

Intensidad de los síntomas de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) en dos zonas agroecológicas del Departamento de Caquetá (2019)

Intensity of the symptoms of the main foliar pathologies present in 10 varieties of panela cane (*Saccharum spp*) in two agro-ecological zones of the Department of Caquetá (2019)

E. Martínez-Moyano  ; L. T. Perdomo-Rojas  ; A. Sterling-Cuellar  ; J.D. Hoyos-Duarte 

DOI: <https://doi.org/10.22517/23447214.24503>

Artículo de investigación científica y tecnológica

Abstract— Phytosanitary problems in panela cane crops (*Saccharum spp.*) constitute the main limitation in the production and expansion of these plantations in the Colombian Amazon. For this reason, the intensity of the symptoms of the main foliar pathologies of ten varieties of panela cane was evaluated through rating scales for diseases: Brown rust, Orange rust, Pokkah Boeng, Ring Spot and Red Rot. Ten monthly monitoring with direct observation were performed to measure incidence and severity indexes, in two areas of Caqueta. (Albania and Florencia) in dry and rainy season, using a completely random design. The data was analyzed by multidimensional analysis, general and mixed linear models. The results of the analysis for the incidence showed that, regarding the locality there were significant statistical differences ($P < 0.05$) for the diseases Brown rust, Pokkah Boeng and Ring Spot, being higher in all cases in the municipality of Albania in contrast to the municipality of Florencia. As for the time, there were only significant statistical differences ($P < 0.05$) in the rainy season for Pokkah Boeng and ring spot diseases. Finally, for the planting distance, there were no significant statistical differences ($P > 0.05$). In general, the varieties that expressed the highest incidence and severity of diseases were: CC 85-92, CC 93-4418 and CC 97-7170, influenced by both spatial (zone) and temporal (period) variation. It is very important to highlight the varieties: Regional, CC 01-1940, CC 84-75, PR 61-632 and CC 93-7510, since they showed good behavior in the field when were evaluating these five diseases.

Index Terms— Brown uncentrifuged sugar, Caquetá, plant pathogenic fungi, sucarcane.

Este manuscrito fue enviado el 21 de enero de 2020 y aceptado el 23 de septiembre de 2021.

Este trabajo fue financiado por la Universidad de la Amazonia en el marco del Proyecto “comportamiento agronómico, fitosanitario y potencial agroindustrial de 10 variedades promisorias de *Saccharum spp* en zonas agroecológicas de departamento del Caquetá”

E. Martínez-Moyano, Biólogo, Grupo de Investigación en Micología de la Universidad de la Amazonia-GINMUA. Florencia-Caquetá. Msc en ciencias (e.martinez@udla.edu.co)

L.T. Perdomo-Rojas. Bióloga, Grupo de Investigación en Micología de la Universidad de la Amazonia-GINMUA. Florencia-Caquetá. Esp en

Resumen— Los problemas fitosanitarios en los cultivos de caña panelera (*Saccharum spp.*) constituyen el principal limitante en la producción y expansión de estos plantares en la Amazonia Colombina. Por tal motivo, se evaluó la intensidad de los síntomas de las principales patologías foliares de 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp.*) a través de escalas de valoración para las enfermedades: Roya café, Roya naranja, Pokkah Boeng, Mancha de anillo y Muermo Rojo. Realizando 10 monitoreos mensuales con observación directa para medir índices de incidencia y severidad, en dos zonas del Caquetá (Albania y Florencia), en época seca y de lluvia; utilizando un diseño completamente al azar. Los datos se analizaron mediante análisis multidimensionales, modelos lineales generales y mixtos. Los resultados del análisis para la incidencia mostraron que, en cuanto a la localidad hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) para las enfermedades Roya café, Pokkah Boeng y Mancha de anillo, siendo más alta en todos los casos en el municipio de Albania en contraste con el municipio de Florencia. En cuanto a la época, solo hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) en la de lluvia para las enfermedades Pokkah Boeng y Mancha de anillo. Finalmente, para la distancia de siembra, no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$). En general las variedades que expresaron mayor incidencia y severidad de enfermedades fueron: CC 85-92, CC 93-4418 y CC 97-7170 esto influenciado tanto por la variación espacial (zona) y temporal (época).

Palabras claves— caña panelera, Caquetá, hongos fitopatógenos.

Pedagogía, Msc en ciencias, Catedrático de la Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia. (lad.perdomo@udla.edu.co)

A. Sterling, Biólogo, Laboratorio de Fitopatología, Instituto Amazónico de Investigaciones científicas SINCHI – Facultad Ciencias Básicas. Universidad de la Amazonia. Florencia-Caquetá. Esp en estadística aplicada. Msc en Ciencias, PhD en Ciencias Biológicas, Catedrático de la Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología. (asterling@sinchi.org.co)

J.D. Hoyos-Duarte, Biólogo, Grupo de Investigación en Micología de la Universidad de la Amazonia-GINMUA. Florencia-Caquetá. (juan.hoyos@udla.edu.co).



I. INTRODUCCIÓN

EL cultivo de caña panelera (*Saccharum spp*) representa una fuente económica potencial en el país y especialmente en la región de la Amazonia ya que sus productos son comercializables e incursionan en mercados nacionales e internacionales generando empleo por los procesos que se realizan para su producción [1]. De acuerdo con el reporte de [2] en el Departamento del Caquetá se cosecharon 5.097 hectáreas con una producción de 27.957 toneladas que representaron una participación de producción nacional del 2.43%, siendo este el mejor reporte de producción desde el año 1990, pero estos valores siguen siendo insuficientes ya que la oferta de este producto no compensa las necesidades de demanda y esto conlleva a que se tengan que trasladar productos desde varias regiones del país.

Por ser un cultivo de importancia económica se han elaborado e implementado diversos métodos de tecnificación por parte de entidades como CENICAÑA, ICA, PROCAÑA, ASOCAÑA, FEDEPANELA, entre otros, que enfocan sus investigaciones a procesos que facilitan la producción y mejoran la calidad de los productos, no obstante, existen condiciones anexas como las plagas y enfermedades que intervienen en este proceso afectando el cultivo y la producción del mismo. Según [3] establece que las enfermedades que afectan a las plantaciones de caña panelera pueden ser ocasionadas por hongos, bacterias, virus o nematodos; categorizando a los primeros como microorganismos patógenos que revisten gran importancia para una investigación por los daños que ocasionan a la planta y por la pérdida en producción que depende de la especie y del grado de susceptibilidad que tenga la variedad cultivada a este patógeno.

