Crecimiento y producción de clones de *Hevea brasiliensis* (hule) en plantaciones experimentales en el estado de Jalisco, México

Agustín Rueda-Sánchez[1], Norma Yadira Zacamo-Velázquez[2], J. Trinidad Sáenz-Reyes[3], Javier Ireta-Moreno[1], Juan Francisco Pérez-Domínguez[1], Juan de Dios Benavides-Solorio[1] y Dora Alicia García-García[4*]

[1]*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, Km 8 C.P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco.*
[2]*Instituto Tecnológico Superior de Jalisco, Campus Zapotlanejo. Av. Tecnológico No. 300, Predio Huejotitán, 45430 Zapotlanejo, Jalisco.*
[3]*INIFAP, Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana No.1110 Col. Revolución C.P. 60150 Uruapan, Michoacán.* [4]*INIFAP, Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas km 8.5 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista Saltillo, C.P. 25315. Coahuila de Zaragoza.*

Artículo recibido el 7 de noviembre y aceptado el 27 de noviembre.

Growth and production of clones of Hevea brasiliensis (rubber) in experimental plantations in the state of Jalisco, Mexico

Abstract

In this document, the survival, growth and production of rubber and latex is estimated in a rubber plantation established in 2012, which is located in Rancho "La Esperanza", municipality of Talpa de Allende, Jalisco. The evaluation was carried out in 2020 (7.5 years of growth) and corresponded to the first rubber production; three clones IAN 873, PB2859 and RRIM 600 were analyzed. These evaluations seek to select the best genetic materials, based on of its adaptation, notable growth and production, under the environmental conditions with potential in the state of Jalisco. After analyzing the information, the clones had the following results: survival was notable for the three clones, with 100% adaptation. In relation to the dasometric variables (diameter and height), the clones presented very similar values in both variables, according to the analysis of variance there was no significant difference. The average diameters for the trees of the three clones were 17.4 cm and 17.3 cm respectively for the RRIM 600 and PB 2859 clones, and the IAN 873 clone had 15.5 cm. Meanwhile, for the average height, in the same order the clone RRIM 600 10.34 m, PB 2859 with 11.7 m and IAN 873 with 9.93 m. According to the analysis of variance in the production of rubber and latex that was produced in 2020, whose presentation was fresh or liquid, if there was a significant difference between the clones under study, the clone with the highest production turned out to be RRIM 600. with a quantity of 2,055 liters fresh and the production of clones PB 2859 and IAN 873 was 1,398 and 1,320 liters, respectively, these results come from the measurement of 203 trees of clone RRIM 600, 205 trees of clone PB 2859 and 201 trees of the IAN 873 clone. The individual production per tree was 10.12 liters, 6.82 liters and 6.07 liters for the RRIM 600, PB 2859 and IAN 873 clones, respectively. In a complete plantation of 550 trees ha^{-1}, the production per hectare would be 5,566 kg, 3,751 kg and 3,338.5 kg of fresh latex for the three clones mentioned above. For dry latex the production was 1,391.5 kg^{-1} ha^{-1} $year^{-1}$, for RRIM 600 was 940.5 kg ha^{-1} $year^{-1}$ for PB 2859 and finally 836 kg ha^{-1} $year^{-1}$ for IAN 873.

Key words: rubber, latex, clones, pica and production.

Resumen

En este documento se estima la supervivencia, el crecimiento y la producción de hule y látex, en una plantación de hule establecida en el año 2012, la cual se localiza en el Rancho "La Esperanza", municipio de

*Autor de correspondencia
Email: doragarcia101275@gmail.com
ISSN 2594-0384 (Electrónica)

Talpa de Allende, Jalisco. La evaluación se realizó en el año 2020 (8 años de crecimiento) y correspondieron a la primera pica de producción de hule; se analizaron tres clones IAN 873, PB2859 y RRIM 600. Con estas evaluaciones se busca seleccionar los mejores materiales genéticos, a partir de su adaptación, crecimiento y producción, bajo las condiciones ambientales con potencial en el estado de Jalisco. Después del análisis de la información, los clones tuvieron los siguientes resultados: la sobrevivencia fue notable para los tres clones, con el 100% de adaptación. En relación a las variables dasométricas (diámetro y altura), los clones presentaron valores muy similares en ambas variables, de acuerdo a los análisis de varianza no se presentó diferencia significativa. Los diámetros medios para el arbolado de los tres clones fueron para los clones RRIM 600 y PB 2859 de 17.4 cm y 17.3 cm, respectivamente, y el clon IAN 873 tuvo 15.5 cm. En tanto que, para la altura media, en el mismo orden el clon RRIM 600 con 10.34 m, PB 2859 con 11.7 m y IAN 873 con 9.93 m. De acuerdo a los análisis de varianza en la producción de hule y látex que se produjo en el año 2020, cuya presentación en fresco o líquido, sí se presentó diferencia significativa entre los clones en estudio; el clon con mayor producción resultó ser el RRIM 600 con una cantidad de 2,055 L en fresco y la producción de los clones PB 2859 y IAN 873 resultó de 1,398 y 1,320 L, respectivamente, estos resultados provienen de la medición de 203 árboles del clon RRIM 600, 205 árboles del clon PB 2859 y 201 árboles del clon IAN 873. La producción individual por árbol fue de 10.12 litros, 6.82 litros y 6.07 litros para los clones RRIM 600, PB 2859 y IAN 873, respectivamente. En una plantación completa de 550 árboles ha^{-1}, la producción por hectárea sería de 5,566 kg, 3,751 kg y 3,338.5 kg de látex fresco para los tres clones, respectivamente. Para el látex seco la producción fue de 1,391.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$, para el RRIM 600, de 940.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el PB 2859 y finalmente de 836 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el IAN 873.

Palabras claves: hule, látex, clones, pica y producción.

