

Artículo de investigación

## CARACTERIZACIÓN DE DOS PARÁMETROS DEL LÁTEX DE CLONES DE *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA

### Characterization of two latex parameters from *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. clones in the Colombian Altillanura

**Palabras clave:** caucho, DRC, sangría, TSC.

**Key words:** rubber, DRC, tapping, TSC.

Isaac Quesada-Méndez<sup>1</sup>

Fabio Aristizábal-Gutiérrez<sup>2</sup>

Dolly Montoya-Castaño<sup>3</sup>

#### RESUMEN

Se caracterizó el látex de los clones RRIM 600, IAN 873 y FX 3864 de *Hevea brasiliensis* en tercer año de sangría, plantados en la altillanura colombiana. Se evaluaron seis sistemas de sangría por clon realizando una caracterización mensual durante diez meses, utilizando un muestreo al azar. Las variables respuesta fueron el Contenido de Sólidos Totales (TSC) y el Contenido de Caucho Seco (DRC) en látex. Se ajustaron los datos mediante un análisis de covarianza y se generaron matrices de comparación de las variables respuesta entre sistemas de sangría para cada clon. El análisis estadístico mostró diferencias en los índices promedio anuales de TSC y DRC. Los sistemas de sangría en los que no se aplicó estimulante presentaron los mayores índices promedio de TSC (36.8%-46.3%) y DRC (35.5%-43.4%). Se hizo evidente la influencia de los mayores niveles de precipitación en la disminución de los valores promedio de DRC para todos los clones.

#### ABSTRACT

Latex was characterized from RRIM 600, IAN 873 and FX 3864 *Hevea brasiliensis* clones, during the

third year of tapping in the Colombian Altillanura region. Using random sampling, six tapping systems were evaluated per clone on a monthly basis for ten months. Response variables were Total Solids Content (TSC) and Dry Rubber Content (DRC) in latex. Data was adjusted by covariance analysis and matrices for comparison among response variables were generated for tapping system for each clone. Annual average rate of TSC and DRC was statistically different among treatments. The greater average TSC (36.8 % - 46.3%) and DRC (35.5 % - 43.4 %) occurred in systems without tapping stimulant application. Higher precipitation resulted in a decrease in average DRC values for all clones.

#### INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento del cultivo del árbol de caucho natural, *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. tiene como objetivo la obtención del látex proveniente del manto laticífero del árbol, siendo utilizado como materia prima industrial, bien sea de forma líquida o en forma de caucho seco, para la manufactura de gran número de productos indispensables para la sociedad: desde guantes industriales y quirúrgicos, condones, adhesivos, textiles, calzado, mangueras, accesorios de autos, has-

<sup>1</sup> Instituto de Biotecnología Universidad Nacional (IBUN). A. A. 14490. [iquesadam@unal.edu.co](mailto:iquesadam@unal.edu.co). Autor para correspondencia.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. [faaristizabalg@unal.edu.co](mailto:faaristizabalg@unal.edu.co).

<sup>3</sup> Instituto de Biotecnología Universidad Nacional (IBUN). [dmontoyac@unal.edu.co](mailto:dmontoyac@unal.edu.co).

ta su aplicación más prioritaria como neumáticos para todo tipo de transporte (Espinal *et al.*, 2005).

Colombia cuenta con aproximadamente 28 000 ha de cultivo de caucho natural, repartidas en veinticuatro departamentos. El 85% del área plantada se encuentra en los departamentos del Meta (9998 ha), Santander (5611 ha), Caquetá (4310 ha) y Antioquia con 4308 ha. Actualmente, el país cuenta con 4283 ha en explotación, las cuales producen 5139 t anuales y se proyecta para el año 2018 un área en explotación de 25 686 ha, con una producción de 30 823 t anuales (Silva, 2011).

Los indicadores más importantes en el beneficio del cultivo de *H. brasiliensis* a partir de látex fresco son el contenido de caucho seco o DRC (Dry Rubber Content) y el contenido de sólidos totales o TSC (Total Solids Content), ya que permiten establecer parámetros para las diferentes labores dentro del proceso de aprovechamiento y la obtención de diversos tipos de caucho comerciales (Compagnon, 1998).

