



Río Cuduyari, Vaupés.

DESEMPEÑO DE DIEZ CLONES DE CAUCHO NATURAL EN CAMPO CLONAL A GRAN ESCALA EN CONDICIONES DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

Armando Sterling Cuéllar^{1*}, Carlos Hernando Rodríguez León¹, Ismael Dussán Huaca², José Orlando Castillo Ospina³, Pedro Nel Ruiz Torres³, Lyda Y. Jara Jimenez⁴

Campo clonal de caucho generando conectividad con relicto de bosque

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar en periodo de inmadurez y en Campo Clonal a Gran Escala (CCGE), el desempeño de 10 clones de caucho (*Hevea brasiliensis*) en diferentes condiciones edafoclimáticas en la Amazonia noroccidental colombiana. Se seleccionaron tres municipios del Caquetá (Belén, Florencia y San Vicente del Caguán) y en cada uno se estableció un CCGE de 5,04 ha. Se realizó un análisis mediante parcelas divididas (parcela: localidad y subparcela: clon). Se analizaron las variables: supervivencia (%) (3 meses), altura (m), vigor (circunferencia del tronco) (cm) y arquitectura de copas, al cabo de 24 meses. Se realizó anova y la prueba de Tukey HSD al 5% de significancia y análisis multivariado mediante las pruebas de componentes principales y conglomerados. Se encontraron diferencias significativas en la supervivencia y vigor en los 10 clones ($P < 0,05$) y entre los tres CCGE ($P < 0,01$). No se encontraron diferencias en altura entre clones ni entre CCGE (ambos $P > 0,05$). Se encontró una supervivencia media de 92,45%, altura de 3,18 m y circunferencia de 7,38 cm. Se encontraron diferencias en la calidad de copa (CC) y en la posición de copa

(PC) entre los 10 clones ($P < 0,01$). Entre CCGE, la CC difirió ($P < 0,01$) y la PC no fue influenciada ($P > 0,05$). Los análisis multivariados permitieron identificar cuatro grupos importantes. Los clones con mejor desempeño fueron en su orden: FX 4098, FDR 4575 y FDR 5788. En general, en el CCGE de Belén se registró el mejor desempeño.

Palabras clave

Hevea brasiliensis, periodo improductivo, zona edafoclimática, Caquetá.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance of 10 rubber tree clones (*Hevea brasiliensis*) in period of immaturity and Large-Scale Clone Trial (LSCT), in different soil and climatic conditions in the northwestern Colombian Amazon. Three municipalities of Caquetá (Belén, Florencia and San Vicente del Caguán) were selected and in each established a LSCT of 5.04 ha. Analysis was performed using a split plot (plot: locality and sub-plot: clone). Variables were analyzed: survival (%) (3 months), height (m), vigor (circumference

¹ Investigador Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede Florencia. Calle 17 No. 11-67, 2° Piso, Florencia, Caquetá (Colombia). E-mails: asterling@sinchi.org.co (*Autor para correspondencia) / crodriguez@sinchi.org.co

² Coinvestigador Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA. E-mail: ismaduss@yahoo.es

³ Coinvestigadores Grupo de Micología GINMUA - Universidad de la Amazonia, Sede Principal. Avd. Circunvalación, Barrio El Porvenir. Florencia, Caquetá (Colombia). E-mails: jos.castilloospina@hotmail.com / pedronel16@yahoo.es

⁴ Contratista del proyecto. Contrato No. 200717736-264 - 977/2007 IICA - FNFC, FEDECAUCHO - SINCHI - Convenio No. 057/07 IICA-MADR.

of the stem) (cm) and canopy architecture, after 24 months. Anova and Tukey tests were performed with a 5% of significance, principal component and cluster analysis were also realized. Survival and vigor expressed significant differences in the 10 clones ($P < 0.05$) and between the three CCGE ($P < 0.01$). The height did not differ between clones and between CCGE (both $P > 0.05$). The average survival was of 92.45%, the height was of 3.18 m and the circumference was of 7.38 cm. The canopy quality (CQ) and canopy position (CP) differed between the 10 rubber tree clones ($P < 0.01$). CQ differed between CCGE ($P < 0.01$) and DC was not influenced for this factor ($P > 0.05$). Multivariate analyzes allowed to identify four major groups. The rubber tree clones with best performance were in order: FX 4098, FDR 4575 and FDR 5788. In general, in the Belén's CCGE was found the best performance.

Keywords

Hevea brasiliensis, period of immaturity, edaphoclimatic zone, Caquetá.

INTRODUCCIÓN

El Caucho natural [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR. de Juss.) Muell.-Arg.], es una especie de amplio interés para la región amazónica, cuyos orígenes se remontan a las llanuras de la región Amazónica y la Orinoquia en América del Sur con una amplia distribución en países como Brasil, Bolivia, Colombia, Guyana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela (Gonçalves *et al.* 1997).

Debido a la importancia del caucho natural en la industria llantera y automotriz, se han impulsado diversos programas de mejoramiento genético y evaluación de nuevos genotipos promisorios de *H. brasiliensis* principalmente en países como Malasia, Sri Lanka, India, Brasil, Guatemala y Colombia con el propósito de seleccionar clones vigorosos, con alta producción, tolerantes a plagas y enfermedades y con buena adaptación edafoclimática (Gonçalves *et al.* 1997, Compagnon 1998, Priyadarsham y Gonçalves 2003, Sterling y Rodríguez 2011, Sterling *et al.* 2011).

Según la Confederación Colombiana de Caucho (2011), en Colombia todas las plantaciones comerciales de *H.*

brasiliensis se han establecido con clones introducidos principalmente de origen asiático, africano y americano, con una superficie total establecida de 29.346 ha a diciembre de 2010, en donde el 83% corresponde a plantaciones en crecimiento (menores a 7 años) y el 17% a plantaciones en producción (mayores a 7 años). El 80% del área total establecida se concentra en cuatro núcleos caucheros: Meta, Magdalena medio, Caquetá y Antioquia-Córdoba. De acuerdo con ASOHECA (2011), en el departamento del Caquetá se concentra cerca del 28,8% del total de área en producción (a diciembre de 2010), lo cual lo convierte en el primer departamento de Colombia con plantaciones comerciales de *H. brasiliensis* en etapa productiva.

Dada la importancia del caucho natural y su creciente demanda en el mercado internacional, en Colombia se han venido adelantando planes masivos para la expansión del cultivo la mayoría de ellos apoyados en el establecimiento de nuevas áreas en pequeños y medianos cultivadores cuya estrategia busca en general, compensar en primer lugar la demanda interna, ya que el país sólo cubre el 3% de la demanda nacional (Castellanos *et al.* 2009).

No obstante, dado que el 100% de los cultivares establecidos en el país corresponden a materiales introducidos, algunos desde la década del 60 (Torres 1984), la mayoría de éstos han perdido productividad y cada vez son más susceptibles al mal suramericano de las hojas, por sus siglas en inglés SALB (South American Leaf Blight) (Sterling *et al.* 2009, Sterling *et al.* 2010abc). Esta enfermedad es causada por el hongo *Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx y representa la principal amenaza para el establecimiento de nuevas plantaciones de *H. brasiliensis* en Latinoamérica (Gasparotto *et al.* 1997).

