

LA PODA Y LA PRODUCCIÓN DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)

E.E, Gutierrez¹, E.I. Leiva², R, Ramírez³.

¹Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia). Correo: edegutierrezbr@unal.edu.co.

²Profesora Asociada. Departamento de Ciencias Agronómicas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia). Correo: eileiva@unal.edu.co,

³Profesor Asociado. Escuela de Geociencias. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia). Correo: rramirez@unal.edu.co

RESUMEN

Entre las prácticas culturales para el manejo del cultivo de cacao se destaca la poda, labor ampliamente reportada en la literatura, pero resulta ambigua cuando se carece de criterios para su implementación y no se cuenta con indicadores que permitan evaluar su resultado. Se estudió la relación entre la poda y el comportamiento vegetativo y reproductivo del cacao, en árboles de 8 años de edad en clones universales CCN 51 e ICS 95, ubicados en zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T). Los tratamientos correspondieron a referencia (-h), adecuación (b), b-25%, b-50% y b-75% poda del dosel. En el tratamiento referencia (-h) se efectuó poda apical dejando los árboles a 4 m de altura, se retiraron hojas del área productiva hasta 1 m, la poda de adecuación se realizó a partir del manejo de referencia; a partir de la poda de adecuación se realizaron tres intensidades de poda correspondientes a la eliminación del 25%, 50% y 75% de dosel. La poda incidió en el índice de área foliar con diferencias significativas entre tratamientos en cada clon, las variables reproductivas presentaron diferencias significativas en frutos de 2 a 4 meses y el peso de grano fermentado y seco presentó diferencias significativas entre los clones y tratamientos, el peso de grano de cacao fermentado y seco se reduce significativamente al incrementar la intensidad de poda. Es así como, el tratamiento referencia que cuenta con la mayor área foliar que se relaciona con incrementos en la retención de flores, pepinos, frutos de 2 a 4 meses y tendencia al incremento de frutos cosechables, con bajo índice de mazorca y mayor índice de grano.

Palabras claves: *Índice de área foliar (IAF), Área foliar (AF), intensidad de poda, cacao, producción.*

INTRODUCCIÓN

La poda es una labor ampliamente reportada en la literatura, sin embargo, se realiza de manera ambigua, se desconoce la magnitud de su efecto sobre el árbol y es posible que la reducción del área foliar producto de la poda, afecta directamente el rendimiento en grano de cacao, por tanto, es indispensable cuantificar y relacionar las variables de crecimiento, producción y área foliar.

El área foliar (AF) define la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la radiación solar incidente, la cual es fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios (Almeida & Valle, 2008), es sinónimo de potencial fotosintético e influye en el crecimiento, desarrollo, potencial de rendimiento biológico y agronómico, interceptación de la radiación solar, uso eficiente del agua y nutrición mineral, está asociada con procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos; su dinámica puede monitorearse mediante el índice de área foliar, el IAF en diferentes clones y variedades de cacao oscila entre 1.37 y 5.6 (Enríquez, 1989), este valor es de interés en la toma de decisiones para realizar las labores de poda, en la medida que la planta presente una arquitectura que permita el ingreso de luz tendrá mayor capacidad para interceptar la radiación y elaborar compuestos fotosintéticos, pero la poda puede incidir en la producción, siendo necesario establecer la relación entre el IAF y la producción.

Los cultivares de cacao no responden de manera similar a un tipo de poda, estos cortes alteran el balance hormonal de la planta y afectan los estados vegetativos y reproductivos, (Crassweller & Guerrero, 2016), en este sentido el propósito de este trabajo fue el de cuantificar el crecimiento vegetativo y la productividad del cacao con diferentes niveles de poda..

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se realizó en Colombia en la subregión de Urabá del departamento de Antioquia, en el municipio de Chigorodó, con coordenadas N 7°39'2.5'' y W - 76°41'58.0'', a una altitud de 40 m, con temperaturas que oscilaron entre los 21 °C a 34 °C, humedad relativa promedio del 84 % y una precipitación anual de 3257 mm en el 2016, la zona de vida corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge, 1947; IDEAM, 2002).