Introducción

El desarrollo de plantaciones forestales comerciales en México es una gran oportunidad para el sector forestal, dadas las condiciones climáticas y edafológicas que se tienen (Pérez *et al*., 2021) y una de las especies que se adaptan a las selvas altas y medianas es *Hevea brasiliensis* Muell arg. (Hule), con un gran potencial económico, por su rápido crecimiento y su doble aprovechamiento: hule y látex desde el 6º año hasta los 30 o 35 años. Además, después de este período, se puede producir madera que es de gran importancia económica y complemento para mejorar la rentabilidad de este cultivo, ya que la madera se puede emplear para la fabricación de muebles (Martínez *et al*., 2007).

De *Hevea brasiliensis* se obtiene hule natural o caucho y existe una demanda insatisfecha de este producto a nivel nacional e internacional, y México cuenta con más de 25,500 ha de plantaciones forestales, de las cuales más de 11,500 ha están en producción con cerca de 7,000 ton $año^{-1}$; el consumo medio anual de hule natural en 2003 fue de 70,000 ton, por lo que se importa el 90 % de las necesidades del país (Rojo *et al*., 2002), debido a esta falta de materia prima, se considera a las plantaciones de hule como una opción para los productores forestales, por su rentabilidad y generación de empleos. Otro atractivo es la rentabilidad, que se estima tienen una relación beneficio/costo de 1.2 a 1.9 y la superficie potencial para establecer plantaciones se estima en 57,430 ha en zonas de Campeche, Chiapas y Oaxaca, además, existe potencial para incrementar la producción de hule en México (Moctezuma *et al*., 2015). Pero también en Jalisco y Nayarit, se han realizado estudios que permiten conocer que se tiene un buen potencial para el cultivo del hule, además, las plantaciones establecidas así lo avalan (Rueda *et al*., 2016).

Una plantación forestal comercial ofrece beneficios, tanto económicos como ambientales, sin embargo, no se ha desarrollado el potencial del cultivo del hule debido a diversos factores relacionados con el proceso productivo y a la falta de planeación (Pérez *et al*., 2021); asimismo, se observa un aprovechamiento limitado y la escasa información cuantitativa sobre los crecimientos, incrementos y producción de látex en plantaciones forestales comerciales (Martínez *et al*., 2007), en especial para diferenciar la producción de los clones derivados del *H. brasiliensis*, que permitan destacar las características de productividad de látex y madera, en diferentes sitios y áreas de plantación (Rojo *et al*., 2002). En el presente documento se planteó: estimar la supervivencia, crecimiento y producción de hule y látex, en la primera pica de los clones IAN 873, PB2859 Y RRIM 600 a ocho años de su establecimiento; en una plantación de hule del estado de Jalisco, que fue establecida en 2012 en el

Rancho "La Esperanza", del municipio, de Talpa de Allende, Jalisco, con la finalidad de conocer los mejores materiales genéticos y de adaptación en base a las evaluaciones de sobrevivencia, crecimiento y producción, bajo las condiciones agro ambientales de las zonas con potencial en el estado de Jalisco.

Material y métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el sitio denominado Rancho "La Esperanza", ubicado en la comunidad La Cuesta en el municipio de Talpa de Allende, del estado de Jalisco, donde se cuenta con una plantación experimental de 2.1 ha del cultivo del hule, que fue establecida en agosto del año 2012 y en la cual se evaluó el crecimiento y producción de hule y látex en su primera pica, en el año 2020, es decir, a los 8 años de establecida.

La plantación se ubica geográficamente en una región entre las coordenadas 20º 07' 19.6'' a 20º 07' 7.7'' L N y 104º 50' 29''a 104º 50' 28.3'' L W. Dentro de esta zona, la plantación de hule presenta elevaciones entre 360 a 370 msnm, temperatura media anual de 25.1 ºC, con temperaturas mínima y máxima de 21.2 y 36.5 ºC, respectivamente; la precipitación anual es de 1,006 mm, los suelos tienen textura de migajón arcillo-arenoso y pH ácido de 5.6 (Ruiz *et al.*, 2012). El régimen de propiedad es privada, rodeada de una gran extensión de superficie ejidal, con usos pecuario, agrícola y forestal.

Evaluación de plantación experimental del cultivo del hule

Los clones establecidos y estudiados en este trabajo fueron; IAN-873, RRIM-600 y PB-2859, en una plantación experimental cuya población total es de 1,200 árboles (400 de cada clon), en una superficie de 2.1 ha. Esta plantación se estableció con un espaciamiento de 6 x 3 m; durante los dos primeros años se les aplicó cada 4 meses, fertilizante orgánico ABONASA (6-5-6+micro elementos), y se aplicaron riegos de auxilio cada 15 días en la temporada de estiaje durante los dos primeros años, después de este período, ya no se aplicaron riegos de auxilio y la humedad se obtuvo de las lluvias temporales que se presentan en esta zona. Las actividades de mantenimiento correspondieron a la limpieza y eliminación de maleza (tres veces por año), remoción de suelo, cajeteo y control fitosanitario, dos veces al año.

Es importante señalar que la evaluación dasométrica (diámetro y altura total), así como la sobrevivencia, se llevó a cabo considerando el total de la población de cada clon establecido en esta plantación (400 árboles por clon), para la toma de datos se realizó un muestreo completamente al azar.

Sitios de muestreo

Para la evaluación de adaptación y crecimiento fue necesario realizar evaluaciones de variables de sobrevivencia y variables dasométricas (diámetro medio y altura total). Para lo anterior, se establecieron sitios de muestreo circulares con un radio de 8.92 m y área de 250 m², con 15 árboles cada uno. El número de sitios en cada área de estudio se determinó de acuerdo a un pre muestreo basado en el diámetro de los árboles y las intensidades de muestreos requeridas en el estudio oscilaron entre el 5.3 y 10% de la población. Otros criterios para incluir el arbolado de dicha plantación en la muestra fueron:

a) Incluir árboles con 14.3 cm de diámetro o 45 cm de circunferencia.
b) Que no existieran evidencias de daños por plagas, enfermedades.
c) Sin daños o deterioro por acciones mecánicas.
(d) Tener un espaciamiento de 6 x 3 m.