Esta situación ha impulsado a nivel nacional, la necesidad de ampliar la base genética de caucho natural en el país, por lo que en los últimos años, en regiones como el departamento del Caquetá (Amazonia colombiana), entidades como el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI y la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA iniciaron en el año 2008, el primer programa de ampliación de la base genética de caucho natural para la Amazonia colombiana mediante la evaluación a gran escala de nuevos materiales provenientes de paí-

ses como Brasil, Guatemala y Perú, con el fin de realizar una selección preliminar en periodo improductivo de nuevos clones para la región, a partir de parámetros de desempeño y comportamiento fitosanitario en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Según Bula *et al.* (1990), el inicio de la etapa productiva de *H. brasiliensis* se basa especialmente en el desempeño de los árboles, más que en la edad de la plantación, lo que determina cuando iniciar la explotación. Lo anterior refleja la necesidad de identificar dentro del ciclo de mejoramiento genético clásico, nuevos clones que expresen un desempeño óptimo (Sterling y Correa 2010) y cuyo periodo de inmadurez implique una probabilidad de explotación preferiblemente inferior a los 7 años del establecimiento (Compagnon 1998). Los criterios dasométricos de desempeño junto con las características edafoclimáticas de la zona, son fundamentales para la selección adecuada del material de siembra, de ahí que el conocimiento de los patrones de crecimiento y el efecto de las características de sitio sobre el genotipo evaluado contribuirán con la mejor recomendación sobre la propagación y expansión de clones por ecoregión (Gonçalves *et al.* 2000, García *et al.* 2004, Pereira 2007).

De acuerdo con lo anterior, este estudio tuvo como objetivo evaluar en periodo de inmadurez y en cam-

po clonal a gran escala, el desempeño de 10 clones promisorios de caucho natural en diferentes condiciones edafoclimáticas de la Amazonia noroccidental colombiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el departamento de Caquetá (Amazonia noroccidental colombiana), en los municipios de Belén de los Andaquíes (vereda Agua Dulce localizada entre los 1°25'28'' N y 75°52'11'' W), Florencia (vereda Balcanes localizada entre los 01°37'03'' N y 75°37'03'' W) y San Vicente del Caguán (vereda Buenos Aires, localizada entre los 02°02'40,8'' N y 74°55'11,7'' W).

El clima, está determinado por la ubicación geográfica del departamento respecto a la zona ecuatorial, con área en los dos hemisferios y la incidencia casi vertical de la radiación solar durante todo el año. En el cuadro 1 se resumen los principales parámetros climáticos de las tres localidades en donde se establecieron los experimentos de campo. Asimismo en la figura 1 se presenta la distribución promedio anual de la precipitación de cada localidad estudiada.

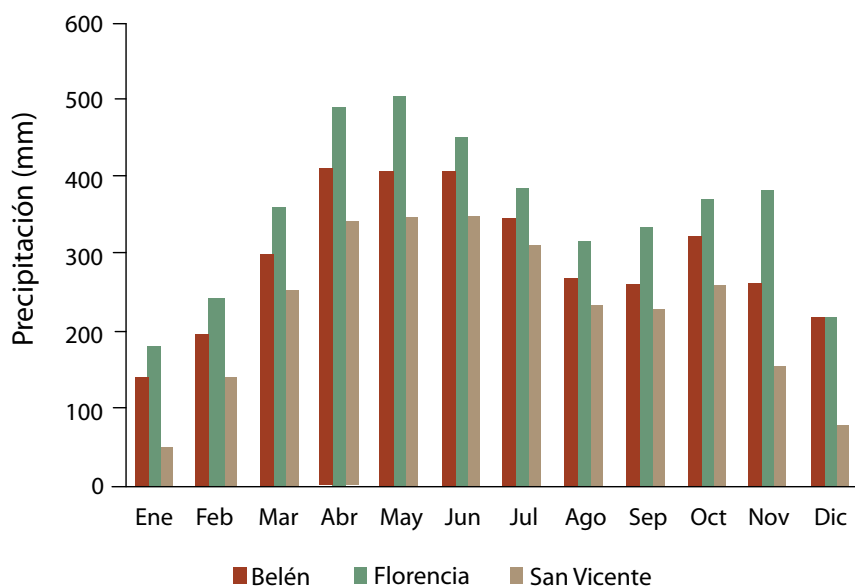


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES, FLORENCIA Y SAN VICENTE DEL CAGUÁN EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA), LOCALIDADES EN LAS CUALES SE ESTABLECIERON LOS CAMPOS CLONALES A GRAN ESCALA. FUENTE: IGAC (2010).

CUADRO 1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LOS MUNICIPIOS DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES, FLORENCIA Y SAN VICENTE DEL CAGUÁN EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA), LOCALIDADES EN LAS CUALES SE ESTABLECIERON LOS TRES CAMPOS CLONALES A GRAN ESCALA

Municipio	Latitud	Longitud	Altura msnm	Precipitación Aunal (mm)	T °C	Índice de lang	Clasificación de Caldas Lang
San Vicente del Caguan	02°09´	74°48´	300	2503	25,4	98,6	Calido semihumedo a huemdo
Belén de los Andaquíes	01° 20´	75° 48´	300	3471	25	138,7	Calido Humedo
Florencia	01° 37´	75° 36´	270	3669	25	146,7	Calido Humedo

Según IGAC (1993), los suelos del Caquetá en términos generales, presentan una textura principalmente arcillosa, con diferentes grados de drenaje interno, con un pH que fluctúa entre 4,5 y 5,8, con una capacidad catiónica de cambio de baja a media y saturación de bases baja. Presentan alto contenido o saturación de aluminio; en los horizontes minerales se presenta bajo contenido de carbón, fósforo, potasio y magnesio. Mineralógicamente predominan el cuarzo y la caolinita, elementos que no aportan nutrientes a las plantas, dando lugar a una fertilidad muy baja a ligeramente moderada.

Material vegetal

El material vegetal evaluado (cuadro 2) correspondió a clones de *H. brasiliensis* de uso actual en la región (FX 4098 y el testigo IAN 873), de uso potencial (FX 3899 P1, GU 198, FDR 4575, FDR 5597, FDR 5788, CDC 56 y CDC 56) y clones de referencia (MDF 180) en mejoramiento clásico.

CUADRO 2. LISTADO DE CLONES DE CAUCHO NATURAL HEVEA BRASILIENSIS EVALUADOS EN TRES ZONAS EDAFOCLIMÁTICAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (AMAZONIA NORCCIDENTAL COLOMBIANA).

Clon	Progenitores	Especie de Hevea	Origen
CDC 56	MDX 91 x RRIM 614.	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Guatemala
CDC 312	AVROS 308 x MDX 40	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Guatemala
GU 198	GT 711 x FX 16	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Guatemala
IAN 873	FA 1717 x PB 86	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil
FX 4098	PB 86 x B 110	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil
FX 3899 P1*	F4542 x AVROS 363	<i>H. bentamiana</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil
MDF 180	Clon primario	<i>H. brasiliensis</i>	Perú
FDR 4575	FDR 18 x FX 3032	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil
FDR 5597	HARB 68 x TU 42-525	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil
FDR 5788	HARB 8 x MDF 180	<i>H. brasiliensis</i> x <i>H. brasiliensis</i>	Brasil

Tomado de: Junqueira et al. (1986); Mattos et al. (2003); García et al. (2004); Rivano et al. (2010) Diseño Experimental

*En éste clon se han alterado el número de cromosomas por medios químicos. La notación P1 quiere decir poliploides que presentan producciones más altas que los diploides correspondientes, debido al mayor calibre de los vasos laticíferos (Dunham et al. 1983)

En cada localidad, se estableció un experimento denominado Campo Clonal a Gran Escala CCGE, el cual siguió un diseño de bloques completos al azar. Cada CCGE fue de 5,04 ha, se dividió en cuatro bloques cada uno de 1,26 ha, con 10 clones (tratamientos) y 60 plantas por clon para un total de 600 plantas por bloque. Cada tratamiento por bloque de 60 plantas, se estableció en surcos sencillos con una distancia de siembra de 7,0 x 3,0 m. Con el fin de analizar el efecto del

clon y de la localidad, se realizó un análisis combinado de varianza mediante parcelas divididas *sensu lato*, en el cual las parcelas fueron las tres localidades y las subparcelas los 10 clones. Los clones se propagaron y sembraron en campo definitivo mediante tocón a raíz desnuda (Stump). Los tres CCGE se establecieron entre los meses de julio y agosto de 2009 y el seguimiento en campo de los parámetros de desempeño, culminó en agosto de 2011.