Shoemaker), la mancha parda (*Cercospora longipes* E. Butler), la mancha púrpura (*Dimeriella sacchari* (B. de Haan) Hansford), y la pudrición de la nervadura central o muermo rojo (*Colletotrichum falcatum* Went), de esta forma se establece que las enfermedades producidas por hongos se encuentran distribuidas a escala mundial y ocasionan pérdidas económicas en pre y post cosecha en regiones tropicales, subtropicales y de clima templado [4, 5].

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario evaluar la intensidad de los síntomas de las principales patologías foliares ocasionadas por hongos en 10 variedades de *Saccharum spp* en dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá; con el fin de obtener estudios que permitan evaluar las enfermedades asociadas a la pérdida en producción en plantaciones de caña panelera localizadas en esta región del país.

II. METODOLOGIA

A. Area de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos municipios del Departamento del Caquetá ubicado al sur del país entre los 2° 58 minutos de latitud Norte y 0° 40 minutos de latitud Sur, entre los 71° 30 minutos y 76° 15 minutos de longitud al oeste del Greenwich [6] (IGAC, 1993). Este departamento está categorizado como bosque húmedo tropical de acuerdo con las zonas de vida establecidas por Holdridge, presenta precipitaciones totales multianuales de 2.481 mm/año en Tres Esquinas a 4.385 mm/año en San José del Fragua y temperaturas promedio de 27°C y 29°C. Los municipios donde se establecieron los campos experimentales fueron Florencia y Albania, seleccionados por presentar condiciones edafoclimáticas diferentes con el fin de poder tomar estas características como un factor y comparar los resultados obtenidos (Tabla I).

TABLA I
LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS CLIMÁTICOS GENERALES DEL ÁREA GEOGRÁFICA DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ (COLOMBIA).

Zona climática	Localidad (municipio)	Latitud	Longitud	Altura (msnm)	Precipitación media anual (mm)	Humedad relativa media anual (%)	Temperatura media anual (°C)
Cálida muy húmeda	Albania	01°14'41,9"	75° 53'22,9"	277	4,387	85	24,7
Cálida muy húmeda	Florencia	01°37'26,3"	75° 36'48,6"	300	3,793	76,3	25,5

Fuente: datos climáticos anuales (IDEAM, 2014); clasificación Caldas Lang (IGAC, 2010)

En la actualidad existen cerca de nueve enfermedades causadas por hongos fitopatógenos que son las principales causantes de pérdida en producción en este cultivo, la enfermedad del carbón (*Sporisorium scitamineum* H. Sydow. & P. Sydow), la roya café (*Puccinia melanocephala* H. Syd & P. Syd.), Roya naranja (*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler), el cogollo retorcido o Pokkah Boeng (*Fusarium moniliforme* Sheldon (*Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenweber), la mancha de anillo (*Lepthosphaeria sacchari* B. (Breda de Haan) Shoemaker Babcock), la mancha de ojo (*Bipolaris sachari* (Butler y Kahn)

De acuerdo con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana (SIAT-AC) los municipios donde se realizaron los muestreos se encuentran localizados en suelos distintos como se muestra en la Fig. 1, el municipio de Florencia pertenece a las Planicies amazónicas de origen sedimentario (S1), mientras que el municipio de Albania a un Relieve montañoso estructural (M):



Fig. 1. Mapa climático del área de estudio (círculos negros) localizada en el Departamento del Caquetá (Colombia). Fuente Sinchi (2011)

B. Material vegetal

Las variedades de caña panelera que se evaluaron fueron diez (Tabla II), todas propagadas en un banco de germoplasma establecido en el Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual CIMAZ “Cesar Augusto Estrada González”

TABLA II
NOMBRE Y PROCEDENCIA DE LAS VARIETADES DE CAÑA PANELERA (SACCHARUM SPP L.) EVALUADAS

VARIEDAD	PROCEDENCIA
CC 93-4181	CENICAÑA
CC 01-1940	CENICAÑA
PR 61-632	CENICAÑA
CC 85-92	CENICAÑA
CC 84-75	CENICAÑA
CC 93-4418	CENICAÑA
CC 93-7711	CENICAÑA
CC 01-1228	CENICAÑA
CC 93-7510	CENICAÑA
Regional sin pelusa	Testigo

C. Diseño experimental

En cada localidad (**factor A:** Florencia y Albania) se utilizó un diseño completamente al azar con 30 tratamientos. Los tratamientos en cada localidad se analizaron mediante parcelas divididas, donde las variedades de caña ((CC 93-4181, CC 01-1940, PR 61-632, CC 85-92, CC 84-75, CC 93-4418, CC 93-7711, CC 01-1228, CC 93-7510 y Regional sin pelusa) corresponden al **factor B** (parcelas), las distancias de siembra (D1= 1,5m x 0,5m , D2= 1,2 m x 0,8m y D3= 1m x 1m) representaron el **factor C** (subparcelas) y la unidad experimental estuvo asociada a cada distancia de siembra

dentro de cada variedad en cada localidad (Fig. 2). Adicionalmente, se consideró el efecto de la época de evaluación (**factor D:** seca, y lluviosa) Como una medida

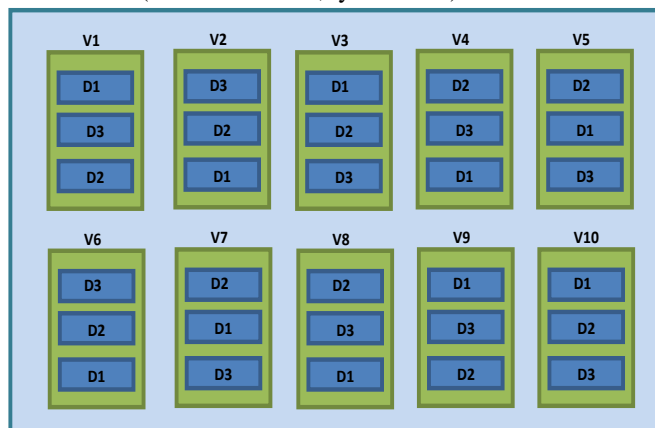


Fig. 2. Diseño experimental en los municipios de Albania y Florencia. repetida en el tiempo para cada experimento establecido en cada una de las localidades.

