyar, H.G. 1940. "The numbers of healts of lepidopteros larvae". pp. 422-430.

se emplea para la cría; en este estado se puede conservar útil para usarse por mucho tiempo (2 años), refrigerada y bien envuelta en bolsas de polietileno a una temperatura de 10° C sobre cero.

Una vez preparada la dieta se procuró introducir en cada vaso una sola larva, preferentemente de las más pequeñas, recién eclosionadas o por lo menos del segundo estadio, colectadas en el campo. Se inició la observación durante todo su desarrollo posterior hasta finalizar con la emergencia.

Generalmente se utilizaron dos vasos con dietas para alimentar a cada larva, del primer estadio al último. Le acompañó a cada vaso una etiqueta de anotaciones y se les colocó a las condiciones de temperatura imperantes en el medio ambiente, que fluctuaron entre los 18° C y los 22° C.

Relación densidad-ataque.

Debido a que las plantaciones de los dos sitios de estudio presentan aparte de otros disturbios provocados o naturales, 5 espaciamentos diferentes, se determinó para complementar el trabajo, efectuar un conteo de los árboles atacados y sanos por parcela con el propósito de encontrar una posible relación densidad-ataque que se registrara hasta el momento de efectuar el estudio.

RESULTADOS.

Distribución y hospederos.

Se pudo constatar que el insecto se encuentra distribuido por toda la región forestal purépecha, dañando principalmente a plantaciones de pinos de edades entre 8 y 15 años y en menor grado a especies de pinos en bosques naturales.

En la región de estudio las principales especies hospederas del insecto en orden de importancia son: *P. douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobis*, *P. montezumae* y *P. michoacana*.

Daños.

Es común observar que la mayor cantidad de daños, ocasionados por la población larval de la mariposa resinera recaen en árboles que han sufrido algún tipo de deterioro primario,

como podas de ramas mal realizadas, golpes en el fuste o incendios.

Del mismo modo, se observa que el insecto tiene cierto comportamiento tendiente a asociarse con los cánceres en tronco y ramas causados por el hongo *cronartium*; cuando los daños causados por el insecto y la roya son severos y se presentan en los verticilos del arbolado es frecuente observar que se trunque o desgaje el fuste con las corrientes de aire.

Se han observado casos en que el arbolado mal conformado no resiste más de 10 ataques. Pero en general, los registros señalan que árboles vigorosos no soportan más allá de la tercera generación de la mariposa, siempre y cuando éste reciba entre 8 y 10 ataques por generación.

Lo anterior deja de manifiesto que bastaría que una sola mariposa hembra ovipositará la totalidad de sus huevecillos en un árbol durante tres generaciones para que éste muriera, lo que no ocurre con otros descortezadores como *Dendroctonus mexicanus* que requiere de grandes poblaciones larvales para el mismo caso.

Por lo general, los daños de las larvas se encuentran a lo largo de todo el fuste a partir del nivel del suelo, se congregan preferentemente en determinados sitios, como alrededor de las ramas podadas o tumores de cánceres, además se nota un hábito muy acentuado del insecto en reinfestar estas partes de generación en generación, comportamiento que puede deberse a la posible atracción que ejercen las oleorresinas emitidas por los árboles en las partes dañadas del fuste.

Al principio de los ataques del insecto se notan ligeros escurrimientos de resina cristalina apenas visibles sobre la corteza externa que dejan las larvas recién eclosionadas, pero a medida que crecen éstas, sus daños se perciben en el tronco como grandes grumos de resina y dependiendo de la especie hospedera, adquieren diferentes tonalidades, como el rosa en *Pinus pseudostrobus*, grumos amarillentos en *Pinus douglasiana* y rojizos en *Pinus leiophylla*. El punto de ubicación de los grumos indica también el final de la galería que forma el insecto y que por lo general adquiere una forma circular.

Pueden confundirse estos ataques con los de una palomilla muy común en la región, del género *Dioryctria* sp., grupo *ponderosae*, debido a que también ataca como descortezador en forma similar; las larvas son diferentes en su coloración, que es verdosa en sus primeros estadios, con cerdas bien conspicuas y el escudo protorácico bien definido, según las características correspondientes a la quetotaxia de *Dioryctria* Spp.⁹ (cfr. Revista Ciencia Forestal N° 27).

⁹ Río, M. A. del. 1980. "Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del C.E.F. Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Mich". pp. 17 - 42.

Biología y hábitos.

Synanthedon cardinalis es un lepidóptero de la familia *Sesiidae*¹⁰, esta especie se caracteriza por alimentarse de la corteza interna de los pinos, siendo única en su familia.

En la región forestal purépecha ocurren dos generaciones anuales, las emergencias de los adultos para la primera de éstas es en los meses de abril a julio y de septiembre a noviembre para la segunda, ambas son superpuestas y sólo en el periodo en el que aparecen los adultos se pueden distinguir y apreciar con claridad una generación de la otra, (*vid., infra*, figura N° 2), mientras que en las poblaciones larvales, se mezclan y pueden confundirse con facilidad.

Debido a que los resultados obtenidos en ambas crianzas (laboratorio y campo), fueron más o menos similares, se optó por promediar los periodos que duran cada uno de los estadios de la mariposa resinera.

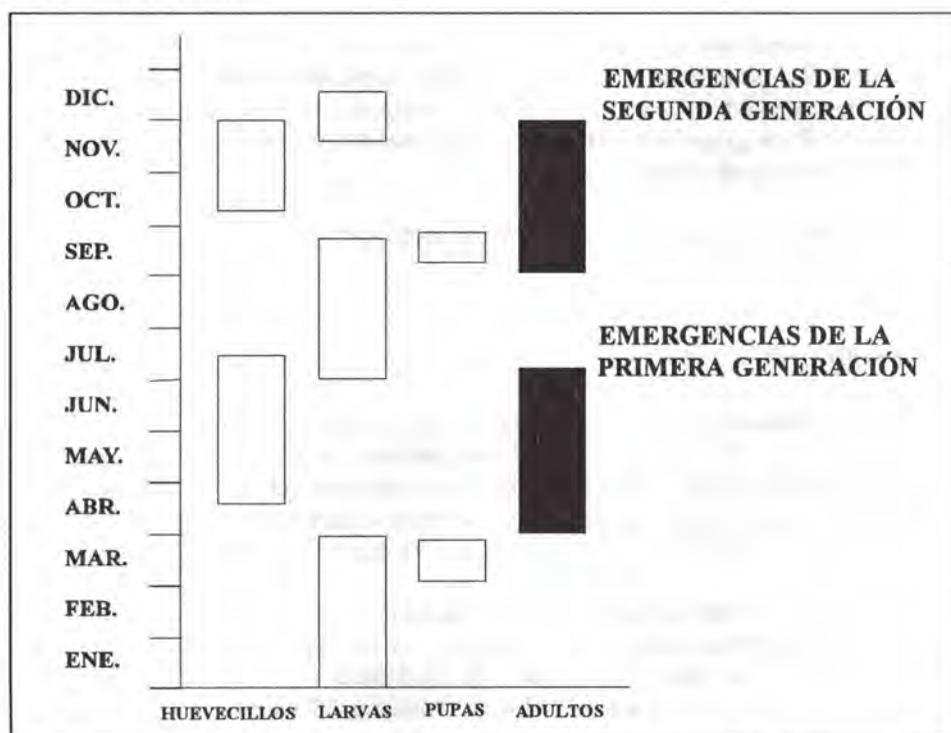


Figura N° 2. Registro de las dos generaciones de *Synanthedon cardinalis* (Lepidoptera : *Sesiidae*) en la sierra Purépecha.

¹⁰ Duckworth, D.W. y Eichlin, D.T. 1978. "The Clearwing moths of California (Lepidoptera: *Sesiidae*)". pp. 28 - 49.

Luego de que emergen, los adultos caminan a través de los fustes de los pinos con movimientos lentos. Con frecuencia se detienen largo tiempo parados sobre la corteza y solo cuando tienen necesidad de alimentarse sobrevuelan a distancias mayores de 300 metros sobre las copas de los pinos para dirigirse hacia las plantas silvestres del lugar.

Generalmente se nutren de mielecilla o néctar de las flores de algunas plantas de los géneros *Salvia*, *Senecium*, *Rubus* y *Bacharis*. Es raro que los adultos se agrupen por parejas como suelen hacerlo la mayoría de los lepidópteros; se les ve siempre aislados exceptuando cuando se realiza la cópula.

Normalmente los adultos tienen un promedio de longevidad muy corto; en el campo no sobrepasan las dos semanas y en cautiverio apenas una. Se observaron casos en el laboratorio de algunos insectos ya adultos, que nacen con las alas atrofiadas, enroscadas en los extremos hasta la mitad, lo cual les impide hacer sus vuelos normales para desplazarse, por lo que tienen una vida efímera.

Ambos sexos muestran cierta semejanza en sus tipos, a excepción de que la hembra tiene el abdomen más voluminoso, antenas no plumosas y expansión alar de 32 mm, mientras en el macho se registra de 27 mm. Las antenas, cabeza, patas y abdomen coinciden en los dos sexos de color negro brillante; las alas son escamosas de color naranja rojizo en las partes anteriores y anaranjado las posteriores.

La relación de sexos encontrada en el campo es de aproximadamente tres individuos hembras por un macho.

Huevecillos.

En el campo, los huevecillos de la mariposa se localizan por lo general a lo largo del fuste entre los intersticios de la corteza exterior, principalmente donde se realizan las podas de las ramas y en los sitios dañados por generaciones anteriores del insecto. Son de forma ovalada, color blanco lechoso y posteriormente se tornan café claro, miden en promedio 2.25 mm de largo por 2.15 mm de ancho e incuban en 25 días aproximadamente.

Con el propósito de poder apreciar la fecundidad del insecto, se realizaron disecciones de hembras vírgenes criadas en laboratorio, extrayéndose un promedio de 10 huevecillos por cada una, de color café claro algunos y otros de color blanco lechoso, de forma ovoide los más cercanos al oviscapto y el resto cilíndricos. Midieron 2.25 mm de largo por 2.08 mm de ancho.

Se procuró mantenerlos en condiciones apropiadas para poder obtener el período de incubación en laboratorio, sin embargo con el tiempo se desecaron.

Larvas.

Cuando en el campo se inician las eclosiones, las pequeñas larvas de apenas 5 mm de longitud, penetran a la corteza y se dirigen a través de sus galerías para alimentarse muy por encima de la corteza interna dañando levemente la zona generatriz del árbol; allí se nutren durante los dos primeros estadios haciéndose notoria la presencia de estos daños primarios por escurrimientos de resina cristalina sobre la corteza externa.

A medida que crecen se introducen más profundamente en la corteza hasta llegar a la zona del cambium donde finalmente cumplen su desarrollo. Por lo general recorren un promedio de 25 cm de distancia a partir de donde eclosionan al lugar que destinan para establecerse al terminar su crecimiento.

Las larvas del cuarto estadio realizan un tipo de galería semejante a un círculo donde se establecen y provocan el daño externo característico identificado por grandes grumos de resina.

Las larvas que se encuentran en estos sitios tienen el cuerpo cubierto de resina fresca y un hábito muy singular en ellas es que al tocarlas sueltan por las mandíbulas una substancia color rojo, tal vez como un acto de defensa.

El medio de crianza que se utilizó para observar las larvas en dietas alimenticias funcionó satisfactoriamente; las larvas en cautiverio se adaptaron rápidamente y las mermas que se registraron fueron insignificantes, se obtuvo el ciclo completo hasta las emergencias de los adultos en el laboratorio.

En el laboratorio, las larvas recién depositadas en las dietas artificiales, se comportaron alimentándose sobre la superficie y después de cumplir el cuarto estadio se introdujeron, buscando el fondo del vaso donde se mantuvieron nutriéndose hasta completar su último desarrollo larval.

Es una característica propia que la larva al alimentarse vaya dejando en su trayectoria un conjunto de sedas que al mezclarse con el excremento quedan en porciones de bolas blandas, mismas que sirven posteriormente para dar protección a las pupas.

Las larvas son de tipo eruciforme y de color blanco en los primeros estadios, al madurar son de color blanco pardoso. Al eclosionar miden 5 mm de largo, alcanzando en su pleno desarrollo hasta 15 mm, pasan por siete estadios y las medidas respectivas de cápsula cefálica son: primero 1.1 mm; segundo 1.3 mm; tercero 1.6 mm; cuarto 1.8 mm; quinto 2.00 mm; sexto 2.4 mm y séptimo 2.6 mm.

La duración de los estadios larvarios en días corresponden para el primero 9; segundo 9; tercero 10; cuarto 10; quinto 11; sexto 11 y séptimo 10, sumando un período aproximado

de 80 días para el estado larval.

Prepupa y pupa.

Al observarse la última muda de la larva madura, 8 días después deja de alimentarse y se procura un lugar casi siempre en el interior de los grumos frescos de resina, muy cerca de la salida de éstos, de tal modo que para cuando el adulto emerja no haya dificultad de salida; en ese lugar la larva inicia la formación del capullo compuesto de hilos muy finos, de textura blanda y color blanco. Dentro de éste, la larva se encorva y se oscurece, sucediéndose a partir de este momento, una serie de transformaciones que dan origen a la crisálida.

Es característico que cuando los adultos emergen se observe fuera del grumo parte de la crisálida, con lo que se puede advertir de esta forma, el inicio de una nueva generación.

Las crisálidas miden aproximadamente 12 mm de largo por 7 mm de ancho, se distinguen por tener, a diferencia de las palomillas del género *Dioryctria*, anillos de espinas en los segmentos abdominales. Ambos estados de prepupa y pupa duran un promedio de 45 días en condiciones normales y en el laboratorio se reduce a un mes (*vid., infra*, figura N° 3).

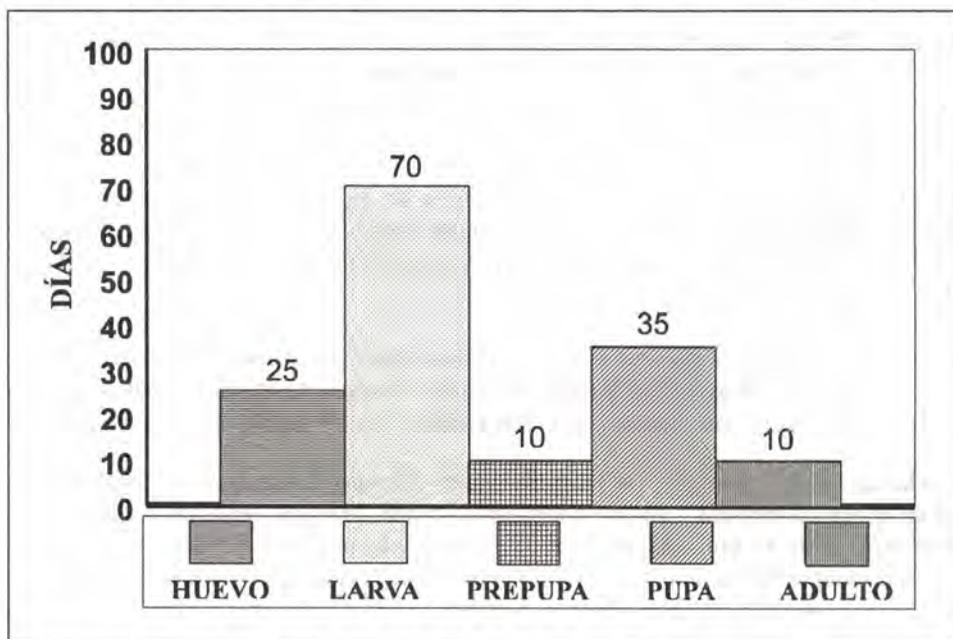


Figura N° 3. Duración promedio del ciclo biológico de *Synanthedon cardinalis* (Lepidoptera: *Sesiidae*), en la sierra Purépecha.

Enemigos naturales.

Al observar el ciclo biológico del insecto y sus hábitos en su medio natural, se advirtió la presencia de algunos de sus enemigos naturales, entre los que destacan en orden de importancia los siguientes:

Hyssopus rhyacioniae (Gahan), avispa diminuta de 1 mm de longitud y color negro, que parasita sobre las larvas de *Synanthedon cardinalis*; el porcentaje de parasitismo natural observado ha sido de 30% y aunque la cantidad de larvas atacadas es muy baja en las poblaciones del insecto (5%), la eficacia real de parasitismo se debe de tomar considerando que de cada larva emergen un promedio de 6 avispas del parásito.