En países productores de caucho se han efectuado estudios para determinar el contenido promedio de DRC de los clones de *H. brasiliensis* plantados comercialmente o en etapa experimental, dentro de los cuales se resaltan los reportes efectuados en India por Vinod *et al.* (1996), en Malasia por Ong (2000) y en Brasil por Ferreira *et al.* (2002) y Moreno *et al.* (2003). En la literatura no se encuentran reportes de la evaluación de estos parámetros en los materiales propagados en Colombia.

El objetivo de este trabajo consistió en comparar el contenido de caucho seco y sólidos totales bajo dos frecuencia de sangrado y uso de estimulante, en tres clones de *H. brasiliensis*, plantados en la altillanura colombiana.

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la plantación de caucho natural de la empresa MAVALLE S.A., ubicada en la inspección de Remolino, municipio de Puerto López en el Meta. La plantación está ubica-

da en la Orinoquia colombiana, en un área fisiográfica de altillanura, en un paisaje de sabanas planas bien drenadas con suelos de textura arcillo-arenosa y arcillo-limosa, con profundidades mayores a 2 m, bien drenados y con pendientes entre el 3% y 10%. La temperatura promedio anual es de 28 °C, que oscila entre 19 °C y 36 °C, con un régimen de precipitación monomodal, un promedio anual de 2200 mm y ocho meses de precipitación superiores a 100 mm. La humedad relativa promedio anual es del 77 %, con una mínima del 60% y máxima de 85%, asimismo, cuenta con alrededor de 1600 y 1800 horas de sol al año.

El material vegetal evaluado correspondió a los clones RRIM 600, IAN 873 y FX 3864 en el tercer año de explotación. Se efectuaron mediciones durante un periodo de diez meses, comprendidos entre abril y enero del 2008. Para cada clon se evaluaron seis diferentes sistemas de sangría o tratamientos, con cuatro repeticiones y diez árboles como una unidad experimental para un total de 720 árboles evaluados, correspondientes a 240 individuos por clon.

Los sistemas de sangría consistieron en corte de media espiral (1/2 S), efectuados durante siete días por semana (7 d/7) en diez meses del año (10 m /12), variando las frecuencias de sangrado cada cuatro y cinco días (d/4, d/5). Se aplicó solución de agua, Carboximetilcelulosa y Ethel ® 48 SL, cada 76, 61, 51, 43 y 38 días, con concentraciones de Ethel en 2.5% y 3.3%, para los clones RRIM 600 y FX 3864 y concentraciones de 3.3 % y 5 % para el clon IAN 873. Los tratamientos para cada uno se presentan en la tabla 1. Los tratamientos se seleccionaron según las recomendaciones efectuadas por Doree (1998), producto de su investigación en plantaciones de la empresa MICHELIN en Matto Grosso-Brasil.

Una hora después de iniciada la labor de sangría se colectó una muestra de 50 ml de látex, producto de cinco alicuotas de 10 ml, de igual número de árboles tomados al azar en cada uno de los tratamientos. La muestra se mantuvo en estado líquido con la aplicación de 0.5 mL de NH<sub>3</sub> [5% v/v] y refrigeración a 4 °C, hasta el momento del análisis.

**Tabla 1.** Sistemas de sangría evaluados en los clones RRIM 600, IAN 873 y FX 3864. (d/n) frecuencia de sangría / número de días por cada frecuencia, (ET) Estimulación Etephon al n%, (n/y): número de veces de estimulación al año.