En cada CCGE se siguió un plan de fertilización constante que consistió en la aplicación de un bioabono tipo compost mezclado con suplementos inorgánicos en la siguiente proporción: 1,89% de cal dolomita, 2,84% de roca fosfórica (Fosforita Huila®), 0,47% de elementos menores (Agriminis®), 0,01% de Boro, 37,91% de barrido de camión (estiércol semi-seco de ganado vacuno, aserrín y suelo limoso), 37,91% de tierra de vega y 18,96% de bovinaza. Se utilizó una dosificación de 1Kg de la mezcla fertilizante por planta con una frecuencia semestral. Se realizaron prácticas básicas de control mecánico de arvenses y labores de plateo con una periodicidad trimestral. No hubo aplicación de plaguicidas, y las labores de deschupone (control de ramificaciones laterales) se realizaron quincenalmente durante los primeros tres meses y en adelante con una frecuencia mensual sólo en los individuos en donde fue necesario la inducción de copa.

Evaluación del desempeño en CCGE

Supervivencia (%)

Se estimó en cada clon sobre el 100% de los individuos establecidos a los tres meses del establecimiento de los tres CCGE, mediante la siguiente ecuación:
$$\text{Supervivencia (\%)} = N_{vj}/N_{tj} * 100$$

En donde N_{vj} corresponde al número de individuos vivos del clon j y N_{tj} el número total de individuos evaluados pertenecientes al clon j .

Altura (m)

La altura total de los árboles de caucho se determinó anualmente en el 100% de los individuos establecidos en cada CCGE, a partir de la distancia comprendida entre el suelo y el ápice de la copa (Pereira *et al.* 2007), mediante el uso de una vara centimétrica de 4 m de longitud.

Vigor (cm)

El vigor de los árboles se expresó como la medida de la circunferencia (cm) del tronco a 1,2 m del suelo, a través de una cinta métrica utilizada sobre el 100% de los individuos establecidos en cada CCGE (Junior *et al.* 2007).

Arquitectura de copas

Como un indicador cualitativo del desempeño de los 10 clones de *H. brasiliensis*, se estudiaron dos criterios fundamentales en 18 plantas seleccionadas al azar con formación libre de copa: calidad de la copa (CC) y posición de la copa (PC). La CC y la PC se calificaron de 1 a 3, a través de una simplificación de las cinco categorías propuestas por Dawkins (1958). La CC se calificó así: 1: deficiente (Copa pobre y poco vigorosa), 2: regular (Intermedia en densidad de follaje) y 3: buena (Copa simétrica y vigorosa). La PC siguió la siguiente calificación: 1: deficiente (totalmente descubierta), 2: regular (parcialmente expuesta) y 3: buena (copa completamente expuesta).

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza “split-plot” con pruebas de comparaciones múltiples Tukey HSD al 5% de significancia. Se utilizaron pruebas estadísticas multivariadas para seleccionar las variables con máxima varianza (análisis componentes principales ACP) y análisis de conglomerados para estudiar las relaciones de similitud de los 10 clones de caucho natural. Las pruebas univariadas se realizaron en el Programa Statistix 9.0 (Statistix 2008) y las pruebas multivariadas se corrieron en el programa Statistica 8.0 (StatSoft Inc 2008).



Campo clonal de caucho generando conectividad con relicto de bosque

RESULTADOS

Parámetros de supervivencia y crecimiento

Se encontraron diferencias significativas en la supervivencia y el vigor (circunferencia del tronco) en los 10 clones de *H. brasiliensis* ($P < 0,05$) y entre los tres CCGE ($P < 0,01$). No se encontraron diferencias significativas en la altura entre clones ni entre CCGE (ambos $P > 0,05$).

Se encontró una supervivencia media de 92,45% la cual osciló entre 82,49% en el clon FX 3899 P1 y 96,25% en el clon FX 4098 ($P < 0,05$) (Cuadro 3). La mayor supervivencia se registró en el CCGE de San Vicente (99,49%), la cual difirió significativamen-

te de la supervivencia observada en los CCGE de Florencia y Belén ($P < 0,05$) (Cuadro 3).

La altura media observada fue de 3,18 m con un rango que osciló entre 2,74 m y 3,71 m en los clones CDC 312 y FX 4098 respectivamente ($P > 0,05$). La mayor altura se registró en el CCGE de Belén (Cuadro 3).

La circunferencia media registrada fue de 7,38 cm con un rango que osciló entre 6,43 cm en el clon CDC 312 y 9,14 cm en el clon FX 4098 ($P < 0,05$) (Cuadro 3). Los materiales más vigorosos se encontraron en el CCGE de Belén (circunferencia de 8,59 cm) la cual difirió significativamente de las circunferencias observadas en los CCGE de Florencia y San Vicente ($P < 0,05$) (Cuadro 3).

CUADRO 3. MEDIA DE LA SUPERVIVENCIA (%), ALTURA (M) Y LA CIRCUNFERENCIA (CM) DE 10 CLONES DE HEVEA BRASILIENSIS ESTABLECIDOS EN CAMPO CLONAL A GRAN ESCALA CCGE EN TRES MUNICIPIOS DE CAQUETÁ (COLOMBIA)

Factor	Nivel	Supervivencia (%)	Altura (m)	Circunferencia (cm)
Clon	CDC 56	93,33 ± 1,67 ^a ab ^b	3,28 ± 0,31 a	6,99 ± 0,67 ab
	FDR 5788	91 ± 1,60 ab	3,50 ± 0,31 a	7,82 ± 0,66 ab
	FX 4098	96,25 ± 1,25 a	3,71 ± 0,30 a	9,14 ± 0,66 a
	CDC 312	95,27 ± 1,32 a	2,74 ± 0,28 a	6,43 ± 0,77 b
	FX 3899 P1	82,49 ± 8,72 b	3,16 ± 0,31 a	7,25 ± 0,59 ab
	FDR 4575	93,75 ± 1,50 ab	3,24 ± 0,32 a	7,96 ± 0,81 ab
	IAN 873	94,86 ± 1,62 a	3,14 ± 0,25 a	7,31 ± 0,74 ab
	GU 198	93,47 ± 1,99 ab	3,07 ± 0,23 a	7,17 ± 0,69 ab
	MDF 180	91,66 ± 3,43 ab	3,12 ± 0,35 a	6,87 ± 0,95 ab
	FDR 5597	90,55 ± 3,48 ab	2,81 ± 0,29 a	6,84 ± 0,78 ab
	Media ^c	92,45	3,18	7,38
CCGE	Florencia	88,62 ± 1,36 b	3,25 ± 0,09 a	8,07 ± 0,15 a
	Belén	89,24 ± 2,68 b	3,45 ± 0,13 a	8,59 ± 0,36 a
	San Vicente	99,49 ± 0,14 a	2,83 ± 0,23 a	5,47 ± 0,45 b
	Media ^c	92,45	3,18	7,38

^aError estándar -^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, $P < 0,05$) - ^cMedias de los valores en esta fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, $P < 0,05$)

En la figura 2 se pueden apreciar diferentes etapas en el desarrollo de los tres CCGE establecidos en Caquetá. Se puede observar por ejemplo que en la fase inicial de establecimiento (agosto de 2009) de los tres CCGE, el estado de desarrollo (pigmentación y lanzamiento foliar) de los 10 clones de caucho, en general, fue muy similar (Figuras 2a, 2d y 2g) a pesar de las diferencias significativas encontradas en la supervivencia en cada localidad (Cuadro 3). Hacia agosto de 2010, es un poco más evidentes la diferen-

cia en los parámetros de crecimiento entre los tres CCGE (Figuras 2b, 2e y 2h). Sin embargo, hacia el tercer año de evaluación (agosto de 2011) son más evidentes las diferencias en la altura y especialmente en el vigor (Cuadro 3).

