

PRODUCCIÓN DE LÁTEX EN EL TABLERO ALTO DE ÁRBOLES DE HULE (*Hevea brasiliensis*) ESTIMULADO CON ÁCIDO-2-CLOROETIL-FOSFÓNICO

LATEX PRODUCTION IN THE HIGH PANEL OF RUBBER TREES (*Hevea brasiliensis*) STIMULATED WITH 2-CHLOROETHYL PHOSPHONIC ACID

Rodolfo Barragán-Hernández¹, Marivel Domínguez-Domínguez^{*2}, Gustavo Ramírez-Valverde³,
Carlos F. Ortiz-García², Pablo Martínez-Zurimendi^{4,5}

¹Postgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico del Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados. ²Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Perif. Carlos A. Molina, Km. 3.5, Carr. Cárdenas-Huimanguillo, AP 24, H. Cárdenas, Tabasco, México 86500, 86500. (mdguez@colpos.mx).

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, km. 36.5, carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, 56230. ⁴El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Villahermosa-Reforma, km. 15.5, Ranchería Guineo, secc. II, Villahermosa, Tabasco 86280.

⁵Sustainable Forest Management Research Institute Uva-INIA, ETS Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Av. de Madrid núm. 57, Palencia, España, 34007.

RESUMEN

En las plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) el tallo del árbol se divide para su aprovechamiento en partes longitudinales simétricas, denominadas “tablero de pica”. El tablero bajo inicia a 1.0 m sobre el nivel del suelo, en forma descendente y el tablero alto a 1.5 m sobre el suelo, en forma ascendente. En México las plantaciones se aprovechan por 25 años, pero el 30 % de ellas puede aprovecharse más tiempo, usando el tablero alto. Para estas plantaciones se aplica el corte de los vasos laticíferos (pica) ascendente en el tablero alto para alargar el ciclo productivo del árbol. El objetivo de este estudio fue conocer la producción de hule del tablero alto en plantaciones en edad productiva, estimulando con ethrel al 5 %, en tres frecuencias de pica, una, dos o tres por semana. La hipótesis fue que aplicando pica ascendente en tablero alto con estimulación de ethrel se puede prolongar la vida útil de las plantaciones dado que hay buena producción. Los tratamientos fueron pica ascendente en cuarto de espiral cada seis días, una pica por semana ($1/4 S \uparrow d6 6d/7$), cada tres, dos picas por semana, ($1/4 S \uparrow d3 6d/7$) y cada dos, tres picas por semana ($1/4 S \uparrow d2 6d/7$), estimuladas con ethrel, más las mismas frecuencias sin estimular como testigos. El diseño experimental fue parcelas divididas con una modificación en número de repeticiones del testigo, usando el material disponible, asignando al azar los tratamientos en cada parcela. Los datos se analizaron como modelo lineal mixto. Los rendimientos mayores (52 % más, respecto a la misma frecuencia sin estimular) se obtuvieron en plantaciones de 28 años

ABSTRACT

In rubber (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) plantations the stem of the tree is divided for its use in symmetric longitudinal sections, known as “tapping panel”. The lower panel begins at 1.0 m above ground level, in descending form and the high panel at 1.5 m above the ground, in ascending form. In Mexico the plantations are exploited for 25 years, but 30 % of them can be exploited for a longer period of time, by utilizing the high panel. For these plantations the cut of the ascending laticiferous vesicles (tap) is made in the high panel to lengthen the productive cycle of the tree. The objective of our study was to know the rubber production of the high panel in plantations of productive age, stimulating with ethrel at 5 %, in three tapping frequencies, one, two or three per week. The hypothesis was that by applying upward taps in the high panel with ethrel stimulation, the useful life of the plantations can be extended given that there is good production. The treatments were upward taps in quarter spiral every six days, one tap per week ($1/4 S \uparrow d6 6d/7$), every three, two taps per week, ($1/4 S \uparrow d3 6d/7$) and every two, three taps per week ($1/4 S \uparrow d2 6d/7$), stimulated with ethrel, plus the same frequencies without stimulation as controls. The experimental design consisted of plots divided with a modification in the number of replications of the control, utilizing the available material, and randomly assigning the treatments in each one of the plots. The data were analyzed as a mixed linear model. The highest yields (52 % higher, with respect to the same frequency without stimulation) were obtained in plantations of 28 years of age in a tapping frequency of twice a week stimulated with ethrel, followed by a tapping frequency of three times a week (32 % higher, with

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: diciembre, 2016. Aprobado: enero, 2017.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 51: 229-243. 2017.

en frecuencia de pica dos veces por semana estimulada con ethrel, y le siguió la frecuencia de pica tres veces por semana (32 % más, respecto a la misma frecuencia de pica testigo). En plantaciones de 20 años las frecuencias de pica dos y tres veces por semana, estimuladas con ethrel, no presentaron diferencias significativas con las mismas frecuencias de pica sin estimular.

Palabras clave: *Hevea brasiliensis*, frecuencia de pica, ethefón

INTRODUCCIÓN

La pica en el árbol del hule (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) consiste en efectuar un corte en la corteza del árbol, con cierta frecuencia durante el año (Compagnon, 1998) para que el árbol produzca látex. El tallo se divide en dos zonas longitudinales simétricas, en dirección este-oeste, cada una se denomina “tablero de pica”. El tablero bajo se comienza a picar a 1 m sobre el nivel del suelo y el tablero alto inicia a partir de 1.5 m sobre el nivel del suelo hacia arriba (Rojo *et al.*, 2011). El árbol del hule posee la particularidad de regenerar la corteza del corte realizado en la pica. Los sistemas intensivos de pica en el hule pueden llevar a más producción, pero también a tasas altas de agotamiento del tablero de pica, ciclos cortos de vida de las plantaciones y baja productividad laboral (Chantuma *et al.*, 2011).

La variación de presión de turgencia del floema con la hora del día, la altura, la edad del árbol, la circunferencia, la edad de la corteza, y la estimulación con ethrel o etefón (ácido 2-cloroethyl fosfónico), tienen una relación positiva con el rendimiento de látex del árbol. La presión de turgencia del floema es un indicador del desarrollo del floema del árbol y el rendimiento potencial de látex (An *et al.*, 2014).

Las plantaciones de hule establecidas en México, a mediados de la década de los ochenta del siglo XX, se habilitaron con material genético cuyo rendimiento máximo, en condiciones óptimas, se estimó en 900 kg de hule seco ha^{-1} año^{-1} . Debido al mal manejo de las plantaciones en su etapa preproductiva, su desarrollo no ha sido satisfactorio, por lo que presentan rendimiento bajo (500 kg de hule seco ha^{-1} año^{-1}) (SAGARPA, 2012).

El 30 % de las plantaciones de hule se han aprovechado por más de 25 años, y a la fecha presentan tableros bajos muy deteriorados y tableros altos en buen estado. En este porcentaje también hay plantaciones

respect to the same frequency of the control). In plantations of 20 years the tapping frequencies of two and three times per week, stimulated with ethrel, did not present significant differences with respect to the same frequencies without stimulation.

Key words: *Hevea brasiliensis*, tapping frequency, ethephon

INTRODUCTION

Tapping in the rubber tree (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) consists of making a cut in the cortex of the tree with a given frequency during the year (Compagnon, 1998) in order for the tree to produce latex. The stem is divided in two symmetrical longitudinal zones, in east-west direction, each one called “tapping panel”. The low panel is tapped from 1 m above the ground level and the high panel starts at 1.5 m above ground level upwards (Rojo *et al.*, 2011). The rubber tree has the particular quality of regenerating the cortex of the cut made in the tap. The intensive tapping systems in rubber trees can lead to higher production, but also to high rates of depletion of the tapping panel, short life cycles of the plantations and low labor productivity (Chantuma *et al.*, 2011).

The variation of phloem turgor pressure with the hour of the day, height, age of the tree, circumference, age of the cortex, and stimulation with ethrel or ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) has a positive relationship with the latex yield of the tree. Phloem turgor pressure is an indicator of the phloem development of the tree and the potential latex yield (An *et al.*, 2014).

The rubber plantations established in Mexico in the middle of the 1980's were habilitated with genetic material whose maximum yield, under optimum conditions, was estimated at 900 kg of dry latex ha^{-1} year^{-1} . Due to poor management of the plantations in their pre-productive period, their development has not been satisfactory, therefore they present low yield (500 kg of dry latex ha^{-1} year^{-1}) (SAGARPA, 2012).