Existen otras dos avispas parásitas que se asocian a la anterior y pertenecen a la misma familia (*Eulophidae*), aunque sus poblaciones son menos abundantes: *Euderus* sp. y *Horismenus* sp.

Otro parásito eficaz en el control natural de las larvas de la mariposa resinera es *Lissonota* sp. (Hym: Ichneumonidae); en este caso un solo adulto se desarrolla de su hospedero. El ichneumonido es fácil de detectar cuando en la galería larval de la mariposa se observa un capullo traslúcido de forma ovoidal de 1.4 cm de longitud donde se puede ver si la avispa parásita no ha emergido.

Otro parásito de menor importancia en pupas de la mariposa es la mosca *Xanthophyto* sp. (Diptera: Tachinidae).

Análisis de varianza de los ensayos de control químico.

De acuerdo con los muestreos realizados en ambos experimentos de control químico, los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza completamente al azar con pruebas de comparación de Tukey. El resultado de los tratamientos se contempla en los cuadros anexos (*vid. infra*, N°1 al N°8), donde los valores medios variaron para el mejor tratamiento, "cirugía", con respecto al testigo de 0 a 1.33 en sobrevivencia de larvas, y de 3.3 a 0 en el testigo en relación a la mortalidad (*vid.*, cuadros N° 7 y N° 8).

En todos los casos, el tratamiento C "cirugía", a base de pasta bordelesa reportó diferencia significativa sobre los demás, obteniéndose para el primer sitio un 7.3% de larvas muertas, mientras que en el segundo sitio fue de un 3.3% de mortalidad; en ambos casos con nulidad de larvas vivas. El tratamiento A (inyectado), a base de gusathion de un 3.6% de larvas muertas en el segundo sitio, siguiéndole el tratamiento B (asperjado) con un 2.6% de mortalidad en el mismo sitio.

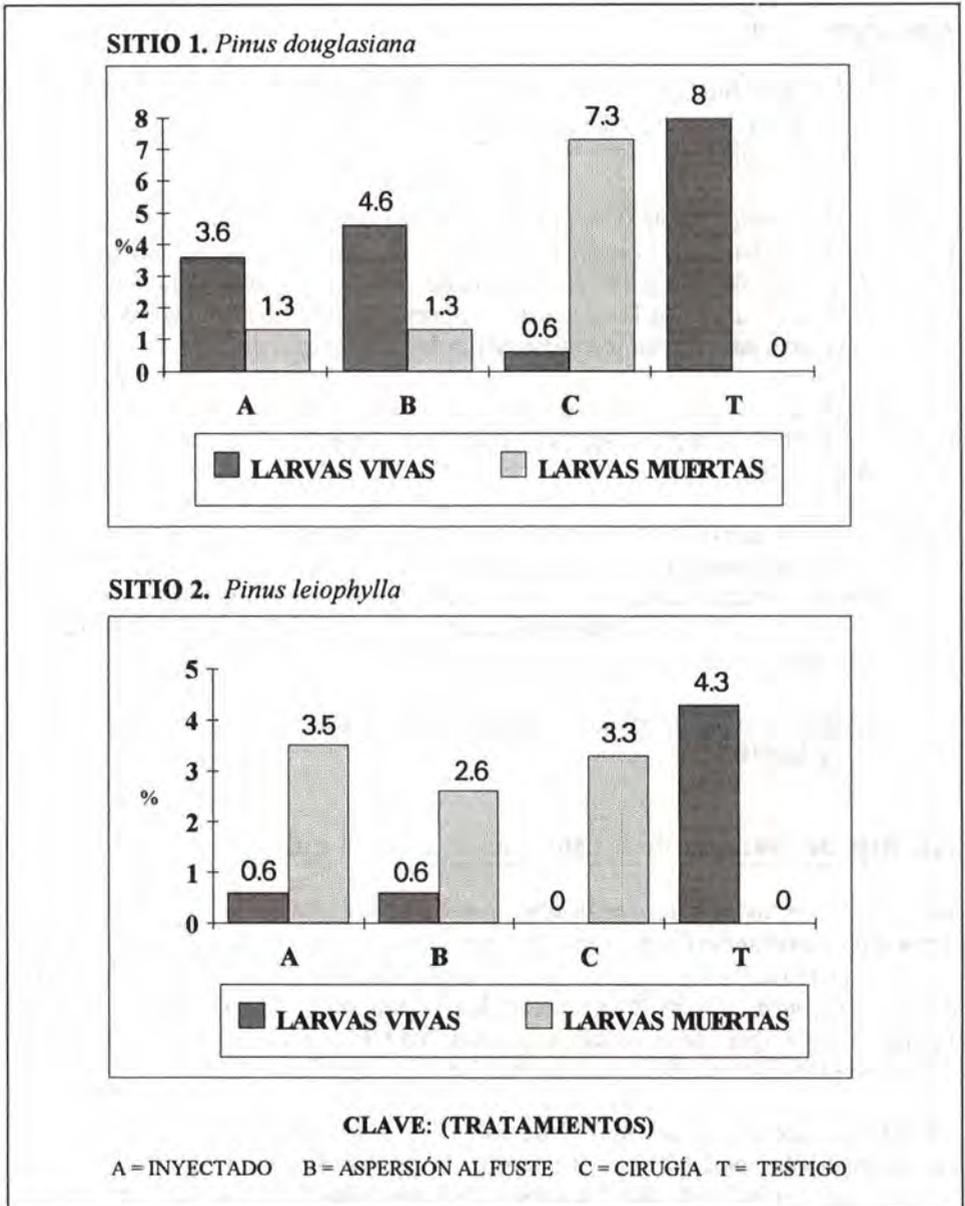


Figura N° 4. Efectos de los diferentes tratamientos en la población larval de *Synanthedon cardinalis* (en porcentajes).

Relación densidad-ataque.

Como puede apreciarse en las figuras. N° 5 y N° 6, en cuanto a la relación posible de la densidad-ataque de la mariposa resinera, los datos recabados señalan que el insecto se comporta indistintamente, es decir, tanto puede atacar a masas densas de pinos como a árboles aislados, según se observó en las especies hospederas de las parcelas en estudio de la plantación.

Sin embargo, la mayor presencia de ataque del insecto se advirtió en las parcelas de 2 x 2 m y en las de 4 x 4 m para el caso de *Pinus douglasiana*, aunque es notorio que en este último espaciamiento se presentó un mayor número de ataques.

En altas densidades aún de especies poco atacadas como es el caso de *Pinus leiophylla*, se presentaron la mayor cantidad de incidencias del insecto.

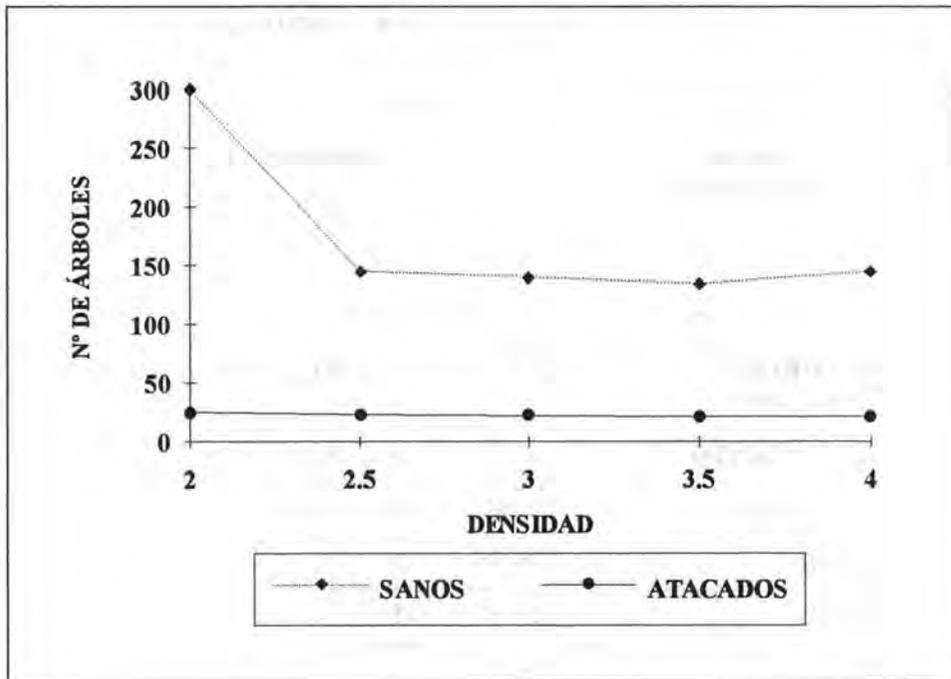


Figura N° 5. Relación densidad-ataque de la mariposa resinera en una plantación de *Pinus leiophylla*.

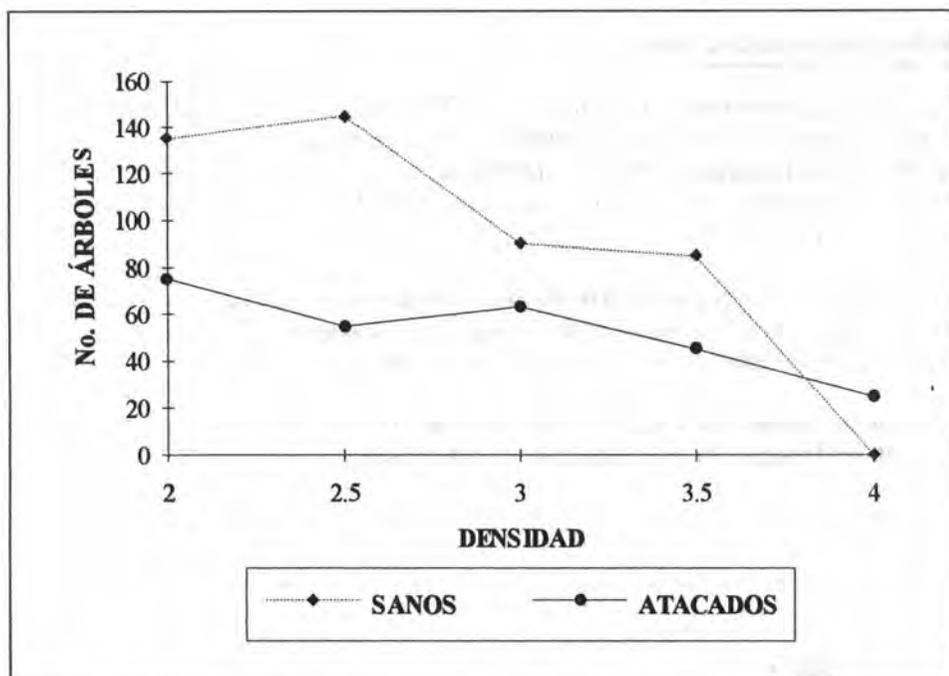


Figura N° 6. Relación densidad-ataque de la mariposa resinera en una plantación de *Pinus douglasiana*.

FACTORES VARIACIÓN	S.C.	G.L.	F.C.	F.T. 5%	F.T. 1%
TRATAMIENTO	97.58	3	5.32	4.76	9.78
REPETICIÓN	16.66	2	1.36		
ERROR	36.66	6			
TOTAL	150.91	11			
C.V. =	60.54				

Cuadro N° 1. Análisis de varianza, sitio número 1, *P. douglasiana* (larvas vivas).

FACTORES VARIACIÓN	S.C.	G.L.	F.C.	F.T. 5%	F.T. 1%
TRATAMIENTO	97.00	3	35.27	4.76	9.78*
REPETICIÓN	4.50	2	2.45		
ERROR	5.50	6			
TOTAL	107.00	11			
C.V. =	38.29				

Cuadro N° 2. Análisis de varianza, sitio número 1, *P. douglasiana* (larvas muertas).

FACTORES VARIACIÓN	S.C.	G.L.	F.C.	F.T. 5%	F.T. 1%
TRATAMIENTO	34.91	3	52.37	4.76	9.78*
REPETICIÓN	2.66	2	6.00		
ERROR	1.33	6			
TOTAL	38.91	11			
C.V. =	33.27				

Cuadro N° 3. Análisis de varianza, sitio número 2, *P. leiophylla* (larvas vivas).

FACTORES VARIACIÓN	S.C.	G.L.	F.C.	F.T. 5%	F.T. 1%
TRATAMIENTO	24.91	3	2.51	4.76	N.S.
REPETICIÓN	6.16	2	.93		
ERROR	19.83	6			
TOTAL	50.91	11			
C.V. =	75.23				

Cuadro N° 4. Análisis de varianza, sitio número 2, *P. leiophylla* (larvas muertas).

TRATAMIENTO	PRODUCTO	\bar{X}	COMPARACIÓN DE MEDIAS
T	Testigo	8.00	a
B	Parathion metílico	4.66	a b
A	Gusathion M-20	3.66	a b
C	Sulfato de cobre	0.00	b

Prueba de Tukey, confiabilidad al 95%.

Cuadro N° 5. Sitio número 1, *P. douglasiana* (larvas vivas). Comparación de medias.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	\bar{X}	COMPARACIÓN DE MEDIAS
C	Sulfato de cobre	7.33	a
A	Gusathion M-20	1.33	b
B	Parathion metílico	1.33	b
T	Testigo	0.00	c

Prueba de Tukey, confiabilidad al 95%.

Cuadro N° 6. Sitio número 1, *P. douglasiana* (larvas muertas). Comparación de medias.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	\bar{X}	COMPARACIÓN DE MEDIAS
T	Testigo	4.33	a
A	Gusathion M-20	0.66	b
B	Parathion metílico	0.66	b
C	Sulfato de cobre	0.00	b

Prueba de Tukey, confiabilidad al 95%

Cuadro N° 7. Sitio número 2 , *P. leiophylla* (larvas vivas). Comparación de medias.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	\bar{X}	COMPARACIÓN DE MEDIAS
A	Gusathion M-20	3.66	a
C	Sulfato de cobre	3.33	a
B	Parathion metílico	2.66	a
T	Testigo	0.00	b

Prueba de Tukey, confiabilidad al 95%.

Cuadro N° 8. Sitio número 2, *P. leiophylla* (larvas muertas). Comparación de medias.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Por lo observado en el presente estudio se considera que los daños ocasionados por *Synanthedon cardinalis*, pueden considerarse principalmente como secundarios, debido a que la mayor parte de sus ataques se asocian con daños primarios causados fundamentalmente por podas mal realizadas, aprovechamientos clandestinos, cánceres, así como por incendios; aunque también se comporta como insecto que ataca en forma primaria, ya que se hospeda

también en árboles sanos e incluso bien conformados y vigorosos.

Dado que el insecto tiene el hábito de reinfestar en un mismo árbol, generación tras generación hasta que lo mata, a éste se le encuentra siempre agrupado en pequeñas poblaciones en áreas reducidas diseminadas por toda la sierra tarasca y hospedado generalmente en pinos plantados arriba de 8 años de edad y principalmente en las especies de *P. douglasiana* y *P. leiophylla*, aunque se ha logrado descubrirlo en *P. patula*, *P. pseudostrobus* y *P. michoacana*.

Es común que durante todo el año se observen daños o grumos de resina frescos en los lugares donde la mariposa se encuentra en plena actividad, pero ello es debido a que existen poblaciones pequeñas de larvas de 2 generaciones superpuestas, que se confunden la una con la otra.

Se entiende que un árbol atacado en la primera generación tiene una probabilidad de 50% de sobrevivir, al segundo ataque ésta baja a 25% y al tercero decae por completo, siempre y cuando los ataques se lleven a cabo por alrededor de 10 individuos por generación, lo que equivale al mismo número de grumos observados por árbol.

La condición anterior es válida siempre y cuando se consideren árboles menores de 15 años y situados en una plantación, ya que los árboles vigorosos de más edad en un bosque natural no sucumben con esa cantidad de ataques, aparte de que éstos son poco usuales.