Esto, se puede evidenciar en las figuras 2c, 2f y 2i, en donde los mejores parámetros de crecimiento se presentaron en su orden: CCGE de Belén, CCGE de Florencia y CCGE de San Vicente.

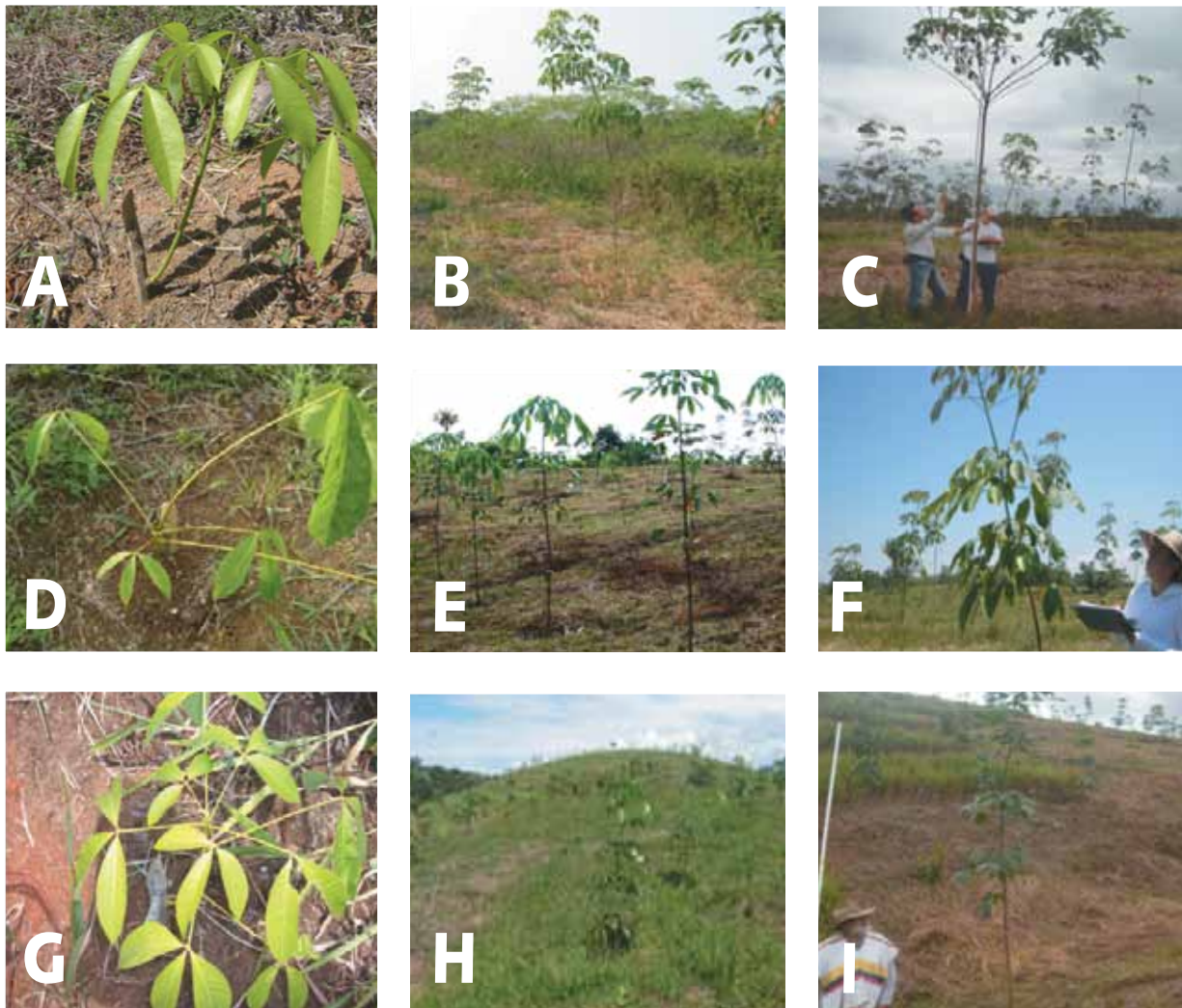


FIGURA 2. ETAPAS DE DESARROLLO VEGETATIVO (AÑOS 2009, 2010 Y 2011 RESPECTIVAMENTE) DE LOS TRES CCGE DE CAUCHO NATURAL PRESENTES EN CAQUETÁ (COLOMBIA). A - C. CCGE DE BELÉN DE LOS ANDAQUÍES. D - G. CCGE DE FLORENCIA. G - H. CCGE DE SAN VICENTE DEL CAGUÁN. FUENTE: LOS AUTORES.

Con el fin de realizar un análisis exploratorio de los datos a nivel multivariado, se generaron nueve (9) variables resultantes de la combinación: variable de crecimiento x CCGE, así: a) SF, SB y SS, que correspondió a la supervivencia observada en los CCGE de Florencia, Belén y San Vicente respectivamente; b) CTF, CTB y CTS, que coincidió con la circunferencia del tronco registrada en los CCGE de Florencia, Belén y San Vicente; c) AF, AB, AS, que representó la altura encontrada en los CCGE de Florencia, Belén y San Vicente, respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, una vez realizado el ACP sobre la matriz de correlación, se observó que los tres primeros componentes explicaron 83,64 % de la varia-

ción total y estos mismos tuvieron raíces características mayores a la unidad. Cuando se analizaron los coeficientes de los vectores característicos asociados a estos componentes, se encontró que las variables más importantes en su orden fueron: SF, AB, CB, AS y CS. En este sentido, la mayor variabilidad observada se debió a las variables dasométricas registradas en los CCGE de Belén y San Vicente.

El análisis de conglomerados realizado mediante el procedimiento UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic mean) y la distancia euclidiana al cuadrado, permitió observar cuatro grupos de clones de *H. brasiliensis* (Figura 3).

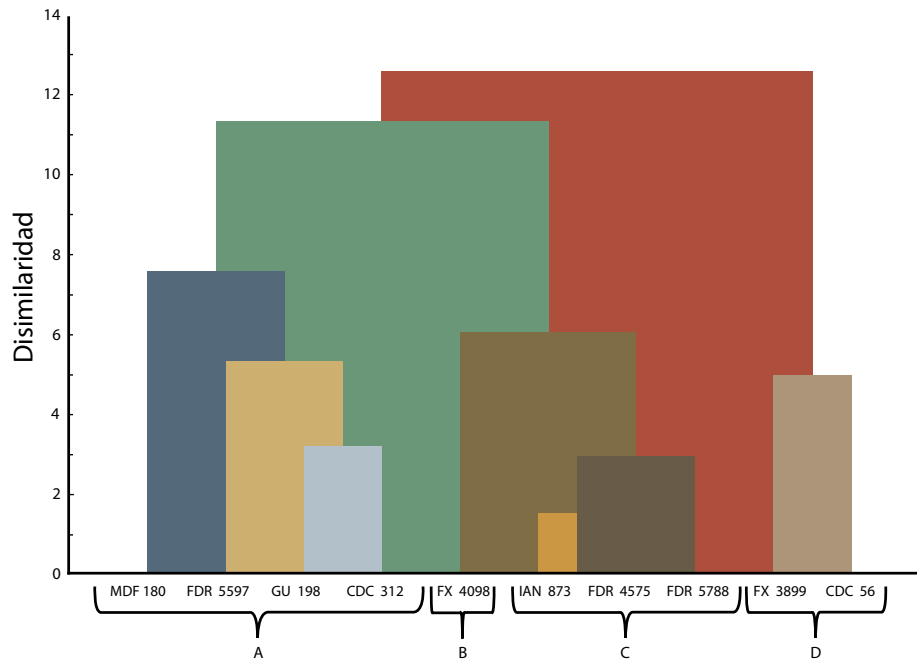


FIGURA 3. ANÁLISIS DE CONGLOMERADO JERÁRQUICO PRODUCIDO MEDIANTE EL ALGORITMO UPGMA Y LA DISTANCIA EUCLIDIANA AL CUADRADO SOBRE LA MATRIZ DE SIMILARIDAD OBTENIDA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE NUEVE VARIABLES COMBINADAS DE CRECIMIENTO (SUPERVIVENCIA, ALTURA, CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO X TRES CCGE).