Of the rubber plantations, 30 % were exploited for more than 25 years, and currently present very deteriorated lower panels and high panels in good conditions. In this percentage there are also young plantations, which were poorly managed and consequently have panels in bad condition (Fundación Produce Oaxaca, 2007).

jóvenes que se han manejado deficientemente y como consecuencia tienen tableros bajos en mal estado (Fundación Produce Oaxaca, 2007).

La estimulación con ethrel es esencial para incrementar la producción de látex en árboles de hule de productores pequeños y plantaciones agroindustriales (Lacote *et al.*, 2010). Este tratamiento del árbol de hule busca aumentar la productividad de látex por pica disminuyendo la frecuencia de pica. Un sistema de manejo y aprovechamiento efectivo se consigue combinando adecuadamente los sistemas de pica y de estimulación (Rojo *et al.*, 2011).

Los sistemas con frecuencia baja de pica y estimulación con ethrel en el sistema en media espiral cada cuatro y cinco días ($\frac{1}{2}$ S d/4 5d/7 ET 2.5 % y $\frac{1}{2}$ S d/7 5 d/7 ET 2.5 %), producen más hule por planta y por pica en el tablero bajo, en comparación con el sistema de pica cada dos días ($\frac{1}{2}$ S d/2 5d/7 ET 2.5%) en el mismo tiempo, con extracción menor de nutrientes (Silva *et al.*, 2012).

La estimulación con ethrel no debe efectuarse durante la renovación de hojas de los árboles de hule (Compagnon, 1998). En México la defoliación es de febrero a mayo, que coincide con el periodo de sequía, por lo que se recomienda no aplicar estimulantes, ni realizar pica en ese periodo (Hernández, 2005).

Los rendimientos de hule en plantaciones policlonales de corteza regenerada incrementan 28 % con la aplicación de ethrel y hasta 38 % en las de corteza virgen, en media espiral con pica descendente en tableros bajos; los incrementos menores podrían alcanzar 20 % (SAGARPA-INIFAP, 2011). Sin embargo, el uso excesivo de ethrel puede afectar negativamente la vida de los árboles de hule y reducir el rendimiento (Jetro y Simon, 2007; She *et al.*, 2013).

La superficie de hule plantada en el estado de Tabasco, México, se distribuye en seis municipios: Huimanguillo, con 84 %, es el más importante en la Región Chontalpa; Macuspana, Jalapa, Teapa y Tacotalpa, 15.93 %, en la Región Sierra y Tenosique, con 1.86 %, en la Región de los Ríos (SAGARPA-INIFAP, 2011).

Las plantaciones que se usan tienen 7 a 46 años de edad. El 24 % está en estado de “juventud”, de 7 a 12 años; 65 % está en estado “adulto”, con 13 a 32 años, y el resto se consideran plantaciones en estado de “vejez”, con más de 32 años de edad. Las plantaciones con mayor superficie plantada, de acuerdo con su estado fisiológico, son las de estado “adulto”

Stimulation with ethrel is essential to increase latex production in rubber trees of small producers and agro-industrial plantations (Lacote *et al.*, 2010). This treatment of rubber trees is to increase latex productivity by decreasing tapping frequency. An effective system of management and utility is achieved by adequately combining the systems of tapping and stimulation (Rojo *et al.*, 2011).

The systems with low tapping frequency and stimulation with ethrel in the system in half spiral every four and five days ($\frac{1}{2}$ S d/4 5d/7 ET 2.5 % and $\frac{1}{2}$ S d/7 5d/7 ET 2.5%), produce more latex per plant and per tap in the lower panel, with respect to the system of tapping every two days ($\frac{1}{2}$ S d/2 5d/7 ET 2.5 %) in the same time, with lower extraction of nutrients (Silva *et al.*, 2012).

Stimulation with ethrel should not be applied during the renovation of leaves in rubber trees (Compagnon, 1998). In Mexico defoliation is from February to May, which coincides with the dry season, thus neither the application of stimulants nor tapping is recommended during this period (Hernández, 2005).

Latex yields in polyclonal plantations of regenerated cortex increment 28 % with the application of ethrel and 38 % in those of virgin cortex, in half spiral with downward cut in lower panels; the lower increments could reach 20 % (SAGARPA-INIFAP, 2011). However, the excessive use of ethrel can have a negative effect on the life of the rubber trees and reduce yield (Jetro and Simon, 2007; She *et al.*, 2013).

The surface of rubber planted in the state of Tabasco, Mexico, is distributed in six municipalities: Huimanguillo, with 84 %, is the most important in the Chontalpa Region; Macuspana, Jalapa, Teapa and Tacotalpa, 15.93 % in the Sierra Region; and Tenosique, with 1.86 % in the Rivers Region (SAGARPA-INIFAP, 2011).

The plantations that are used have an age of 7 to 46 years. 24 % is in the “young” stage, 7 to 12 years; 65 % is in the “adult stage, with 13 to 32 years; and the rest are considered plantations in the “old age” stage, with over 32 years. The plantations with the greatest planted surface, according to their physiological state, are those in the “adult” stage (Izquierdo *et al.*, 2011). Latex yield of rubber trees decreases from 25 to 30 years of productive age, and are later abandoned, burned or cut (Monroy *et al.*, 2006).

(Izquierdo *et al.*, 2011). Los árboles de hule disminuyen su rendimiento de látex de los 25 a 30 años de edad productiva, después los abandonan, queman o derriban (Monroy *et al.*, 2006).

Las enfermedades frecuentes en el tablero bajo, con pica descendente en media espiral (1/2 S), en el fuste del árbol, son la pudrición mohosa en heridas recientes, durante la pica del árbol, producida por *Ceratocystis fimbriata* Elliot, gangrena rayada en el tallo del árbol producida por *Phytophthora palmivora* Bult y el parche gangrenoso o cáncer de tallo que afecta el tablero de pica con la aparición de líneas verticales paralelas y exudados que se propaga hasta la zona leñosa del árbol (Picón *et al.*, 1997).

La pica ascendente es una alternativa para alargar el ciclo productivo y que los tableros bajos se regeneren con el tiempo. El objetivo del estudio fue conocer la respuesta en la producción de hule del tablero alto en plantaciones en edad productiva, estimuladas con ethrel al 5 %, y tres frecuencias de pica. Con esto se espera prolongar el tiempo de cosecha de las plantaciones, pues en Tabasco 11 % de la superficie plantada con hule está en estado de vejez; se puede aprovechar el tablero alto con pica ascendente y 65 % de las plantaciones adultas con mal manejo del tablero o poco control de enfermedades, generando regeneración mala de los tableros bajos. Así, es necesario identificar las enfermedades que afecten al tablero alto en pica ascendente. La hipótesis fue que al aplicar pica ascendente en el tablero alto y estimulación con ethrel puede prolongarse la vida útil de las plantaciones, porque presentan buena producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cuatro plantaciones de hule en Chicoacán y Pedregal Moctezuma primera Sección del Municipio de Huimanguillo, Tabasco México ($17^{\circ}19'N$ y $93^{\circ}23'W$) (Figura 1), con clima Am(f), cálido húmedo con lluvias en verano, temperaturas máxima 31.7, mínima 21.9 y media anual 24.1 °C. Los suelos son del grupo Acrisol (Zavala-Cruz *et al.*, 2014).

Para evaluar la producción de hule seco, con estimulante ethrel al 5 %, en el tablero alto se trabajó en dos plantaciones con 20 años de edad y dos con 28 años.

En cada plantación se establecieron seis tratamientos, con tres frecuencias de pica estimuladas con ethrel (5 %), y tres testigos que corresponden a las mismas frecuencias de pica sin estimular (0 %). Los tratamientos con estimulación tuvieron tres repeticiones y los testigos una. Cada tratamiento incluyó 10

The diseases which are frequent in the lower panel, with downward cut in half spiral (1/2 S) in the tree stem, are mouldy rot in recent wounds, during tree tapping, produced by *Ceratocystis fimbriata* Elliot, black stripe in the stem produced by *Phytophthora palmivora* Bult and gangrenous spot or stem cancer that affects the tapping panel with the appearance of parallel vertical lines and exudates propagated to the woody zone of the tree (Picón *et al.*, 1997).