El ciclo de vida de la mariposa resinera en la región purépecha del estado de Michoacán varía con relación al que observó Hernández, *op.cit.*, en Río Frío, estado de México; se advierte que existen variaciones en cuanto a la duración de algunos de los estadios del insecto tales como: adultos, larvas y pupas. Sin embargo, ambos ciclos de vida completos tienen un promedio similar: 170 días para el primero y 166.3 días para el segundo.

Respecto a los ensayos de control químico de la mariposa resinera, los análisis de varianza indican que sobresale el tratamiento C "cirugía" a base de sulfato de cobre, apreciándose diferencias notables con respecto a los demás tratamientos, (*vid., supra*, fig. N° 4). Cabe señalar que resulta costeable su aplicación por ser un producto muy común en el mercado y que puede adquirirse a bajo precio.

El método de aplicación es fácil y no requiere de equipo complicado; basta con un cuchillo de campo, brocha y un recipiente; cualquier persona lo puede aplicar, con un poco de práctica, se logra tratar en 3 minutos como promedio por ataque; de tal forma que si un área seriamente afectada tiene un promedio de 10 ataques por árbol, una persona tardaría media hora por árbol.

Por otro lado, este tratamiento presentó también la ventaja de nulificar nuevas reinfestaciones en los árboles.

El tratamiento A (inyección), es el que presenta mayor dificultad para su aplicación, puesto que se requiere del dominio de la técnica para insertar el taladro pressler con cierto grado de inclinación sobre el fuste del árbol, para que se retenga el producto.

Es necesario mencionar que este tratamiento se tomó en cuenta partiendo de la hipótesis de que el insecticida utilizado (gusathion M-20), al aplicarse bajo esta técnica se traslocó en los árboles tratados, sin haber hecho previamente los estudios correspondientes.

Se considera factible la posibilidad de su incorporación, debido a que una semana después de aplicado el producto se observó mortalidad en la población larval, sin que se hayan detectado otras causas factibles a las que pudiera atribuirse, como por ejemplo parasitismo, por citar uno de los factores bióticos más fáciles de percibir en el medio ambiente.

Por otra parte, es necesario señalar que este método se ha utilizado con éxito para el control del descortezador de los pinos *Dendroctonus mexicanus*, usando el denominado "Caldo Bosco", a base de sulfato de cobre, bórax y agua¹¹.

Se ha ensayado también con éxito la inyección de pesticidas en las galerías de lepidópteros de la familia *Sesiidae*¹², a la cual pertenece la mariposa resinera bajo estudio.

En cuanto al tratamiento B (asperjado), éste fue el que mostró menor porcentaje de mortalidad en la población larval, (*vid., supra*, cuadro N° 5), lo cual pudo deberse a que el asperjado se hizo bajo la técnica utilizada para los cultivos agrícolas, al rociar a punto de goteo; si se hubiese asperjado directamente sobre los grumos frescos ocasionados por el insecto, posiblemente se hubiera logrado una mayor efectividad.

Para mayor confiabilidad de los resultados de los ensayos de control químico aquí expuestos, sería conveniente repetirlos en diferentes épocas del año y probar diversas dosificaciones.

CONCLUSIONES.

1. En la región de estudio, la "mariposa resinera", *Synanthedon cardinalis* (Lepidoptera: *Sesiidae*), se distribuye principalmente en las plantaciones forestales de la sierra Purépecha y ataca como un descortezador, que en conjunción con otros factores llega a ocasionar la muerte del arbolado; también se le localiza sobre árboles vigorosos.

¹¹ Mayo, J.P. y Rio, M.A. del. 1983. Instructivo para el combate del descortezador de los pinos *Dendroctonus mexicanus*, en la meseta tarasca.

¹² Solomon, J.D. 1985. "Comparative effectiveness of gallery-injected insecticides and fumigants to control carpenterworms (Lepidoptera: *Cossidae*) and oak clearwing borers (Lepidoptera: *Sesiidae*)". pp. 485-488.

2. Los principales hospederos de la "mariposa resinera" son: *Pinus douglasiana* y *P. leiophylla*.

3. La "mariposa resinera" lleva a cabo su ciclo de huevo a adulto, con una duración promedio de 170 días, presentando 2 generaciones superpuestas durante el año; la primera en primavera y la segunda en el otoño.

4. El tratamiento supresivo más eficaz para el control de este insecto, fue el de "cirugía" en las partes dañadas del fuste, sellando con pasta bordelesa, lo cual resulta ser práctico y muy económico en relación a lo requerido por los demás tratamientos de control probados.

5. Es conveniente probar nuevamente los tratamientos de control a diferentes dosificaciones y épocas del año.

6. Se sugiere que las plantaciones de *Pinus douglasiana* que se realicen en la sierra Purépecha, tengan espaciamientos intermedios (2.5, 3 y 3.5 m), con el objeto de reducir los ataques de la mariposa resinera, ya que éstos son más severos a densidades menores o mayores a las recomendadas.

En el caso de lo observado en la plantación de *Pinus leiophylla*, los pocos ataques que se presentaron se asocian a densidades altas (2 x 2 m).

7. Es conveniente que se realicen plantaciones con mezclas de especies, con el objeto de reducir el ataque de plagas.

8. Un punto importante a tomar en cuenta en el manejo integrado de las plantaciones en un futuro cercano, con el objeto de reducir el ataque de plagas en estos lugares, es favorecer ecológicamente la acción de sus enemigos naturales, lo cual se consigue estudiando sus biología y hábitos, en el caso concreto de *Synanthedon cardinalis* se encuentra representado por un grupo de especies parásitas de larvas: *Hyssopus rhyacioniae* (G), *Euderus* sp. y *Horismenus* sp. (Hymenoptera: Euloplidae), y *Lissonota* sp. (Hym: Ichneumonidae).

9. *Synanthedon cardinalis* se adapta a la crianza en laboratorio, utilizando la mezcla de sustancias mencionadas en la metodología del presente trabajo, y que puede servir, al parecer para la cría de otros lepidópteros.

BIBLIOGRAFÍA.

- Beutelspacher, B. C. 1983. "Redefinición taxonómica de *Montezumia cardinalis* Dampf. (Lepidoptera: Sesiidae)". Revista Ciencia Forestal, INIF, México. N° 43 pp. 24-32.
- Dampf, A. 1930. "Dos plagas de los bosques de México, nuevas para la ciencia". México Forestal 7 (8). pp. 179-181.
- Duckworth, D. W. y Eichlin, D. T. 1978. "The clearwing moths of California (Lepidoptera: Sesiidae)". Occasional Papers in Entomology, State of California; Department of Food and Agriculture (27). pp. 28-49.
- Dyar, H.G. 1940. "The number of heads of Lepidopteros Larvae". Psych S. pp. 422-430.
- García, M.C. 1974. "Primer catálogo de insectos Fitófagos de México". Fitófilo N° 69, pp. 1-176.
- García, M.J. 1985. Efecto del espaciamiento en una plantación de cuatro especies de pino en Capácuaro, Mich. UMSNH. Tesis Profesional 55 p.
- Hernández, M. M. 1983. "Biología de *Synanthedon cardinalis* Dampf. (Lepidoptera: Sesiidae), descortezador de pinos". Revista Ciencia Forestal, INIF N° 46 (8). pp. 179-181.
- Hill, D. 1979. Agricultural insect pests of the tropics and their control. Cambridge University Press. Reprinted. Great Britain. 516 p.
- Mayo J. P. y Río M. A. del. 1983. Instructivo para el combate del descortezador de los pinos (*Dendroctonus mexicanus*), en la meseta tarasca. CIFO, INIF. Notas técnicas No. 2.
- Río, M. A. del. 1980. "Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del C.E.F. Barranca de Cupatitzio, Uruapan, Michoacán". Revista Ciencia Forestal, INIF. México. N° 27: 17-42.
- Río, M: A. del; *et al.* 1987. Catálogo de plagas y enfermedades forestales del estado de Michoacán. CIFAP, Mich, INIFAP, México. En prensa.
- Solomon, J. D. 1985. "Comparative effectiveness of gallery-injected insecticides and fumigants to control carpenterworms (Lepidoptera: Cossidae) and oak clearwing borers (Lepidoptera : Sesiidae)". Journ of Economic Entomology. 78 (2). pp. 485-488.

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA JOJOBA (*Simmondsia chinensis*).

Carrillo Maya Carlos *

RESUMEN.

En el presente trabajo se describe el proceso metodológico con el cual se pretende establecer un sistema de inventario aplicable a las poblaciones silvestres de jojoba; el estudio se localiza en un área del estado de Baja California Sur; dicho estudio se conforma de tres fases de muestreo:

Primera: Muestreo para la rodalización y/o estratificación de la jojoba. Trata sobre la relación de los factores ecológicos con la jojoba y el mapeo de ésta, bajo diferentes criterios.

Segunda: Muestreo de producción. Se caracteriza por la obtención de una tabla de producción de jojoba mediante una correlación de variables.

Tercera: Muestreo del sistema (alternativas y testigo). En este caso se prueban tres intensidades de muestreo de tal manera que se puedan comparar estadísticamente contra una intensidad mayor testigo.

Los avances obtenidos prácticamente se reducen a la captura de la información de campo de las tres fases, la elaboración de diferentes mapas de apoyo al proceso, así como de ciertos cálculos preliminares y el ordenamiento de la información.

Palabras clave: Inventario, *Simmondsia chinensis*, poblaciones naturales, jojoba.

ABSTRACT.

This paper describes the methodology to establish an inventory system applicable to jojoba wild populations. The study was conducted in an area in Southern Baja California. It involved three sampling stages:

* Investigador del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Baja California Sur. INIFAP-SARH.

First, jojoba spotting and/or stratification sampling, dealing with environmental factors related to jojoba and its mapping under different criteria.

Second, production sampling, characterized by deriving a jojoba production table by means of a variable correlation.

Third, system sampling (alternatives and dummies). In this case, three sampling intensities are tested so that they may be statistically compared against a dummy greater intensity.

Progress was virtually reduced to inputting the field information of all three stages and preparing different processing support maps as well as the preliminary calculations and information processing.

Key words: Inventory, *Simmondsia chinensis*, native populations, jojoba.

INTRODUCCIÓN.

El estado de Baja California Sur, al igual que los estados de Sonora y Baja California Norte, integran en su territorio áreas importantes con poblaciones silvestres de jojoba; estas poblaciones además de tener un valor natural en los ecosistemas, han representado una alternativa en el ingreso económico de algunos núcleos campesinos, principalmente con la recolección y venta de su semilla, producto del cual se extraen derivados que se utilizan en la industria de la alimentación, cosméticos, lubricantes, etc.

Sin embargo, pese a la gran importancia que revisten estas poblaciones por ser la principal fuente de abastecimiento a la demanda de sus semillas, en la actualidad no existen estudios prácticos ni de investigación sobre el inventario de especie y producto; esto motivó en gran medida la realización del presente trabajo en un área del estado de Baja California Sur.

El estudio tiene como propósito derivar un sistema de inventario para esta especie, de tal modo que sea un método práctico y flexible; es decir, que se pueda adaptar a las diferentes regiones donde se desarrolla la jojoba.

También se pretende que el estudio proporcione la información confiable necesaria, tanto para que las autoridades forestales puedan tomar decisiones en cuanto al otorgamiento de permisos de explotación, como para normar un determinado tipo de manejo.

Por otro lado, que permita obtener indicadores de la productividad de las poblaciones silvestres; todo esto considerando que sea viable desde el punto de vista de la relación

beneficio-costo de la producción de jojoba; es decir, que pueda llevarse a cabo sin alterar sustancialmente el beneficio de los propietarios de los predios.

ANTECEDENTES.

En relación a la jojoba, existe abundante literatura sobre aspectos botánicos, taxonómicos, reproductivos, fitosanitarios, de industrialización y descriptivos de las áreas donde se desarrolla.

Sin embargo, no se ha detectado información relevante que aborde la temática del inventario de sus poblaciones silvestres.

La información que en cierto grado se relaciona con el estudio presente, se puede resumir a través de los siguientes datos:

El Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, (CICTUS), con el apoyo de la Comisión Nacional de Zonas Áridas, (CONAZA), realizó un estudio¹, que aborda el conocimiento de la distribución, el medio ambiente y estimación de las producciones de ciertas áreas jojoberas del estado de Sonora.

Otros trabajos importantes se encuentran integrados en las publicaciones especiales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales², (INIF), en las que se refleja prácticamente el conocimiento nacional que se tenía sobre esta especie, hasta fines de 1980³.

En este punto es apropiado enfatizar las cuestiones que fundamentan la realización del presente estudio:

- 1° Existe una fuerte demanda de información sobre el manejo y aprovechamiento de la jojoba
- 2° No existe en la actualidad un método de inventario aplicable a esta especie.
- 3° Se desconoce el potencial existente sobre la productividad de las poblaciones silvestres.
- 4° La Dirección General de Normatividad Forestal, perteneciente a la SARH,

¹ CICTUS. 1976. Estudio dasonómico de la jojoba.

² INIF. 1980^a. Una contribución al conocimiento de la jojoba.

³ INIF. 1980^b. Memoria de la Primera Reunión Nacional sobre jojoba.

requiere de estudios técnicos que apoyen las decisiones para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento.

5° Se puede decir que económicamente, la jojoba es la especie forestal no maderable más importante en la región noroeste del país, con una demanda actual considerable y cuya explotación complementa los ingresos de algunos núcleos de población.

OBJETIVO.

Derivar una metodología práctica y económica que proporcione información confiable sobre las poblaciones naturales de jojoba, principalmente de su producción de frutos.

CRITERIOS Y MÉTODOS.

Elección del área de estudio.

Para la implantación del estudio se seleccionó una zona localizada geográficamente a 110° 02' longitud oeste, 23° 24' latitud norte (*vid. infra.*, fig. N°1), misma que se encuentra ubicada aproximadamente a 20 kilómetros al sur del poblado de Todos Santos, Baja California Sur.

El área de trabajo tiene una forma cuadrada de 2 kilómetros por lado y una superficie total de 400 ha.

La elección de esta área se debió a las siguientes razones:

1. Integra las condiciones promedio de las áreas joberas del estado.
2. Reúne prácticamente todas las variantes de desarrollo de la jojoba.
3. Encierra un área importante con poblaciones explotadas tradicionalmente.
4. Es un área cercana al Campo Experimental Forestal "Todos Santos".

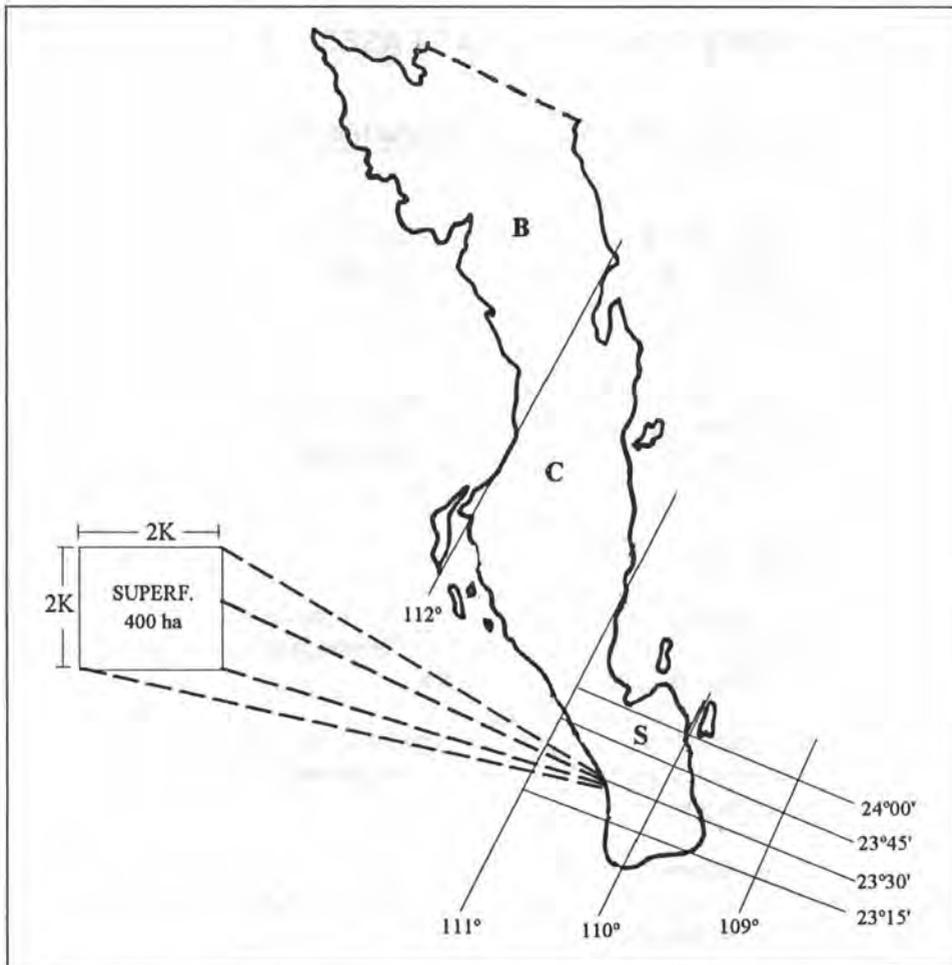


Figura N° 1. Ubicación del área de estudio para el inventario de jojoba.