Un primer grupo (A) conformado por los clones MDF 180, FDR 5597, GU 198, CDC 312 con una disimilitud de 7,86, que correspondió a los materiales que en general, presentaron valores bajos de altura y vigor (Cuadro 3). Se observó un segundo grupo (B) con una disimilitud de 6,02 el cual correspondió al clon FX 4098, que fue el material con mejor desempeño en los tres CCGE (Cuadro 3). El tercer grupo (C) con una disimilitud de 2,97, incluyó a los clones IAN 873, FDR 4575 y FDR 5788, con un desempeño intermedio. El cuarto grupo (D) con una disimilitud de 4,95 conformado por los clones FX 3899 y CDC 56 presentaron un desempeño moderado especialmente para las variables altura y vigor, ya que en el caso del clon FX 3899 P1 se registró la menor supervivencia en CCGE (Cuadro 3).

Arquitectura de copas

Se encontraron diferencias muy significativas en la calidad (CC) y en la posición de copas (PC) entre los 10 clones de *H. brasiliensis* ($P < 0,01$). La CC presentó también diferencias altamente significativas entre campos ($P < 0,01$). Sin embargo, la PC no se vio influenciada por la localización del CCGE ($P > 0,05$).

Según el cuadro 4, la CC presentó un valor medio de 1,99 (copa regular). En general, la mayor CC se encontró en el clon FX 4098 ($CC = 2,48$, copa entre regular y buena) en contraste con lo observado en el clon FX 3899 P1 que presentó una copa entre deficiente y regular ($CC = 1,82$). En el CCGE de San Vicente se observaron las mejores copa ($CC = 2,40$, copa entre regular y buena), seguidos de los CCGE de Florencia y Belén ($P < 0,05$).

En particular, en el CCGE de Florencia las mejores CC correspondieron en orden descendente a los clones CDC 312, FDR 5788, FX 4098, FDR 5597 y GU 198, con valores medios que no difirieron significativamente entre sí ($P > 0,05$) (Cuadro 4). En el CCGE de Belén, las mejores calidades de copa correspondieron en su orden a los clones FDR 5788, FX 4098, GU 198 y IAN 873 ($P > 0,05$).

En el CCGE de San Vicente, la tendencia fue bastante uniforme, con CC en general mejores que en los anteriores CCGE. En San Vicente, el clon FX 3899P1 fue el material que presentó la menor CC (Cuadro 4).

CUADRO 4. MEDIA DE LA CALIDAD DE COPA EN 10 CLONES DE HEVEA BRASILIENSIS ESTABLECIDOS EN CAMPOS CLONALES A GRAN ESCALA CCGE EN TRES MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA).

Clones	CCGE			
	Florencia	Belén	San Vicente	Promedio
CDC 56	1,88 ± 0,04 ^a bc ^b	1,40 ± 0,07 d	2,41 ± 0,06 abc	1,90 ± 0,06 bcd
FDR 5788	2,09 ± 0,05 ab	1,93 ± 0,08 a	2,33 ± 0,06 abc	2,12 ± 0,06 a
FX 4098	2,06 ± 0,04 ab	1,81 ± 0,07 ab	2,48 ± 0,06 ab	2,48 ± 0,06 a
CDC 312	2,22 ± 0,05 a	1,48 ± 0,06 cd	2,47 ± 0,05 ab	2,06 ± 0,05 ab
FX 3899 P1	1,85 ± 0,07 bc	1,43 ± 0,07 cd	2,19 ± 0,04 c	1,82 ± 0,06 d
FDR 4575	1,91 ± 0,04 bc	1,40 ± 0,06 d	2,26 ± 0,05 bc	1,86 ± 0,05 d
IAN 873	1,76 ± 0,06 c	1,66 ± 0,07 abcd	2,40 ± 0,06 abc	1,94 ± 0,06 bcd
GU 198	2,04 ± 0,03 ab	1,73 ± 0,07 abc	2,58 ± 0,05 a	2,12 ± 0,05 a
MDF 180	1,73 ± 0,07 c	1,58 ± 0,09 bcd	2,36 ± 0,06 abc	1,89 ± 0,07 cd
FDR 5597	2,06 ± 0,06 ab	1,52 ± 0,08 bcd	2,54 ± 0,05 a	2,04 ± 0,06 abc
Media ^c	1,96 ± 0,05 b	1,59 ± 0,07 c	2,40 ± 0,05 a	1,99

^aError estándar -^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, P < 0,05) - ^cMedias de los valores en esta fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, P < 0,05)

De acuerdo con el cuadro 5, la PC presentó una media de 1,91 (copa regular). En general, la mayor PC se encontró en el clon FX 4098 (CC= 2,05, copa regular), a diferencia de lo encontrado en el clon FX 3899 P1, que presentó la PC media más baja (PC= 1,63). En relación con los tres CCGE, las PC correspondieron a copas de tipo regular. En particular, en el CCGE de Florencia las mejores PC correspondieron

en orden descendente a los clones CDC 312, FDR 55978, GU 198 y FX 4098, cuyas medias no difirieron significativamente entre sí (P > 0,05) (Cuadro 5). En el CCGE de Belén, las mejores calidades de copa correspondieron en su orden a los clones FX 4098, FDR 5788, IAN 873, y GU 198 (P > 0,05). En el CCGE de San Vicente, el clon FX 3899P1 fue el material que presentó la menor PC (Cuadro 5).

CUADRO 5. MEDIA DE LA POSICIÓN DE COPAS EN 10 CLONES DE HEVEA BRASILIENSIS ESTABLECIDOS EN LOS CAMPOS CLONALES A GRAN ESCALA CCGE EN TRES MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA).

Clones	CCGE			
	Florencia	Belén	San Vicente	Promedio
CDC 56	1,90 ± 0,03 ^a bc ^b	1,75 ± 0,09 bcd	2,13 ± 0,08 a	1,93 ± 0,07 abc
FDR 5788	1,90 ± 0,04 bc	2,11 ± 0,09 ab	1,97 ± 0,08 ab	1,90 ± 0,07 ab
FX 4098	1,97 ± 0,02 ab	2,16 ± 0,09 a	2,01 ± 0,09 ab	2,05 ± 0,07 a
CDC 312	2,15 ± 0,04 a	1,73 ± 0,07 bcd	2,01 ± 0,09 ab	1,96 ± 0,07 ab
FX 3899 P1	1,72 ± 0,05 c	1,62 ± 0,09 d	1,54 ± 0,06 c	1,63 ± 0,07 d
FDR 4575	1,91 ± 0,04 bc	1,61 ± 0,08 d	1,72 ± 0,09 bc	1,75 ± 0,07 cd
IAN 873	1,72 ± 0,05 c	2,11 ± 0,08 ab	2,00 ± 0,08 ab	1,94 ± 0,07 abc
GU 198	1,98 ± 0,04 ab	2,01 ± 0,08 abc	2,03 ± 0,09 a	2,01 ± 0,07 a
MDF 180	1,75 ± 0,07 c	1,76 ± 0,09 bcd	2,02 ± 0,09 ab	1,84 ± 0,08 bc
FDR 5597	1,98 ± 0,05 ab	1,70 ± 0,09 cd	2,13 ± 0,09 a	1,94 ± 0,08 abc
Media ^c	1,90 ± 0,04 a	1,86 ± 0,09 a	1,96 ± 0,08 a	1,91

^aError estándar -^bValores en cada columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, P < 0,05) - ^cMedias de los valores en esta fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (Prueba Tukey HSD, P < 0,05)

Del mismo modo que con los parámetros de supervivencia y crecimiento, con el propósito de realizar un análisis exploratorio de los datos a nivel multivariado, se generaron seis (6) variables resultantes de la combinación: Arquitectura de copa x CCGE, así: a) CCF, CCB y CCS, que correspondió a la calidad de copa (CC) observada en los CCGE de Florencia, Belén y San Vicente respectivamente; b) PCF, PCB y PCS, que

coincidió con la posición de copas (PC) registrada en los CCGE de Florencia, Belén y San Vicente, respectivamente. En este sentido, se realizó un análisis de conglomerados mediante el procedimiento UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic mean) y la distancia Jaccard sobre una matriz binaria, que permitió determinar cuatro grupos de clones de *H. brasiliensis* (Figura 4).