Ascending tap is an alternative for lengthening the productive cycle and that the lower panels regenerate with time. The objective of the present study was to know the response in latex production of the high panel in plantations of productive age, stimulated with ethrel at 5 %, and three tapping frequencies. It is expected that this will prolong the harvesting time of the plantations; considering that in Tabasco 11 % of the surface planted with rubber is in the state of "old age"; the high panel of these trees can be exploited with upward tapping, and 65 % of the adult plantations which have had poor management of the panel or deficient control of diseases, generating bad regeneration of the lower panels. Therefore, it is necessary to identify the diseases that affect the high panel in upward tap. The hypothesis was that the application of upward tapping in the high panel along with stimulation with ethrel can prolong the useful life of the plantations, given that they present good production.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in four rubber plantations in Chicoacán and Pedregal Moctezuma first section of the municipality of Huimanguillo, Tabasco, Mexico ($17^{\circ}19'N$ and $93^{\circ}23'W$) (Figure 1), with climate Am(f), warm humid with rains in summer, maximum temperatures 31.7, minimum 21.9 and mean annual 24.1 °C. The soils are of the Acrisol group (Zavala-Cruz *et al.*, 2014).

To evaluate dry latex production, with ethrel stimulant at 5 %, in the high panel, work was carried out in two plantations with 20 years of age and two with 28 years.

In each plantation six treatments were established, with three tapping frequencies stimulated with ethrel (5 %), and three controls that correspond to the same tapping frequencies without stimulation (0 %). The treatments with stimulation were three replications and the controls with one. Each treatment included 10 trees and 129 trees per plantation. The taps were: ($\frac{1}{4}S \uparrow d6$ 6d/7) upward tap in quarter spiral, every six work days of seven

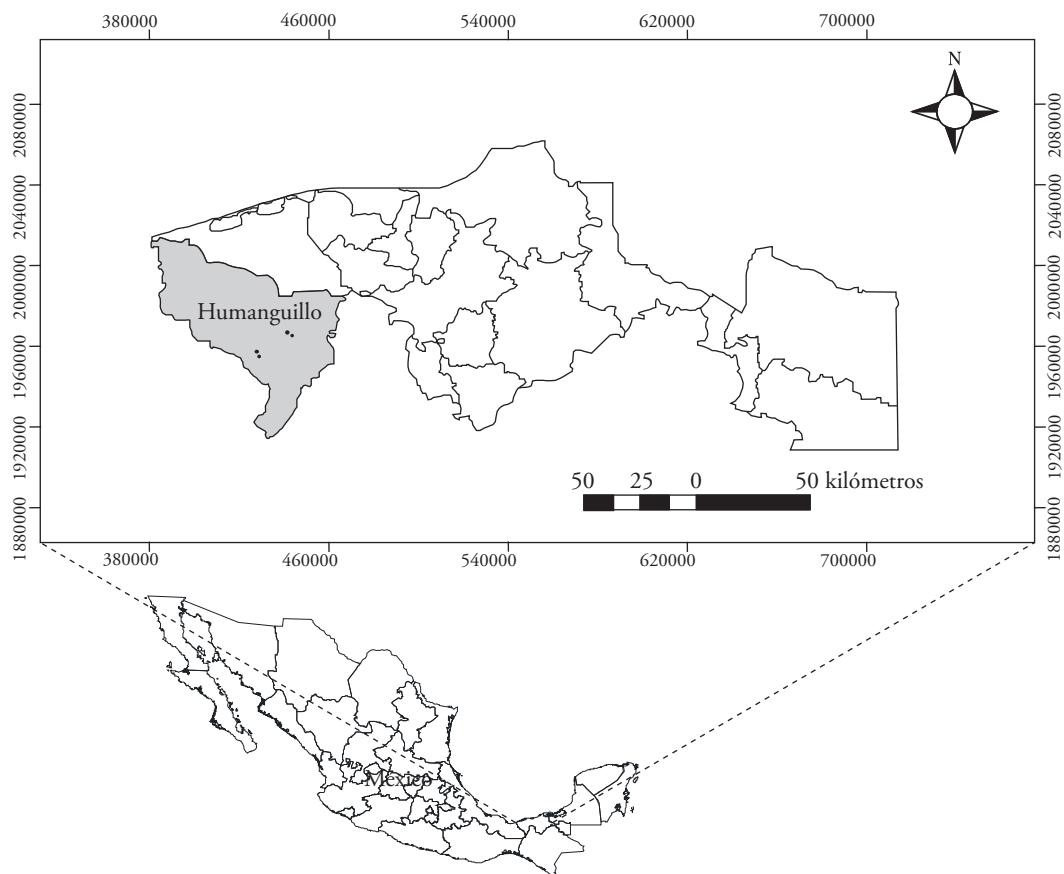


Figura 1. Localización de las plantaciones de hule del estudio en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.
Figure 1. Location of rubber plantations of the study in the municipality of Huimanguillo, Tabasco.

árboles y 120 árboles por plantación. Las picas fueron: (1/4 S ↑ d6 6d/7) pica ascendente en cuarto de espiral, cada seis días laborables de siete días por semana (una pica por semana), (1/4 S ↑ d3 6d/7) pica ascendente en cuarto de espiral cada tres días laborables (dos picas por semana) y (1/4 S ↑ d2 6d/7) pica ascendente en cuarto de espiral cada dos días laborables (tres picas por semana). En los tres testigos se aplicaron las mismas frecuencias de pica sin estimulante (Cuadro 1).

El perímetro de los árboles de hule se midió a 1.30 m de altura con una cinta métrica, para analizar la correlación de la producción con el grosor del tallo del árbol. En la instalación del estudio el tallo se dividió en dos partes longitudinales simétricas, en dirección este-oeste, a cada parte se le denomina "tablero de pica". El tablero alto se inició con un corte en cuarto de espiral de los vasos láticíferos, a 1.5 m de la base del árbol. El corte se realizó con una cuchilla para pica ascendente a 45° de inclinación, dividiendo cada tablero de pica en dos mitades y usando 1/4 S del tablero en pica ascendente.

Los árboles de hule se estimularon con ácido 2 - cloroethylfosfónico (ethrel) (21.70 g de ingrediente activo) diluido al 5 % con base agua. La mezcla ethrel se aplicó con brocha de una pulgada,

days per week (one tap per week), (1/4 S ↑ d3 6d/7) upward tap in quarter spiral every three work days (two taps per week) and (1/4 S ↑ d2 6d/7) upward tap in quarter spiral every two work days (three taps per week). In the three controls the same tapping frequencies were applied without stimulant (Table 1).

The perimeter of the rubber trees was measured at 1.30 m height with a tape measure, to analyze the correlation of production with the stem thickness of the tree. In the installation of the study, the stem was divided in two symmetrical longitudinal parts, in east-west direction, each part is referred to as "tapping panel". The high panel began with a cut in quarter spiral of the laticiferous vesicles, at 1.5 m from the base of the tree. The cut was made with a knife for upward tap at 45° inclination, dividing each tapping panel in two halves and using 1/4 S of the panel in upward tap.

The rubber trees were stimulated with 2- chloroethyl phosphonic acid (ethrel) (21.70 g of active ingredient) diluted to 5 % with water base. The ethrel mixture was applied with a one inch brush, scraping the cortex of the high panel in a width of 2 cm, above the cut. The first application of ethrel was made on June 13, the second on August 13 and the third on October 13.

Cuadro 1. Distribución de las frecuencias de pica ascendente durante la semana en plantaciones de hule.
Table 1. Distribution of the upward tapping frequencies during the week in rubber plantations.

Frecuencia de pica por semana	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
$\frac{1}{4} S \uparrow d6 6d/7$ (una pica)	inhábil	X					
$\frac{1}{4} S \uparrow d3 6d/7$ (dos picas)	inhábil	X			X		
$\frac{1}{4} S \uparrow d2 6d/7$ (tres picas)	inhábil	X		X		X	

$\frac{1}{4} S \uparrow d6 6d/7$ = pica ascendente en cuarto de espiral cada seis días laborables; $\frac{1}{4} S \uparrow d3 6d/7$ = pica ascendente en cuarto de espiral cada tres días laborables; $\frac{1}{4} S \uparrow d2 6d/7$ = pica ascendente en cuarto de espiral cada dos días laborables. Seis días de la semana se consideran laborables. ♦ $\frac{1}{4} S \uparrow d6 6d/7$ = upward tap in quarter spiral every six work days; $\frac{1}{4} S \uparrow d3 6d/7$ = upward tap in quarter spiral every three work days; $\frac{1}{4} S \uparrow d2 6d/7$ = upward tap in quarter spiral every two work days. Six days a week are considered work days.

raspando la corteza del tablero alto en una anchura de 4 cm, arriba del corte realizado. La primera aplicación de ethrel se hizo el 13 de junio, la segunda el 13 de agosto y la tercera el 13 de octubre.