Material vegetal y establecimiento del experimento

Se seleccionaron 20 árboles en etapa productiva, con 8 años de edad y un perímetro de tallo entre 35 a 50 cm, medido 10 cm por debajo del injerto, de los genotipos CCN 51 e ICS 95 por su adaptación y productividad.

Cuadro 1. Tratamientos discriminados por clon CCN 51 e ICS 95, área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF). (-h: poda de referencia; b: poda adecuación)

Clon	Var/Ttos	(-h)	(b)	b - 25%	b - 50%	b - 75%
CCN 51	AF	51.8 m ²	20.6, m ²	15.6 m ²	10.4 m ²	5.2 m ²
	IAF	2.19	1.81	1.53	2.05	1.95
ICS 95	AF	37.4 m ²	14.5 m ²	10.5 m ²	7.3 m ²	3.6 m ²
	IAF	2.15	2.11	1.63	1.06	1,2

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, la unidad experimental correspondió a cada árbol. Los tratamientos fueron poda de referencia (-h) que se realizó con un corte apical para disminuir altura hasta los 4 metros y el despeje de un metro de altura del área productiva; poda de adecuación (b) que consistió en disminuir altura y eliminación de ramas improductivas, entrecruzadas, dirigidas hacia el interior del dosel o al suelo; poda de adecuación menos el 25% del AFT (b-25%), poda de adecuación menos el 50% del AFT (b-50%) y poda de adecuación menos el 75% del AFT (b-75%), esta última es utilizada por los productores de la zona.

Variables evaluadas

Se evaluaron variables vegetativas y reproductivas. De las primeras se evaluó el índice de área foliar durante el ciclo productivo con el equipo ceptómetro ACCUPAR LP-80 y el estado de los árboles con el método propuesto Leiva, (2015) con base en el desarrollo de las yemas propuesto por Greathouse, Laetsch, & Phinney, (1971) y Gil, *et al.*, (2017). Las variables reproductivas correspondieron a número de flores abiertas, número de frutos de 0 a 2 meses, número de frutos de 2 a 4 meses, número de frutos mayores a 4 meses y número de frutos secos durante un ciclo productivo de acuerdo a la escala BBCH propuesta por Niemenak, *et al.*, (2010).

La producción de cacao se colectó en los meses de noviembre y diciembre, se cuantificó peso del grano, de la cáscara, peso de placenta y se calculó índice de grano IG e índice de mazorca IM.

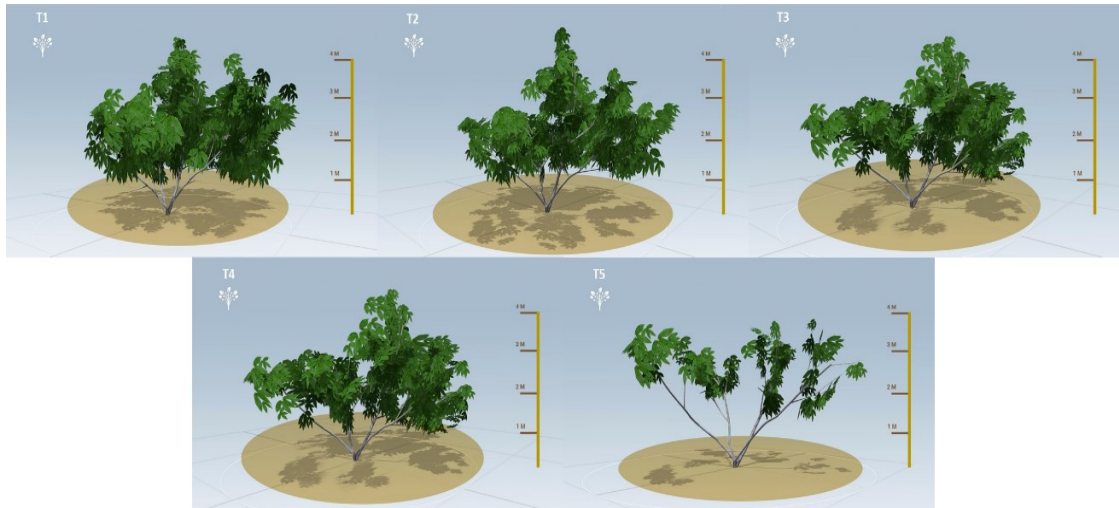


Figura 1. Representación en 2D de los tratamientos de poda. T1= -h; T2 = b; T3= b-25%; T4= b-50%; T5= b-75%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de área foliar con distintos niveles de poda.