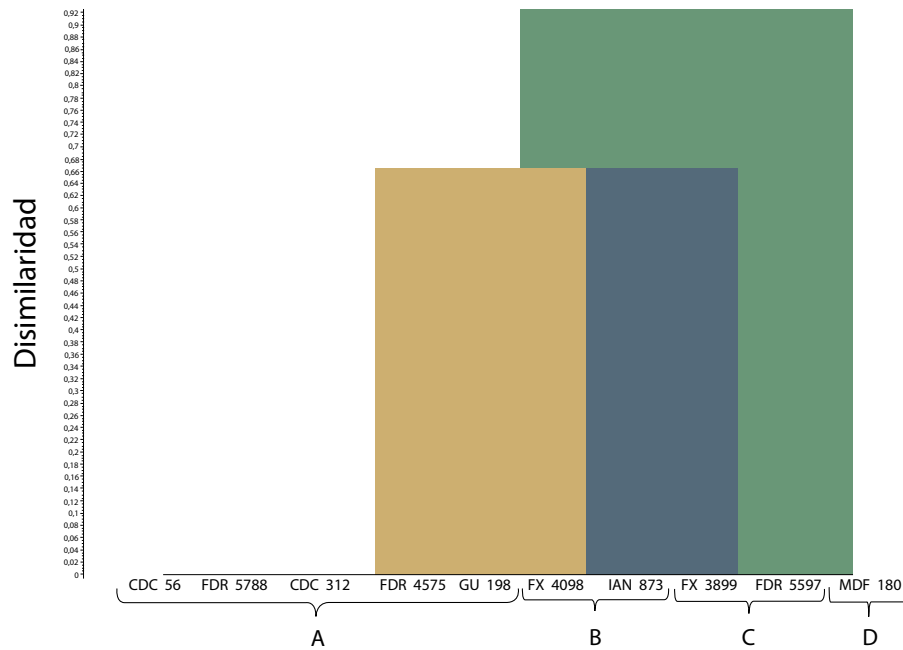


FIGURA 4. ANÁLISIS DE CONGLOMERADO JERÁRQUICO PRODUCIDO MEDIANTE EL ALGORITMO UPGMA Y LA DISTANCIA DE JACCARD SOBRE LA MATRIZ DE SIMILARIDAD OBTENIDA A PARTIR DEL ANÁLISIS BINARIO DE SEIS VARIABLES COMBINADAS (POSICIÓN DE COPAS, CALIDAD DE COPAS X TRES CCGE).

Un primer grupo (A) conformado por los clones CDC 56, FDR 5788, FDR 4575, CDC 312 y GU 198 con una disimilitud de 0,68, presentaron valores regulares con respecto a las variables de calidad y la posición de la copa de acuerdo a la escala de calificación en los CCGE. Se observó segundo grupo (B) con una disimilitud de 0,68 conformados por los clones FX 4098 y IAN 873, los cuales presentaron en sus calificaciones de calidad y posición de las copas presentando un buen comportamiento en cuanto sus arquitecturas en el CCGE de Belén de los Andaquíes con una variación en el CCGE de San Vicente del Caguán.

El tercer grupo (C) con una disimilitud de 0,68, agrupó los clones FX 3899 y FDR 5597, los cuales presen-

taron un comportamiento similar en sus arquitecturas, calificaciones bajas y rendimientos con respecto a las variables evaluadas. Se observó cuarto grupo (D) con disimilitud de 0,92, conformado por el clon MDF 180 presentando el más bajo rendimiento de todos en las variables de calidad y posición de copa en los CCGE.

Selección de los mejores clones de *H. brasiliensis*

De acuerdo con el cuadro 6, los clones de *H. brasiliensis* que presentaron mejor desempeño fueron en su orden: FX 4098, FDR 4575, FDR5788, IAN 873, CDC 56, GU 198, FX 3899, CDC 312, MDF 180 y FDR 5597.

CUADRO 6, MATRIZ DE SELECCIÓN DE LOS MEJORES CLONES DE H. BRASILIENSIS SEGÚN EL DESEMPEÑO AGRONÓMICO (SUPERVIVENCIA, ALTURA Y CIRCUNFERENCIA) Y LA ARQUITECTURA DE COPAS (CALIDAD DE COPA Y POSICIÓN DE COPA) PROMISORIOS PARA LA AMAZONIA COLOMBIANA.

Clon	Supervivencia (%)		Altura (m)		Circunferencia (cm)		Calidad de copa		Posición de copa		Total
	Media	Calificación	Media	Calificación	Media	Calificación	Media	Calificación	Media	Calificación	
FX 4098	96,25	1	3,71	1	9,14	1	2	1	3	1	5
FDR 4575	93,75	4	3,24	4	7,96	2	2	1	2	2	13
FDR 5788	92,91	7	3,5	2	7,82	3	2	1	2	2	15
IAN 873	94,86	3	3,14	6	7,31	4	2	1	3	1	15
CDC 56	93,33	6	3,28	3	6,99	7	2	1	2	2	19
GU 198	93,47	5	3,07	8	7,17	6	2	1	2	2	22
FX 3899 P1	82,49	10	3,16	5	7,25	5	2	1	1	3	24
CDC 312	95,27	2	2,74	10	6,43	10	2	1	2	2	25
MDF 180	91,66	8	3,12	7	6,87	8	1	2	1	3	28
FDR 5597	90,55	9	2,81	9	6,84	9	2	1	1	3	31



Campo clonal de caucho en Belén, Caquetá

DISCUSIÓN

Los resultados confirmaron que las cinco variables caracterizadas en los 10 clones de *H. brasiliensis* en los diferentes CCGE permitieron realizar una clara clasificación de los clones por su nivel de desempeño (cuadro 6). El análisis diferenciado de variables cuantitativas (supervivencia, altura y vigor) y cualitativas (calidad y posición de copas) permitió adicionalmente identificar agrupamientos singulares y divergentes entre los diferentes genotipos.

Las diferencias observadas en la supervivencia de los 10 clones de *H. brasiliensis* evaluados en este estudio pueden obedecer no sólo a factores ambientales de aclimatación sino además a factores elementales inherentes a la injertación (variación en la interacción porta-injerto x injerto). Según Sagay y Omakhafé (1997) la compatibilidad entre injerto y porta-injerto varía de 55 a 90% y se debe al estrés causado por el proceso de propagación vegetativa y la respuesta a la situación de simbiosis forzada con un porta-injerto extraño. Según estos autores, la compatibilidad está influenciada por la edad de los porta-injertos, por el tiempo de injertación, por la habilidad de los injertadores y por el estado nutricional del vivero. Estos factores implícitos tendrán por tanto, una influencia indirecta en la capacidad de supervivencia del material clonal establecido en campo definitivo.