El diseño experimental fue parcelas divididas, modificación del número de repeticiones del testigo, aprovechando el material disponible, asignando al azar los tratamientos en cada una de las parcelas. En las cuatro plantaciones de hule se distribuyeron seis tratamientos, de los cuales tres fueron tratamientos de frecuencias de pica con aplicación del estimulante y tres sin aplicación de estimulante (testigos) (Cuadro 2).

El experimento se realizó del 16 de junio al 14 de diciembre para evaluar la producción de hule en el periodo de mayor producción y determinar si la pica ascendente es una alternativa de producción.

La producción de hule (g) se midió cada semana. El hule coagulado se obtuvo en forma de queso y se secó a temperatura ambiente, se pesó (balanza de precisión de 0.1 mg, OHAUS) y con los datos se calculó la producción de hule seco mensual por árbol. El tablero alto de pica ascendente también se inspeccionó visualmente cada semana para detectar enfermedades fúngicas.

Los datos de producción de hule se analizaron como un modelo lineal mixto en R con Infostat. La edad de los árboles, las frecuencias de pica y la interacción entre ambas fueron efectos fijos. El efecto de la unidad (cada árbol) dentro del tratamiento, el del tratamiento dentro de la plantación y el de la plantación (producción en función del sitio donde se encuentra) se consideraron efectos aleatorios. La comparación de medias se realizó con la prueba de diferencias mínimas significativas de Fisher con corrección de Bonferroni (LSD Fisher). El perímetro del árbol se utilizó como covariante, pero no fue significativa y no se incluyó en el análisis.

Los datos no cumplían con los supuestos que deben considerarse en el modelo, pues presentaban heterocedasticidad y autocorrelación entre los períodos (Figura 2 y 3), por lo que se utilizó un modelo que los corrigiera.

The experimental design was split plots, modification of the number of replicates of the control, using the available material, randomly assigning the treatments in each one of the participating plots. In the four rubber plantations six treatments were distributed, three of which were treatments of tapping frequency with application of stimulant and three without application of stimulant (controls) (Table 2).

The experiment was carried out from June 16 to December 14 with the purpose of evaluating latex production in the period of highest production and to determine whether the upward tapping is a production alternative.

Latex production (g) was measured weekly. Coagulated latex was obtained in the form of "cheese" and was dried at ambient temperature, then weighed (precision scale of 0.1 mg, OHAUS) and the data was used to calculate monthly dry latex production per tree. The high panel of upward tapping was also visually inspected each week to detect fungal diseases.

The data of latex production were analyzed as a mixed linear model in R with Infostat. Age of the trees, tapping frequencies and their interaction were considered fixed effects. The effect of unit (each tree) within the treatment, that of the treatment within the plantation and that of the plantation (production as a function of the site where it is found) are considered random effects. The comparison of means was carried out with the test of significant minimum differences of Fisher with correction of Bonferroni (LSD Fisher). Tree perimeter was used as covariate, but it was not significant; therefore it was not included in the analysis.

The data did not comply with the assumptions that should be considered in the model, given that they presented heterocedasticity and autocorrelation among the periods (Figure 2 and 3); therefore a model to correct them was employed.

The residuals obtained with the model, with distinct variances in each population, did not show heterocedasticity (Figure 4). Furthermore, the model that considers the correlation among the times eliminated the autocorrelation (Figure 5).

Cuadro 2. Tratamientos para la aplicación de pica ascendente en cuarto de espiral en plantaciones de 20 y 28 años de edad.
Table 2. Treatments for the application of upward tapping in quarter spiral in plantations of 20 and 28 years of age.

Edad	Tratamientos	No. de árboles por tratamiento	Repeticiones	Concentración de ethrel (%)	Tiempo entre picas
28	1	10	3	5	Cada 6 días
	2	10	3	5	Cada 3 días
	3	10	3	5	Cada 2 días
	4	10	1	0	Cada 6 días
	5	10	1	0	Cada 3 días
	6	10	1	0	Cada 2 días
28	1	10	3	5	Cada 6 días
	2	10	3	5	Cada 3 días
	3	10	3	5	Cada 2 días
	4	10	1	0	Cada 6 días
	5	10	1	0	Cada 3 días
	6	10	1	0	Cada 2 días
20	1	10	3	5	Cada 6 días
	2	10	3	5	Cada 3 días
	3	10	3	5	Cada 2 días
	4	10	1	0	Cada 6 días
	5	10	1	0	Cada 3 días
	6	10	1	0	Cada 2 días
20	1	10	3	5	Cada 6 días
	2	10	3	5	Cada 3 días
	3	10	3	5	Cada 2 días
	4	10	1	0	Cada 6 días
	5	10	1	0	Cada 3 días
	6	10	1	0	Cada 2 días

Pica ascendente en cuarto de espiral cada seis días laborables: $\frac{1}{4} S \uparrow d6 6d/7$; pica ascendente en cuarto de espiral cada tres días laborables: $\frac{1}{4} S \uparrow d3 6d/7$; pica ascendente en cuarto de espiral cada dos días laborables: $\frac{1}{4} S \uparrow d2 6d/7$. ♦ Upward tapping in quarter spiral every six work days: $\frac{1}{4} S \uparrow d6 6d/7$; upward tapping in quarter spiral every three work days: $\frac{1}{4} S \uparrow d3 6d/7$; upward tapping in quarter spiral every two work days: $\frac{1}{4} S \uparrow d2 6d/7$.

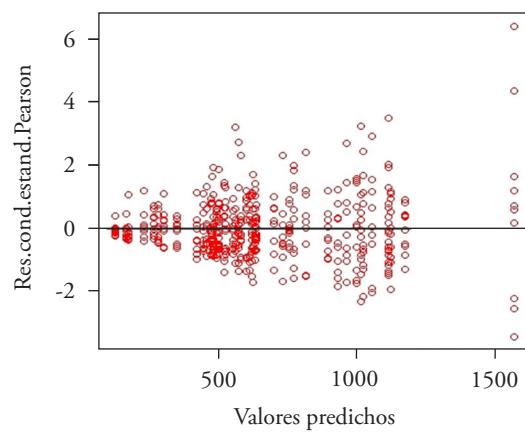


Figura 2. Residuales estudiantizados de los valores predichos (Res cond estand) que muestran heterogeneidad de varianzas.

Figure 2. Studentized residuals of the predicted values (Res cond stand) that show heterogeneity of variances.

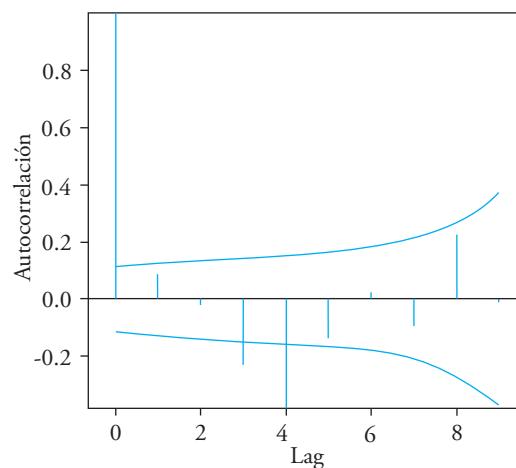


Figura 3. Autocorrelación de los residuos del modelo de las observaciones de la producción de hule seco (g).

Figure 3. Autocorrelation of the residuals of the model of the observations of dry rubber production (g).

Los residuos obtenidos con el modelo, con varianzas distintas en cada población, no mostraron heterocedasticidad (Figura 4). Además, el modelo que considera la correlación entre los tiempos eliminó la autocorrelación (Figura 5).

La gráfica Q-Q en los residuos del último modelo mostró su aproximación a la distribución normal (Figura 6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del número de picas programado en los tratamientos se aplicaron 45 % en la frecuencia de pica una vez por semana en las plantaciones de 20 años, y 48 % en las de 28 años. En la frecuencia de picas dos veces por semana 47 % en plantaciones de 20 años y 52 % en las de 28 años. En la frecuencia de pica tres veces por semana se aplicó 47 % en las de 20 años y 49 % en las de 28 años. Estas diferencias se debieron a las precipitaciones frecuentes en septiembre, noviembre y diciembre. Cuando llueve, el agua escurre por el fuste del árbol y durante la pica, el látex se derrama o no escurre por el canal hasta la taza recolectora (Cuadro 3).