D. Fase de campo

Para llevar a cabo el análisis de la intensidad de los síntomas de las principales patologías foliares de 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp L.*) cultivadas en dos zonas agroecológicas del departamento del Caquetá se realizaron monitoreos mensuales con observación directa en 30 plantas de cada parcela elemental midiendo índices de incidencia y severidad de las enfermedades: Roya café, Roya naranja, Pokkah Boeng, Mancha de anillo y Muermo Rojo.

- Evaluación de la incidencia

Para evaluar la incidencia de cada enfermedad en las 10 variedades de caña sembradas en cada localidad y en cada época (resultado de la compilación registros mensuales en campo), se empleó la siguiente ecuación:

$$I (\%) = (N_{ij}/N_{tj}) \times 100$$

En donde, N_{ij} corresponde al número de plantas de la variedad, j con presencia de la enfermedad (infectado) y N_{tj} representa el número total de plantas evaluadas pertenecientes a la variedad j.

- Evaluación de la severidad

Para evaluar la severidad expresada por las cinco enfermedades se implementaron las siguientes escalas:

Para Roya café y naranja se utilizó la escala modificada de [4] de 1 a 5, donde: 1= Sin síntomas visibles; 2= Del 1 al 5% del área foliar afectada; 3= Del 6 al 15% del área foliar afectada; 4= Del 16 al 30% del área foliar afectada; 5= Más del 30% del área foliar afectada c.

Para Pokkah Boeng se empleó la escala adaptada de [4]

Chavarría (2006) de 1 a 5, donde: 1= No se observan síntomas; 2= Aéreas cloróticas en la base de las láminas foliares; 3= Clorosis generalizada y/o arrugamiento en el follaje; 4= Arrugamiento y/o necrosis del follaje; 5= Acortamiento y deformación de las hojas, muerte del punto de crecimiento, deformación de los tallos, aparición de heridas transversales en los entrenudos conocidos como “el síntoma de corte de machete”

Para Mancha de anillo se empleó la escala de [4] Chavarría (2006) de 1 a 5, donde: 1= No se observan síntomas visibles; 2= Menos del 5% del área foliar afectada; 3= Del 6 al 20% del área foliar afectada; 4= Del 21 al 40% del área foliar afectada; 5= Más del 41% del área foliar afectada

Para Muermo rojo se empleó la escala de [4] Chavarría (2006) de 1 a 5, donde: 1= Sin síntomas visibles; 2= De 1 a 10% de la

fijos del modelo. Así mismo, se modeló la correlación residual para las observaciones sucesivas en el tiempo (épocas) realizadas sobre una misma subparcela (densidad de siembra) asociada a cada variedad de caña (parcela) en cada localidad. Los criterios de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) se utilizaron para la selección de la estructura de varianzas y correlaciones residuales. El ajuste del modelo se realizó utilizando la función lme de la librería nlme [7] de R (R Core Team, 2018), bajo la interfaz implementada en InfoStat [8].

El análisis de las interacciones, mediante la comparación de medias para las combinaciones de los niveles de todos los factores evaluados, se realizó mediante la prueba de comparaciones múltiples LSD de Fisher con una significancia del 5%.

Las pruebas estadísticas se corrieron con los programas InfoStat versión 2018 [8] e Infogen versión 2018 [9].

TABLA III

ANÁLISIS DE LA VARIANZA MULTIVARIADA (MANOVA) Y PRUEBA HOTELLING PARA LA INCIDENCIA DE LAS PRINCIPALES PATOLOGÍAS FOLIARES PRESENTES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA PANELERA (*SACCHARUM SPP*) EN DOS ZONAS AGROECOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ. CLAVE: RC: ROYA CAFÉ, RN: ROYA NARANJA, PB: POKKAH BOENG, MA: MANCHA DE ANILLO Y MR: MUERMO ROJO.

Factor	Nivel	RC	RN	PB	MA	MR	n
Época	Lluvia	34,8	45,4	7,0	45,4	4,1	60
	seca	33,6	40,8	4,6	62,9	4,1	60
Localidad	Albania	39,2	41,5	1,4	44,5	4,6	60
	Florenia	29,1	44,7	10,1	63,7	3,6	60
Variedad	CC 97-7170	49,7	32,3	4,2	92,0	11,5	12
	CC 85-92	32,7	67,6	7,7	63,8	9,1	12
	CC 93-4418	53,2	58,5	9,6	58,8	4,3	12
	CC 93-7711	24,3	52,1	12,0	37,3	8,3	12
	CC 93-4181	24,1	53,8	1,7	53,1	2,4	12
	PR 61-632	39,3	30,0	3,4	51,2	2,5	12
	CC 93-7510	57,6	39,7	7,0	71,7	1,1	12
	REGIONAL	26,2	37,4	5,3	35,6	1,8	12
	CC 01-1940	9,0	30,4	4,3	34,6	0,0	12
	CC 84-75	25,8	29,3	2,5	43,3	0,0	12
Distancia	d3	32,125	47,275	6,1	47,925	4,275	40
	d2	36,7	40,05	5,625	56,4	6,75	40
	d1	33,65	41,975	5,55	58,075	1,25	40

nervadura central de la hoja + 3 con síntomas; 3= De 11 a 20% de la nervadura central de la hoja + 3 con síntomas; 4= De 21 a 30% de la nervadura central de la hoja + 3 con sistemas; 5= Más de un 31% de la nervadura central de la hoja + 3 con síntomas

E. Fase de análisis

Para el análisis de las variables de campo se ajustó un modelo lineal general mixto donde los factores fijos correspondieron a: la localidad, la variedad de caña, la distancia de siembra, la época de evaluación y sus interacciones. El efecto de las parcelas asociadas a cada variedad de caña en la localidad se incluyó como el efecto aleatorio.