CLON	TRATAMIENTO	SISTEMAS EVALUADOS
RRIM 600	T1	d/4, sin estimulación (testigo)
	T2	d/4, ET 2.5%, 6/y
	T3	d/4, ET 2.5 % 7/y
	T4	d/5, sin estimulación (testigo)
	T5	d/5, ET 3.3 %, 7/y
	T6	d/5, ET 3.3 %, 8/y
IAN 873	T1	d/4 sin estimulación (testigo)
	T2	d/4, ET 3.3 %, 7/y
	T3	d/4, ET 3.3 %, 8/y
	T4	d/5, sin estimulación (testigo)
	T5	d/5, ET 5.0 %, 7/y
	T6	d/5, ET 5.0 %, 8/y
FX 3864	T1	d/4 sin estimulación (testigo)
	T2	d/4, ET 2.5%, 6y
	T3	d/4, ET 2.5%, 7y
	T4	d/5, sin estimulación (testigo)
	T5	d/5, ET 3.3%, 7y
	T6	d/5, ET 3.3%, 8y

Se efectuó una caracterización mensual del látex producido por cada uno de los tratamientos de cada clon.

**Tabla 2.** Promedio anual de las pruebas de calidad de látex obtenidos para los clones FX 3864, RRIM 600 e IAN 873. (DRC) Contenido de Caucho Seco expresado en porcentaje de gramos de caucho en cien mililitros de látex, (TSC) Contenido de Sólidos Totales, expresado en porcentaje de gramos de caucho en cien mililitros de látex, (≠) Diferencia entre TSC y DRC. Índice de sustancias no caucho como proteínas, resinas, ácidos grasos y otros solubles en el suero del látex.

Tratamiento	FX 3864			RRIM 600			IAN 873		
	TSC	DRC	≠	TSC	DRC	≠	TSC	DRC	≠
1	36.8	35.6	1.2	45.5	42.7	2.8	43.8	41.3	2.5
2	32.3	29.4	2.9	38.9	36.1	2.8	41.9	39.2	2.7
3	31.8	29.8	2.0	40.2	37.4	2.8	42.0	39.5	2.5
4	38.4	35.5	2.9	46.3	43.4	2.9	45.6	43.2	2.4
5	34.5	31.5	3.0	43.6	40.9	2.7	43.0	40.6	2.4
6	34.6	32.1	2.5	43.1	39.9	3.2	44.7	41.7	3.0

Tomando como referencia para los análisis la norma ASTM D1076-88 (Cornish *et al.*, 1988), se realizaron dos pruebas de caracterización de látex: el contenido de sólidos totales (TSC) y contenido de caucho seco (DRC). Para la prueba de TSC se tomó una alícuota de 2.5 mL de látex por cada muestra y se distribuyó en una caja de Petri, previamente pesada, llevando a secado a 100 °C durante dos horas y/o hasta obtener peso constante, en horno de convección natural. En la prueba de DRC se pesaron 10 g de látex y se adicionó solución de ácido fórmico [5 % v/v], agitando hasta lograr la coagulación del látex, luego se laminó la muestra para someterla a secado a 55 °C durante 48 horas, o hasta peso constante. Cada una de las muestras se caracterizó por duplicado.

Se realizó un análisis de covarianza entre todos los tratamientos de un mismo clon, a fin de eliminar el error experimental, por duplicado de muestra, por el efecto de las repeticiones y por el producto de la variación en el tiempo de muestreo. Con los datos ajustados se estimó la media anual para el tratamiento y se efectuó un análisis de varianza con matrices de comparación entre todos los tratamientos de cada clon. Todos los análisis se efectuaron usando el programa S.A.S. 8 ® (Cary, 2002).

## RESULTADOS

Los valores promedio anual de TSC y DRC mas altos se obtuvieron con los tratamientos que no incluyeron uso de estimulante (Tabla 2). Se encon-

**Tabla 3.** Matrices de ANAVA, en la comparación de los valores de DRC y TSC, para cada uno de los tratamientos evaluados en los clones RRIM 600, IAN 873 y FX 3864. (DRC) Contenido de Caucho Seco, (TSC) Contenido de Sólidos Totales. \* diferencias significativas, \*\* diferencias altamente significativas, NS No existe diferencia.