Las lluvias disminuyeron el número de picas programadas para el estudio, incrementó el tiempo sin cosecha del árbol y provocaron que la corteza se endureciera y cicatrizará. La frecuencia de tres picas por

The graph Q-Q in the residuals of the last model showed its approximation to the normal distribution (Figure 6).

RESULTS AND DISCUSSION

Of the number of taps programmed in the treatments, 45 % were applied in the tapping frequency of once a week in the plantations of 20 years, and 48 % in those of 28 years; in the tapping frequency of twice a week 47 % in plantations of 20 years and 52 % in those of 28 years. In the tapping frequency of three times per week, 47 % was applied in those of 20 years and 49 % in those of 28 years. These differences were due to the frequent rainfall in September, November and December. When it rains, the water runs down the stem of the tree and during tapping, the latex spills or does not flow through the channel to the collection cup (Table 3).

The rains decreased the number of tappings programmed for the study, increased the time without harvest of the tree and caused the cortex to harden and scar over. The frequency of three tappings per week was the most affected by the rains, with respect to that of one and two tappings per week, given that the rains occurred once or twice a week and the tappings were made three times a week.

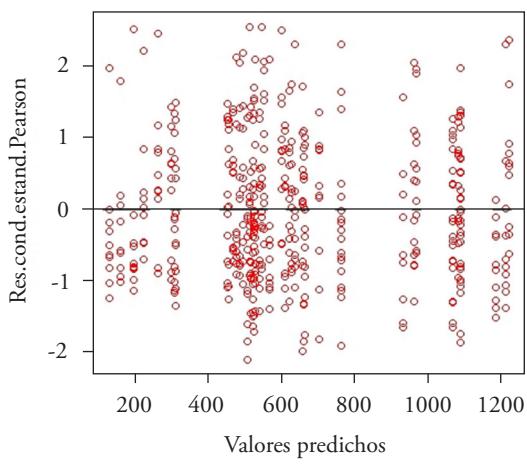


Figura 4. Distribución de valores predichos en función de los residuos estandarizados de Pearson con un modelo que contempla varianzas distintas para cada población.

Figure 4. Distribution of predicted values as a function of the standardized residuals of Pearson with a model that contemplates distinct variances for each population.

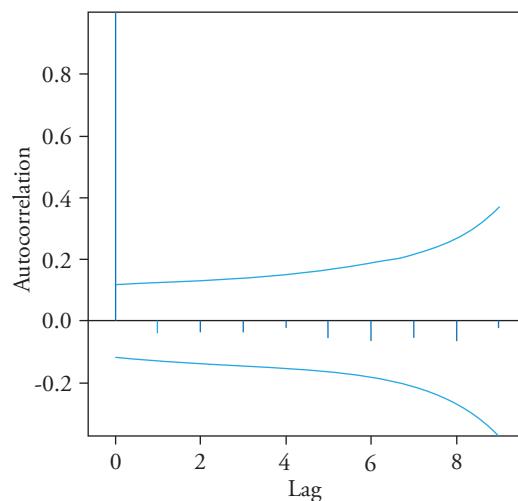


Figura 5. Función de autocorrelación de los residuos del modelo, que incluyó la modelación de la autocorrelación serial.

Figure 5. Function of autocorrelation of the residuals of the model, that included the modeling of the serial autocorrelation.

semana fue la más afectada por las lluvias, con respecto a la de una y dos picas por semana, pues las lluvias se presentaron una o dos veces por semana y las picas se efectuaron tres veces por semana.

En pruebas de hipótesis de los efectos fijos se observan diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en la producción de látex generada en las frecuencias de pica aplicadas (una, dos y tres picas por semana) y en el efecto de interacción de las edades de 20 y 28 años de las plantaciones con la frecuencia de pica (Cuadro 4).

La producción de hule en las frecuencias de pica dos y tres veces por semana, sin estimular con ethrel, no presentó diferencia significativa entre ellas. Los árboles con frecuencias de pica una vez por semana, estimulada con ethrel y sin estimular, presentaron los rendimientos menores de hule seco (Cuadro 5).

La comparación de medias mostró que la mayor producción media de hule seco por árbol se presentó en la plantación con 28 años de edad, en la frecuencia de dos picas por semana estimuladas con ethrel; pero, en el sistema de pica de tres veces por semana estimulado con ethrel no hubo diferencia estadística. Las frecuencias de pica una, dos y tres veces por semana sin estimular no presentaron diferencias significativas entre ellas, y tampoco con la frecuencia de una vez por semana estimulada con ethrel. Los rendimientos menores de hule de las plantaciones sin estimular con ethrel se presentaron al aplicar las frecuencias de una y dos picas por semana, sin diferencias entre ellas ($p > 0.05$); pero sí mostraron diferencias respecto a las plantaciones estimuladas. Por lo tanto, para el productor sería conveniente aplicar ethrel con dos picas por semana (Cuadro 6).

La producción de hule seco fue mayor en las plantaciones de 28 años de edad en comparación con las de 20 años estimuladas con ethrel (Cuadros 5 y 6). Las frecuencias de pica dos y tres veces por semana mostraron rendimiento mayor en las plantaciones de 28 años y en las plantaciones de 20 años la diferencia

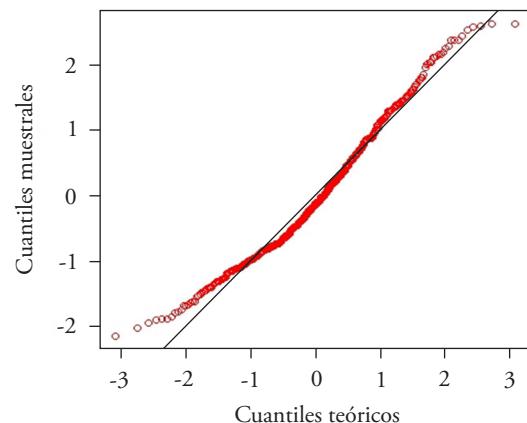


Figura 6. Residuos estandarizados con una distribución normal.

Figure 6. Standardized residuals with a normal distribution.

In hypothesis tests of the fixed effects, statistical differences were observed ($p \leq 0.05$) in the production of latex generated in the tapping frequencies applied (one, two and three tappings per week) and in the effect of interaction of the ages of 20 and 28 years of the plantations with the tapping frequency (Table 4).

Rubber production in the tapping frequencies of two and three times per week, without ethrel stimulation, did not present significant differences between each other. The trees with tapping frequencies of once a week, stimulated with ethrel and without stimulation, presented the lowest yields of dry latex (Table 5).

The comparison of means showed that the highest mean production of dry latex per tree occurred in the plantation with 28 years of age, in the frequency of two tappings per week stimulated with ethrel; however, in the tapping system of three tappings per week stimulated with ethrel there were no statistical differences. The tapping frequencies of one, two and

Cuadro 3. Número de picas de las tres frecuencias en cada plantación de hule estimulada con ethrel por seis meses.

Table 3. Number of tappings of the three frequencies in each rubber plantation stimulated with ethrel for six months.

Frecuencia de pica por semana	Picas programadas para cada edad (Núm.)	Picas realizadas en plantaciones de 20 años (Núm.)	Picas realizadas en plantaciones de 28 años (Núm.)
Una pica	31	14	15
Dos picas	59	28	31
Tres picas	87	41	43

Cuadro 4. Prueba de hipótesis de la edad, las frecuencias de pica y su interacción (efectos fijos) que determina si hay algún efecto entre ellos.**Table 4. Hypothesis test of the age, tapping frequencies and their interaction (fixed effects) that determines whether there is some effect between them.**

Fuente de variación	GL numerador	GL denominador	Valor F	Valor P
Intercepto	1	432	235.76	<0.0001
Edad	1	2	15.53	0.0588
Frecuencia de pica	5	26	47.75	<0.0001
Edad×frecuencia de pica	5	26	18.42	<0.0001

Cuadro 5. Comparación múltiple de medias de tratamientos LSD de Fisher con corrección de Bonferroni en la producción de hule seco (g) por árbol estimulada con ethrel, por seis meses, en plantaciones de 20 años.**Table 5. Multiple comparison of means of LSD treatments of Fisher with correction of Bonferroni in dry latex production (g) per tree stimulated with ethrel, for six months, in plantations of 20 years.**