Caracterización del sistema.

Para la conformación del sistema de inventario y captación de la información de campo, se aplicaron tres fases de muestreo que son las siguientes:

Primera Fase: Muestreo para la rodalización y/o estratificación de la jojoba.

Segunda Fase: Muestreo de producción.

Tercera Fase: Muestreo del sistema (alternativas y testigo).

DESCRIPCIÓN Y AVANCE DE LAS FASES.

Primera Fase. Muestreo para la rodalización y/o estratificación de la jojoba.

Antes de profundizar en la descripción, es conveniente aclarar que debido al propósito de esta fase, el término "muestreo" así como el proceso de trabajo, pasó a ser un "censo" dentro un cierto nivel, dado que se trata de la obtención de la información de interés en el 100% de 400 ha, que corresponden al área total de estudio.

Lo expresado anteriormente no quiere decir que esté mal empleado el término muestreo, ya que la superficie tratada forma parte de una población mayor, en la cual, en un momento dado se puede hacer injerencia con los resultados que se obtengan.

Propósito general.

Esta fase se constituyó con la finalidad de obtener información macroecológica y de la jojoba, de tal modo que se pudieran relacionar los diferentes factores ecológicos presentes con la ausencia, presencia y densidad de la jojoba.

Con el análisis de estas relaciones, se pretende formular un cierto tipo de manejo adaptable a áreas con potencial de jojoba; por otro lado, dicha información es básica para la realización de diferentes cálculos y planos.

Lo anterior resulta fundamental para la planeación de las siguientes fases, principalmente para la distribución de la muestra de los trabajos de campo, actividad que representa a veces hasta el 40% del costo total de inventarios.

Elección de los datos.

Para determinar la información a recabar y caracterizar así el propósito antes descrito, se realizó un análisis previo de las condiciones que con más frecuencia se presentan en las zonas donde prolifera la jojoba.

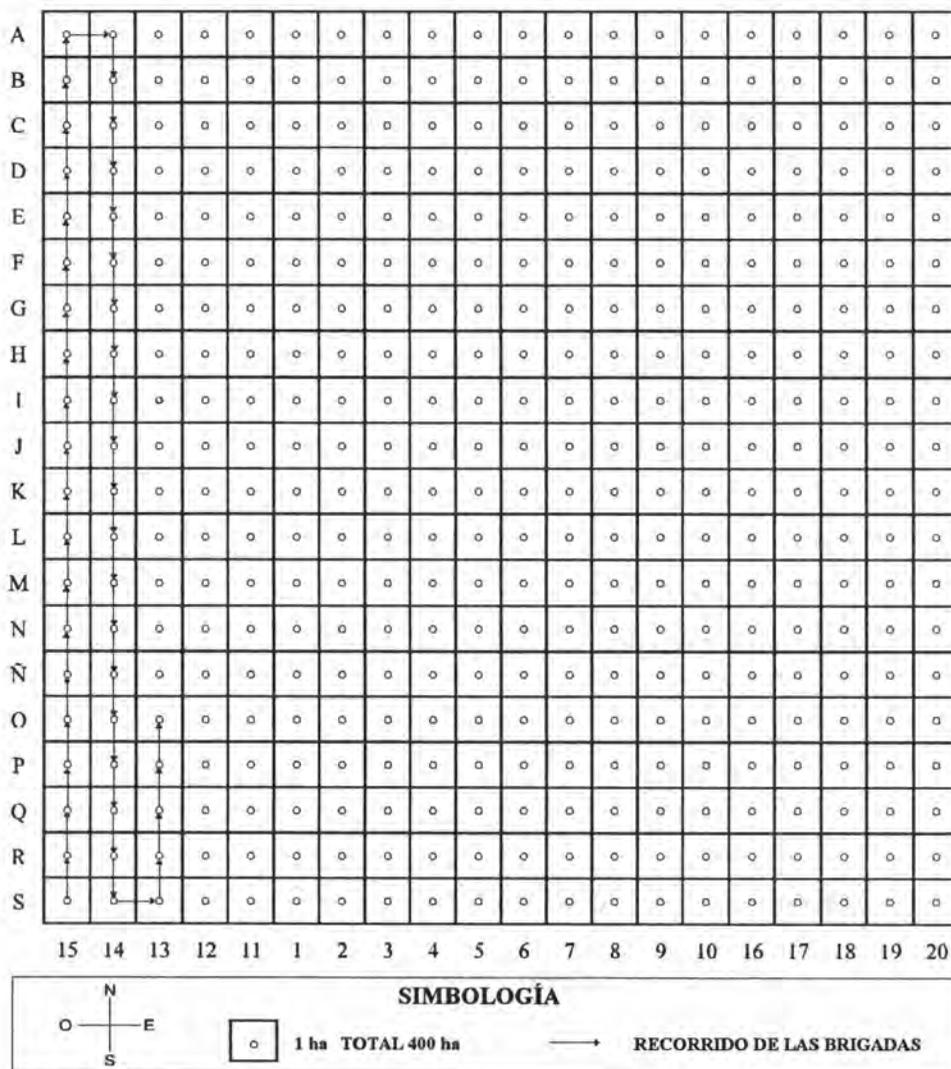
Con el fin de complementar una prospección del área de trabajo, se lograron definir los datos de interés. Estos datos se dividieron en dos apartados, mismos que se detallan a continuación:

Datos ecológicos.	Datos de la jojoba.
- Altura sobre el nivel del mar.	- Densidad (número de plantas/ha).
- Exposición.	- Presencia.
- Pendiente (grados).	- Calidad o desarrollo. 2 conceptos: Plantas vigor bueno. Plantas vigor regular.
- Tipo fisiográfico. 6 modalidades: Planicie. Ladera. Hondonada. Meseta. Lomerío. Cañada.	- Ausencia.
- Tipo de suelo: textura.	
- Especies asociadas: 53.	
- Espesura de la vegetación. 3 conceptos: Cerrada. Media. Abierta.	
- Altura promedio de especies.	

Otro dato que se consideró tanto en esta fase como en las dos siguientes, fue la toma de tiempo efectivo de trabajo, dato indispensable, que, relacionado con el número de participantes y el salario de éstos, nos derivará el costo total por fase y por el estudio completo, asimismo, nos indicará el tiempo estimado de duración de las diferentes actividades que componen esta investigación.

Esquema de trabajo.

El esquema de trabajo (*vid., infra.* cuadro N° 1), está constituido por las 400 ha, mismas que se dividieron por medio de una retícula de puntos con espaciamentos equidistantes de 100 metros, uno del otro; dichos puntos tienen una influencia de 1 ha. y corresponden a la unidad o sitio de trabajo. Obviamente suman un total de 400 ha, lo que constituye una intensidad de muestreo del 100%, para esta superficie.



Cuadro N° 1. Mapa base de trabajo.

Actividades de campo.

Para la captura de los datos se utilizaron dos brigadas, una constituida por un ingeniero agrónomo, un oficial y dos auxiliares de campo; la otra, por dos auxiliares técnicos y dos auxiliares de campo.

Los integrantes a nivel subprofesional y operativo de las brigadas recibieron un adiestramiento previo sobre el manejo de equipo e instructivos empleados en el trazo del área y la captura de información.

Para la implantación de los sitios se utilizó el siguiente material: brújula Silva, cable compensado para corregir pendiente, altímetro, clisímetro, pértiga graduada al centímetro (2 m), reloj, estacas y machetes.

Los datos generados se consignaron en formas de registro diseñadas para este propósito (*vid., infra.*, cuadros N° 2, 3, 4 y 5). Además se tomaron fotografías de algunos aspectos relacionados con las actividades en el campo.

DATOS PARA EL MAPEO DE JOJOBA						
DEPTO. _____		LEVANTÓ _____			FECHA _____	
N° PUNTO	ASNM	EXP.	PENDIENTE (0°)	TIPO DE SUELO	TIPO FISIOGRÁFICO	ESPECIES PRESENTES
		N		(TEXT)	PLAN.	1 16 31
		S				2 17 32
		E			LADERA.	3 18 33
		O			HOND.	4 19 34
		NE				5 20 35
		NO				6 21 36
		SE			MESET.	7 22 37
		SO				8 23 38
		Z			LOM.	9 24 39
					CAÑADA.	10 25 40
						11 26 41
						12 27 42
						13 28 43
						14 29 44
						15 30 45

Cuadro N° 2. Datos para el mapeo de jojoba.

DATOS PARA EL MAPEO DE JOJOBA				
DEPTO. _____		LEVANTÓ _____		FECHA _____
ESP. ASOC. EMERGEN	ALI. MED. ESP. EMERG.	ESPEURA DE VEGETACIÓN	VIGOR JOJOBA	TIEMPO
A B C D E F G H	(M)	CERRADO MEDIA ABIERTA	A P B R Nº/ha +	

Cuadro N° 2 Bis.

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL FORMATO.	
N° PUNTO:	Definido por el esquema de trabajo con el ABC y los números naturales.
A S N M	Altura sobre el nivel del mar, dada por lo que marque el altímetro en el punto central de sitio (ha).
EXPOSICIÓN:	En el punto central del sitio (ha).
PENDIENTE:	En grados del punto central del sitio (ha).
TIPO DE SUELO:	En cuanto a su textura.
TIPO FISIAGRÁFICO:	Según el punto central de sitio, planicie, ladera, hondonada, meseta, lomerío, cañada. De acuerdo a los perfiles definidos por el inventario nacional con excepción de lomerío y cañada. Lomerío: pequeños montículos de dos a tres metros de alto, dentro del sitio. Cañada: carvacas de uno a cuatro metros de profundidad en el punto o sitio (ha).
ESPECIES PRESENTES Y ESPECIES ASOCIADAS EMERGENTES:	Definidas por prácticamente todas las especies que se encontraron en el área de trabajo, mismas que se detallan a continuación.

Cuadro N° 3. Instructivo para el llenado del formato.

NOMBRE COMÚN:	NOMBRE CIENTÍFICO:	NOMBRE COMÚN:	NOMBRE CIENTÍFICO:
1. Liga.	<i>Euphorbia xanti.</i>	26. Golondrinón.	
2. Matacora.	<i>Jatropha cuniata.</i>	27. Viejitos.	<i>Echinocereus</i>
3. Choya.	<i>Opuntia cholla.</i>	28. Damiana.	<i>Turnera diffusa.</i>
4. Frutilla (P).	<i>Lysium brevipes.</i> <i>ó californicum.</i>	29. Hierba del pujo.	
5. Rama prieta.	<i>Cordia paviflora.</i>	30. Frijolillo.	
6. Taradillo.	<i>Calliandra peninsularis.</i>	31. Lengua de gato.	<i>Solanum lanceidolium.</i>
7. Incienso.	<i>Encelia farinosa.</i>	32. Hierba de cuervo.	
8. Mariola.	<i>Solanum hindsiana.</i>	33. Palo colorado.	<i>Columbrina glabra.</i>
9. Palo Adán.	<i>Fouquieria diguetii.</i>	34. Palo estaca.	
10. Tacote.		35. Algodoncillo.	<i>Gossypium herbaceum.</i>
11. Pitaya agria.	<i>Machaerocereus gummosus.</i>	36. Palo San Juan.	<i>Forchameria watsonii.</i>
12. Pimientilla.		37. Celosa.	<i>Mimosa xanti.</i>
13. Candelilla.	<i>Pedilantus macrocarpus.</i>	38. Cacachila.	<i>Karwinskia humboltiana.</i>
14. Ocote.		39. Palo negrito.	
15. Copal.	<i>Bursera hindsiana.</i>	40. Palo amarillo.	<i>Esembeckia flava.</i>
16. Manzanita.	<i>Artostaphylos pungens.</i>	41. Orégano.	<i>Lippia palmeri.</i>
17. Limón coyote.	<i>Cucumis digitata.</i>	42. Chilicote.	<i>Erythrina flabelliformis.</i>
18. Apacillo.		43. Manzanita roja.	<i>Malpighia diversifolia.</i>
19. Malva.	<i>Melochas tomentosa.</i>	44. Chamizo.	<i>Atriplex lentiformis.</i>
20. Palo fierro.	<i>Pithecellobium confine.</i>	45. Mangle dulce.	<i>Frankenia palmeri.</i>
21. Rama de cochi.	<i>Castela texanal.</i>		
22. Day.	<i>Cassia cavesii.</i>		
23. Biznaga.	<i>Ferocactus acanthode.</i>		
24. Cenicilla.			
25. Hierba del venado.	<i>Porophyllum gracile.</i>		

Cuadro N° 4. Especies presentes.

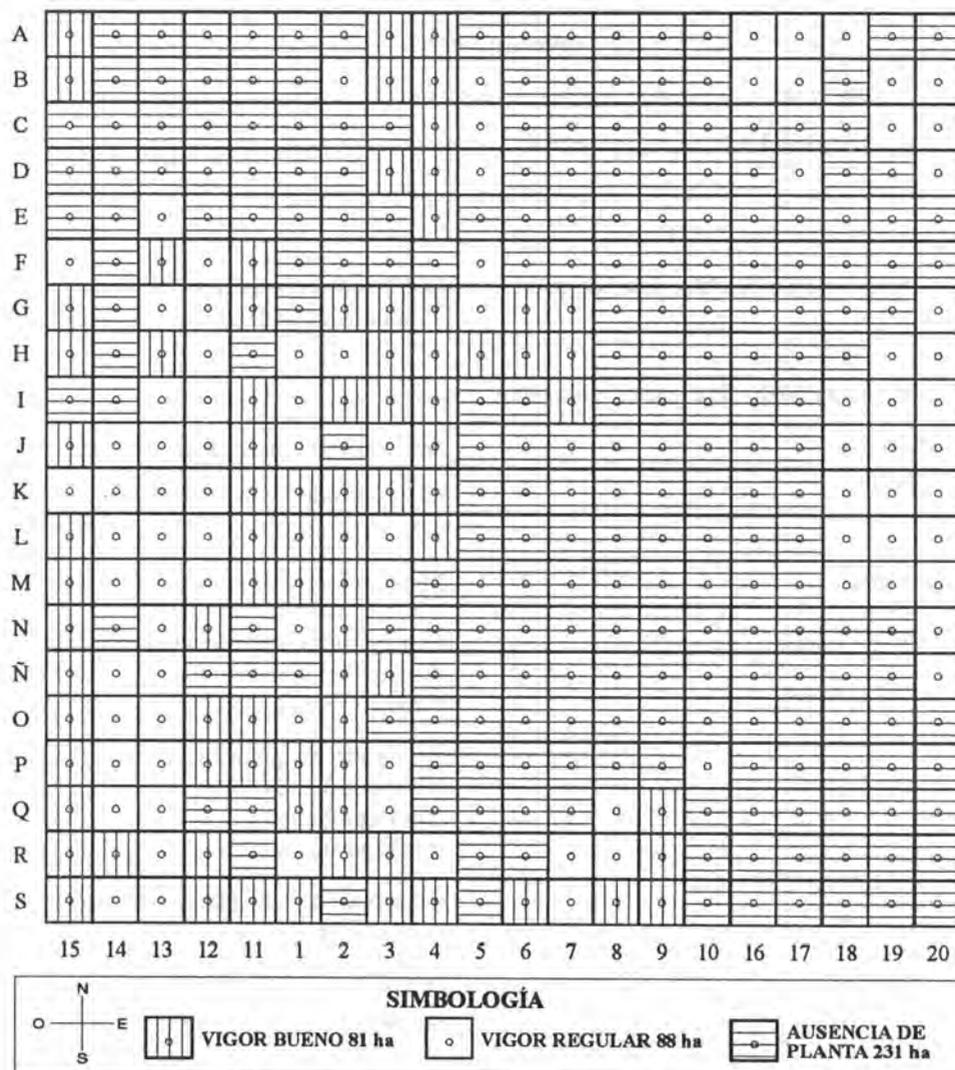
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
A. Cardón.	<i>Pachycereus pringlei.</i>
B. Ciruelo.	<i>Crytocarpa edulis.</i>
C. Pitaya dulce.	<i>Lemairocereus thurberi.</i>
D. Datilillo.	<i>Yucca valida.</i>
E. Lomboy.	<i>Jatropha cinerea.</i>
F. Palo brea.	<i>Cercidium molle.</i>
G. Palo Brasil.	<i>Haematoxylon brasiletto.</i>
H. Torote.	<i>Bursera microphylla.</i>
- Altura media de especies emergentes.	Se toma de las especies emergentes la altura media (A-H), en el punto ha.
- Espesura media de especies emergentes.	
Cerrada:	De 75% o más de cubierta vegetal.
Media:	Más o menos un 45%-50% de cubierta vegetal
Abierta:	Menos de 45% de cubierta vegetal.
- Vigor jojoba.	(A y P), significa ausencia y presencia de jojoba en el punto (ha), respectivamente. (B y R), es el tipo de vigor general en el sitio (ha) de la jojoba. B = Vigor bueno. R = Vigor regular. (Nº/ha) número de plantas de jojoba en el sitio (ha).
- Tiempo.	Definido por el tiempo de levantamiento y recorrido del sitio.