Clon	Tratamiento	Parámetro evaluado					
		DRC					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
RRIM 600	T1	-	0.0001**	0.0001**	0.2402 <sup>NS</sup>	0.0005**	0.0001**
	T2	0.0001**	-	0.0147**	0.0001**	0.0001**	0.0001**
	T3	0.0001**	0.0242*	-	0.0001**	0.0001**	0.0001**
	T4	0.1701 <sup>NS</sup>	0.0001**	0.0001**	-	0.0001**	0.0001**
	T5	0.0009**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	-	0.0630 <sup>NS</sup>
	T6	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.0001**	0.3892 <sup>NS</sup>	-
			TSC				
FX 3864		DRC					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T1	-	0.0001**	0.0001**	0.9377 <sup>NS</sup>	0.0001**	0.0001**
	T2	0.0001**	-	0.5136 <sup>NS</sup>	0.0001**	0.0006	0.0001**
	T3	0.0001**	0.5404 <sup>NS</sup>	-	0.0001**	0.0090	0.0007
	T4	0.0323*	0.0001**	0.0001**	-	0.0001**	0.0001
	T5	0.0019**	0.0005**	0.0002**	0.0001**	-	0.3132 <sup>NS</sup>
T6	0.0030**	0.0005**	0.0002**	0.0001**	0.9267 <sup>NS</sup>	-	
		TSC					
IAN 873		DRC					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
	T1	-	0.0001**	0.0003**	0.0001**	0.1194 <sup>NS</sup>	0.3334 <sup>NS</sup>
	T2	0.0001**	-	0.4907 <sup>NS</sup>	0.0001**	0.0019*	0.0001**
	T3	0.0003**	0.9015 <sup>NS</sup>	-	0.0001**	0.0254*	0.0001**
	T4	0.0003**	0.0001**	0.0001**	-	0.0001**	0.0013*
	T5	0.0934 <sup>NS</sup>	0.0207*	0.0479*	0.0001**	-	0.0086*
T6	0.0604 <sup>NS</sup>	0.0001**	0.0001**	0.0455*	0.0003**	-	
		TSC					

traron diferencias significativas en los valores de TCS y DRC, entre los tratamientos con y sin uso de estimulante en una misma frecuencia de sangrado en los clones RRIM 600 y FX 3864 y en el sangrado cada cuatro días en el clon IAN 873. Las matrices del análisis de varianza entre tratamientos se presentan en la [tabla 3](#).

El incremento en un día en la frecuencia de sangrado sin uso de estimulante, no incidió significativamente en el valor promedio anual de DRC para los clones RRIM 600 y FX 3864. Por el contrario, se observaron diferencias significativas en los valores

de DRC, al efectuar el sangrado sin estimulante y con un día de diferencia en el clon IAN 873.

Un incremento significativo en el valor promedio anual de TSC bajo un sangrado sin uso de estimulante se presentó como producto del incremento en un día de la frecuencia de sangrado en los clones FX 3864 e IAN 873, contrariamente a lo observado en el clon RRIM 600. Lo anterior pone de manifiesto que en un periodo corto de tiempo, existe una mayor biosíntesis de sustancias no caucho en el látex en materiales derivados de cruces interespecíficos de *H. brasiliensis* x *H. bentamina*