Edad (años)	Frecuencia de pica (pica por semana)	Estimulante ethrel (%)	Producción media de hule seco (g por árbol)	Error estándar	Edad (años)
20	2	0	725.91	76.60	A
20	3	5	551.35	62.80	A B
20	3	0	500.46	70.50	A B
20	2	5	499.51	61.73	A B
20	1	5	256.64	56.86	B C
20	1	0	177.29	62.82	C

Medias letra distinta son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). ♦ Means with different letter are statistically different ($p \leq 0.05$).**Cuadro 6. Comparación múltiple de medias de tratamientos LSD de Fisher, con corrección de Bonferroni, en la producción de hule seco (g) por árbol estimulada con ethrel, por seis meses, en plantaciones de 28 años.****Table 6. Multiple comparison of means of treatments LSD of Fisher, with correction of Bonferroni, in the production of dry latex (g) per tree stimulated with ethrel, for six months, in plantations of 28 years.**

Edad (años)	Frecuencia de pica (pica por semana)	Estimulante (%)	Medias de la producción (g hule seco por árbol)	Error estándar	
28	2	ethrel 5	1146.99	75.42	A
28	3	ethrel 5	1013.21	66.47	A
28	3	ethrel 0	690.76	64.85	B
28	1	ethrel 5	593.84	61.97	B
28	1	ethrel 0	583.33	75.91	B C
28	2	ethrel 0	555.17	68.63	B C

Medias con letra distinta son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). ♦ Means with different letter are statistically different ($p \leq 0.05$).

fue mínima. En este caso el ethrel no incrementó la producción respecto al sistema de pica sin estimular. En julio, agosto y octubre se obtuvo la producción mayor y contrastó con la de septiembre y noviembre.

three times per week without stimulation did not present significant differences among each other, nor with the frequency of once per week stimulated with ethrel. The lowest yields of rubber in the plantations

Estos últimos presentaron más lluvias, y las condiciones menos favorables para realizar las picas. En junio y diciembre las evaluaciones fueron incompletas, porque el estudio inició el 16 de junio y se concluyó el 14 de diciembre, y por lo tanto la producción de esos meses fue menor (Figura 7).

El incremento de la producción de hule seco con las frecuencias de pica dos veces por semana en $\frac{1}{4}$ S, estimuladas con ethrel en plantaciones de 20 años,

without stimulation occurred when applying the tapping frequencies of once and twice per week, with no differences between them ($p>0.05$); however, there were differences with respect to the stimulated plantations. Thus, for the producer it would be convenient to apply ethrel with two tappings per week (Table 6).

Production of dry latex was higher in the plantations of 28 years of age compared with those of

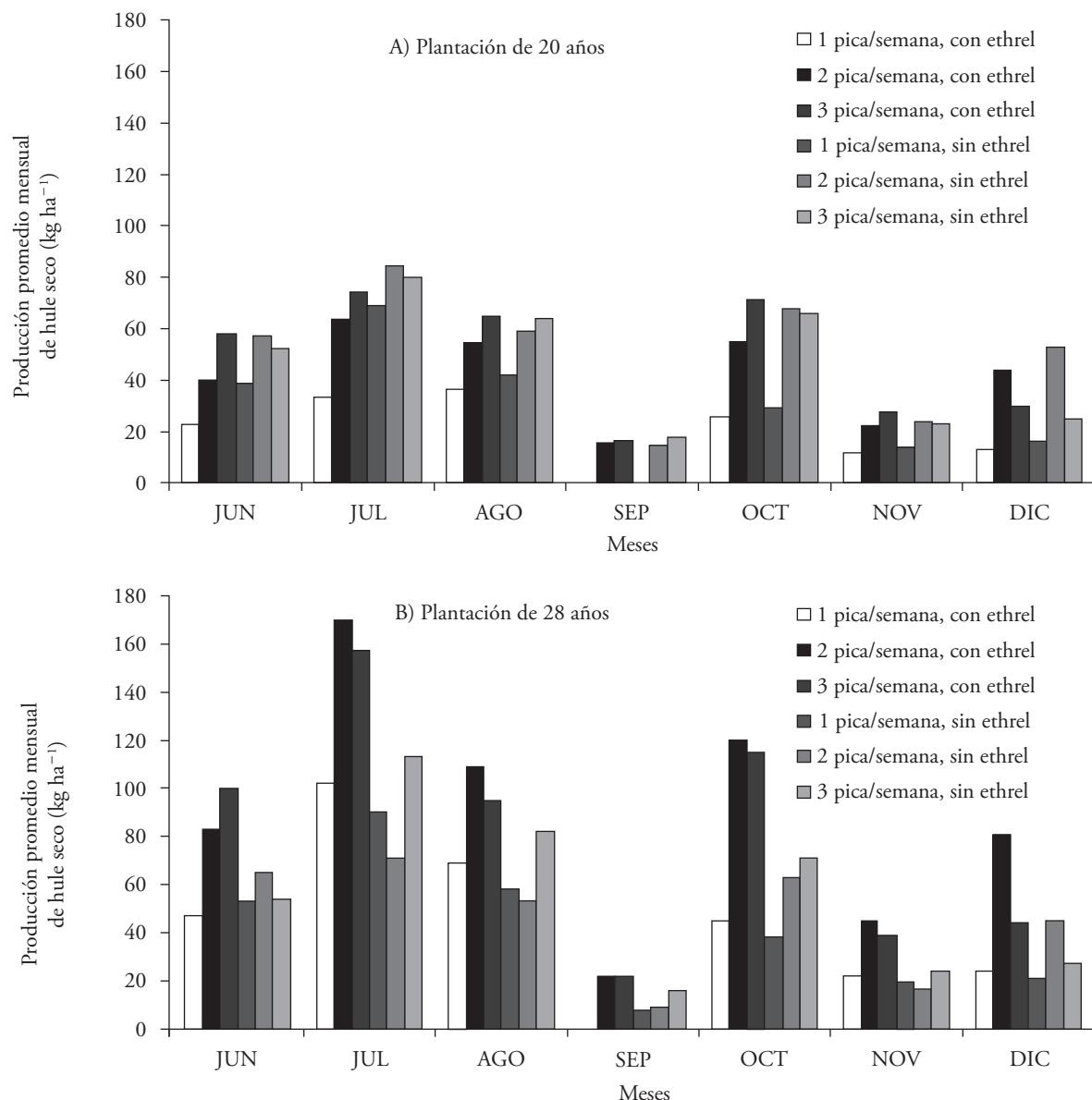


Figura 7. Producción mensual de hule seco en plantaciones de 20 años y 28 años de edad, estimuladas con ethrel, con pica ascendente en cuarto de espiral en una hectárea.

Figure 7. Monthly production of dry rubber in plantations of 20 years and 28 years of age, stimulated with ethrel, with upward tapping in quarter spiral in one hectare.

fue inesperado, pues en la frecuencia de dos veces por semana, estimulada con ethrel, se produjo 26 % menos que la misma frecuencia sin estimular (Figura 7).

La producción de hule seco con las frecuencias de pica una, dos y tres veces por semana en cuarto de espiral, estimuladas con ethrel, en plantaciones de 28 años superó a los mismos tratamientos sin estimular con ethrel. La frecuencia de pica una vez por semana superó con 6 % a la frecuencia una vez por semana sin estimular. La frecuencia de pica dos veces por semana incrementó 49 % a la frecuencia de pica dos veces sin estimular. La frecuencia de pica tres veces por semana estimulada con ethrel aumentó 32 % respecto a la frecuencia de tres veces por semana sin estimular (Figura 8). Los rendimientos de nuestro estudio con el sistema de pica descendente del tablero bajo $\frac{1}{2} S \downarrow d3 6d/7$ dos veces por semana sin estimular con ethrel, son comparables a los obtenidos

20 years stimulated with ethrel (Tables 5 and 6). The tapping frequencies of two and three times per week showed higher yield in the plantations of 28 years and in the plantations of 20 years the difference was minimal. In this case the ethrel did not increment production with respect to the tapping system without stimulation. In July, August and September, highest production was obtained and contrasted with that of September and November. These months presented more rainfall, and less favorable conditions for tapping. In June and December the evaluations were incomplete, because the study began on June 16 and concluded on December 14, and therefore production of these months was lower (Figure 7).