Cuadro N° 5. Especies emergentes.

Avances.

Se ha concluido la obtención de la información de campo en las 400 hectáreas que corresponden al área total de trabajo, de tal manera que se cuenta con los datos de interés a nivel hectárea.

Se elaboró un mapa (*vid., infra.*, cuadro N° 6), a escala 1:10 000 con la ubicación de las poblaciones silvestres de joboba, separadas en estratos con base en los conceptos vigor bueno y vigor regular.

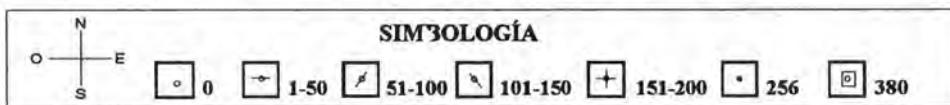
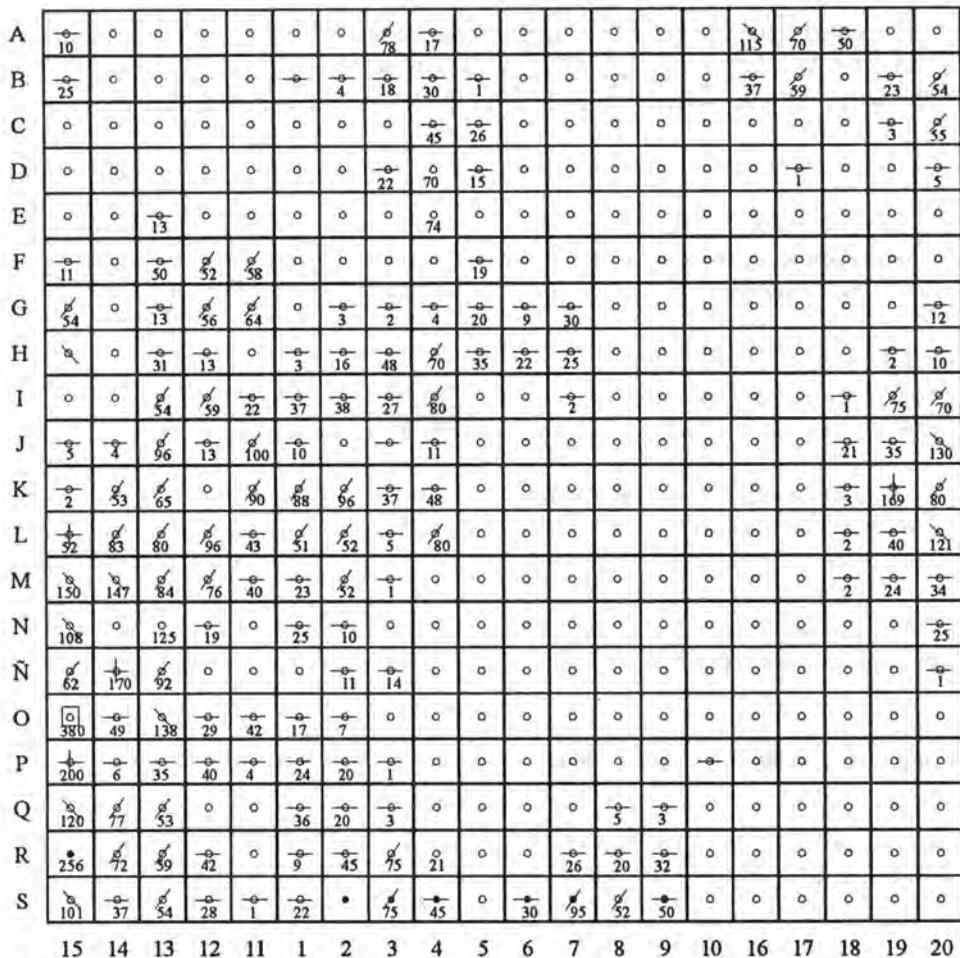


Cuadro N° 6. Estratificación de la joboba por dos tipos de vigor.

Se obtuvieron cálculos en relación a hectárea con presencia o no de jojoba, así como sobre la densidad de esta especie, referida a diferentes superficies y tipo de estrato a que pertenecen. Esta información se presenta a continuación:

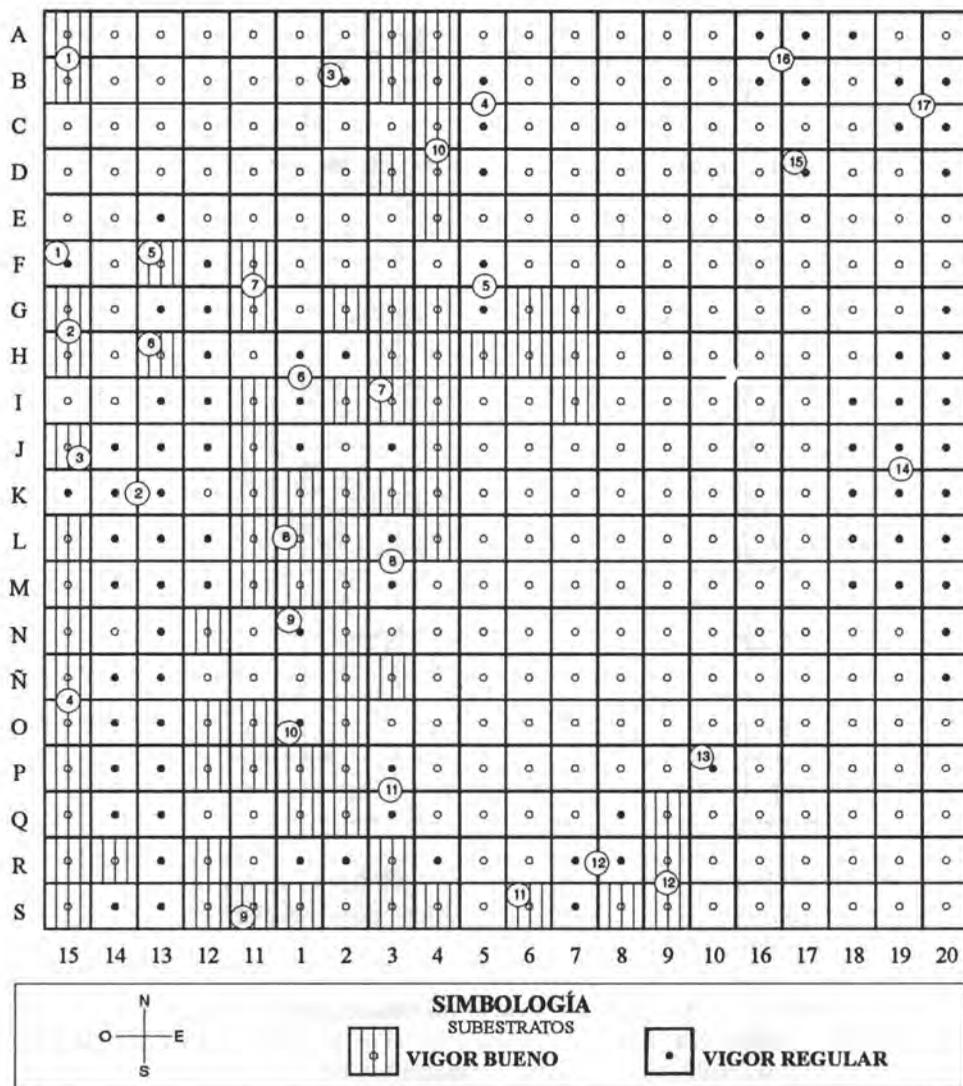
Área de trabajo:	400 ha	
Con presencia de jojoba:	169 ha	(42.25% de 400ha).
Ausencia de jojoba:	231 ha	(57.75% de 400 ha).
Jojoba vigor bueno:	81 ha	
Jojoba vigor regular:	88 ha	
Total:	169 ha	
Plantas presentes en 169 ha:	8 061	(de un total de 400 ha).
Plantas con vigor bueno en 81 ha:	4 331	(de un total de 400 ha).
Plantas con vigor regular en 88 ha:	3 730	(de un total de 400 ha).
Plantas promedio por ha en 400 ha:	20	(vigor bueno y regular).
Plantas promedio por ha en 169 ha:	48	(vigor bueno y regular).
Plantas promedio con vigor bueno:	11	(por ha. en 400 ha).
Plantas promedio con vigor regular:	9	(por ha. en 400 ha).
Plantas promedio con vigor bueno:	26	(por ha. en 169 ha).
Plantas promedio con vigor regular:	22	(por ha. en 169 ha).
Plantas promedio con vigor bueno:	53	(por ha. en 81 ha).
Plantas promedio con vigor regular:	42	(por ha. en 88 ha).

Se cuenta con un mapa (*vid., infra.* cuadro N° 7), de rodales a escala 1:10 000 separados en base a la densidad de individuos por hectárea, categorizados de 1 a 50, de 51 a 100 y así sucesivamente hasta 351 individuos o más.



Cuadro N° 7. Diagrama de número de plantas por punto (ha).

Otro mapa elaborado (*vid., infra.* cuadro N° 8), nos indica el número de substratos que componen a los estratos de vigor bueno y vigor regular.



Cuadro N° 8. Distribución de los substratos.

En la siguiente tabla se relacionan los datos referentes a la altura sobre el nivel del mar (a s n m), con la densidad de la jobjoba, categorizando de 50 en 50 ambas situaciones.

A S N M									
N° DE SITIOS. (HA)	1-50	51-100	101-15	151-200	201-250	251-300	301-350	SITIOS	%
1 - 50	47	29	16	8	3	2	1	106	62.7
51 - 100	26	12	2	5	1	0	0	46	27.2
101 - 150	8	2	0	1	0	0	0	11	6.5
151 - 200	3	1	0	0	0	0	0	4	2.3
201 - 250	0	0	0	0	0	0	0	0	
251 - 300	1	0	0	0	0	0	0	1	.6
301 - 350	0	0	0	0	0	0	0	0	
351	1	0	0	0	0	0	0	1	.6
	86	44	18	14	4	2	1	169	99.90
%	50.9	26	10.6	8.3	2.4	1.2	.6	CON PRESENCIA DE JOJOBA.	

Esta tabla nos indica que la mayoría de los sitios, 89.9% (152 de los 169 detectados), en el área de estudio (400 ha), presentaron una densidad que varía entre 1 a 100 plantas/ha, en alturas de 1 a 100 m. (a s n m).

En forma general se puede decir que a medida que aumenta la altura (a s n m), disminuye la densidad de población de jojoba/ha en esta área. Por otro lado, es importante señalar que se requiere de un análisis más profundo, ya que existen 231 sitios (ha), del área de trabajo sin presencia de jojoba con características de altura similares.

A manera de conclusión, se puede decir que la información antes citada, ha sido la fuente principal de apoyo en la planeación de los siguientes muestreos; por otro lado, se tiene una idea clara de la distribución de la jojoba en el área de estudio mediante diferentes puntos de vista; asimismo sobre la densidad estimada que presenta esta especie en dicha área.

A continuación se puntualizan las metas que quedan por alcanzar para concluir esta parte del estudio:

1. Relacionar la presencia y ausencia de la jojoba con los factores de altura sobre el nivel del mar, exposición, pendiente, tipo fisiográfico, especies asociadas y espesura de la vegetación.
2. Relacionar la densidad de la jojoba con los factores detallados en el punto anterior.
3. Obtener mapas de presencia y densidad de jojoba en función de estos mismos factores.
4. Elaborar una matriz de representación de factores que definan la presencia o ausencia de la jojoba.
5. Procesar los datos en función de la matriz con objeto de definir lo siguiente:
 - 5.1 En qué condiciones de pendientes, exposición y espesura se presenta la jojoba en el área de estudio.
 - 5.2 En qué condiciones de estos mismos factores se presenta una mayor densidad de jojoba.

Segunda Fase. Muestreo de producción.

El propósito de esta fase es obtener información de la jojoba para elaborar una tabla de producción; para este fin, se determinó que la información estaría caracterizada por los siguientes datos:

- Altura total de la planta (centímetros).
- Diámetro mayor y menor de cobertura (centímetros).
- Número de frutos por planta.
- Peso de los frutos (gramos).

Los datos se captaron de 600 individuos, que fueron el tamaño de la muestra; se muestrearon aleatoriamente dentro de cada sitio (ha); de este total se obtuvieron 300 para cada estrato de vigor.

El muestreo realizado fue en forma proporcional al número de individuos hembra, como no se conocía la proporción hembra-macho, se tomó aproximadamente la mitad de la población total por hectárea de cada estrato de vigor.

Con esta base de presencia de hembras se realizaron los cálculos de distribución de la prueba. De tal manera se obtuvieron las siguientes relaciones:

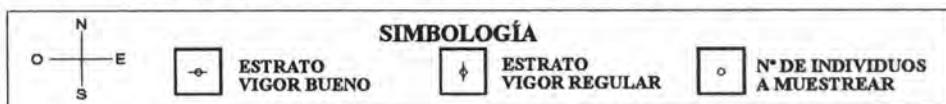
Distribución de la muestra para el estrato de vigor bueno.	
Población	Muestra
Estrato 81 ha - 100%	72 ha - 88.88%
Individuos hembra 2 157 - 100%	300 - 13.90%

Distribución de la muestra para el estrato de vigor regular.	
Población	Muestra
Estrato 88 ha - 100%	67 ha - 76.14%
Individuos hembra 1 858 - 100%	300 - 16.15%

La captación de la información se efectuó en formas de registro (*vid., infra.*, cuadro N° 9), elaborada para el caso, con apoyo de un mapa de distribución de la muestra (*vid., infra.*, cuadro N° 10).

El personal que participó en esta actividad estuvo constituido por 4 elementos, los mismos que formaron la primera brigada descrita en la fase anterior. El equipo utilizado consistió en una pértiga de 2 metros, graduada al centímetro, una balanza granitaria y recipientes para la recolección de frutos.

A	1	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	9	6	4	0	0		
B	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	5	0	2	4		
C	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
D	0	0	0	0	0	0	2	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
E	0	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
F	1	0	4	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
G	4	0	1	4	5	0	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1		
H	8	0	2	1	0	0	1	3	5	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1		
I	0	0	4	5	2	3	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6		
J	0	0	8	1	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	10		
K	0	5	5	0	6	6	7	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14	6		
L	11	7	7	8	3	4	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10		
M	10	12	7	8	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3		
N	7	0	10	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Ñ	4	14	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
O	26	4	14	2	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
P	14	1	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Q	8	6	4	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
R	18	5	5	3	0	1	4	5	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0		
S	7	3	4	2	0	1	0	5	3	0	2	8	3	4	0	0	0	0	0		
		15	14	13	12	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	17	18	19	20



Cuadro N° 10. Distribución de la muestra (tabla de producción jojoba).