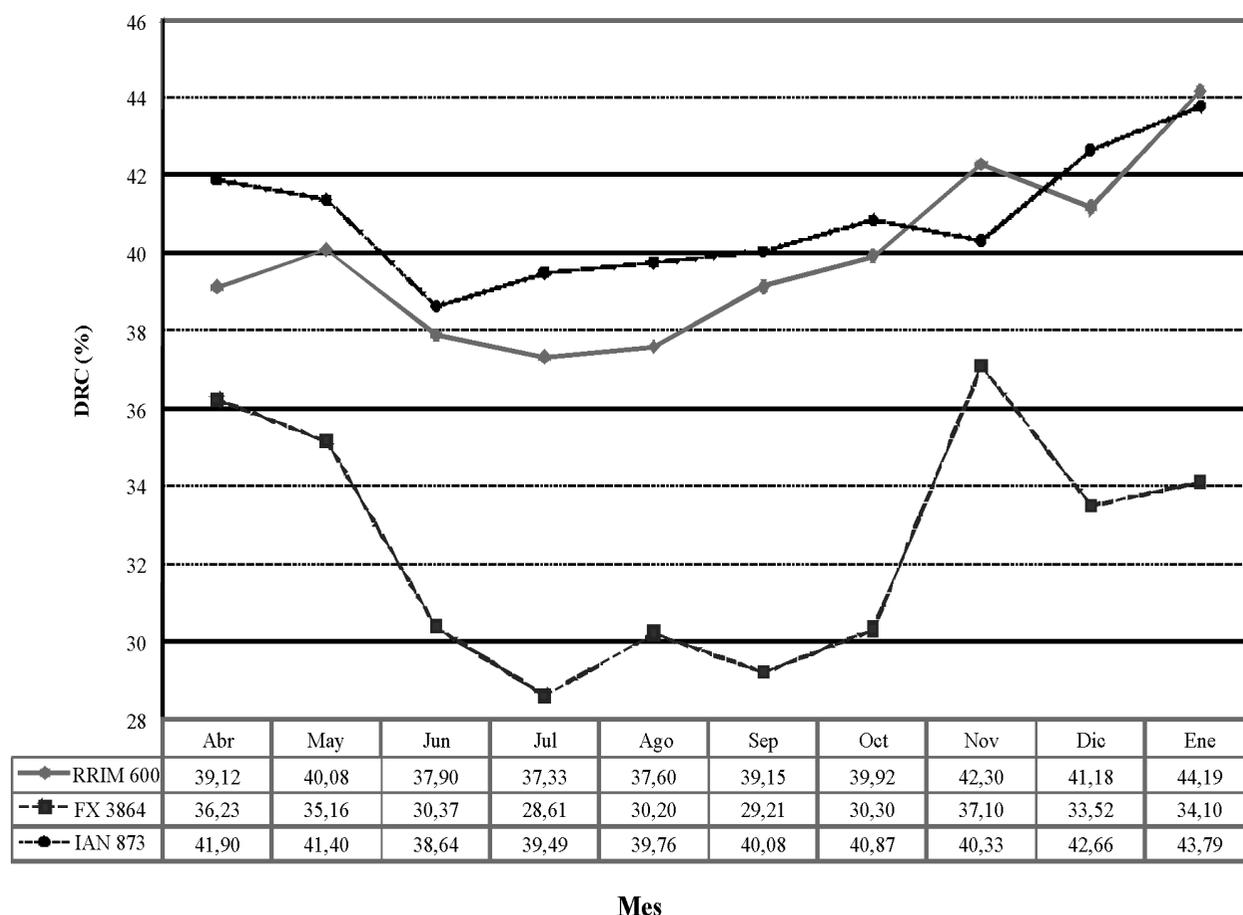
(FX 3864 e IAN 873), respecto a los clones puros de *H. brasiliensis*, como RRIM 600. La figura 1, presenta los valores promedios mensuales de DRC para cada uno de los clones durante los diez meses del año de sangría. Se observaron disminuciones del valor promedio mensual entre 4.3 % y 15.5 % para el clon RRIM 600, 2.3 % y 22.9 % para el clon FX 3864 y 2.6 % y 11.8 % para el clon IAN 873.

Siguiendo lo propuesto por Yip (1990) para la clasificación de clones de *H. brasiliensis* por su contenido de DRC, el material FX 3864 se cataloga como un clon con DRC bajo (31% - < 34%), RRIM 600 en sangría cada cuatro días, como un clon con un DRC medio (>34% - 38%) y un DRC superior a la media (>38% - 41%) en sangría cada cinco días, siendo así el clon IAN 873 un material con alto DRC.

## DISCUSIÓN

La variación del DRC como resultado de la incidencia de la frecuencia de sangría, la concentración y el número de aplicaciones anuales de estimulante ha sido reportada por Paardekooper (1989), Le Roux *et al.* (2000) y Varghese *et al.* (2000). Estos autores coinciden en que aumentar la frecuencia de sangría, así como disminuir el número de aplicaciones anuales de estimulante, favorece la biosíntesis de caucho en el árbol y por ende aumento el DRC. Los resultados de este trabajo concuerdan con lo anterior, ya que los tratamientos con sangría cada cinco días presentaron valores superiores de DRC en comparación con los tratamientos de sangrado cada cuatro días, en los tres clones evaluados.