The increment of dry latex production with the tapping frequencies of twice a week in $\frac{1}{4} S$, stimulated with ethrel, in plantations of 20 years, was unexpected, given that in the frequencies of twice a

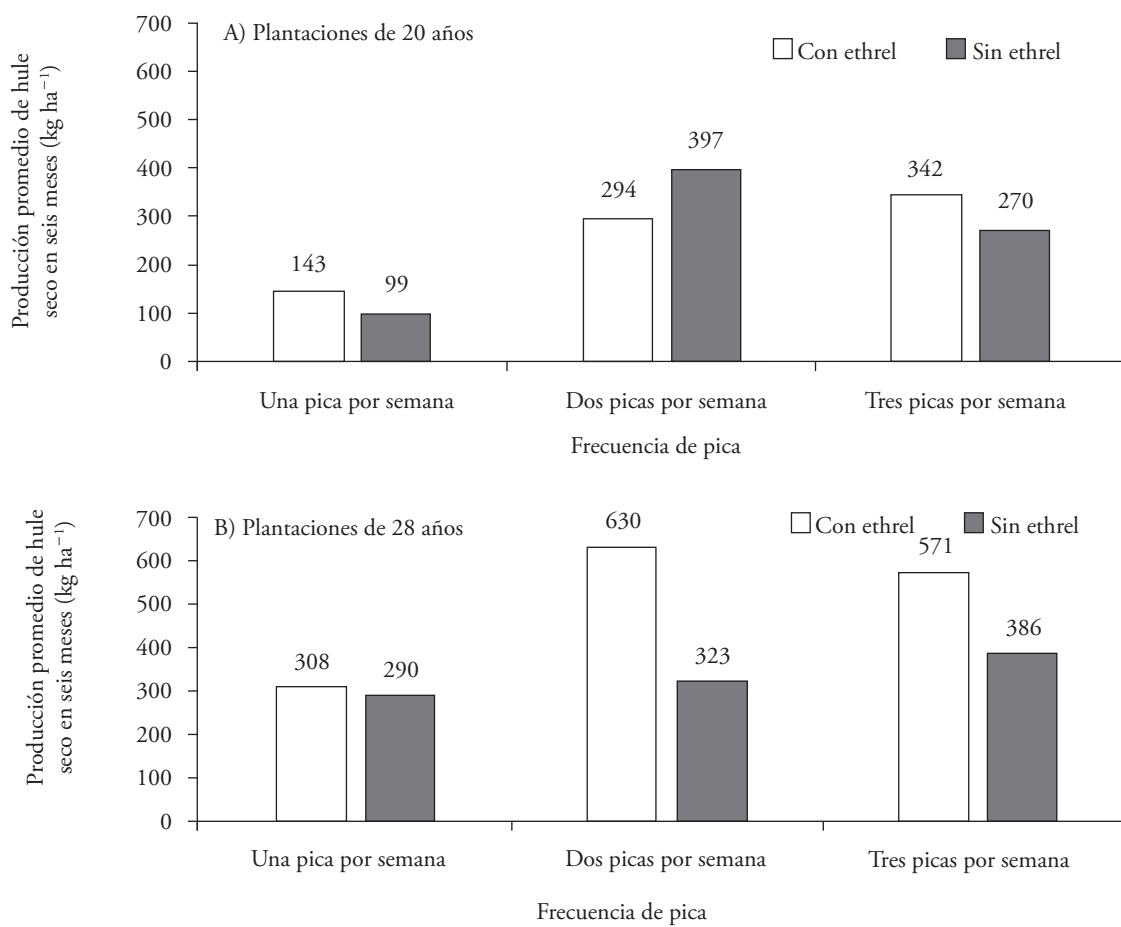


Figura 8. Producción promedio de hule seco por hectárea en seis meses, en plantaciones de 20 y 28 años.
Figure 8. Average production of dry latex per hectare in six months, in plantations of 20 and 28 years.

por Izquierdo *et al.* (2011) de 1,034 kg ha⁻¹ año⁻¹ de hule seco. La producción con el sistema de pica ascendente en $\frac{1}{4}$ S ↑ d3 6d/7 dos veces por semana y estimulada con ethrel al 5 % en plantaciones de 28 años fue 630 kg ha⁻¹. Esto indicó que en un año se obtendría una producción similar a la del sistema de pica en media espiral sin estimulación con ethrel.

En el sistema de pica normal o descendente la mayoría de las plantaciones de hule mostraron en los tableros bajos micelio blanco o indicios de enfermedad en el corte reciente. En los árboles cosechados con este sistema de pica descendente se encontró hasta 80 % de sus tableros bajos con enfermedades, como la gangrena rayada y pudrición mohosa en plantaciones de 20 años, y en las plantaciones de 28 años se contabilizó 72 % de árboles con las mismas enfermedades.

En el sistema de pica ascendente o pica inversa en el tablero alto evaluada, en el periodo de 6 meses, ninguno de los 480 árboles, de 20 y 28 años, mostró alguna enfermedad causada por hongos.

Las plantaciones de 20 años de edad no respondieron igual que las de 28 años. Lacote *et al.* (2010) observaron que entre los clones de alto rendimiento se necesita poca estimulación con etileno. El clon GT1 mostró el rendimiento máximo (1.52 g por árbol por pica) con cuatro aplicaciones de etileno al 2.5 % en un año, PB 217 (1.78 g por árbol por pica) con 39 aplicaciones de etileno al año, IRCA 130 (1.70 g por árbol por pica) sin aplicar etileno, e IRCA 230 mostró la producción máxima con ocho aplicaciones de etileno al año. Los clones de arranque lento, necesitan estimularse en plazos de tiempo corto, para producir más y en el tiempo no habrá efectos negativos del etileno en las células laticíferas.

La producción de hule seco en la frecuencia de pica una vez por semana ($\frac{1}{4}$ S ↑ d6 6d/7), estimulada con ethrel, fue 31 % mayor en comparación con la misma frecuencia de pica sin estimular; pero la producción en la frecuencia de pica dos veces por semana ($\frac{1}{4}$ S ↑ d3 6d/7) fue 26 % menor con la misma frecuencia sin estimular. La producción con la frecuencia de pica tres veces por semana ($\frac{1}{4}$ S ↑ d2 6d/7) y estimulada fue 22 % mayor que la testigo.

En plantaciones de 20 años con perímetro promedio de 0.97 m, y estimulado con ethrel se produjeron 256 g por árbol en seis meses, en una pica por semana, 499 g por árbol en seis meses, en dos picas por semana y 551 g por árbol en seis meses, con tres

week, stimulated with ethrel, 26 % less was produced than with the same frequency without stimulation (Figure 7).

Production of dry rubber with the tapping frequencies of once, twice and three times per week in quarter spiral, stimulated with ethrel, in plantations of 28 years surpassed the same treatments without stimulation with ethrel. The tapping frequency of twice a week incremented by 49 % with respect to the frequency of twice a week without stimulation. The tapping frequency of three times a week stimulated with ethrel increased by 32 % with respect to the frequency of three times a week without stimulation (Figure 8). The yields of our study are comparable to those obtained by Izquierdo *et al.* (2011) of 1,034 kg ha⁻¹ year⁻¹ of dry latex, with the downward tapping system of the lower panel $\frac{1}{2}$ S ↓ d3 6d/7 twice a week without stimulation with ethrel. Production with the upward tapping system in $\frac{1}{4}$ S ↑ d3 6d/7 twice a week and stimulated with ethrel at 5 % in plantations of 28 years was 630 kg ha⁻¹ in six months. This indicated that in a year a production would be obtained similar to that of the tapping system of half spiral without stimulation with ethrel.

In the normal or downward tapping system, most of rubber plantations showed white mycelia in the lower panels or evidence of disease in the recent cut. In the trees harvested with this downward tapping system, it was found that as much as 80 % of the lower panels presented disease, such as black stripe and moldy rot in plantations of 20 years, and in the plantations of 28 years 72 % of trees were found to have the same diseases.

In the upward tapping system or inverse tapping in the high panel evaluated, in the period of 6 months, none of the 480 trees, of 20 and 28 years of age, showed some diseases caused by fungus.