En éste estudio, se evidenció además una influencia directa del sitio de evaluación, lo cual indica que las variaciones edafoclimáticas constituyen un factor relevante en la supervivencia de los materiales establecidos en campo definitivo, resultados que confirman los reportados por Sterling y Correa (2010), quienes evidenciaron que bajo las condiciones de la Amazonia Colombiana, el desempeño de diferentes clones de origen americano no solo está influenciado por el genotipo sino también por el régimen hidrológico de la zona.

En este estudio, aunque la altura no difirió significativamente entre clones y ni entre CCGE, Sterling y Correa (2010) encontraron diferencias altamente significativas en una colección de 12 clones americanos establecidos en la zona centro del Caquetá (zona cálida muy húmeda). Por el contrario, los resultados en el crecimiento circunferencial (vigor) de los clones evaluados en este

estudio estuvieron influenciados por el genotipo y por las condiciones edafoclimáticas de cada localidad.

Torres (1999) afirma que la diferencia en la altura de los clones de caucho natural, está relacionada principalmente con el proceso de adaptación de las plántulas en el post-trasplante, cuyo estrés fisiológico genera un retardo en el crecimiento de algunos genotipos en comparación con otros mejor adaptados. Del mismo modo, autores como Viégas *et al.* (1992) y Bataglia y Santos (1999) afirman que la asimilación de nutrientes y la tolerancia a plagas y enfermedades (Gasparotto *et al.*, 1997), influyen directamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo de caucho. En este sentido, aunque no se evaluó el efecto de la fertilización ya que esta fue constante en todos los clones, es posible que la capacidad de asimilación haya contribuido con una tasa de crecimiento diferencial en cada clon y en cada localidad durante el ciclo de evaluaciones en campo.

Resultados diferenciales en el vigor fueron similarmente reportados por Pereira *et al.* (1999) y Pereira *et al.* (2007) en clones de origen suramericano y asiático evaluados en zonas de escape al mal suramericano de la hoja. Oliveira y Cruz (2007) encontraron que en zonas con alta presencia *M. ulei*, los mayores crecimientos circunferenciales se evidenciaron en los clones de la serie FDR, seguidos por la serie FX, resultados que coinciden con los encontrados en éste estudio.

Goncalves *et al.* (1999), plantean la necesidad de generar nuevos cultivares de *Hevea brasiliensis*, adaptables a diferentes regiones ecológicas; debido a que cultivares obtenidos como productivos en algunas regiones pueden comportarse de diferente manera en otras áreas de la misma región, principalmente en aquellas sujetas a variaciones edafoclimáticas. Según Goncalves *et al.* (1993, 1999), afirman que los aspectos climáticos como la precipitación, el déficit hídrico y la temperatura, afectan componentes como el crecimiento, desarrollo y producción; además, contribuyen con una gran suma de variabilidades en el comportamiento de los cultivares.

Un rápido incremento en la altura y vigor significa reducción del período de inmadurez lo que posibilita la apertura de panel a menores edades de la plantación.

Las correlaciones muestran asociación entre caracteres, los cuales pueden ser de origen genético o fenotípico (resultado de la influencia ambiental sobre el comportamiento genotípico), siendo las de origen genético las más importantes en el mejoramiento (Goncalves *et al.* 1980, 2006), porque al utilizarlos se puede predecir una mejor respuesta en la selección de clones. Al respecto Goncalves *et al.* (1984), encontró correlaciones altamente significativas entre la producción, la altura de planta, grosor de corteza, y diámetro de vasos laticíferos.

Los parámetros cualitativos de desempeño asociados a las copas de los árboles mostraron que los clones de la serie CDC y FDR presentaron la mejor arquitectura, lo cual les confiere no sólo mejor resistencia eólica (Pereira 2007) sino además mejor crecimiento dasométrico basal (Goncalves *et al.* 1984; Cavalcante y Conforto 2002). Estos parámetros aunque han sido poco abordados en la literatura, en términos prácticos proveen información valiosa sobre el desarrollo vegetativo del árbol. En estudio, quedó evidenciada una clara influencia del genotipo en calidad y posición de las copas, y un efecto menor del sitio de establecimiento principalmente en la posición de las copas. En condiciones de la Amazonia colombiana, los clones con mejor desempeño (FX 4098, FDR 4575 y FDR 5788) evaluados en CCGE (zona de escape y no escape a *M. uliei*) coincidieron en gran medida con los mejores materiales reportados por Sterling y Correa (2010) (FX 4098, FDR 4575 y FDR 5788) en una colección clonal localizada en zona de no escape.

CONCLUSIONES

En general se puede concluir, que la supervivencia y el vigor (circunferencia del tronco) observados en los 10 clones de *H. brasiliensis* están influenciados por el genotipo y por la localización geográfica. Sin embargo, en relación con la arquitectura del dosel, el genotipo es el principal factor que determina la calidad y la posición de la copa en *H. brasiliensis*. Lo anterior confirma la necesidad de utilizar el mejoramiento genético como estrategia fundamental en la interacción genotipo-ambiente, orientado a la identificación, selección e incorporación de nuevos materiales con caracteres agronómicos superiores acordes con las características edafoclimáticas de cada región.

En este estudio, el CCGE de Belén fue la localidad en donde se presentaron los mejores indicadores de desempeño vegetativo, y en términos genotípicos, se encontró que tres de los nueve clones promisorios, presentaron en periodo de inmadurez un desempeño superior al clon testigo IAN 873. Estos materiales fueron en su orden: FX 4098, FDR 4575 y FDR 5788, los cuales también deben ser valorados por su tolerancia a plagas y enfermedades y ser priorizados para su evaluación en condiciones de campo clonal a gran escala en período productivo, antes de ofrecer una recomendación final al productor. Esta investigación constituye la primera evaluación a gran escala de nuevos clones promisorios de caucho natural en la Amazonia colombiana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto: Ampliación de la base genética de *Hevea brasiliensis* en la región amazónica mediante la evaluación a gran escala de nuevos clones promisorios para la región". Contrato No. 2007I7736-264 - 977/2007 IICA – FNFC, FEDECAUCHO - SINCHI derivado del convenio No. 057/07 IICA-MADR por el soporte económico a la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Analytical Software. 2008. STATISTIX (User's Manual). Versión 9.0. USA. 454p. Disponible en: www.statistix.com
- ASOHECA (Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá, CO). 2011. Información estadística de caucho en el Departamento del Caquetá 2004 - 2010. Documento interno de agronegocios. Ed. I. Dussan. 11p.
- Bataglia O, IT Dos Santos, Gonçalves P. 1999. Efeitos da adubacao N-P-K na fertilidade do solo, nutrição e crescimento da seringueira. Revista brasileira de ciencias do Solo 23: 881-890.
- Bula EG, BM Piñeros, LG Villamizar. 1990. Plan Nacional de Rehabilitación (PNR). El Cultivo de Caucho Riqueza y Futuro de la Amazonía. Ministerio de Agricultura, INCORA. Florencia Caquetá. 28 p.
- Castellanos DO, RS Fonseca, NM Barón. 2009. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. 209 p.
- Cavalcante JR, CE Conforto. 2002. Desempenho de cinco clones jovens de seringueira na região do Planalto ocidental paulista. Fitotecnia 61(3): 237-245.