En CCN 51 el mayor IAF se midió en los meses de junio y octubre; en ICS 95 se alcanzó en junio y en noviembre (Figura. 2), sin diferencias significativas entre clones. El área foliar se incrementó por la disponibilidad hídrica del suelo (Alvim, 1977), que estuvo cercana al 45 %, por ello se incrementó el IAF.

Los clones presentan una arquitectura diferente, el CCN 51 con ramas primarias en ángulo de 45° y 50° con referencia al plano del suelo que configura un dosel estrecho y de follaje denso, para ICS 95 es de 25° a 35° que permite un dosel más expuesto y con menos densidad de follaje.

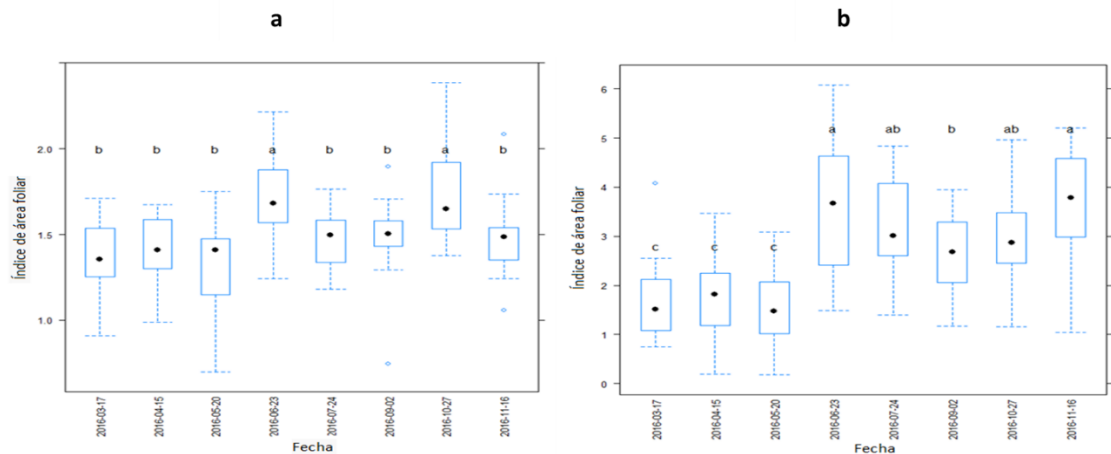


Figura 2. Letras distintas indican diferencias significativas con la prueba de Tukey, con confianza de 95%. Dinámica del Índice de área foliar en CCN 51 (a) y en ICS 95 (b).

Desarrollo reproductivo con distintos niveles de poda

La floración se presentó entre Jun y Jul en CCN 51, con el tratamiento b-50% que evidenció la media más alta con 297 flores (Cuadro 2); en ICS 95 la diferente intensidad de poda provocó que el número de flores se presentara en un período más largo (jul-sept-oct-nov), el tratamiento (b) generó la mayor media con 167 flores en el primer período de floración (jun-jul). Alvim (1977) cita que puede ocurrir floración durante todo el año favorecida por temperaturas medias a elevadas y con lluvias abundantes, estas condiciones se evidenciaron con una precipitación de 301 y 349 mm en junio y julio respectivamente, que conllevó a que el suelo presentara una humedad volumétrica por encima del 45 % y temperaturas entre 22 y 33°C posiblemente esta condición favorece la floración extendida en ICS 95. El ANAVA evidenció que las distintas intensidades de podas no tienen efecto sobre la ocurrencia diferenciada de floración (Valor p 0.61; Valor p 0.07).