La tabla de producción se elaboró con base en los datos obtenidos, los cuales se sometieron a un proceso estadístico de correlación entre las variables independientes (altura total y diámetro promedio de cobertura), y las variables dependientes (número de frutos y/o peso de frutos).

El nivel de confianza de los datos es de 95% con un error de muestreo de 5%.

Avance.

- Se ha logrado capturar la información de interés, de tal manera que se cuenta con los datos de producción de 600 plantas de jojoba y sus respectivas altura y cobertura, así como el número de frutos.

- Se estimó para esta área de trabajo, que 1 kilo de semilla cosechada en forma tradicional (directa de campo), proporciona una medida de 438 gramos de semilla limpia y seca.

Lo anterior se obtuvo del promedio de 5 kilos seleccionados al azar, de una muestra de 30 kilos homogenizada de la producción levantada.

- Se han integrado los datos de la muestra (300), del estrato de vigor regular de acuerdo a clases de altura y diámetro promedio de cobertura, frecuencia de individuos y peso promedio de producción de frutos en gramos.

Tercera fase. Muestreos del sistema (alternativas y testigo).

Con el fin de diseñar el sistema de inventario bajo las premisas de que sea rápido, práctico y barato, se efectuó lo siguiente:

a) Se implantó un sistema de inventario testigo con base en un diseño y una intensidad de muestreo similar al utilizado normalmente en un inventario aplicado a bosques de clima templado-frío, con fines maderables.

b) Para este testigo se estableció una intensidad de muestreo del 2%, lo cual representa 34 sitios circulares de 0.1 ha para las 169 hectáreas que cuentan con presencia de jojoba del total de 400 ha. que constituyen el área original.

c) Se empleó el muestreo estratificado, de tal modo que del total de 34 sitios, 16 correspondieran al estrato de "vigor bueno" y 18 al de "vigor regular". La distribución de sitios por sustrato en cada estrato; se definió con base en la densidad de plantas que se presentan en cada sustrato, respecto al total de plantas por estrato.

d) Cada sustrato que se muestreó se dividió en sitios de 0.1 ha y los sitios que se muestrearon dentro de cada uno de ellos, se seleccionaron en forma aleatoria.

La hipótesis de esta investigación para desarrollar un sistema de inventario de jojoba rápido y barato, consiste en que, reduciendo la intensidad de muestreo, es posible obtener

resultados con una confiabilidad similar a la de una intensidad de muestreo aplicada a un inventario con fines maderables en bosques de clima templado-frío.

Esto indica que deberán probarse alternativas de muestreo con una intensidad menor.

Para probar esta hipótesis se aplicó una reducción gradual de la intensidad de muestreo testigo, como se muestra a continuación:

Testigo	100%	34 sitios	0.1 ha
Primera alternativa	60%	20 “	“
Segunda alternativa	40%	14 “	“
Tercera alternativa	20%	7 “	“

Estas alternativas de muestreo se distribuyeron mediante el mismo diseño “estratificado” con base aleatorizada, de tal modo que los resultados que se obtengan puedan ser comparados estadísticamente.

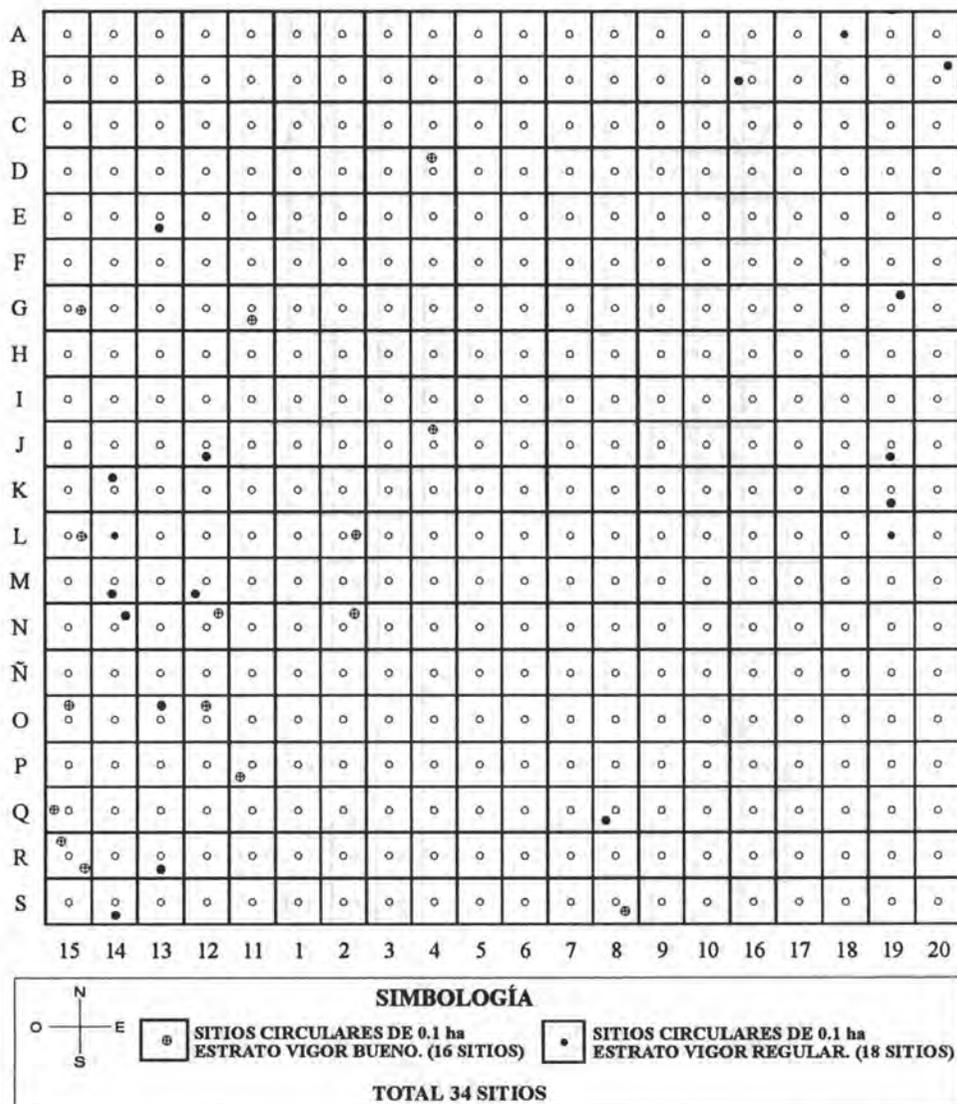
La información que caracteriza esta fase por sitios es la siguiente:

Datos de jojoba	Datos ecológicos
- Número de individuos.	- Tipo fisiográfico.
- Altura máxima (centímetros).	- Pendiente
- Diámetro mayor y menor de cobertura (centímetros).	- Altura sobre el nivel del mar.
- Sexo	- Exposición.
- Tipo de daño	
- Número de renuevos.	

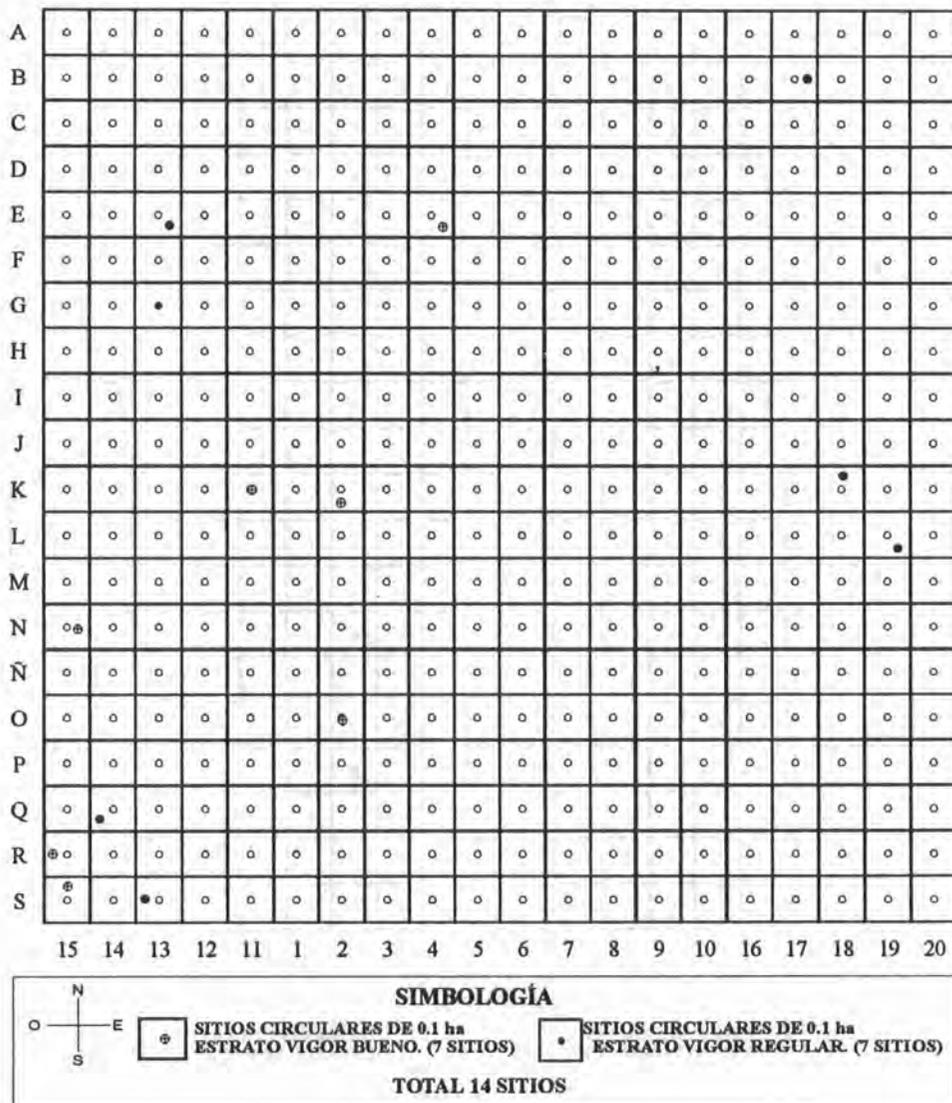
Actividades de campo.

La captación de la información se efectuó por separado; es decir, primero el testigo y luego cada alternativa; para ubicar los sitios de muestreo se trabajó con base en los mapas elaborados para cada caso (*vid., infra.*, cuadros N° 11, 12, 13, 14) y los datos generados se capturaron en formas de registro diseñadas para este propósito (*vid., infra.*, cuadro N° 15).

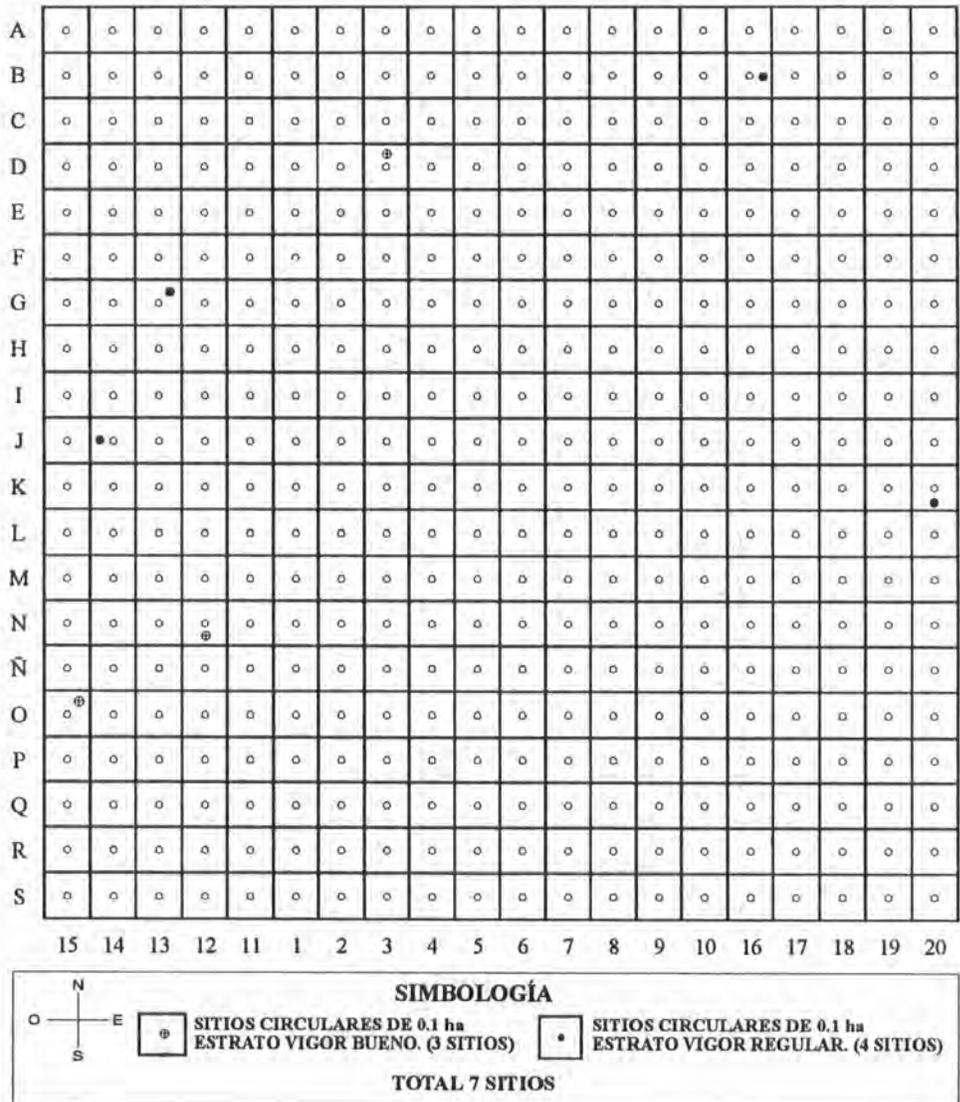
Tanto el personal participante, como el equipo utilizado fueron los descritos para la primera fase.



Cuadro N° 11. Esquema de muestreo del testigo (2%), 100%.



Cuadro N° 13. Esquema de la alternativa de muestreo (0.8%), 40%.



Cuadro N° 14. Esquema de la alternativa de muestreo (0.4%), 20%.

TOMA DE DATOS
"DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INVENTARIO PARA LA JOJOBA"

DÍA MES AÑO

LEVANTÓ: _____ MUESTREO: _____ REGISTRO N° _____

SITIO: _____ T. DE SUELO: _____ T. LEVANTAM. DEL SITIO: _____
 ESTRATO: _____ T. FISIOGRA: P L H M L* C _____
 SUBSTRATO: _____ PENDIENTE: _____ A.S.N.M. _____ T. DE CAMIN: _____

N° DE INDIVID	ALTURA MÁXIMA Cm.	DIÁM. MAYOR COFA Cm.	DIÁM. MENOR COFA Cm.	SEXO	TIPO DE DAÑO						N° DE RENEVOS	EXPOSICIÓN	
					1	2	3	4	5	6			
													N
													S
													E
													O
													NE
													NO
													SE
													SO
													Z

1. FUEGO 2. PLAGAS 3. PASTOREO 4. HUMANO 5. METEOROLÓGICO 6. OTROS

Cuadro N° 15. Formato para la toma de datos de inventario del estudio "Desarrollo de un sistema de inventario para la jojoba".

Avance:

Hasta el momento de elaborar este documento, se ha llevado a cabo la captura de la información de interés tanto del testigo como de las alternativas de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA.