Sobrevivencia

De manera general, en la evaluación de plantaciones forestales, la sobrevivencia, se logró estimar mediante el conocimiento del número de árboles que están vivos y árboles muertos o desaparecidos (Benavides *et al*., 2010). Los mismos autores señalan que, es necesario establecer cuál es el objetivo de la sobrevivencia de la plantación, ya que el porcentaje de sobrevivencia en una plantación que tiene como objetivo reforestar, no puede tener el mismo valor que el de aquella plantación cuyo objetivo es comercial, esto debido a la inversión del capital en cuidados y mantenimiento que se requiere para el manejo de una plantación comercial, aunque debe buscarse siempre que el objetivo de la sobrevivencia sea de un 100 % de éxito.

Es importante señalar que, para el análisis de la sobrevivencia en la plantación de cada uno de los clones en estudio, se ubicó el arbolado de cada clon en dos grupos, sobrevivientes (S) y no sobreviviente (D). Se tomaron como árboles sobrevivientes aquellos que se consideraron como árboles vivos, y se consideraron como desaparecidos o aquellos que no existen en el sitio correspondiente de la plantación.

Variables dasométricas

A cada uno de los árboles de los tres clones del cultivo del hule, que se incluyeron en los sitios establecidos, se les tomaron los datos generales y específicos siguiendo la metodología de Benavides *et al*. (2010), tales como; estado del árbol (vivo o muerto), diámetro de tocón a los 0.30 m (DT), a partir del suelo y por el lado superior de la pendiente, diámetro medio a 1.30 m a partir del suelo (DAP), estas dos variables se midieron con el uso de cinta diamétrica.

También se evaluaron las variables: altura total y de fuste limpio, empleando para ello la vara métrica (graduada en m y cm), estas alturas se corroboraron también con el uso de la "Pistola Haga"; el diámetro de copa en los sentidos norte-sur y esto- oeste con cinta métrica flexible y también flexómetros.

Otras variables evaluadas fueron: Daños mecánicos, estado fitosanitario y vigor, de acuerdo al siguiente orden, se registró información en aquellos árboles que presentaron, daños visibles y se relacionaron con la posible causa, en cuanto al estado fitosanitario se registró si el arbolado se observó sano u enfermo y por último el vigor del arbolado, se registró si estos prestaron vigor exuberante, normal o raquítico.

Aprovechamiento de plantaciones en producción

En el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*), en las plantaciones comerciales u experimentales como este caso, la etapa de su aprovechamiento en promedio se debe realizar entre el sexto o séptimo año de su establecimiento, cuando los arboles presenten un diámetro de 14.3 cm (45 cm de circunferencia) a la altura de 1 m a partir de la unión del patrón con el injerto (Ortiz, 2011a). Por otra parte, se considera que cuando el 40 % o el 50 % de los árboles se clasifican dentro de las medidas requeridas, se puede tener un aprovechamiento rentable (ASOHECA, 1998).

Para la evaluación de la producción de hule y látex de los tres clones de *Hevea brasiliensis* (IAN-873, RRIM-600 y PB-2859), se tenía un total de elección de 400 árboles de cada uno de los clones. La producción se tomó eligiendo un muestreo del 50 % del arbolado, es decir, en 200 árboles aproximadamente por clon (203 RRIM 600, 205 PB 2859 y 201 IAN 873), eligiendo los árboles a los cuales se les podía realizar el proceso de extracción de látex. Lo anterior, debido a que no toda la población de cada clon presentó las condiciones necesarias para entrar en el proceso de producción, sobre todo por el diámetro o circunferencia, como lo señala Ortiz (2011a).

Apertura de tableros

En toda plantación del cultivo del hule, y sobre todo en aquellas que han llegado a su edad y dimensiones adecuadas, para su aprovechamiento es necesario realizar la preparación del árbol, es decir, se debe realizar la apertura de tableros, para esto, el proceso consiste en lo siguiente:

El árbol se debe dividir con la cinta métrica en dos partes longitudinales simétricas, en dirección Este-Oeste, cada una de esas se denominan "tableros de pica", esto se realiza con el apoyo de una cinta métrica o hilo, también se marcan dos líneas verticales opuestas diametralmente, tanto en el punto de unión del patrón con el injerto como a 1 metro de altura sobre este. Estos puntos se unen verticalmente con una línea, y, además, se debe tener en cuenta que el tablero de todos los árboles que van a entrar en producción de la plantación debe tener la misma orientación (Rueda *et al*., 2016).

Otro aspecto importante y muy sobresaliente es el de colocar la banderola que comúnmente es de lámina galvanizada, pero, también se puede improvisar con lámina de otros materiales que pueda ser útil para los fines que se persiguen, como fue en este caso, que se empleó una banderola de cartón y no se presentaron problemas al respecto.

Sistemas de pica

La frecuencia y tipo de corte en el proceso de extracción de látex se denomina, sistema de pica. Son numerosas las combinaciones del sistema de pica, los cuales corresponden a situaciones particulares, tales como el clon, edad, tamaño del árbol, frecuencia, capacidad regenerativa del árbol y posibilidades económicas (Torres, 1999).

Para el presente trabajo se aplicó un sistema de pica de media espiral descendente (1/2 S) en la corteza cada 3 días (d/3) durante 11 meses del año 2020 (11/12 m), 30/01/2020 a 16/11/2020. Durante este periodo de estudio en los días preestablecidos se efectuó la pica al amanecer (6:00 a 9:00 h) con una profundidad de pica de entre 1.2 y 1.5 mm, después de verificar que el tablero de pica estuviera limpio para evitar desbordamiento de látex. Entre 3 y 4 h después de iniciada la pica, se cosechó el látex de los árboles, en el mismo orden como se realizó la pica. Durante las primeras horas de la mañana (4 a 6 am) la pica debe realizarse, antes de la salida del sol, debido a que en este periodo los árboles están en proceso de respiración y aun no inician la fotosíntesis, presentando una mayor presión interna, que provoca más escurrimiento de látex que cuando

el árbol está en fotosíntesis (Picón *et al*., 1997).