La varianza residual se modeló para contemplar varianzas diferentes según la heterocedasticidad observada en los efectos

III. RESULTADOS

1) Análisis de la varianza multivariada (MANOVA) para la incidencia de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de *Saccharum spp*

El análisis de la varianza multivariada (MANOVA) para la incidencia de las principales patologías foliares, de acuerdo con la prueba de Hotelling en cuanto a la época se presentaron diferencias estadísticas significativas donde lluvia presentó los valores más altos de incidencia de enfermedades y seca los de menor, para localidad no se presentaron diferencias estadísticas significativas; en cuanto a las variedades se puede observar diferencias significativas donde los valores más altos de incidencia los presenta CC 97-7170 y por último en cuanto a la

distancia de siembra no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla III).

2) Análisis de la varianza (ANOVA) para la incidencia de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*)

El análisis de la varianza (ANOVA) para la incidencia de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) en dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá, de acuerdo con la prueba LSD de Fisher, para Roya café mostró: en cuanto a localidad si hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos de incidencia los evidenció Albania, en cuanto a la época no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), para la variedad se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos los mostró CC 93-7510 y en cuanto a la distancia de siembra no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabla IV).

Para Roya naranja en cuanto a localidad no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), para época no hubo diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), para variedad se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos los mostró CC 93-7510 y para distancia no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabla IV)

En cuanto a Pokkah Boeng para localidad si hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos de incidencia los evidenció Albania, para época si hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los

valores más altos de incidencia los evidenció la época de lluvia, para la variedad no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) y en cuanto a la distancia no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabla IV)

Para la Mancha de anillo en cuanto a localidad si hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos de incidencia los evidenció Albania, para época si hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos de incidencia los evidenció la época de lluvia, para variedad se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos los mostró CC 93-7510 y para distancia no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) (Tabla IV)

Para muermo rojo en cuanto a localidad no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$); para época no se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$), para variedad se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos los mostró CC 93-7510 y para distancia si se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) donde los valores más altos los muestra la distancia de siembra 2 (Tabla IV)

De acuerdo con [10] las plagas y enfermedades de la caña constituyen uno de los principales factores negativos para su producción a nivel mundial. En las últimas décadas, el número de organismos patógenos y agentes etiológicos detectados sobre este cultivo ha crecido considerablemente y se han extendido de forma notable. De este modo el objetivo de esta investigación fue evaluar la intensidad de los síntomas de las principales patologías foliares que podrían interferir en su desempeño agronómico en dos zonas agroecológicas del Departamento del

TABLA IV

ANÁLISIS DE LA VARIANZA UNIVARIADA (ANOVA) Y PRUEBA LSD DE FISHER PARA LA INCIDENCIA DE LAS PRINCIPALES PATOLOGÍAS FOLIARES PRESENTES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA PANELERA (*SACCHARUM SPP*) EN DOS ZONAS AGROECOLÓGICAS DEL DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ. CLAVE: RC: ROYA CAFÉ, RN: ROYA NARANJA, PB: POKKAH BOENG, MA: MANCHA DE ANILLO Y MR: MUERMO ROJO.

FACTOR	NIVEL	INCIDENCIA (%)				
		RC	RN	PB	MA	MR
LOCALIDAD	ALBANIA	39,23±1,82 A	44,73±2,42A	10,11±1,21A	63,73±1,94A	4,6±0,6A
	FLORENCIA	29,08±1,82 B	41,46±2,42A	1,4±1,21B	44,53±1,94B	3,58±0,6A
ÉPOCA	LLUVIA	34,75±1,82A	45,41±2,42A	6,96±1,21A	63,73±1,94A	4,09±0,6A
	SECA	33,56±1,82A	40,78±2,42A	4,55±1,21B	44,53±1,94B	4,08±0,6A
VARIEDAD	CC 93-7510	57,58±4,07A	67,58±5,42A	12±2,71A	91,99±4,35A	11,5±1,35A
	CC 93-4418	53,16±4,07A	58,49±5,42A	9,58±2,71A	71,66±4,35B	9,08±1,35A
	CC 97-7170	49,66±4,07A	53,74±5,42A	7,66±2,71A	63,83±4,35C	8,33±1,35A
	PR 61-632	39,25±4,07B	52,08±5,42A	7,00±2,71A	58,75±4,35C	4,25±1,35B
	CC 85-92	32,66±4,07B	39,66±5,42A	5,24±2,71A	53,08±4,35C	2,49±1,35B
	REGIONAL	26,16±4,07B	37,41±5,42B	4,33±2,71A	51,16±4,35C	2,41±1,35B
	CC 84-75	25,75±4,07B	32,33±5,42B	4,16±2,71A	43,33±4,35D	1,75±1,35B
	CC 93-7711	24,25±4,07B	30,41±5,42B	3,41±2,71A	37,33±4,35D	1,08±1,35B
	CC 93-4181	24,08±4,07B	30±5,42B	2,50±2,71A	35,58±4,35D	4,21±1,35B
	CC 01-1940	9 ±4,07C	29,25±5,42B	1,66±2,71A	34,58±4,35D	=-1,16±1,35B
DISTANCIA	D2	36,7±2,23A	47,27±2,97A	6,10±1,48A	58,07±2,38A	6,75±1,35A
	D1	33,65±2,23A	41,97±2,97A	5,62±1,48A	56,4±2,38A	4,27±1,35B
	D3	32,12±2,23A	40,04±2,97A	5,55±1,48A	47,92±2,38B	1,25±1,35C

Caquetá (Albania y Florencia), los resultados mostraron que el comportamiento de cada enfermedad está relacionado principalmente con la resistencia varietal y las condiciones climáticas de la zona ya que su dinámica puede estar influenciada con la resistencia de la planta además de las necesidades climáticas necesarias para el hongo como las altas temperaturas y alta humedad sobre las hojas para esporular, lo que es fundamental para la germinación e infección de la planta [11].