Los valores de DRC con uso estimulante, obtenidos para el clon RRIM 600 se encuentran dentro del



**Figura 1.** Comportamiento promedio de Contenido de Caucho Seco o DRC por mes, para los clones RRIM 600, IAN 873 y FX 3864.

rango  $36.4 \pm 6.2$  reportado por [Vinod et al. \(1996\)](#), en el mismo año de sangrado y con uso de estimulante. Valores inferiores a 33 % y 35.3 %, fueron reportados por [Moreno et al. \(2005, 2007\)](#) respectivamente, en iguales condiciones de frecuencia de sangrado y concentración de estimulante.

El promedio de DRC obtenido en el clon IAN 873, concuerda con lo reportado por [Kalil et al. \(2000\)](#), quien presentó en sangrado sin usos de estimulante un valor promedio anual de 41.05 de DRC. Un valor inferior a 34.3 de DRC, ha sido reportado por [Moreno et al. \(2005\)](#) en una frecuencia de sangrado cada cuatro días y con uso de estimulante.

Para el clon FX 3864 los valores de DRC obtenidos sin uso de estimulante, son inferiores en un poco más de diez puntos porcentuales a los resultados obtenidos por [Galiani \(2010\)](#), quien reporta un 46.9 de DRC, en un sangrado cada cuatro días y sin uso de estimulante.

La superioridad en DRC del clon IAN 873 frente a los otros dos genotipos evaluados, bajo un sangrado cada cuatro días con uso de estimulante, concuerda con los resultados observados por [Moreno et al. \(2003, 2005\)](#), que presentó valores superiores a 1.7% y 1.3% frente al clon RRIM 600, respectivamente.

Los altos valores de DRC en primera instancia pueden tomarse como un buen indicativo del potencial de producción de los genotipos analizados, no obstante esta apreciación debe ser considerada con minuciosidad frente a otros factores, ya que un alto valor de DRC conlleva a un incremento considerable en la viscosidad del látex, generando así una fuerte obstrucción en el flujo que limita la producción ([Jacob et al., 1989](#)). La estimulación constituye el medio privilegiado para reducir el factor limitante del derrame en la producción, siendo conocido que los clones que presentan una tendencia pronunciada a la coagulación del corte, poseen altos índices de lutoideos, DRC y magnesio. De tal manera, que la dilución del látex debida solo a la baja del DRC favorece el drenaje ([Compagnon, 1998](#)).

Los altos valores de TSC observados, evidencian una alta biosíntesis del manto laticífero de los genotipos analizados en las condiciones medio-ambientales en la que se realizó este estudio. Lo anterior, indica la importancia del seguimiento y ajustes de los factores asociados a la explotación para maximizar el potencial productivo, esto teniendo en cuenta que [Brzowska et al. \(1979\)](#) reporta una fuerte correlación negativa entre el extracto seco del látex (TSC) y la producción, en donde a mayor extracto materia seca del látex, una menor producción de ml/árbol/ sangría.

[Compagnon \(1998\)](#) expone que la correlación negativa entre TSC y la producción, es debida principalmente a una mayor presencia de fracciones sedimentales en el látex, que posibilitan detener el derrame, dentro de las cuales ha sido claramente identificado el papel de los lutoideos ([Southorn et al., 1969](#); [Ribaillier, 1970](#)) y partículas Frey-Wissling ([Brzowska et al., 1979](#)). Igualmente [Ferreira et al. \(1999\)](#) observaron altos valores de sacarosa, DRC o TSC y valores bajos de fósforo inorgánico y tioles, asociados a una subexplotación.