Extracción de hule y látex

El material necesario para el proceso de la pica de árboles de hule y recolección de látex en una plantación, como fue en el presente trabajo, es el siguiente; cuchilla de pica, lima para afilar, fungicida, bomba para aplicar fungicida, coladera de aluminio la filtración del látex, cubetas de plástico, estimulante (Ethrel*) y una brocha (Ortiz, 2011 a).

Por otra parte, el mismo autor, señala que, al momento de realizar la pica, se requiere que el personal esté capacitado y tenga la destreza y habilidad para no afectar la corteza, evitando cortes sobre el cambium, y aclara que una buena pica debe ser a una profundidad de 2 a 2.5 mm del cambium, debido a que es ahí donde se ubican el mayor número de vasos laticíferos.

Posterior al proceso de pica, se debe dejar escurrir el látex por un período de 2 a 3 horas, y posteriormente se debe recolectar el látex concentrado en las tazas, siguiendo el mismo orden como se realizó la pica (ASOHECA, 2009b). Por considerarlo de interés, se describen las actividades que se realizan en un plantación pequeña y experimental, de todo del proceso de obtención de hule y látex en el estado de Jalisco.

Beneficio de producción de hule y látex

El proceso para la obtención de hojas o láminas, es la manera tradicional de transformar el látex recolectado, en el cual comprende una serie de operaciones, bien sea en pequeñas o grandes instalaciones. En plantaciones industriales o comerciales, el látex de diferentes orígenes se recibe y se vierte en grandes tanques donde se mezclan. En plantaciones pequeñas, como en este caso, el productor recolecta el látex y lo lleva a su beneficio de forma improvisado o artesanal.

La colecta del látex en líquido, proviene de las tasas que se colocan en cada uno de los árboles en producción, después de la recolección se depositan en cubetas de 20 a 25 litros. Inmediatamente después que el látex llega de la plantación al centro de acopio, se filtra con un coladera o malla con el fin de eliminar impurezas, como trozos de corteza, hojarasca e insectos, entre otros.

Filtrado

Inmediatamente que llega del campo o plantación se filtra el látex, empleando para ello una coladera acorde a las cantidades que se maneje en esta plantación, con el fin de eliminar los agentes extraños al mismo (trozos de corteza. insectos, hojas, etc.). En el caso muy particular de esta plantación, debido a que aún es poca la cantidad que se filtra (80 a 100 litros diarios) se emplean de tres a cuatro cubetas de 18 litros y una coladera sencilla.

Dilución

Esta actividad consiste en agregar agua al látex, con el propósito de llevar el contenido del hule a una concentración constante entre el 12 al 16 %. La cantidad de agua que se agrega está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas de la región y el estado del árbol; en época de lluvia en proporción 1:1, y en períodos secos 1:1.5 de látex y agua, respectivamente (Aguirre, 2013). En el caso particular, se aplicó la proporción 1:1 y en los días que se acentuó de manera importante la temperatura se aplicó la proporción 1:1.5 y el látex no presentó problemas al respecto.

Acidificación

La reagrupación de todas las partículas de hidrocarburos de hule, dispersas en el látex, se consigue cambiando el medio casi neutro (pH 6.7-6.99) del látex y agregando ácido fórmico, acético o cítrico al 1%, de manera que descienda el pH (Aguirre, 2013).

Coagulación

La mezcla látex-agua-ácido se depositan en las charolas de cuajado, las cuales son muy variables, algunas son de aluminio, equipadas con láminas móviles y se produce un coágulo de lámina continua; existen otras en donde las divisiones de las láminas son enteras, produciendo coágulos separados (Aguirre, 2013). Para el caso muy particular, en el presente trabajo se usaron charolas de madera de 2 m de longitud, 30 cm de ancho y 20 cm de altura; se coaguló y transcurrieron de 12 a 24 horas para que estuviera listo el material para su laminado.

Laminado

Para esta actividad o proceso de laminado, al siguiente día, el látex cuajado se pasa a una laminadora manual, provista de dos rodillos de prensado, se pasa de 6 a 8 veces el coágulo, para eliminar el agua que inicialmente contiene un 60 % y el propósito es eliminar la mayor cantidad posible, la cual se obtiene cuando la lámina tiene un espesor de 2 a 3 mm.

Secado

Una vez que se han laminado, las láminas, se lavan

perfectamente para eliminar residuos del ácido aplicado para su coagulado y posteriormente estas láminas se colocan en tendederos, los cuales pueden ser de guadua o bambú, alambres gruesos separados, o bien varetas de árboles y que estén en la sombra, bajo techo y con buena circulación del aire, consiguiendo el secado en 6 a 7 días. En este caso, se obtienen láminas de caucho secadas al aire, con un 12 a 15 % de humedad.

Empaque

Después de seleccionar las láminas por categorías, se procede a la confección de la paca. El peso de las pacas es de 40 a 50 kg y se deben cubrir con un plástico de polietileno negro o transparente. En el caso particular de esta plantación, en donde se llevó a cabo trabajo de evaluación, aún no se tiene un sistema de empaque estandarizado, debido a que la producción aún es muy reducida e incipiente, por lo tanto, la producción de hule laminado se agrupa en bolsas de polietileno negras o blancas transparentes, con pesos diferentes para su entrega en la industria establecida en la ciudad de Guadalajara, Jalisco.

Análisis de la información

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizó el programa Excel 2007, con el cual se obtuvieron los porcentajes de sobrevivencia y promedios de diámetros y alturas. Estos datos se utilizaron para calcular parámetros de estadística básica: medias, desviación estándar, análisis de varianza y pruebas de Tukey a un nivel del 95% de confiabilidad en cada plantación.