- CCC (Confederación Cauchera Colombiana, CO). 2011. Estado actual del gremio cauchero colombiano. En: Memorias Congreso Internacional Cauchero 2011. CCC/SENA/SAC/Gobernación del Meta/Cámara de Comercio de Villavicencio. Villavicencio-Meta. 15p.
- Compagnon P. 1998. El Caucho Natural. Biología - Cultivo y Producción. CIRAD C.P. Concejo Mexicano de hule México. 840p.
- Dawkins HC. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute, Oxford. Paper no. 34. 155 p.
- Dunham JP, ER Silva, AG Santos. 1983. Comportamento dos clones de seringueira e novos materiais recomendados para futuros plantios na Fazenda Três Pancadas - Ituberá e Camamu-Bahía. In: Seminário Brasileiro Sobre Recomendações De Clones De Seringueira, 1.,1982, Brasília. Anais...Brasília: Sudhevea/Embrapa/Embrater. p. 65-87.
- García D, C Mattos, P de S Gonçalves, V Le Guen, V. 2004. Selection of rubber clones for resistance to South American leaf blight and latex yield in the germoplasm of the Michelin plantation of Bahia (Brazil). J. Rubb. Res. 7 (3): 188-198.
- Gasparotto L, AF Dos Santos, JCR Pereira, FA Ferreira. 1997. Doenças na seringueira do Brasil. EMBRAPA Amazônia Occidental. Brasília, 148 p.
- Goncalves P, ME Vasconcellos, EB Silva. 1980. Heredabilidade, correlações genéticas e fenotípicas de algumas características de clones da seringueira. Pesq. Agrop. Bras. 15: 129-136.
- Goncalves P, AG Rosetti, VA Candereira, I de J Viegas. 1984. Estimativas de correlações genéticas e fenotípicas de alguns caracteres quantitativos em clones jovens de seringueira. Rev. Brasil. Genet. 7(1): 95-105.
- Goncalves P, M Cardoso, AA Ortolani, ME Miesse, MAL Mello, GMV Cechette. 1993. Desempenho preliminar de clones de seringueira na região de São José do Rio Prieto, Planalto do estado de São Pablo. *Bragantia* 52 (2): 119-130.
- Gonçalves P, AA Ortolani, M Cardoso. 1997. Melhoramento Genético da seringueira: uma revisão. Campinas: Instituto Agronômico, (Instituto Agronômico. Documentos IAC, 54). 55p.
- Goncalves P, N Bortoletto; AA Ortolani, BG Olmos, W Rodriguez Dos Santos. 1999. Desempenho de novos clones de seringueira. III seleções promissoras para a região de Votuporanga, estado de São Pablo. *Pesquisa agropecuária* 34 (6): 971-980.
- Gonçalves P de S, SR De Souza, PA Brioschi, AV Castro, F May, A Sanches & C Alarcon. 2000. Efeito da frequência de sangria e estimulação no desempenho produtivo e econômico de clones de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35 (6): 1081-1091.
- Goncalves P, A Tosoni, GLR Lima. 2006. Expressão fenotípica da clones de seringueira na região noroeste do estado do Sao Paulo. *Revista de ciencias agrónomicas* 65 (3): 389-398.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del Departamento del Caquetá. Bogotá, DC. 673 p.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, CO). 2010. Caquetá, características geográficas. Imprenta nacional de Colombia. Bogotá, 373 p.
- Junior EJS, PS Gonçalves, ATE Aguiar, FC Arantes. 2007. Seleção de progênies de seringueira a partir de caracteres de produção e vigor. En: Memórias I Congresso Brasileiro de Heveicultura. Borracha Natural. INCAPER. Guaraparí-Es. 2 p.
- Junqueira NTVL, GM, Zambolin, Y Chaves, L Gasparoto. 1986. Esporulação "In vitro", Viabilidade dos Conídios e Patogenicidade de *Microcyclus ulei*. *Fitopatologia Brasileira* 11 (2): 667-682.
- Mattos CRR, D García, F Pinard, V Le Guen. 2003. Variabilidade de Isolados de *Microcyclus ulei* no Sudeste de Bahia. *Fitopatologia Brasileira* 28 (5): 502-507.
- Oliveira AB, BR Cruz. 2007. Competição de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em condições de restrições à ocorrência do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*) no estado do rio de janeiro En: Memórias I Congresso Brasileiro de Heveicultura. Borracha Natural. INCAPER/CEDAGRO. Guaraparí-Es. 2p.
- Pereira AV, N Venturin, PEB Carvalho, FJ Freitas, NT Junqueira, P Goncalves. 1999. Avaliação preliminar do desempenho dos clones de seringueira (*Hevea spp.*) na região Goiana. *Cerne* 5(1): 24-35.
- Pereira AV. 2007. Desenvolvimento de novos clones de seringueira. En: Memórias I Congresso Brasileiro de Heveicultura. Borracha Natural. INCAPER/CEDAGRO. Guaraparí-Es. 32p.
- Pereira EBC, AV Pereira, GMN Tiraboschi. 2007. Desempenho de clones de seringueira na região de Goiânia. En: Memórias I Congresso Brasileiro de Heveicultura. Borracha Natural. INCAPER. Guaraparí-Es. 2p.
- Priyadarsham PM, P Goncalves. 2003. *Hevea gene* pool. For breeding. *Genetic resources and Crop Evolution* 50: 101-114.
- Rivano, F, Martínez, M., Cevallos, V, Cilas, C. 2010. Assessing resistance of rubber tree clones to *Microcyclus ulei* in large-scale clone trials in Ecuador: a less time-consuming field method. *Eur J. Plant Pathol.* 126:541-552.
- Sagay GA, KO Omakhafé. 1997. Evaluation of Rootstock and Scion Compatibility in *Hevea brasiliensis*. Symposium on Agronomy Aspects of the Cultivation of Natural Rubber (*Hevea brasiliensis*), 1996, Beruwela. Hertford, UK, IRR-BD. p. 15-19.
- StatSoft, Inc. 2008. STATISTICA (data analysis software system). version 8.0. USA. Disponible en: www.statsoft.com.

- Sterling AC, OL Rodríguez, L Quintero, J Correa. 2009. Evaluación fitosanitaria y resistencia en campo a *Microcyclus ulei* de *Hevea brasiliensis* en la Amazonia Colombiana. Revista Colombia Amazónica 2: 80-90.
- Sterling AC, OL Rodríguez, L Quintero. 2010a. Variabilidad fisiológica de aislamientos de *Microcyclus ulei* de la Amazonia colombiana. Revista Momentos de Ciencia 7 (1): 30-35.
- Sterling AC, A Calderón, OL Rodríguez, L Quintero. 2010b. Caracterización morfológica y patogenicidad de *Microcyclus ulei* en la Amazonia colombiana. Revista Colombia Amazónica 3: 99-116.
- Sterling AC, Correa J. 2010. Desempeño de una colección clonal de caucho en periodo de inmadurez en la Amazonia colombiana. Ingenierías & Amazonía 3 (1): 16-27.
- Sterling AC, LC Galindo, J Correa. 2010c. Incidencia y severidad de *Microcyclus ulei* en una colección de caucho en la Amazonia colombiana. Ingenierías & Amazonía 3 (2): 93-104.
- Sterling AC, LCH Rodríguez. 2011. Nuevos clones de caucho natural para la Amazonia colombiana: énfasis en la resistencia al mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*). Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C. 196p.
- Sterling AC, OL Rodríguez, LCH Rodríguez, O Martínez, NCR Bonilla, Dussan I.H. 2011. Variabilidad genética de genotipos élites de *Hevea brasiliensis* mediante el uso de descriptores morfológicos. Revista Colombia Amazónica 4: 129-142.
- Torres ACH. 1984. Historia de las plantaciones de caucho *Hevea* en Colombia. En: Sepúlveda, O.R (ed). El Caucho *Hevea* en Colombia. Boletín técnico No. 18. Instituto Colombiano de Reforma Agraria INCORA. Florencia, Caquetá (Colombia). 80 p.
- Torres ACH. 1999. Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia. Plan Nacional De Desarrollo Alternativo - PLAN-TE. Florencia. Universidad de la Amazonia. 276 p.
- Viégas JM, M Haag, N Bueno, JDA Pereira. 1992. Nutrição mineral de seringueira. XII. Absorção de macro e micronutrientes nos primeiros 240 dias. Scientia Agricola, 49 (1): 41-52.



Patrones de formación de copa de clones de caucho