The plantations of 20 years of age did not respond the same as those of 28 years. Lacote *et al.* (2010) observed that among the high yield clones, little stimulation with ethrel is needed. The GT1 clone showed the maximum yield (1.52 g per tree per tapping) with four applications of ethrel at 2.5 % in one year, PB 217 (1.78 g per tree per tapping) with 39 applications of ethrel per year, IRCA 130 (1.70 g per tree per tapping) without ethrel application, and IRCA 230 showed the maximum production with eight applications of ethrel per year. The slow start clones require stimulation in short periods of time,

picas por semana. Las plantaciones de 28 años, con perímetro promedio de 1.15 m, produjeron 593 g por árbol en seis meses, en una pica por semana, 1146 g por árbol en seis meses, en dos picas por semana, y 1 013 g por árbol en seis meses, con tres picas por semana. Sin embargo en nuestro estudio no se encontró una correlación entre la producción de látex y el perímetro de los árboles; así, la producción de látex dependería de la edad fisiológica del árbol y poco o nada del diámetro. Rojo *et al.* (2002) cuantificaron la producción de látex en pica descendente en media espiral sin estimular, en la región del Papaloapan (Oaxaca), y detectaron relación entre el perímetro de los árboles y la producción (1.561 kg por árbol por año) de hule seco e incremento hasta un máximo (2.446 kg por árbol por año) en árboles con 78.5 cm de perímetro; diámetros mayores producen menos, hasta 1.065 kg por árbol por año, en árboles con 154 cm de perímetro con vida útil de la plantación de 30 años.

Las enfermedades fungosas que afectan al tablero bajo no ocasionaron síntomas o daño en el tablero alto. Las cuatro plantaciones evaluadas tenían 100 % de sus tableros altos en condiciones productivas para ser aprovechados con el sistema de pica ascendente. Por lo tanto, se puede aplicar el sistema de pica ascendente en esos tableros.

CONCLUSIONES

La producción de hule seco con el sistema de pica en cuarto de espiral en las plantaciones estimuladas con ethrel y evaluadas con tres frecuencias de pica en el tablero alto es mayor en las plantaciones de 28 años, con respecto a las de 20 años.

Las plantaciones de 20 años tienen los tableros bajos en mejores condiciones para una segunda pica, en comparación con las de 28 años de edad. Por lo tanto, el sistema de pica ascendente en tablero alto en cuarto de espiral es mejor aplicar ethrel a las plantaciones de mayor edad. En las plantaciones de 28 años es mayor la producción con estimulación de ethrel que en las mismas frecuencias de pica no estimuladas.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico para realizar los estudios de maestría en ciencias, al Colegio de Postgrados por financiar

to produce more and in the time there will be no negative effect of the ethrel on the laticiferous cells.

Dry latex production in the tapping frequency of once a week ($\frac{1}{4} S \uparrow d_6 6d/7$), stimulated with ethrel, was 31 % higher compared with the same tapping frequency without stimulation; however, the production in the tapping frequency of twice a week ($\frac{1}{4} S \uparrow d_3 6d/7$) was 26% lower with the same frequency without stimulation. Production with the tapping frequency of three times per week ($\frac{1}{4} S \uparrow d_2 6d/7$) and with stimulation was 22 % higher than the control.

In plantations of 20 years with an average perimeter of 0.97 m, stimulation with ethrel produced 256 g per tree in six months, in one tapping per week, 499 g per tree in six months, in two tappings per week, and 551 g per tree in six months, with three tappings per week. The plantations of 28 years with average perimeter if 1.15 m produced 593 g per tree in six months, with one tapping per week, 1 146 g per tree in six months, in two tappings per week, and 1 013 g per tree in six months, with three tappings per week. However, in our study no correlation was found between latex production and the perimeter of the trees; it appears that latex production depends on the physiological age of the tree and little or nothing on the diameter. Rojo *et al.* (2002) quantified latex production in downward tapping in half spiral without stimulation, in the region of Papaloapan (Oaxaca); they detected a relationship between the perimeter of the trees and production (1.561 kg per tree per year) of dry latex, and increment to a maximum (2.446 kg per tree per year) in trees with 78.5 cm perimeter; larger diameters produce less, up to 1.065 kg per tree per year in trees with 154 cm perimeter, with plantation useful life of 30 years.

The fungal diseases that affect the lower panel did not cause symptoms or damage in the high panel. The four plantations evaluated had 100 % of their high panels in productive conditions to be exploited with the upward tapping system. Therefore, the upward tapping system can be applied in those panels.

CONCLUSIONS

The production of dry rubber with the tapping system of quarter spiral in plantations stimulated with ethrel and evaluated with three tapping frequencies

el proyecto de tesis, a todos los profesores que laboran en esta institución, por sus conocimientos brindados y su paciencia.

LITERATURA CITADA

- An, F., W. Lin, D. Cahill, J. Rookes and L. Kong. 2014. Variation of phloem turgor pressure in *Hevea brasiliensis*: An implication for latex yield and tapping system optimization. *Ind. Crop Prod.* 58: 182-187.
- Chantuma, P., R. Lacoteb, A. Leconte and E. Gohet. 2011. An innovative tapping system, the double cut alternative, to improve the yield of *Hevea brasiliensis* in Thai rubber plantations. *Field Crop Res.* 121: 416-422.
- Compagnon, P. 1998. El Hule Natural: Biología, Cultivo, Producción. Y. Banchi. Edición en español Consejo mexicano del hule A. C. y CIRAD. México. 701 p.
- Fundación Produce Oaxaca. 2007. La tecnología, del campo de experimentación a la parcela del productor. Fundación Produce Oaxaca A.C. Oaxaca, Oaxaca. Boletín No. 27. 36 p.
- Hernández C., J. M. 2005. Curso de manejo de plantaciones de hule en producción. Campo experimental Huimanguillo. CIRGOC. Memoria técnica s/n, Tabasco, México 28 p.
- Izquierdo B., H., M. Domínguez D., P. Martínez Z., A. Velázquez M. y V. Córdova A. 2011. Problemática en los procesos de producción de las plantaciones de hule *Hevea brasiliensis* Muell Arg. en Tabasco, México. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 14: 513 - 524.
- Jetro, N.N. y G.M. Simón. 2007. Effects of 2-chloroethylphosphonic acid formulations as yield stimulants on *Hevea brasiliensis*. *Afr. J. Biotechnol.* 6: 523-528.
- Lacote R., O. Gabla, S. Obouayeba, J. M. Eschbach, F. Rivano, K. Dian and E. Gohet. 2010. Long-term effect of ethylene stimulation on the yield of Rubber trees is linked to latex cell biochemistry. San Pedro Ivory Coast. *Field Crop Res.* 115: 94-98.
- Monroy R., C. R., O. A. Aguirre C. y J. Jiménez P. 2006. Productividad maderable de *Hevea brasiliensis* Muell Arg., en Veracruz. México. Ciencia UANL 9: 124-125.
- Picón R., L., E. Ortiz C. y J. M. Hernández C. 1997. Manual para el Cultivo del Hule *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. SAGARPA-CMH-INIFAP. Campo experimental el Palmar, Tezonapa, Veracruz. 103 p.
- Rojo M., G. E., R. Martínez R. y J. Jasso M. 2011. El cultivo del hule en México. UAIM-CP, Serie forestal. 1^a edición México. 317 p.
- Rojo M., G. E., R. Martínez R., J. Jasso M., J. J. Vargas H., A. Velázquez M. y D. J. Palma L. 2002. Predicción de la producción de látex en plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Müell Arg.) en Oaxaca México. *Rev. Fitotec. Mex.* 26: 183-190.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). 2012. Plan rector del sistema producto hule en el estado de Tabasco. 28 p.
- SAGARPA-INIFAP (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). 2011. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México. Paquete tecnológico del hule (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) establecimiento y mantenimiento preoperativo. SAGARPA-INIFAP. Tezonapa, Veracruz. México. 20 p.
- She, F., D. Zhu, L. Kong, J. Wang, F. An and W. Lin. 2013. Ultrasound-assisted tapping of latex from rubber tree *Hevea brasiliensis*. *Ind Crop Prod.* 50: 803-808.
- Silva, J. Q., J. E. Scaloppi Jr, R. M. B. Moreno, G. B. Souza, P. S. Gonçalves, J. A. Scarpone F. 2012. Producción y propiedades químicas del caucho en clones de *Hevea* según los estados fenológicos. *Pesq. Agropec. Bras.* 47: 1066-1076.
- Zavalá-Cruz, J., S. Salgado G., A. Marín A., D. J. Palma L., M. Castelán E. y R. Ramos R. 2014. Transecto de suelos en terrazas con plantaciones de cítricos en Tabasco. *Ecosistemas y Recur. Agropec.* 1: 123-137.

in the high panel is higher in the plantations of 28 years, with respect to those of 20 years.

Plantations of 20 years have lower panels in better conditions for a second tapping, compared with those of 28 years of age. Therefore, in the upward tapping system in high panels in quarter spiral it is better to apply ethrel to the plantations of more advanced age. In plantations of 28 years, production is higher with ethrel stimulation than in the same tapping frequencies without stimulation.

—End of the English version—