Posterior a la toma de datos de campo, tanto en las plantaciones donde se evaluaron las variables dasométricas y de sobrevivencia, así como en el arbolado en proceso de producción, se recopiló y capturó con el propósito de elaborar bases de datos de estas actividades y se procedió al análisis de la información, empleando para ello los programas de Excel de Microsoft Office 2010 y el paquete estadístico SAS, para la obtención y análisis de la sobrevivencia, diámetro, altura total, producción de látex y hule seco y laminado, con los resultados siguientes.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos a la fecha indican un éxito en la sobrevivencia de la plantación experimental donde se ubican los tres clones que se han evaluado, tanto en adaptación, crecimiento y producción (IAN 873, PB 28259 y RRIM 600).

En cuanto a la sobrevivencia, todos los clones mostraron una sobrevivencia total (Figura 1), lo anterior, indica que la sobrevivencia del arbolado de cada uno de los clones fue del 100 %. Estos resultados son muy importantes y alentadores en cuanto a la motivación de los productores que se han interesado en desarrollar trabajos en sus

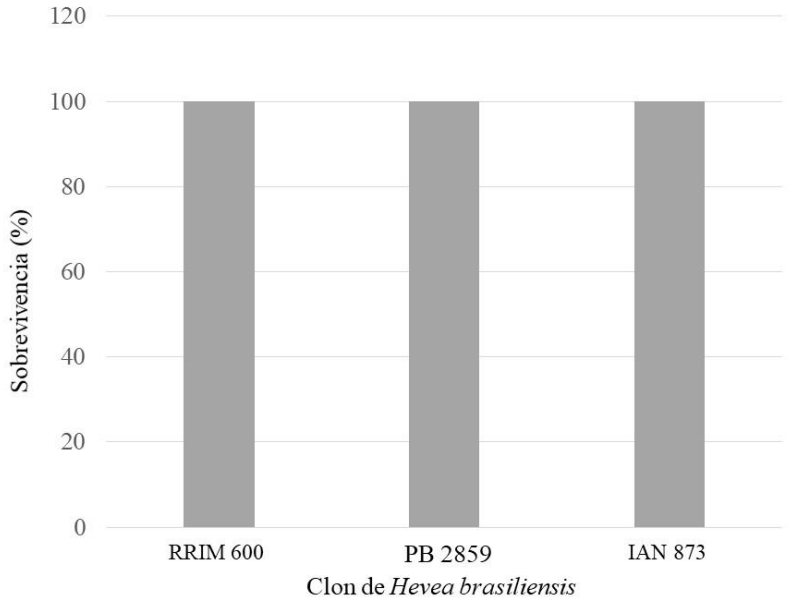


Figura 1. Sobrevivencia de clones de *Hevea brasiliensis* establecidos en el Rancho "La Esperanza", Talpa de Allende, Jalisco.

parcelas, y que ven las posibilidades de contar con un cultivo atractivo en su campo, con producción importante y con buena rentabilidad, a mediano y largo plazo.

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas en el diámetro medio; la figura 2 muestra que los valores del diámetro fueron muy similares entre sí, sobre todo para los clones RRIM 600 y PB 2859 con valores de 17.4 y 17.3 cm, respectivamente, y les siguió el clon IAN 873 con 15.5 cm de diámetro. De acuerdo con Ortiz (2011 a), y Picón (1997), una plantación del cultivo del hule, para dar inicio su aprovechamiento, el 50 % del arbolado debe de presentar un diámetro del 14 a 15 cm o 45 cm de circunferencia.

De acuerdo con los valores que se reportaron al inicio de dicho aprovechamiento de esta plantación en cuanto esta variable, se considera que estos valores están dentro de los parámetros recomendados para su aprovechamiento, es decir, para dar inicio a la apertura de los tableros de pica y evaluar la producción de cada uno de los clones en estudio.

Un parámetro indicador del buen crecimiento de los clones en determinadas áreas o zonas con buenas características agroambientales, es el incremento medio anual en diametro, el cual debe ser de 2.33 a 2.5.cm por año a la edad de 6 años de establecida la plantación; los resultados de este trabajo muestran que los valores del incremento están un poco por debajo de estos valores o iguales, de acuerdo al clon elegido. Para este caso especial, el cultivo ha presentado una buena adaptación como se presentó en la figura 1 tanto en la supervivencia y en su diámetro de los tres clones en estudio, aunque con cierta diferencia entre algunos de ellos, como se observa en la figura 2, pero, no hay diferencia significativa.

En relación a la altura media total, el clon que sobresale es el PB 2859, el cual presenta un valor de 11.7 m, siguiéndole el RRIM 600 con 10.34 m y el clon IAN 873 con 9.93 m, es decir, crecimientos muy parecidos, solamente un poco superado por los otros dos clones, pero que, de acuerdo a los análisis de varianza, no se presentó diferencia significativa, por lo tanto, se considera que los tres clones tienen un crecimiento en altura muy similar, como se muestra en la figura 3. Los incrementos medios anuales estimados en cada uno de ellos también son muy similares, aunque desde luego el clon PB 2859 presenta un valor mayor 1.46 m, siguiéndole en orden decreciente el clon RRIM 600 con 1.29 m y por último el clon IAN 873 el cual presentó en menor incremento medio anual del orden de 1.24 m.

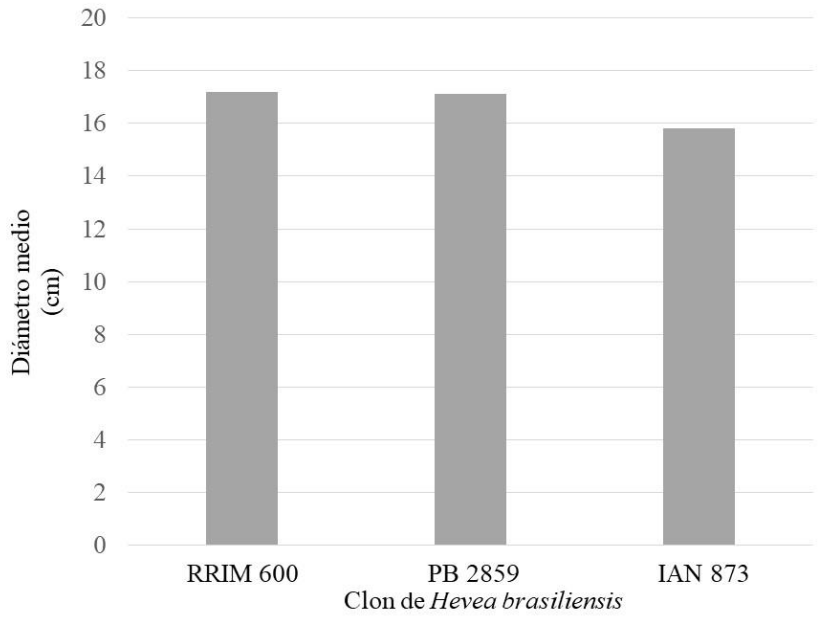


Figura 2. Diámetro medio de los clones de *Hevea brasiliensis* establecidos en el Rancho "La Esperanza", municipio de Talpa de Allende, Jalisco.