Es así como, de acuerdo con la prueba de Hotelling en cuanto a la época se presentaron diferencias estadísticas significativas donde la época lluvia presentó los valores más altos de incidencia de enfermedades y la época seca los de menor, para localidad no se presentaron diferencias estadísticas significativas; en cuanto a las variedades se puede observar diferencias significativas donde los valores más altos de incidencia los presenta la variedad CC 97-7170 en las enfermedades Roya café y naranja, Pokkah Boeng y muermo rojo mientras que las variedades: Regional, CC 01-1940, CC 84-75 los valores más bajos de incidencia en las mismas enfermedades fúngicas.

cuanto a las variedades se puede observar diferencias significativas donde los valores más altos de severidad los presenta CC 93-7510 y por último en cuanto a la distancia de siembra se presentaron diferencias estadísticas significativas donde la D3 presentó los valores más altos de severidad (Tabla V)

4) Análisis de la varianza (ANOVA) para la incidencia de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades *Saccharum spp*

El análisis de la varianza (ANOVA) efectuado para la severidad de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) en dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá evidenció lo siguiente:

Para la severidad de Roya café hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a localidad, época, variedad y distancia ($P < 0,05$). De igual forma, la prueba LSD de Fisher muestra

TABLA V
ANÁLISIS DE LA VARIANZA MULTIVARIADA (MANOVA) Y PRUEBA HOTELLING PARA LA SEVERIDAD DE LAS PRINCIPALES PATOLOGÍAS FOLIARES PRESENTES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA PANELERA (*SACCHARUM SPP*). CLAVE: SRC: SEVERIDAD ROYA CAFÉ, SRN: SEVERIDAD ROYA NARANJA, SPB: SEVERIDAD POKKAH BOENG, SMA: SEVERIDAD MANCHA DE ANILLO Y SMR: SEVERIDAD MUERMO ROJO, SMRC: SEVERIDAD MEDIA DE ROYA CAFÉ, SMRN: SEVERIDAD MEDIA DE ROYA NARANJA, SMMA: SEVERIDAD MEDIA DE MANCHA DE ANILLO Y SMMR: SEVERIDAD MEDIA DE MUERMO ROJO.

Factor	Época	SRC	SMRC	SRN	SMRN	SPB	SMA	SMMA	SMR	SMMR	n	Hotelling
Época	Lluvia	1,5	2,0	1,7	3,2	1,1	1,8	5,5	1,0	0,2	3000	a
	seca	1,5	2,7	1,6	2,6	1,1	2,2	19,1	1,0	0,3	3000	b
Localidad	Albania	1,57	2,63	1,53	2,07	1,02	1,67	13,58	1,05	0,25	3000	a
	Florencia	1,42	2,15	1,69	3,74	1,12	2,28	11,01	1,04	0,21	3000	b
Variedad	CC 93-7510	1,87	4,49	1,6	2,81	1,09	2,28	13,85	1,01	0,05	600	a
	CC 93-7711	1,33	1,35	1,58	2,38	1,12	1,47	9,81	1,06	0,33	600	b
	CC 97-7170	1,79	3,79	1,36	1,12	1,03	3,03	23,06	1,12	0,66	600	c
	PR 61-632	1,59	3,59	1,46	2,56	1,05	1,76	10,76	1,02	0,13	600	d
	REGIONAL	1,35	1,67	1,61	3,49	1,07	1,66	9,28	1,02	0,1	600	e
	CC 01-1940	1,09	0,22	1,31	0,83	1,07	1,45	3,17	1	0	600	f
	CC 84-75	1,29	0,93	1,4	1,74	1,02	1,71	10,27	1	0	600	g
	CC 85-92	1,44	1,76	2,11	6,55	1,09	2,01	13,08	1,11	0,63	600	h
	CC 93-4181	1,35	1,45	1,79	3,51	1,02	2,18	15,4	1,02	0,12	600	i
	CC 93-4418	1,85	4,65	1,88	4,03	1,11	2,18	14,3	1,05	0,25	600	j
Distancia	d3	1,46	2,24	1,66	3,13	1,07	1,91	12,56	1,05	0,26	2000	a
	d2	1,5	2,37	1,56	2,8	1,07	1,96	11,57	1,06	0,34	2000	b
	d1	1,52	2,56	1,61	2,77	1,07	2,05	12,77	1,02	0,08	2000	c

3) Análisis de la varianza multivariada (MANOVA) para la severidad de las principales patologías foliares.

El análisis de la varianza multivariada (MANOVA) para la severidad de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) en dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá, de acuerdo con la prueba de Hotelling demostró en cuanto a la época que si se presentaron diferencias estadísticas significativas donde lluvia presentó los valores más altos de severidad y seca la menor, para localidad se presentaron diferencias estadísticas significativas donde Albania presentó los valores más altos; en

que la localidad de Albania presento los valores más altos de medias (1,57) y la menor Florencia (1,42). En cuanto a la época, la época seca presentó los valores más altos (1,51) y los más bajos la lluvia (1,48). Para el factor variedad los mayores valores los evidenció CC 93-4418 (1,85); mientras que los más bajos la variedad CC 01-1940. En cuanto a distancia la 1 presentó los valores más altos (1,52); mientras los más bajos la densidad 3 (1,46) (Tabla VI).

Para Roya Naranja hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a localidad, época, variedad y distancia ($P < 0,05$). De igual forma, la prueba LSD de Fisher muestra que la

localidad de Florencia presentó los valores más altos de medias (1,69) y la menor Albania (1,53), en cuanto a la época, la lluvia presentó los valores más altos (1,65) y la menor la seca (1,57) en cuanto a la variedad los valores más altos los mostró la variedad CC 85-92 (2,11) y los más bajos la variedad CC 01-1940 (1,31). Por último, en cuanto a la densidad de siembra la densidad de siembra 3 presenta los valores más altos (1,66) y los más bajos la 2 (1,56) (Tabla VI).

En cuanto a la severidad de Pokkah Boeng se pudo establecer que hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) en cuanto a localidad, época y variedad; pero, no para distancia de siembra ($P > 0,05$). De igual forma, la prueba LSD de Fisher muestra que la localidad de Florencia presentó los valores más altos de medias (1,12) y la menor Albania (1,02). En cuanto a

LSD de Fisher muestra que la localidad de Albania presentó los valores más altos de medias (1,05) y la menor Florencia (1,04). La época seca presenta los valores más altos (1,05) y los más bajos la época lluvia (1,04); para variedad los valores más altos los evidenció la variedad CC 85-92 (1,11) y los más bajos la variedad CC 01-1940 (1,00); En cuanto a las densidades de siembra los valores más altos los mostró la densidad de siembra 2 (1,06) mientras los más bajos la densidad de siembra 1 (1,02) (Tabla VI).