Consecuentemente en CCN 51 el mayor número de frutillos menores a dos meses ocurrió en los meses de julio y septiembre, igual que ICS 95, aunque en este se extendió hasta octubre-noviembre, comportamiento que coincide con lo reportado por Gil, *et al.*, (2017) para bh-T. En CCN 51 el tratamiento (-h) con 133 frutillos fue el que presentó la mayor cantidad y en ICS 95 fue el tratamiento b-25% con una media de 92 pepinos (Cuadro 2), sin embargo en los dos clones no se evidenció diferencias significativas en el número de frutillos entre los distintos tratamientos de poda (Valor p 0.10; Valor p 0.26).

Cuadro 2. Variables reproductivas en los clones CCN 51 e ICS 95 con distintos niveles de poda.

Clon	Var/Ttos	(-h)	b	b-25%	b-50%	b-75%
CCN 51	Flores	255.5 a	266.5 a	220.3 a	296.75	264.3 a
	Frutos < 2 meses	133.5 a	105 a	131.8 a	108 a	102.8 a
	Frutos 2 - 4 meses	105.3 a	68.5 b	123 a	82.5 ab	72.5 ab
	Frutos > 4 meses	66.6 a	37 a	62 a	57.75 a	35 a
	Frutos secos	105.3 a	86.8 a	107.25 a	84 a	85 a
ICS 95	Flores	91.5 a	167.3 a	141.8 a	114.8 a	86.5 a
	Frutos < 2 meses	81.7 a	89.6 a	92.8 a	72 a	53.3 a
	Frutos 2 - 4 meses	121.5 a	146.3 a	136.5 a	126 a	99 a
	Frutos > 4 meses	50.3 a	50 a	39.5 a	38.8 a	30.8 a
	Frutos secos	97.3 a	79.6 a	87 a	63.6 a	65.5 a

(Letras distintas indican diferencias significativas con la prueba de Tukey, con confianza de 95%)

Posteriormente, el número de frutos de dos a cuatro meses de edad (fase de crecimiento lineal) fue mayor en los meses septiembre a noviembre en CCN 51 y en ICS 95 fue de septiembre a diciembre, comportamiento que coincide con Gil, *et al.*, (2017). En CCN 51 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Valor p 0.02), la poda b-25% evidenció la mayor cantidad de frutos de 2 a 4 meses con una media de 123. En ICS 95 no se presenta diferencias significativas, con la mayor producción de frutos de dos a cuatro meses en el tratamiento (b) con una media de 146.

El número frutos mayores a cuatro meses, en CCN 51 presentó la mayor cantidad en los meses de octubre a noviembre y noviembre a diciembre para ICS 95, fechas que coinciden con Gil, *et al.*, (2017), se observó que el tratamiento (-h) produjo una media de 67 frutos por árbol en CCN 51 y el tratamiento (b) con una media de 44 frutos por árbol en ICS 95 (Cuadro 2), realizado el ANAVA para cada uno de los clones, se evidenció que el incremento de la poda reduce el número de frutos cosechables, aunque sin diferencias estadísticas significativas (Valor p 0.14; Valor p 0.47).

En los genotipos CCN 51 e ICS 95 no se presentaron diferencias significativas en el número total de frutos secos (Valor p 0.67); en CCN 51 presentó la menor cantidad de frutos secos en el tratamiento b-50% con un estimado de 2017 frutos año⁻¹ y para ICS 95 en el tratamiento b-75% con un estimado de 1828 de frutos año⁻¹, en proporción al total de frutos cuajados fue mayor el secamiento de frutos en los tratamientos de mayor poda entre 87% y 96%.

La ocurrencia de frutos secos presenta una alta correlación (de Spearman de 0.52) con frutos de 2 a 4 meses, datos que concuerdan con lo expuesto por Gil, *et al.*, (2017) donde el mayor secamiento de frutillos ocurre cuando existe altas cantidades de frutos en etapa lineal de crecimiento con mayor demanda de fotoasimilados.