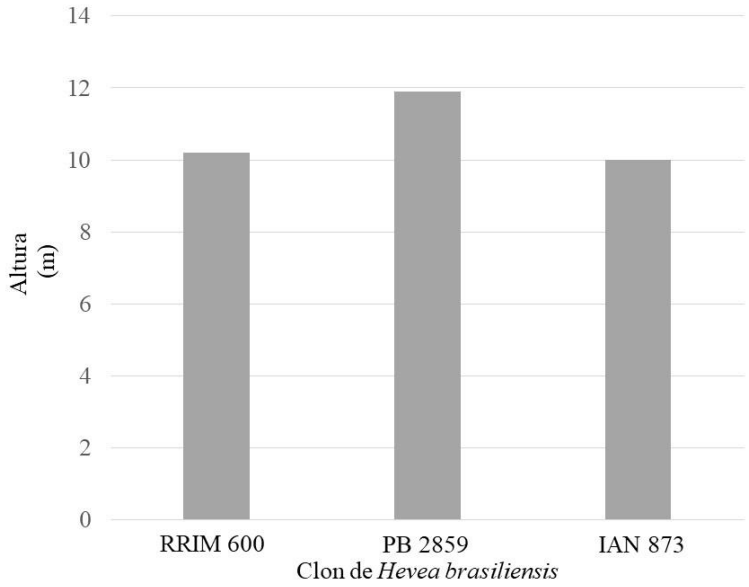


Figura 3. Crecimiento en altura media de los clones de *Hevea brasiliensis* establecidos en Rancho "La Esperanza", municipio de Talpa de Allende, Jalisco.

En cuanto a la producción de hule y látex en fresco o líquido, en el año 2020 de acuerdo a los análisis de varianza, sí se presentó diferencia significativa entre los clones en estudio; el clon con mayor producción resultó ser el RRIM 600 con una cantidad de 2,055 L y la producción de los clones PB 2859 y IAN 873 resultó ser de 1,398 y 1,320 L, respectivamente. En tanto, la producción de los clones PB2859 y IAN 873 resultó ser muy similar, es decir, no hubo diferencia significativa; por lo tanto, la producción de ambos clones es considerada muy similar. Esta producción se logró con 203 árboles del clon RRIM 600, 205 y 201 árboles de los clones PB 2859 y IAN 873, respectivamente.

Es importante señalar que para fines estimativos y definir la producción por hectárea (kg ha^{-1} $año^{-1}$) que se puede obtener, se consideró un total de 550 árboles ha^{-1} de cada uno de los clones en estudio, para esto, se calculó la producción por árbol y se multiplicó por el número total estimado por ha y los resultados estimados fueron los siguientes; 10.12, 6.82 y 6.07 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$, que al multiplicar estas cantidades por 550 árboles ha^{-1}, los resultados fueron los siguientes: 5,566, 3,751 y 3,338.5 kg de hule y látex fresco, de los clones RRIM 600, PB 2859 y IAN 873, respectivamente, como se aprecia en la figura 4.

La producción de hule y látex seco, se estimó considerando la producción de hule seco laminado por árbol de cada uno de los clones en estudio, resultando valores de 2.53 kg de hule seco para el clon RRIM 600 que multiplicado por 550 árboles ha^{-1} año produjo una cantidad de 1,391.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$, el clon PB 2859 produjo 1.71 kg $árbol^{-1}$ que corresponden a 940.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$ y el clon IAN 873 presentó 1.52 kg $árbol^{-1}$ que corresponde a 836 kg de hule seco y laminado, respectivamente (Figura 5). El valor del RRIM 600 de este trabajo es muy superior con un valor de 1,391.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$ al reportado por Flores y Rodríguez (1992), que fue de 972 kg ha^{-1} $año^{-1}$, mientras que los PB reportados por Hernández (1990), obtiene resultados de 945 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el PB-5/51 y de 815 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el PB-5/63, con resultados similares de este trabajo de 940.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$. Mientras que el IAN-873 reportado por Ortiz (1995), mostró valores muy superiores de 1,404 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el primer año, comparado con los valores de 836 kg ha^{-1} $año^{-1}$ de este trabajo.

Discusión

En la producción de hule y látex seco, el valor del RRIM 600 de este trabajo, con un valor de 1,391.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$, es muy superior a lo reportado por Flores y Rodríguez (1992), que fue de 972 kg ha^{-1} $año^{-1}$ y al rendimiento promedio de hule seco de 833 kg ha^{-1} $año^{-1}$ reportado para México (Rojo *et al.*, 2011).