En el presente estudio, los valores medios obtenidos para la severidad de las principales patologías foliares presentes en 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) en dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá, de acuerdo con la prueba de Hotelling en cuanto a la época mostró que se

TABLA VI.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA UNIVARIADA (ANOVA) Y PRUEBA LSD DE FISHER PARA LA SEVERIDAD DE LAS PRINCIPALES PATOLOGÍAS FOLIARES PRESENTES EN 10 VARIEDADES DE CAÑA PANELERA (*SACCHARUM SPP*). CLAVE: SRC: SEVERIDAD ROYA CAFÉ, SRN: SEVERIDAD ROYA NARANJA, SPB: SEVERIDAD POKKAH BOENG, SMA: SEVERIDAD MANCHA DE ANILLO Y SMR: SEVERIDAD MUERMO ROJO.

Factor	Nivel	Severidad				
		SRC	SRN	SPB	SMA	SMR
Localidad	Albania	1,57±0,01a	1,53±0,01b	1,02±3,5b_03b	1,67±0,01 b	1,05±3,0e_03a
	Florencia	1,42±0,01b	1,69±0,01a	1,12±3,5e_03a	2,28±0,01a	1,04±3,0e_03b
Época	Lluvia	1,48±0,01b	1,65±0,01a	1,08±3,5e_03a	1,77±0,01b	1,04±3,0e_03b
	Seca	1,51±0,01a	1,57±0,01b	1,05±3,5e_03b	2,18±0,01a	1,05±3,0e_03a
Variedad	CC 93-7510	1,79±0,02b	1,60±0,02d	1,09±0,01b	2,28±0,03b	1,01±0,01c
	CC 93-4418	1,85±0,02a	1,88±0,02b	1,11±0,01a	2,18±0,03c	1,05±0,01b
	CC 97-7170	1,79±0,02b	1,36±0,02f	1,03±0,01d	3,03±0,03a	1,12±0,01a
	PR 61-632	1,59±0,02c	1,46±0,02e	1,05±0,01c	1,77±0,03e	1,02±0,01c
	CC 85-92	1,43±0,02d	2,11±0,02a	1,09±0,01b	2,01±0,03d	1,11±0,01a
	REGIONAL	1,35±0,02e	1,62±0,02d	1,07±0,01c	1,66±0,03f	1,02±0,01c
	CC 84-75	1,29±0,02e	1,40±0,02f	1,02±0,01d	1,71±0,03e	1,00±0,01c
	CC 93-7711	1,33±0,02e	1,58±0,02d	1,12±0,01a	1,47±0,03g	1,06±0,01b
	CC 93-4181	1,35±0,02e	1,79±0,02c	1,02±0,01d	2,18±0,03c	1,02±0,01c
	CC 01-1940	1,09 ±0,02f	1,31±0,02g	1,07±0,01c	1,45 ±0,03g	1,00±0,01c
Distancia	d2	1,50±0,01a	1,56±0,0c	1,07±4,2e_03a	1,96±0,01b	1,06±3,7e_03a
	d1	1,52±0,01a	1,61±0,01b	1,07±4,2e_03a	2,05±0,01a	1,02±3,7e_03c
	d3	1,46±0,01b	1,66±0,01a	1,07±4,2e_03a	1,91±0,01c	1,05±3,7e_03b

la época, la lluvia presentó los valores más altos (1,08) y la menor la seca (1,05), para las variedades la variedad CC 93-4418 presentó los valores más altos (1,11) y los más bajos CC 84-71 (1,02) (Tabla VI).

En cuanto a Mancha de Anillo hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a localidad, época, variedad y distancia ($P < 0,05$). De igual forma, la prueba LSD de Fisher muestra que la localidad de Florencia presentó los valores más altos de medias (2,28) y la menor Albania (1,67). Para época la seca presenta los valores más altos (2,18) y la menor lluvia (1,77). Para la variedad los valores más altos los evidenció CC 97-7170 (3,03) y los más bajos CC 01-1940 (1,45). Por último, en cuanto a las densidades de siembra la densidad 1 presentó los valores más altos (2,05) y los más bajos la densidad de siembra 3 (1,91) (Tabla VI).

Finalmente, en cuanto a la severidad de Muermo rojo hubo diferencias estadísticas significativas en cuanto a localidad, época, variedad y distancia ($P < 0,05$). De igual forma, la prueba

presentaron diferencias estadísticas significativas donde lluvia exhibió los valores más altos de severidad y seca la menor, para localidad se presentaron diferencias estadísticas significativas donde Albania presentó los valores más altos; en cuanto a las variedades se puede observar diferencias significativas donde los valores más altos de severidad los presenta la variedad CC 93-7510 y por último en cuanto a la distancia de siembra se presentaron diferencias estadísticas significativas donde la D3 (1x1) presentó los valores más altos de severidad.

La presencia de la enfermedad categorizada como roya café fue mayor en tres de las variedades donde la severidad más alta fue para las variedades CC 93-7510 (57,58 ±4,07)a, CC 93-4418 (53,16 ±4,07)a y CC 97-7170 (47,66 ±4,07)a, mientras que la severidad más baja fue para la variedad CC 01-1940 (9 ±4,07). Existieron tendencias en el ciclo del cultivo donde se evidenció un incremento en la presencia de esta enfermedad por planta en los periodos de época de lluvia. Aunque algunas variedades son categorizadas como resistentes a la enfermedad, *P. melanocephala* es un patógeno que pertenece a la familia de las

Puccineacea y se caracteriza por albergar microorganismos de mutación continua con formación de nuevas razas del mismo [12]. En Colombia se ha encontrado que la roya puede reducir en 4% la producción de esta planta en suelo con buena fertilidad, pero en suelos menos fértiles la reducción en producción puede llegar al 10%. [3].

La enfermedad roya naranja se manifestó en los primeros meses del cultivo con presencia en todas las variedades siendo más severa también en las variedades CC 93-7510 (67,58 \pm 5,42)a, CC 93-4418 (58,49 \pm 5,42)a y CC 97-7170 (53,74 \pm 5,42)a, su dinámica puede estar relacionada con la resistencia de la planta frente a esta enfermedad además de las necesidades climáticas necesarias para el hongo como las altas temperaturas y alta humedad sobre las hojas para esporular, lo que es fundamental para la germinación e infección de la planta [11].

La enfermedad Pokkah boeng no presentó diferencias estadísticas entre las variedades pero es importante mencionar que los valores máximos de su incidencia fueron en la época de lluvia. En estudios realizados por [13] cuando el ambiente es favorable y la variedad es susceptible, el patógeno provoca necrosis apical y el tallo cesa en su crecimiento; posteriormente ocurre brote de yemas laterales.