- Acevedo, M.A.S. 1980. Criterios para la elaboración de inventarios de zonas áridas. Conferencia presentada en el Segundo Curso Sobre Inventarios Forestales. INIF-D.F. México.
- Anónimo. Arid Land Resoure Inventories: Developing cost-efficient methods an international worskshop. Nov. 30-dec. 6 1980. La Paz. México. 620 p.
- Anónimo. La jojoba en Baja California Norte. Memoria de la Segunda Conferencia Internacional sobre jojoba y su aprovechamiento. Ensenada, B.C. México.
- Burden, J.D. 1970. Ecology of *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. at it's lower elevation limited. USA
- Centro de Investigaciones Científicas y tecnológicas. 1976. Estudio dasonómico de la jojoba. 1er y 2do. Informe. Hermosillo, Son. México.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Asociación. Méx. P.F. A.C. 1969. Notas del cursillo sobre sitios permanentes de experimentación forestal. Publicación Especial N°4. México, D.F. 171 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1980^a. Una Contribución al conocimiento de la jojoba. Publicación Especial N° 20. 2^a. ed. México, D.F. 550 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 1980^b. Memoria sobre la Primera Reunión Nacional sobre jojoba. Publicación Especial N° 30 (1981). México, 276 p.
- Marroquín J.S.A.G.; Borja L.; Velázquez G. y De la Cruz J.A. 1964. Estudio exológico de las zonas áridas del norte de México. Publicación Especial N° 2. INIA 165p.
- Rzendowski, J. 1964. Botánica económica. Las zonas áridas del centro noroeste de México y el aprovechamiento de sus recursos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales. México.

SAG. 1975. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. Estado de Baja California Sur. México.

SARH y SFF. 1976. Memoria de la IV Reunión sobre Inventario Forestal Continuo. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. N° 33. ed. 1977.

DIAGNÓSTICO DE LA INDUSTRIA DE TABLEROS CONTRACHAPADOS EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL D.F.

Zavala Zavala David *

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en el área metropolitana del D.F., con la finalidad de caracterizar los procesos y equipos que se utilizan en la producción de contrachapados. Entre los aspectos más sobresalientes destacan el problema del abastecimiento de trocería en la cantidad, calidad y oportunidad requeridas.

De las operaciones de preparación de la trocería, el descortezado se realiza en la mayoría de los casos con herramientas manuales, las secuelas de calentamiento no están bien definidas en cuanto a temperaturas utilizadas y tiempos del proceso en función de las características de las especies y diámetro de las trozas.

Los tornos carecen de las innovaciones técnicas que permiten obtener más chapa por troza procesada y de mejor calidad. Por la falta de equilibrio entre el torno y otros equipos, su capacidad de producción se reduce hasta en un 70%.

Para el proceso de secado de la chapa se utilizan estufas de combustión directa, de aceite térmico y de vapor, predominando éstas últimas. En general, carecen de sistemas de medición del contenido de humedad de la chapa, ocasionando una tendencia a sobresecarla, sobre todo en las estufas de combustión directa.

Respecto a las características de las prensas, su capacidad de producción varía de 5 a 20 tableros por carga, y en todas, el sistema de carga y descarga es manual. Se considera que operan adecuadamente tanto los equipos para el saneo y ensamblado de chapas, como los usados para el dimensionado y acabado de tableros.

La mayoría de las fábricas tienen potencial de optimización para incrementar su capacidad de producción, en algunos casos a través de la modificación de sus sistemas de trabajo y en otros mediante el mejoramiento de sus equipos.

Palabras clave: Industria forestal, tableros contrachapados, triplay, chapa, Distrito Federal.

* Investigador Titular Proyecto Tecnología de la Madera. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal, INIFAP-SARH.

ABSTRACT.

The characteristics of the equipment and the processes operative in the plywood industry in the metropolitan area were analyzed.

The plants surveyed (seven mills), all have log supply problems related to quantity, quality and time delivery according to the industry needs. Log debarker process is carried out with hand tools, except for one mill. Log softening schedules are not well define regarding time-temperature for species and log characteristics.

Due to the age of the lathes, most of them lack the latest innovations that allow higher veneer recovery and veneer quality from each log. Further more, since there is no balance between the lathe and other machine centers, its production capability is usually reduced to even 70%.

For veneer drying, three types heat transfer of kilns are used: direct combustion, thermal oil and vapor, being the latest one the most common. No moisture content controls are used in any of the kilns, causing veneer surface inactivation problems, specially in the direct combustion ones.

The production capacity of the press varies between 5 to 20 panels, and the pressing time is also widespread, even for similar type of boards. One aspect in common in all the mills is the hand loading and unloading of the press. The equipment for trimming, sanding and finishing of the panels, is adequate and in balance with the rest of the production process.

Most of the mills have a potencial for optimization of the processes for plywood production, that might lead to higher volume output and better quality panels. To achieve this goal however, changes have to be made in the production systems and machine centers, updating them with the latest technology.

Key words: Forest industry, plywood, veneer, Distrito Federal.

INTRODUCCIÓN.

La industria de tableros de madera comprende a los contrachapados conocidos comúnmente como triplay y a los aglomerados de partículas y de fibras.

Tal industria se considera entre las más importantes del subsector forestal debido a los factores siguientes:

- Volúmenes de productos que genera: 702 000 m³.
- Fuentes de trabajo que proporciona: 11 690.
- Inversiones en capital que representa: 1'250 000 millones de pesos¹.
- Las perspectivas de crecimiento que manifiesta.

Desde el punto de vista de desarrollo tecnológico, se considera que los tableros tienden a sustituir a la madera aserrada, debido entre otras causas, al mejor aprovechamiento de los recursos forestales, a sus mejores características tecnológicas y a las ventajas de su utilización en la elaboración de otros productos.

Las características tecnológicas de los tableros contrachapados, superiores a las de la madera aserrada, constituyen un factor que favorece la demanda de estos productos. Ésta puede incrementarse si los tableros se fabrican a precios competitivos en relación a otros materiales sustitutos.

Para que esto sea factible, se requiere optimizar las fases del proceso de elaboración, mejorando el aprovechamiento de la materia prima y la calidad de los productos, aumentando la utilización de la capacidad instalada y los volúmenes de producción.

No obstante las consideraciones anteriores, desde el punto de vista de investigación y de desarrollo tecnológico, en México se ha hecho poco en el área de tableros a base de madera. Los avances logrados en esta industria, o bien han sido adoptados de otros países, o han sido innovaciones surgidas por la iniciativa de unos cuantos industriales.

Con la finalidad de detectar las posibles fases del proceso potencialmente factibles de mejorar, se recopiló información a través de encuestas en visitas realizadas a siete fábricas de chapa y tableros contrachapados del área metropolitana.

OBJETIVOS.

1. Conocer, analizar y evaluar cada una de las fases de los procesos de elaboración del triplay.
2. Definir trabajos específicos de investigación sobre las fases de producción que demanden mayor atención por el efecto que tienen en la productividad de las empresas.

¹ ANAFATA. 1989. La industria de los tableros de madera.

ANTECEDENTES.

Entre los pocos trabajos realizados en México sobre tableros contrachapados, se encuentra el de Moreno y Espejel², quienes determinaron el rendimiento en cada una de las fases del proceso de producción de triplay.

En su estudio señalan que del volumen inicial de las trozas, después del torneado, se obtiene un rendimiento de chapa de 84.40%, y con el saneo y dimensionado se reduce a un 57.74%. Por efecto del secado se pierde 3.37% y por el canteado de la chapa 2.52%, y queda un volumen de 51.85%. Durante el engomado y prensado del tablero el rendimiento se reduce a 47.85% y por efecto del escuadrado y lijado el volumen final es de 40.51%, que constituye el coeficiente de aprovechamiento de la trocería para la producción de triplay.

En un estudio realizado por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna³, se menciona una utilización de la capacidad instalada de las fábricas de tableros de un 60.7%, enfatizando la necesidad de incrementar el desarrollo tecnológico en este tipo de industria.

Los aspectos que demandan mayor atención, así como las posibles alternativas a seguir son: la implantación de controles automáticos de temperaturas para el calentamiento de las trozas; en el proceso de descortezado, la adopción de sistemas mecanizados; en los equipos de cargado y centrado de las trozas en el torno, mecanismos automatizados; en el proceso de secado de la chapa, controles automáticos de humedad en las estufas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

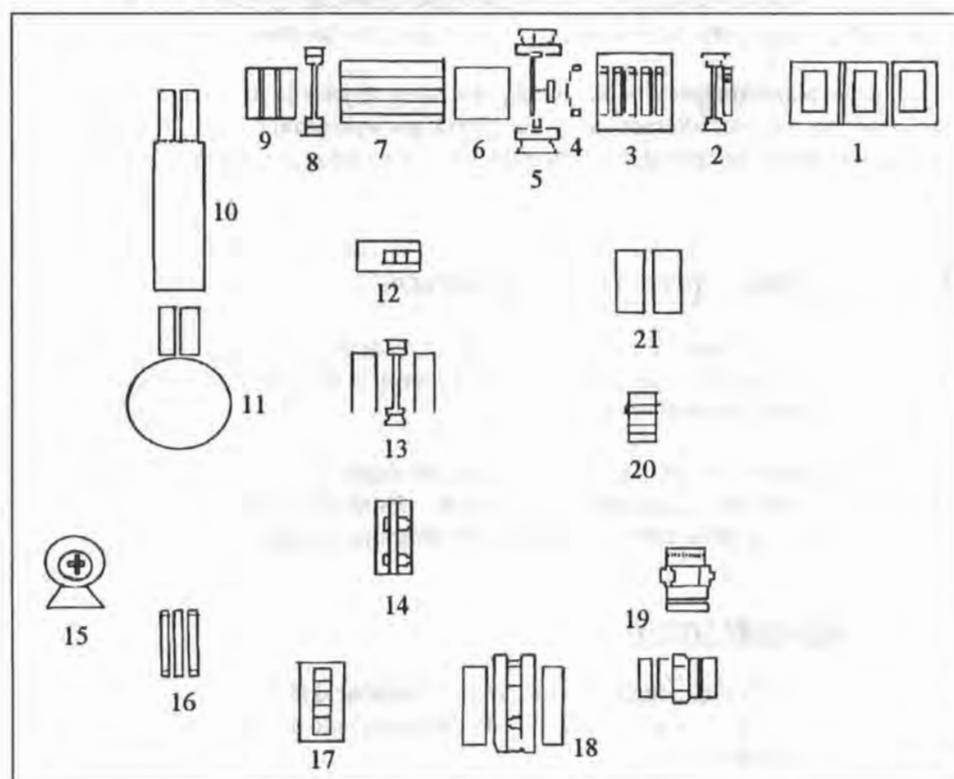
La recopilación de los datos se realizó directamente en siete fábricas, de un total de nueve registradas en el área metropolitana del Distrito Federal; dos de ellas dedicadas a la elaboración de chapa y cinco integradas con producción de chapa y de tableros. Para la captación de la información se utilizaron cuestionarios previamente elaborados sobre los conceptos más relevantes de los sistemas productivos. El trabajo consistió en observaciones directas y en la comunicación personal con los supervisores de producción de las empresas visitadas.

La información recopilada se enfocó sobre los aspectos más importantes de la producción de tableros, entre los cuales destacan: el abastecimiento y el acondicionamiento de la trocería; la elaboración de la chapa y su preparación para la integración del conglomerado,

² Moreno, Z.C. y Espejel, L.A. 1983. Rendimiento y proceso de fabricación de tableros contrachapados, Compañía Forestal de Chiapas, S.A.

³ Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1982. La industria de los tableros de madera en México.

incluyendo el secado y ensamblado de la chapa; la preparación y aplicación del adhesivo; la integración y formación de los tableros; el dimensionado y el acabado. La secuencia y los tipos de equipo más comúnmente utilizados en cada una de las fases de los procesos analizados, se esquematizan a continuación.



- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Descortezadora. | 12. Parchadora. |
| 2. Pilas de ablandamiento. | 13. Canteadora y/o guillotina. |
| 3. Rampa para trocería. | 14. Ensambladora. |
| 4. Cargador y centrador de trozas. | 15. Mezcladora de resinas. |
| 5. Torno. | 16. Engomadora. |
| 6. Lámina continua de chapa. | 17. Pre-prensa. |
| 7. Mesa transportadora de chapa. | 18. Prensa. |
| 8. Guillotina. | 19. Sierras escuadradoras. |
| 9. Mesa clasificadora de chapa. | 20. Pulidora. |
| 10. Estufa de secado. | 21. Saneamiento y clasificación de tableros. |
| 11. Clasificadora de chapa seca. | |

Figura N° 1. Diagrama de flujo en la producción de contrachapados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de este estudio, así como algunas alternativas que pueden desarrollarse para mejorar las condiciones actuales de los sistemas productivos de las fábricas, se presentan en forma desglosada para cada una de las fases de los procesos analizados.

Algunos de los planteamientos propuestos requieren de trabajos específicos de investigación para definir las mejores alternativas. Se espera que este estudio sea el inicio de una coordinación con los industriales, que permita realizar trabajos de investigación en forma conjunta.

Almacenamiento y preparación de la trocería.

La programación del abastecimiento de trocería, el control de inventarios y el almacenamiento de las trozas, son aspectos importantes que repercuten en la utilización de la capacidad de producción instalada de las fábricas de triplay.

La preparación de las trozas, para la producción de chapa, incluye el descortezado y el acondicionamiento o ablandamiento de las mismas. Estas etapas son básicas para lograr optimizar tanto la cantidad como la calidad de la chapa producida.

Abastecimiento de trocería.

Se detectó que un factor que limita la utilización de la capacidad de producción instalada en las fábricas de contrachapados, es la falta de abastecimiento de trocería en la cantidad, calidad y oportunidad requeridas.

De las industrias estudiadas, se observó que un 70% de las empresas tienen un abastecimiento de trocería deficiente, lo cual se refleja directamente en la subutilización de la capacidad de producción instalada, que llega a ser hasta de un 50%, lo que a su vez origina volúmenes bajos de producción y precios altos de los productos en el mercado.

Algunas de las alternativas que se pueden adoptar para contrarrestar el efecto de la falta de abastecimiento de trocería serían:

- 1). La integración vertical de las empresas, con lo cual se controlaría el abastecimiento de trocería desde el bosque, por medio de concesiones o con recursos forestales propios.
- 2). Una oferta de trocería mayor, en un mercado más abierto y dinámico, en el cual el precio de las trozas se rija por sus características (calidad y dimensiones), y no

únicamente por el volumen.

En ambos casos el industrial deberá definir la calidad de la trocería requerida, en función del tipo de chapa desecada y acorde a las características de los equipos utilizados para la producción de los tableros.

Especies procesadas.

Las especies utilizadas están relacionadas con las características del proceso de elaboración de la chapa. Las empresas que producen chapa torneada generalmente utilizan de 2 a 3 especies, predominando el pino y la ceiba, (*Pinus spp.* y *Ceiba pentandra*). Algunas empresas utilizan especies en función de sus necesidades específicas para productos terminados, como chapa de caoba africana u okoune (*Aucoumea Klaineana*), para puertas de tambor.

Las empresas que producen chapa rebanada procesan una mayor diversidad de especies; las más comunes son el cedro (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swieteniamacrophylla*), el nogal (*Juglans nigra*), el encino (*Quercus spp.*), el fresno (*Fraxinus uhdei*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el pino (*Pinus spp.*).

Una empresa que está integrada verticalmente, con recursos forestales propios, además de las especies señaladas, también procesa bari (*Calophyllum brasiliense*), amate (*Ficus glauscescens*), primavera (*Tabebuia pentaphylla*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), nopo (*Cordia collococca*), y cedrillo (*Guarea glabra*). Esta diversificación de especies ha sido posible por el control del abastecimiento de las trozas desde el bosque.

Las ventajas de la integración vertical se manifiestan en una utilización más favorable del aprovechamiento de los recursos forestales, al incorporar al proceso productivo especies que tradicionalmente no se utilizan para la producción de chapa.

Almacenamiento de las trozas.

La conveniencia o necesidad de almacenar la trocería se relaciona con la seguridad de contar con material en el momento en que se requiera, lo cual permite una planeación más adecuada de la producción.

En este estudio se detectó que un 50% de las empresas cuentan con un sistema combinado de almacenamiento de trocería (patios y estanques). Sin embargo, por falta de inventarios adecuados, solamente una empresa utiliza ambos sistemas: las demás almacenan únicamente en patios.