Se observó una relación inversa en el decrecimiento progresivo del valor promedio mensual de DRC y el régimen de pluviosidad monomodal de la zona de estudio. [Kalil et al. \(2000\)](#) reportan correlaciones negativas y altamente significativas entre los valores de DRC, la precipitación y humedad relativa. De igual forma [Gooding \(1952\)](#), [Resing \(1955\)](#), [Brzowska et al. \(1979\)](#) y [Compagnon \(1998\)](#), exponen la variación estacional de la cantidad de látex y DRC del mismo, en función de la disponibilidad de agua y el sol.

Los menores valores de DRC se observaron durante los meses de junio a octubre, correspondiendo al periodo de mayor producción para los clones RRIM 600 e IAN 873 ([Quesada et al. 2009](#)). De forma contraria, los mayores valores se observaron durante los meses de diciembre a mayo, que corresponden al ciclo de defoliación y refoliación de la especie en la altillanura Colombiana. Lo anterior concuerda con [Compagnon \(1998\)](#), quien expone que al comenzar el ciclo vegetativo el

DRC y TSC son más elevados y las producciones más bajas, un DRC elevado conduce lógicamente a una viscosidad fuerte en el látex, que limita el derrame y la producción.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de la altillanura colombiana, el clon FX 3864 presentó una tipología de material con un bajo DRC, el clon RRIM 600 presentó una tipología de material con DRC medio a alto y el clon IAN 873 presentó una tipología de material con alto DRC.

El uso de estimulante (Ethel® 48 SL) en el aprovechamiento de los clones FX 3864 y RRIM 600, disminuye en un rango de 5.0 a 5.8 los valores de TSC y DRC en el látex, bajo un sangrado cada cuatro días. Presentando así condiciones para un mayor escurrimiento del látex, que redunde en un mayor producción.

El aumento de un día en un sistema de explotación con baja frecuencia sangrado, incrementa significativamente los valores de DRC y TSC. Lo cual puede presentarse como limitante en la producción, debido a obstrucciones del derrame por la alta viscosidad del látex extraído.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Carlos Alberto Pérez y al personal técnico y administrativo de la empresa MAVALLE S.A. por su valiosa colaboración, así como al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por el apoyo financiero para la realización de este proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

**Brzowska, J., Crétin, H., Hanower, P., & Michel, M.** (1979). Variations de pH entre les compartiments vacuolaire et cytoplasmique au sein du latex latex d'*Hevea brasiliensis*. Influence saisonnière et action du traitement par l'Ethrel, générateur d'éthylène. Répercussion

sur la production et l'apparition d'encoques sèches. *Physiologie végétale*, 17, 851-867.

**Cary, N.** (2002). S.A.S. User's Guide: Statistics (Version 8.0). North Carolina: S.A.S. Institute Inc. 217 p.

**Compagnon, P.** (1998). El caucho natural, biología, cultivo, producción. México, DF: Consejo Mexicano del Hule y CIRAD. 701 p.

**Cornish, K., Xie, W., Williams, J., Nguyen, K., & Kostyal, D.** (1988). ASTM D 1076 Standard specification of rubber – concentrated, ammonia preserved, creamed and centrifuged natural latex. Philadelphia: International Standards Worldwide. 9 p.

**Doree, J.** (1998). Rapport annuel agricole 1995-96-97. Matto Grosso: Departement des Techniques Agricoles. 45 p.

**Espinal, C., Martínez, H., & González, E.** (2005). La cadena del caucho en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005 (Documento de trabajo No. 63). Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Observatorio Agrocadenas Colombia. 38 p.

**Ferreira, M., Moreno, R., Gonçalves, P. de S., & Capparelli-Mattoso, L.** (1999). Avaliação dos parâmetros fisiológicos do látex de clones de seringueiras da região de presidente prudente (Boletim de pesquisa 8/99). São Paulo: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária. 10 p.

**Ferreira, M., Moreno, R., Gonçalves, P. de S., & Capparelli-Mattoso, L.** (2002). Evaluation of natural rubber from clones of *Hevea brasiliensis*. *Rubber Chemistry and Technology*, 75, 171-177.