Para la enfermedad mancha de anillo se presentaron niveles altos de incidencia; este registro se presenta a medida que las variedades se desarrollan aumentando progresivamente hasta que esta se vuelve constante. Esta enfermedad está presente en todas las variedades evaluadas, en proporciones elevadas, lo que viene siendo un comportamiento normal ya que según [14] es un hongo que está casi omnipresente en los cultivos de caña de azúcar del Valle del Cauca; sus síntomas característicos permiten diferenciarla fácilmente de otras enfermedades; sin embargo, no constituye hasta ahora un factor limitante para la producción. Además, se considera que la mayoría de las variedades tienen cierto grado de resistencia; por lo tanto, no se han desarrollado prácticas para su control [15].

Aunque las pérdidas de *C. falcatum* patógeno responsable de la enfermedad denominada como muermo rojo se presenta también en los tallos, aunque el monitoreo se realiza en las hojas debido a que el hongo completa su ciclo de vida en esta parte de la planta y por lo general este daño no representa una amenaza grave para la caña ni causa mucho daño a la planta [16]. Su importancia económica radica en la asociación que tiene con la perforación que ocasiona el barrenador *Diatrea sp.* Ya que de este modo el hongo puede penetrar e invadir los tejidos internos de la planta [13].

Finalmente se podría decir que a través de la historia, las enfermedades de la caña panelera se han presentado como unas de las principales limitantes para la producción azucarera mundial y esto a su vez se refleja en un desarrollo pobre y en una baja calidad industrial de la materia prima ya que disminuyen su producción de la siguiente forma, pérdidas en peso entre 29 y 30%, reducción de jugo de 24 a 90% y rendimiento de azúcar de 31 a 75% [17]. El grado de infección de una planta depende principalmente de la resistencia que tenga la variedad cultivada y del grado de humedad que haya

en el suelo y en el ambiente; por lo tanto, como resultado de las investigaciones realizadas para evaluar este factor se recomienda sembrar variedades cuya tolerancia a determinadas enfermedades haya sido comprobada, así como mejorar el drenaje de los terrenos [18].

IV. CONCLUSIONES

Esta investigación permite determinar de acuerdo con los análisis estadísticos realizados, que, si hay una influencia del factor época sobre la incidencia y severidad de las patologías foliares en algunas de las variedades de *Saccharum spp* siendo la época Lluvia la que presentó los valores más elevados en las enfermedades Roya café, Roya naranja y Mancha de anillo.

Se demostró estadísticamente que la distancia de siembra no fue un factor determinante a la hora de evaluar las patologías foliares ya que no presentaron diferencias significativas.

Para la evaluación de la incidencia en relación con la localidad no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, pero en la evaluación de la severidad se evidencia que es mayor en la localidad de Albania, esto tal vez debido a que también fue la zona que presentó mayores niveles de precipitación y humedad relativa en el tiempo en que se realizó el estudio y ambos son factores que favorecen las condiciones para la propagación de los agentes patógenos.

De manera general, las variedades de *Saccharum spp* que expresaron mayor incidencia en las cinco enfermedades fúngicas evaluadas para las dos zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá fueron: CC 93-7510, CC 93-4418 y CC 97-7170.

La evaluación de severidad de las principales patologías foliares en las 10 variedades de caña panelera (*Saccharum spp*) muestra que las más afectadas para cada enfermedad son: en Roya café la variedad CC 93-4418, para Roya naranja la variedad CC 85-92, para Mancha de anillo la variedad CC 93-4418, para Pokkah boeng la variedad CC 97-7170 y finalmente para Muermo rojo las variedades CC 97-7170 y CC 85-92

Los valores medios obtenidos para la severidad de las principales patologías en cuanto a la época mostró que se presentaron diferencias estadísticas significativas donde la época de lluvia exhibió los valores más altos de severidad y la época seca la menor, para localidad se presentaron diferencias estadísticas significativas donde Albania presentó los valores más altos; en cuanto a las variedades se pudo observar diferencias significativas donde los valores más altos de severidad los presenta la variedad CC 93-7510 y por último en cuanto a la distancia de siembra se presentaron diferencias estadísticas significativas donde la D3 (1x1) presentó los valores más altos de severidad.

De acuerdo con los análisis de estabilidad y adaptabilidad de manera general se puede evidenciar que las variedades que mejor se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas del departamento del Caquetá fueron: CC 01-1940, Regional sin pelusa y CC 93-7510 y las que mantuvieron su estabilidad fueron: PR 61-632 y Regional sin pelusa, mientras que las que expresaron un peor comportamiento fitosanitario en relación con la adaptabilidad y estabilidad fueron: PR 61-632, CC 93-4418 y CC 93-4418, CC 93-4181 respectivamente.

Es muy importante resaltar las variedades: Regional, CC 01-1940, CC 84-75, PR 61-632 y CC 93-7510 ya que mostraron un muy buen comportamiento en campo a la hora de evaluar estas cinco enfermedades y por lo tanto se podría indicar que son las que mejor se adaptan a las condiciones edafoclimáticas del Departamento del Caquetá.

Finalmente, con esta investigación se comprueba lo expuesto por otros autores sobre el comportamiento de cada enfermedad que depende principalmente de la resistencia varietal y las condiciones climáticas de la zona ya que son factores necesarios para que el hongo pueda esporular e infectar a la planta.