La poda y la producción.

En CCN 51 la mayor cantidad de frutos cosechados se observó en el tratamiento b-25% con 57 frutos.árbol⁻¹; la producción más alta en peso de grano fermentado y seco se obtuvo con el tratamiento (-h) con una media de 4.8 Kg.árbol⁻¹, de igual manera el peso de cáscara y placenta se obtuvo con este tratamiento, en el tratamiento b-75% se obtuvo 25 frutos cosechados con un peso de grano de 2.6 Kg.árbol⁻¹ fue el menor.

En ICS 95 la mayor producción de frutos cosechados y el peso de la cascara se presentó en el tratamiento (b) con 40 frutos.árbol⁻¹, el peso de grano fermentado y seco fue mayor en el tratamiento (-h) con 1.59 Kg. árbol⁻¹ y el tratamiento b-75% presentó la menor cantidad de frutos cosechados con 24 frutos y el menor peso de grano fermentado y seco con 0.86 Kg. El IM y IG no presentaron diferencias significativas entre

los tratamientos en CCN 51 y en ICS 95; el IM fue mayor respecto a los reportados por Perea, *et al.*, (2013) (Figura 3).

En el tratamiento (-h) se obtuvo la mayor cantidad de cacao seco, atribuible a la mayor acumulación, disponibilidad y translocación de fotoasimilados hacia los frutos. La poda (b), no despejó el follaje del área productiva, por lo tanto por ubicación y edad del follaje son órganos que reciben menos luz y tendrán respiración y gasto de energía que, en el balance y alocación de los fotoasimilados se restará de la acumulación hacia los frutos; tal como lo expone Muller & Valle (2012) quienes sustentan que, cualquier condición que reduzca la acumulación, tales como disminución de translocación de asimilados, baja la reserva o menor tasa fotosintética, afectarán la producción de frutos.

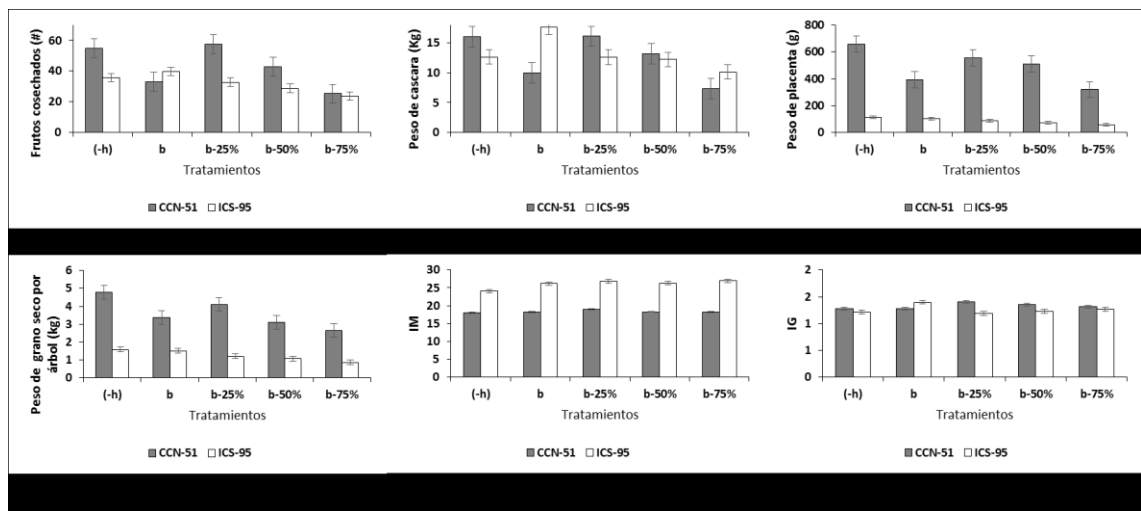


Figura 3. Letras distintas indican diferencias significativas con la prueba de Tukey, con confianza de 95%. Componentes de producción en los genotipos CCN 51 e ICS 95.