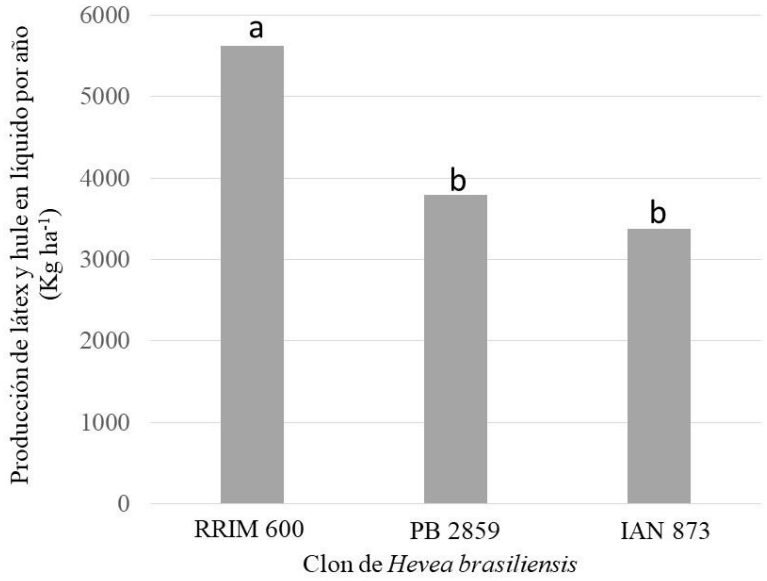


Figura 4. Producción de látex y hule en líquido por año (2020) de los clones evaluados en Rancho "La Esperanza", municipio de Talpa de Allende, Jalisco.

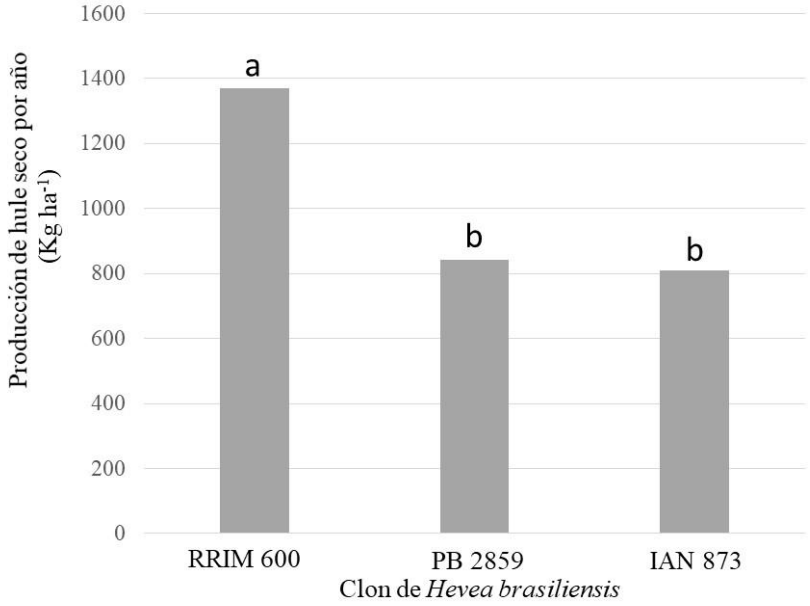


Figura 5. Producción de hule en seco por año (2020) de los clones evaluados en Rancho "La Esperanza", municipio de Talpa de Allende, Jalisco.

Mientras que los resultados reportados por Hernández (1990), de 945 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el PB-5/51 y de 815 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el PB-5/63, son similares al clon PB2859 de este trabajo con 940.5 kg ha^{-1} $año^{-1}$. De igual manera, la producción de látex seco con un sistema de pica de media espiral descendente (1/2S) en la corteza cada 3 días (d/3) durante 10 meses al año (10m/12), inicia con 1.561 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$, que incrementa hasta alcanzar un pico máximo de 2.446 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$ en árboles de

25 cm de diámetro normal (Rojo *et al*., 2002), valores parecidos a los clones evaluados en este estudio.

La producción del clon IAN873 de 836 kg ha^{-1} $año^{-1}$ es inferior a la reportada por Ortiz (1995), en el mismo clon con 1,404 kg ha^{-1} $año^{-1}$ para el primer año; también en la producción de hule y látex coagulado en los clones IAN873 y PB2859 (1.52 y 1.71 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$) en comparación a lo reportado por (Ortiz (2021), que con 400 árboles se produjo 2.172 kg ha^{-1} $año^{-1}$ a los 8 años de edad. También a lo determinado por Quesada *et al.* (2009), en la evaluación del desempeño productivo de cuatro clones, sometidos a diferentes sistemas de sangría, frecuencias de sangrado y concentraciones de Ethefon, donde se obtuvieron producciones promedio de caucho de 4.44 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$ en el clon RRIM 600 con un sistema ½S, d/4, 6d/7, 10m/12, et 2.5%, Pa 7/y hasta 2.69 kg de caucho $árbol^{-1}$ $año^{-1}$ en el clon PB 260 bajo un sistema ½S, d/4, 6d/7, 10m/12, et 2.5%, Pa 5/y.

En este estudio se realizó la evaluación de la primera pica, pero, es importante mencionar que la curva de producción de látex podría variar en los clones de hule de acuerdo a los sitios de plantación, tal como lo mencionó Labarre y Serier (1995), que encontraron que el clon GT1 con manejo intensivo (fertilización, podas y uso de estimulantes en la pica), tiene una producción inicial de hule fresco de 1.05 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$ a los 7 años, hasta alcanzar una producción máxima de 4.02 kg $árbol^{-1}$ $año^{-1}$ a los 18 años de edad.

Conclusiones

La adaptación del hule en Jalisco mostró muy buenos resultados, tanto en sobrevivencia, así como crecimientos y producción. La sobrevivencia fue completa para los tres clones por lo que la adaptación de los clones en la plantación fue bastante buena a las condiciones ambientales del Estado.

El cultivo del hule con los tres clones no mostró diferencias significativas en el crecimiento en diámetro y altura, por lo cual se adaptó bastante bien a las condiciones agroecológicas del Estado de Jalisco y se presenta como una alternativa real al campo Jalisciense.

En la producción de látex, sí se observaron diferencias significativas y el clon que sobresale es RRIM 600 con notables resultados, que se observan sobresalientes y promisorios, aunque los clones IAN 873 y PB 2859, con menor producción registrada en esta primera evaluación de producción, no se deben descartar como materiales promisorios en los siguientes años, para la zona de Jalisco.