**Galiani, P.** (2010). Avaliação e caracterização da borracha natural de diferentes clones de seringueira cultivados nos estados de Mato Grosso e Bahia (Tese de Doutorado inédita). São Paulo: Universidade Federal de São Carlos. 178 p.

- Gooding, E.** (1952). Studies in the physiology of latex II. Flow on tapping: associated changes in trunk diameter and latex concentration. *New Phytologist*, 51, 11-29.
- Jacob, J., Prevot, J., Roussel, D., Lacrotte, R., Serres, E., D'Auzac, J., Eschbach, J., & Omont, H.** (1989). Yield limiting factors, latex physiological parameters, latex diagnosis and clonal typology. En J. D'Auzac, J. Jacob & H. Chrestin (eds.), *Physiology of rubber tree latex* (pp. 346-381). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kalil, A., Kalil, P.da C., Graça, M., & Medeiros, A.** (2000). Análise da plasticidade e do teor de borracha seca (drc) do látex de clones de seringueira (*Hevea* sp.). *Boletim Pesquisa Florestal*, 41, 3-11.
- Le Roux, Y., Ehabe, E., Sainte-Beuve, J., Nken-gafac, J., Ngolemasnago, F., & Gobian, S.** (2000). Seasonal and clonal variation in the latex and raw rubber of *Hevea brasiliensis*. *Journal Rubber Research*, 3, 142-156.
- Moreno, R., Capparelli-Mattoso, L., Biagi, M., Ferreira, M., & Gonçalves, P.de S.** (2003). Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38, 583-590.
- Moreno, R., Ferreira, M., Gonçalves, P.de S., & Capparelli-Mattoso, L.** (2005). Propriedades tecnológicas do látex e da borracha natural de clones de *Hevea brasiliensis*. *Scientia Agricola*, 62, 122-126.
- Moreno, R., Capparelli-Mattoso, L., & Gonçalves, P.de S.** (2007). Performance of latex and natural rubber of new rubber tree clones (IAC Series). *Kautschuk Gummi Kunststoffe*, 12, 659-661.
- Ong, E.** (2000). Characterization of new latex timber clones of natural rubber. *Journal of Applied Polymer Science*, 78, 1517-1521.
- Paardekooper, E.** (1989). Exploitation of the rubber tree. En C.C. Webster & W.J. Baukwill (eds.), *Rubber* (pp. 349-414). London: Longman Scientific and Technical, Essex.
- Quesada, I., Aristizabal, F., Montoya, D., & Chaves, B.** (2009). Evaluación de seis sistemas de sangría para cuatro clones de *Hevea brasiliensis* (Will. Ex Adr. De Juss) Muell. Arg, en la Altillanura Colombiana. *Colombia Forestal*, 12, 37-49.
- Resing, W.** (1955). Variability of *Hevea* latex. *Archive of the Rubber Cultivation*, 32, 75-212.
- Ribaillier, D.** (1970). Importance des lutoïdes dans l'écoulement du latex: action de la stimulation. *Revue Generale Caoutchouc Plastique*, 47, 305-310.
- Silva, J.** (2011). Actualidad y proyecciones de la producción de caucho natural en Colombia (CD-P3, Memorias Congreso Internacional Cauchero). Bogotá: Confederación Cauchera Colombiana [CCC].
- Southorn, W.** (1969). Physiology of *Hevea* latex flow. *Journal Rubber Research Institute of Malaya*, 21, 94-512.
- Varghese, L., Radhakrishnan, N., & Jumarán, M.** (2000). Crop collection and processing. En P. George & C. Jacob (eds.), *Natural rubber agro management and crop processing* (pp. 377-398). Kottayam: Rubber Research Institute of India.
- Vinod, K., Rasjewari, M., Priyadarshan, P., Pothen, J., Chaudhuri, D., Krishankumar, A., Sthiruraj, M., & Potty, S.** (1996). Early performance of some clones of *Hevea brasiliensis* in Tripura. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, 9, 123-129.
- Yip, E.** (1990). Clonal characterization of latex and rubber properties. *Journal Natural Rubber Research*, 5, 52-80.