CONCLUSIONES

El IAF se incrementó con diferencias significativas entre tratamientos de poda, con el tratamiento (-h) se alcanzó la mayor área foliar. Con IAF de 2.19 en CCN 51 y con 2.15 para ICS 95 se obtuvo la mayor producción de grano seco.

Los clones presentaron diferencias significativas en producción de grano seco, por tratamiento de poda. El de mayor producción por efecto de la poda fue el CCN 51.

La arquitectura de los genotipos, con ángulos agudos de las ramas primarias como el CCN 51 (dosel cerrado), y con ángulo obtuso similar al ICS 95 (dosel abierto) se debe considerar para realizar la poda, y se puede replicar con otros clones para definir el IAF que se mantendría en los árboles para incrementar la producción

La poda con efecto sobre la producción, debe considerar disminuir los árboles a una altura hasta 4 metros, realizar el despeje del área productiva, por lo menos de 1 metro, retirar ramas terciarias o cuaternarias y retirar ramas secas, enfermas, entrecruzadas al interior del dosel y las dirigidas al suelo.

La frecuencia de la poda debería ser por lo menos anual, después de la cosecha y próximo a las lluvias, pretendiendo obtener un IAF de 2.19 en CCN 51 y 2.15 en ICS 95.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue cofinanciada por el Sistema General de Regalías en Convenio especial de cooperación No. 4600000987 entre La Gobernación de Antioquia-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín.

Al señor Antonio Rojas Pulgarín, al grupo de investigación AgroXue, al laboratorio de física de suelos y a los estudiantes de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de Antioquia seccional Urabá por el apoyo brindado y a los

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, A., & Valle, R. (2008). Ecophysiology of the cacao tree, *19*(i), 425–448.
- Alvim, P. (1977). Cacao. *Ecophysiology of Tropical Crops*, 279–313. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-055650-2.50015-0>
- Crassweller, R., & Guerrero, V. (2016). Respuestas Básicas acerca de los Cortes de Poda en Árboles Frutales.
- Enriquez, G. (1989). *CURSO SOBRE EL CULTIVO DE CACAO*. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=eZgOAQAIAAJ&pg=PA19&lpg=PA19&dq=crecimiento+ortotropico+en+cacao&source=bl&ots=IpwR20Wk8G&sig=5BZ3IJ_wJUuWLe16tGodcDkEcLw&hl=es&sa=X#v=onepage&q&f=false
- Gil, J., Leiva, E., & Ramírez, R. (2016). *FENOLOGÍA DEL CACAO EN BOSQUE HUMEDO PREMONTANO (bh-PM) Y BOSQUE HUMEDO TROPICAL (bh-T)*. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Gil, J., Leiva, E., & Ramírez, R. (2017). Phenology of cocoa tree in a tropical moist forest Fenologia do cacau em floresta tropical úmida. *Científica*, *45*, 240–252.
- Greathouse, D. C., Laetsch, W. M., & Phinney, B. O. (1971). The Shoot-Growth Rhythm of a Tropical Tree, *Theobroma Cacao*. *American Journal of Botany*, *58*(4), 281. <https://doi.org/10.2307/2441407>
- IDEAM. (2002). *Perfil del Estado de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente en Colombia 2001*.
- Muller, M., & Valle, R. (2012). *ECOFISIOLOGIA DO CACAUEIRO* (2da ed.). Brasília-Brasil: Illheus ceplac.
- Niemenak, N., Cilas, C., Rohsius, C., Bleiholder, H., Meier, U., & Lieberei, R. (2010). Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma* sp.): Codification and description according to the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, *156*(1), 13–24. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2009.00356.x>
- Perea, A., Martínez, N., Aranzazu, F., & Cadena, T. (2013). *Características de Calidad del Cacao de Colombia* (Primera Ed). UIS.
- Tovar, G., Ortiz, J., Rodríguez, V., & Ortiz, M. (1991). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BROTACION FOLIAR, LA FLORACION Y LA FRUCTIFICACION DEL CACAO, (1), 95–104.