Recomendaciones

Existe muy pocos estudios sobre el cultivo del hule en México y sobre todo en el estado de Jalisco, por lo tanto, es importante continuar realizando estudios sobre este cultivo, y desde luego relacionados a conocer las características intrínsecas y extrínsecas, de diferentes materiales genéticos (clones), y definir cuales materiales son los más adecuados, para su adaptación, crecimiento y producción, estableciendo plantaciones en otras regiones agroecológicas de Jalisco, ya que los resultados podrían ser diferentes en otras regiones que pueden ser potenciales.

Es importante continuar con esta evaluación y lograr la información sobre la producción los siguientes años para verificar esta tendencia. La variación de la producción de látex por pica presentó variación, lo cual indica que la producción no es estable durante el año, debido a la temperatura y humedad presentes en el sitio.

Es necesario realizar estudios sobre la calidad del látex para saber si alguno de ellos tiene más rendimiento para los diversos productos que se elaboran en el mercado.

Referencias

Aguirre, R., C. E. 2013. El cultivo del árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) y la innovación como instrumento para elevar la competitividad en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 142 p.

ASOHECA (Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá). 1998d. Aprovechamiento del cultivo y beneficio del látex del caucho natural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. 22 p.

Benavides, S.J. D.; Rubio C. E.A. y Rueda S.A. 2010. Manual para toma de datos de plantaciones forestales. Folleto Técnico Núm. 11. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIRPAC-INIFAP. Guadalajara, Jalisco. México. 50 p.

Flores, R.A. y R. Rodríguez M.O. 1992. Clones de hule de alta producción para la zona centro del estado de Veracruz. Folleto Técnico Núm. 2. Área Forestal Campo Experimental El Palmar. Tezonapa, CIRGOC-INIFAP-SARH. Veracruz, México. 14 p.

Hernández, C. J. M. 1990. Clones de alta producción de hule para Tabasco, PB 5/51 y PB 5/63. Campo Experimental Huimanguillo. SARH. INIFAP. CIRGOC. Huimanguillo, Tabasco. 16 p.

Labarre, M. A. y Serier, J. B. 1995. L´hevea. Editions Maisonneuve et Larousse. Paris, Francia. 238 p.

Martínez, R. R., Rojo M. G. E. y Jasso M. J. 2007. Análisis del crecimiento y producción de látex en plantaciones forestales comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) en el estado de Oaxaca, México. Revista Ra Ximhai, 3: 565-578.

Moctezuma, L. G., Ortiz C. E., Espinosa G. J. A., Uresti G. J., Vélez I. A., Jolalpa B. J. L., Góngora G. S. F. y Inurreta A. H. D. 2015. Potencial productivo y económico de las plantaciones de hule en el trópico húmedo mexicano. Agronomía Tropical, 65: 7-16.

Ortiz, C. E. 2011. Paquete Tecnológico del Hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.): Establecimiento y mantenimiento preoperativo. Campo Experimental El Palmar. Centro de Investigación Regional Golfo Centro-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Tezonapa, Veracruz, México. 20 p.

Ortiz, C. E., García C. F., Hernández C. J. M., Diaz F., V. H., García-Valencia L. E., Perez G., J.Z. y Flores H. E. 2017. Caracterización morfológica y molecular de clones de hule [*Hevea brasiliensis* (Wild. ex A. Juss.) Müll. Arg.]. Cenid-Comef, INIFAP. Ciudad de México, México. Folleto Técnico Núm. 27. 80 p.

Ortiz, C., E. 1995. Informe Técnico de Proyectos. Campo Experimental El Palmar. SARH-INIFAP-CIRGOC. Tezonapa, Veracruz, México. 50 p.

Ortiz, H. E. 2021. Paquete tecnológico del hule *Hevea brasiliensis* Mull Arg. Establecimiento y mantenimiento preoperativo. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico Húmedo. Campo Experimental El Palmar-CIRGOC-INIFAP. Tezonapa, Veracruz.

Pérez, M. R., Romero S. M. E., González H. A., Velasco B. E. y Ramírez G. A. G. 2021. Áreas potenciales para establecer plantaciones de hule [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss) Müll. Arg.)] en Oaxaca, México. Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical, 1: 25–40.

Picón, R. L. 1999. Manual para el cultivo del hule *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. SAGARPA-CMH-INIFAP. Veracruz, México. 103 p.

Quesada, M. I., Aristizábal, G. F. A., Montoya C. D., Chaves C. B. 2009. Evaluación de seis sistemas de sangría para cuatro clones de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss) Muell. Arg., en la altillanura colombiana. Revista Colombia Forestal, 12: 37-49

Rojo, M. G. E., Jasso M. J., Vargas H. J. J., Velázquez M. A. y Palma L. D. J. 2002. Predicción de la producción de látex en plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.) en Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana, 26: 183–190

Rojo, M. G. E., Martínez R. R. y Jasso M. J. 2011. Parte IV: Producción y rendimiento de plantaciones forestales comerciales de hule en México. In: Libros Técnicos: Serie Forestal El cultivo del Hule en México. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo Programa de Forestal. Universidad Autónoma Indígena de México. p. 231-235

Rubio, C.E.A.; Benavides S. J. D.; Rueda, S. A.; De La Mora O. C. y Orozco G. G. 2010. Evaluación del desarrollo de teca y melina en plantaciones forestales en Sauta, Nayarit. Folleto Técnico Núm. 9. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. CIRPAC-INIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jal. México. 96 p.

Rueda, S.A., Sáenz R. J. T., Muñoz F. J. H., Ramírez O. G., y Molina C. A. 2016. Guía técnica para el establecimiento y manejo de plantaciones del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en Jalisco y Nayarit. Folleto Técnico No. 2. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México 52 p.

Ruíz, C. J. A., I. J. González A., V. Serrano A., G. Medina G. y G. Díaz P. 2012. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Nayarit (Periodo 1961-2003). Campo Experimental Centro Altos de Jalisco-Centro de Investigación Regional Pacífico Centro- INIFAP. Tepatitlán de Morelos, Jalisco.153 p.