Las posibles ventajas del almacenamiento en estanques no se harán patentes en tanto no se requiera almacenar trocería por períodos prolongados. Los defectos en las trozas por degradación debido al almacenaje en patios, como son las rajaduras en las cabezas, el manchado de la madera, y el ataque de hongos e insectos, no se manifiestan en lapsos cortos de almacenamiento.

Descortezado de las trozas.

Previamente a la producción de la chapa, se requiere descortezar las trozas. Este proceso generalmente se realiza en forma mecánica o con herramientas manuales.

Se encontró que el 85% de las empresas realizan el descortezado con herramientas manuales, y el 15% utilizan procesos mecánicos. Sin embargo, la capacidad de las descortezadoras está subutilizada debido a que se aprovecha sólo un 25% de su capacidad instalada (150 m³/turno).

La secuencia del descortezado varía entre empresas, el 50% lo realizan después del acondicionamiento o ablandamiento de las trozas, mientras que la otra mitad lo lleva a cabo antes de este proceso. Algunas industrias argumentan que es más conveniente efectuarlo después del acondicionamiento por la facilidad con que se desprende la corteza y por la menor cantidad de madera removida.

Las posibles ventajas de realizar el descortezado posterior, se deben equiparar con los efectos negativos que se presentan al calentar las trozas con corteza, los cuales se manifiestan en mayores tiempos de acondicionamiento debido a la barrera que representa ésta para la transferencia de calor a la madera, con lo que se reduce la capacidad de producción del sistema de calentamiento.

Aunado a lo anterior, el agua de las pilas se contamina más rápidamente, lo que demanda mayor frecuencia de limpieza. Por estas razones, se considera que es más conveniente descortezar las trozas antes del proceso de ablandamiento.

Acondicionamiento de las trozas.

La finalidad que se persigue con el acondicionamiento de las trozas es plastificar la madera para facilitar su corte y hacerla más flexible para su manejo, con lo cual se mejora la calidad de la chapa al generarse una textura más tersa y se reduce la formación de grietas o rajaduras. También se logra prolongar el filo y la vida útil de las herramientas de corte, lo que genera un ahorro adicional en el afilado y en la adquisición de cuchillas.

De los procedimientos utilizados para el ablandamiento de la trocería en cámaras de vapor

o por inmersión en estanques o pilas con agua caliente, todas las empresas analizadas utilizan los estanques. El tiempo de calentamiento de las trozas varía en función del tipo de madera por procesar.

De las industrias estudiadas, se detectó que un 85% utilizan vapor como fuente de transferencia de calor para calentar el agua, y un 15% utilizan aceite térmico, el cual tiene mejores características de calentamiento que el vapor y menor tiempo de recuperación de su temperatura.

Las secuelas de ablandamiento varían entre empresas. Se registraron temperaturas del agua de 70°C a 90°C. Los tiempos de calentamiento fluctúan, aun cuando se trate de la misma especie y se apliquen temperaturas similares, como se muestra en el cuadro N° 1.

ACEITE TÉRMICO		VAPOR			
80° - 90°C	70° - 80°C	75° - 90°C	80° - 90°C	80° - 90°C	
SP	t	SP	t	SP	t
Pino	72 hrs	Nogal	72 hrs	Pino	72 hrs
Nogal	72	Caoba	36	Pino	24 hrs
Caoba	24	Encino	24	Pino	26 hrs
Encino	24				
Bari	72				
Amate	48				
Bejuco	48				
Cedro R.	24				
Primavera	24				
SP. = Especie.	t = Tiempo.				

Cuadro N° 1. Interrelación de especies con temperaturas y tiempos de calentamiento en el proceso de ablandamiento de las trozas.

Algunas empresas utilizan, para la misma especie, temperaturas de calentamiento similares, pero períodos de tiempo distintos. Esta discrepancia se refleja en el grado de dificultad de corte de la chapa y en la calidad de la misma (tersura y/o grietas de la chapa).

Se manifiesta la necesidad de definir secuelas de ablandamiento en los aspectos de temperaturas y tiempos utilizados, en función de las especies procesadas, diámetro de las trozas, temperatura de las trozas al momento del corte, facilidad del corte y características de la chapa (tersura y grietas).

Como alternativas para mejorar el proceso de transferencia de calor hacia las trozas, además

de segregarlas por especie y por diámetros, se considera conveniente descortezarlas antes de iniciar el calentamiento. Se facilita así la transferencia de calor, se reducen los tiempos de calentamiento, se abate la contaminación del agua y aumenta la capacidad de producción de las pilas.

A través de tratamientos químicos del agua se puede controlar su pH para mejorar la transferencia de calor. Con la instalación de sistemas de control automatizados para temperaturas y para el retorno de vapor condensado, se lograría incrementar la eficiencia de los recursos utilizados para generar calor.

Producción de chapa.

La chapa se puede producir por medio de tornos y rebanadoras; éstas últimas pueden ser de tipo horizontal o vertical. Las características de los equipos y la selección de las especies utilizadas están íntimamente ligadas con el tipo de tableros que se desea producir. La chapa rebanada se utiliza comúnmente en tableros para muebles o ebanistería, y la torneada, tanto para muebles como para la construcción en general.

De las empresas estudiadas en este trabajo, el 67% producen chapa torneada y el 33% chapa rebanada.

Producción de chapa torneada.

Los aspectos más sobresalientes y comunes en todas las fábricas estudiadas, en lo referente a las características de los equipos de torneado, son: los usillos o flechas fijas; las mordazas intercambiables manualmente con diámetros de 6", 7", 12", y 16"; las contracuchillas o barras de presión fijas y romboides; la capacidad de producción de 150 m³/turno, con características para procesar trozas de 2.60 m de longitud y hasta de 1.5 m de diámetro.

El proceso de torneado se caracteriza por utilizar un sistema de carga de las trozas al torno con grúa viajera, el centrado de las trozas en las mordazas se realiza en forma manual. Algunas empresas dejan durante períodos prolongados de espera a las trozas en la plataforma o rampa previa al torno, con lo que se pierden las ventajas del ablandamiento previo. Las temperaturas de desenrollado varían de 25° C a 45° C, las más bajas afectan la calidad de la chapa.

De la capacidad de producción del torno (150 m³/turno), se aprovecha solamente de un 25% a un 30%, debido a la falta de sincronización o de equilibrio de la capacidad del torno con la guillotina. El coeficiente de aprovechamiento de la trocería fluctúa de 75% a 85%, en función del diámetro y de la calidad de las trozas procesadas.

Algunas alternativas que se podrían aplicar para mejorar el proceso de torneado serían:

- a) Realizar el centrado de las trozas en forma automatizada, para evitar errores de colocación por los operarios.
- b) Utilizar usillos telescópicos con mordazas de 3" de diámetro para obtener mayor volumen de chapa por troza procesada.
- c) Instalar rodillos de presión de rollete o bolo para evitar que se doble y así lograr un buen contacto del rollete con la cuchilla, para producir chapa más uniforme en espesor.
- d) Utilizar contracuchillas fijas para chapa con espesores menores de 2mm y contracuchillas cilíndricas giratorias para chapa con espesor mayor de 2 mm con la finalidad de mejorar la textura de la misma.
- e) Adaptar contracuchillas con cámara de vapor para calentar el área de corte de la chapa al momento del desenrollado, lo que permitiría temperaturas de corte adecuadas y aumentaría la calidad de chapa.
- f) Evitar el tiempo de espera de la troza en la rampa, para que no se enfríe y se pierdan las cualidades logradas con el calentamiento.
- g) Analizar en forma periódica la calidad de la chapa, para determinar las variables que están fuera de control y se proceda a su respectiva corrección.

Transporte de la chapa del torno a la guillotina.

Todas las empresas cuentan con mesas de transporte de la chapa del torno a la guillotina. Algunas de las características de estas mesas son: el número de niveles de transporte, que generalmente es de cuatro; la longitud que varía de 12 a 40 m; la capacidad de transporte de las mesas que es de 120 a 150 m³/turno, de la cual se aprovecha de un 35% a un 45%, resultados que son similares a los del torno.

Los bajos niveles de aprovechamiento se deben a la falta de equilibrio o sincronización con la capacidad de producción de la guillotina, lo cual ocasiona que la chapa tenga que permanecer almacenada en la mesa transportadora el tiempo necesario para que la guillotina pueda efectuar los cortes de saneo y dimensionado a la chapa procesada.

Saneo y dimensionado de la chapa.

El saneo de la chapa y el dimensionado de la lámina continua de chapa generada en el torno, se efectúa por medio de la guillotina. Los aspectos más sobresalientes de las guillotinas, comunes a todas las empresas estudiadas, están en la forma de operarlas para hacer los cortes: manualmente para sanear la chapa y semiautomáticamente para cortar dimensiones constantes de chapa sin defectos. Están equipadas con una cuchilla romboide y procesan de 15 a 25 m³/turno, que representa de 20% a 40% de la capacidad de producción del torno.

Esta fase del proceso en general representa un cuello de botella por no estar equilibrada la capacidad de la guillotina con la capacidad de producción del torno, ni con la mesa transportadora de chapa. Para corregir esta deficiencia se podría adoptar el sistema de corte con el uso de 2 a 3 cuchillas giratorias, accionadas por un sistema electrónico automatizado para cortes de saneo y dimensionado; o instalar otra guillotina para formar dos líneas de producción, una de saneo y otra de dimensionado.

Producción de chapa rebanada.

En el área metropolitana del Distrito Federal, 33% de las empresas producen chapa rebanada. El 50% de la rebanadoras son de tipo horizontal, las cuales en general se pueden considerar menos eficientes que las verticales, por el número de cortes por minuto que es de 40 en las horizontales, mientras que en las verticales es de 60. La forma de sujeción del cuadrado en todas las rebanadoras es en forma mecánica por medio de cuñas.

Las características de la chapa producida son muy similares tanto en dimensiones como en textura. Los espesores más comunes son de 0.7, 0.8, 1.0 y 1.5 mm y la longitud de 2.60 a 2.70 m. La temperatura de rebanado de los cuadrados o "flitches" varía de 35° C a 45° C.

Secado de la chapa.

Generalmente para poder utilizar la chapa se requiere eliminarle el exceso de agua, el contenido de humedad (CH) sugerido es de entre 3% y 7%. Con las técnicas actuales de producción de contrachapados, cualquier C H superior al indicado genera problemas durante el prensado del tablero.

La forma más utilizada para eliminar el exceso de agua de la chapa, es a través de estufas de secado, las cuales presentan diferencias en sus características y por lo tanto difieren en la eficiencia del proceso.

Estufas de secado.

De las empresas estudiadas, en lo relativo a sistemas de transferencia de calor, 14% utilizan estufas de combustión directa, 21% aceite térmico y el 65% restante emplean vapor. La eficiencia en la transferencia de calor es mejor en las estufas de combustión directa, siguiéndoles las de aceite térmico y al final las de vapor.

Con base en el sistema de transporte de la chapa dentro de la estufa, 65% utilizan mallas para chapa hasta de 2 mm de espesor. El otro 35% emplean rodillos que permiten procesar chapa con espesores mayores de 2 mm.

En relación a la circulación del aire, 70% de las estufas tienen circulación transversal y 30% longitudinal. Debido al efecto que tiene la velocidad del aire en el secado de la chapa, las de circulación transversal resultan más eficientes debido a que tienen mayor capacidad de remoción de humedad de la superficie de la chapa.

Secuelas de secado.

Los factores que determinan el secado de la chapa son:

- Las características de la madera de las especies procesadas.
- El C H inicial de la chapa.
- Las temperaturas de secado utilizadas.
- La velocidad del aire.
- El tiempo de secado

Con la combinación y arreglo de estos factores, se definen las secuelas de secado. (*vid., infra*, cuadro N° 2).

TIPO ESTUFA	TEMPERATURAS (° C)			ESPECIES Y ESPEORES (mm)		TIEMPOS (minutos)
COMBUSTIÓN DIRECTA	160	170	200	Pino	1.0	8
				Pino	4.0	28-30
ACEITE TÉRMICO	140	160	185	Nopo	0.8	4
				Ceiba	3.0	24
VAPOR	140	145	150	Pino	1.1	10-15
				Pino	4.0	60-70
VAPOR	120	125	130	Pino	1.2	15
				Pino	4.0	60-70
				Ceiba	3.0	60
VAPOR	80	90	110	Encino	1.0	8

Cuadro N° 2. Secuelas de secado para chapa de distintas características procesadas en diferentes tipos de estufas.

Se observó que para las mismas especies con condiciones similares de C H, el tiempo de secado es menor en las estufas de combustión directa, siguiéndoles las de aceite térmico, y las que requieren mayor tiempo son las de vapor. Para poder hacer una comparación más precisa de los diferentes procesos, es necesario analizar los otros factores que intervienen en el secado.

Se considera que el proceso se puede mejorar adoptando algunas modalidades a la forma tradicional de trabajo como:

a) Segregar la chapa por tipo de madera (albura vs. duramen), lo cual es un indicador de diferencias en C H, que permitiría procesar chapa con C H similar en lugar de mezclarla como se hace comúnmente, lográndose en consecuencia un secado más rápido y uniforme, lo que repercutiría a su vez en un aumento de la capacidad de secado.

b) Controlar el C H al final del secado, a través de medidores de humedad automatizados, lo que facilitaría ajustar los tiempos de secado en función del C H real de la chapa, y a la vez permitiría segregar a la que sale con humedad más alta que la requerida.

c) Secar a la chapa en dos fases, procurando que en la primera etapa 85% quede con el C H requerido (4 - 7% C H), y el 15% restante con un C H superior. Este volumen se reciclaría nuevamente por la estufa a una velocidad mayor que en la primera fase. Con este procedimiento se incrementaría la capacidad de secado al aumentar la velocidad de

avance de la chapa dentro de la estufa, y a la vez se eliminarían los problemas de sobresecado e inactivación de la superficie de la chapa debido a temperaturas altas y a tiempos excesivos de secado.

d) Evitar el sobresecado de la chapa, que se presenta cuando se seca a un C H menor de 3%; y la inactivación de su superficie por el uso de temperaturas superiores a 200° C en las últimas etapas del secado. La inactivación de la superficie se detecta por el cambio de coloración debido a la descomposición química de la celulosa por efecto de temperaturas altas. Estos dos aspectos tienen un efecto negativo en la chapa, que se manifiesta al momento de la formación del tablero, el cual requiere someterse a mayores tiempos de prensado para compensar la incompatibilidad de la chapa con el adhesivo.

e) Controlar la apertura de las ventilas, con las cuales se elimina el exceso de humedad del interior de la estufa, pero que a la vez representa pérdidas de calor cuando se abren en forma inadecuada. Se debe evitar un intercambio excesivo de aire caliente del interior por aire fresco del exterior, para reducir, además de la pérdida de calor, el oxígeno y con ello, el riesgo de un incendio.

f) Aumentar la velocidad del aire, que se relaciona directamente con la de secado de la chapa. Una de las formas más eficientes de incrementar la capacidad de remoción de humedad de la superficie de la madera, es inyectar el aire directamente y en forma perpendicular a la superficie de la chapa, con lo que se logra un mayor contacto entre los dos componentes.

Saneamiento y ensamblado de las chapas.

Debido a que un gran porcentaje de la chapa, tanto torneada como rebanada, no reúne las características para ser utilizada directamente en la elaboración de tableros, es necesario sanearla para eliminar nudos, rajaduras u otros defectos y la que no tiene las dimensiones adecuadas requiere de ensamblarse. Para sanear y ensamblar las chapas normalmente se utilizan parchadoras, canteadoras y ensambladoras.

Parchadoras.

Se utilizan para eliminar los nudos y agujeros de las chapas, al colocar en su lugar un parche. Además de mejorar la apariencia de la chapa, también se evitan acumulaciones excesivas de adhesivo en los agujeros, que podrían causar concentraciones de vapor durante el prensado, lo que ocasionaría explosiones y perforaciones en el tablero al momento de abrir la prensa.

Con la tecnología tradicional, las parchadoras utilizadas que operan a base de un

mecanismo de troquel y fijación o sujeción del parche con papel pegol, logran los objetivos de esta fase del proceso. La capacidad de producción de las parchadoras oscila entre 700 y 1 000 parches por turno.

Canteadoras.

Su finalidad es igualar los cantos de las chanas para posteriormente facilitar su ensamble