REFERENCIAS

- [1]. Gómez Maluchi, E., J. Miranda Sierra, J. C. Manejo agronómico de la caña panelera con énfasis en el control biológico. FEDEPANELA. (2009).
- [2]. [Agronet. Caquetá, territorio con el potencial productivo más “destacable” en la Amazonia colombiana. *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*, [online]. Available at: <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/caqueta-territorio-con-el-potencial-productivo-mas-destacable-en-la-amazonia-colombiana-0> (2016) 1-3
- [3]. Victoria, J.I.; Enfermedades de la caña de azúcar en Colombia. En: Cenicaña. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, Cenicaña. (1995).
- [4]. Chavarria, S. E. Escalas descriptivas para la evaluación de enfermedades de la caña de azúcar. San José, Costa Rica. (2006).
- [5]. Osorio, G. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela. ISBN 978-92-5-305910-2 (2007).
- [6]. [Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Regulación y elaboración y presentación de los avalúos y la participación en las diligencias de extinción del dominio y clarificación de la propiedad para el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria. [online]. Recuperado de: http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/resolucion%201541%20-1993%20OTRO.pdf. (2019)
- [7]. Pinheiro, J. Bates, D., DebRoy, S. Sarkar D. The R Development Core Team. Nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version (3) (2013) 1-109.
- [8]. Di Rienzo, J. A. Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. Robledo., C. W. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>. (2013).
- [9]. Balzarini M.G., Di Rienzo J.A. InfoGen. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.info-gen.com.ar>. (2012).
- [10]. Campos Hernández, A., Lugo Alonso, A. Manual de plagas y enfermedades en caña de azúcar para el Estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigación Regional Pacífico Sur Campo Experimental “Zacatepec”. Zacatepec, Morelos, México (2012).
- [11]. Perez R., E. F., Martinez T., S. K. Distribucion especial y ciclo de vida de *Diatraea* spp. en plantaciones de *Saccharum officinarum*. *Ingenieria y Amazonia*, 4(2) (2011) 122–130
- [12]. Delgado, J. M., Terry, I. A., Delgado Padrón, J., Jaime, O. C., Aday Díaz, O., & Zayas, J. R. Caracterización y selección de localidades de prueba para resistencia a la enfermedad roya parda de la caña de azúcar en las condiciones de Cuba Characterization and selection of location for resistance to sugarcane brown rust disease under cuban conditions. *Centro Agrícola*, 43(1) (2016) 29–35.
- [13]. Gamboa J.A., Sánchez V., Celis L. Comportamiento agronómico, fitosanitario y potencial agroindustrial de 10 variedades promisorias de *Saccharum spp* en zonas agroecológicas del Departamento del Caquetá. Proyecto ejecutado entre la Universidad de la Amazonia, Colciencias y ASOPANELA (2013).
- [14]. Páez, C. A. E. Enfermedades de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) En el valle del Cauca (*). *Acta Agronómica*, 12(1–2) (1962) 49–123.
- [15]. Cardona, L., Castaño, J., & Ceballos, N. Epidemiología del tizón tardío (*Phytophthora infestans* (mont.) de bary) en quince introducciones de tomate silvestre tt - epidemiology of late blight (*Phytophthora infestans*(mont.) de bary) in fifteen introductions of wild tomato. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1) (2016) 45–54.
- [16]. Yadav, R. L., Yadav, D. V., & Duttamajumder, S. K. Rhizospheric environment and crop productivity: A review. *Indian Journal of Agronomy*, 53(1) (2008) 1–17.
- [17]. Flores, S. Las enfermedades de la caña de azúcar en México. México, DF. Pp. 285 (1997).
- [18]. Amador, R. Caña de azúcar. En: Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica (1991).



Edgar Martínez Moyano. El autor nació en la Inspección de Mateguadua, Municipio de la Montañita, Caquetá, Colombia. Bachiller académico con énfasis en Matemáticas y física de la Institución Educativa Juan Bautista de la Salle (Graduado en el año 2012), obtuvo el título de mejor bachiller de su generación. Recibió el grado de Biólogo en el año 2017 de la Universidad de la

Amazonia, Maestría en Ciencias Biológicas de la misma Universidad y Becario Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-CONICET, Argentina. Desempeñó labores como: Co-investigador del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Laboratorio de Micología y Fitoprotección y actualmente es Becario adscrito al Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular “Dr. Héctor N. Torres” de la Universidad de Buenos Aires-Argentina. Cuenta con 14 publicaciones científicas y la coautoría de 2 libros de ciencia. Sus intereses académicos se basan en las áreas de Micología, Microbiología, Biología molecular y Bioestadística.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7608-2872>



Armando Sterling Cuellar. El autor nació en Garzón, Huila, Colombia. Bachiller académico de la Corporación Educativa Instituto Mayor Preuniversitario (Graduado 1998), obtuvo el título de mejor bachiller de su generación. Recibió el grado meritorio de Biólogo énfasis en

biorrecursos en el año 2005 de la Universidad de la Amazonia. Especialista en Estadística Aplicada de la Fundación Universitaria Los Libertadores. Magíster en Ciencias Biológicas, y Doctor en Ciencias Biológicas con grado meritorio de la Universidad Nacional de Colombia. Pos-Doctorado en la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Actualmente se desempeña como: Investigador Asociado en el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, y Catedrático en la Universidad de la Amazonía. Cuenta con más de 40 artículos científicos, 14 libros, y más de 50 capítulos en libros resultados de investigación. Sus intereses académicos se basan en las áreas de Micología, Fitopatología, Fisiología del estrés en plantas, Modelación Estadística, Ecología funcional y Cambio climático.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9955-9175>



Laidy Tatiana Perdomo Rojas. La autora nació en el municipio de Florencia, Caquetá, Colombia. Bachiller académico del Colegio Nacional Femenino (Graduado en el año 2002). Recibió el grado de Bióloga con énfasis en biorrecursos obteniendo la mención de tesis meritoria en el año 2008 de la

Universidad de la Amazonia, Especialización en Pedagogía y Maestría en Ciencias Biológicas de la misma Universidad. Desempeñó labores como: Coinvestigadora del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Docente de aula en el Departamento del Huila y Caquetá, Docente catedrática en el Programa de Ingeniería Agroecológica de la Universidad de la Amazonía desde el año 2017. Actual directora del Programa Ondas Minciencias Caquetá. Cuenta con 05 publicaciones científicas y la coautoría de 3 libros de educación - investigación. Sus intereses académicos se basan en las áreas de Micología, Microbiología, manejo integrado de plagas y enfermedades en plantas, formulación y evaluación de proyectos de investigación.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5069-4536>



Juan Diego Hoyos Duarte. El autor nació en el municipio de El Doncello, Caquetá, Colombia. Bachiller académico con énfasis en Administración de Empresas Agropecuarias de la Institución Educativa Marco Fidel Suarez (Graduado en el año 2014). Recibió el grado de Biólogo en el año 2020 de la

Universidad de la Amazonia. Desempeño labores como: Técnico de seguridad alimentaria de la Fundación para el Desarrollo Social y Ambiental de la Amazonia “Amazona”, Co-investigador del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Técnico de seguridad alimentaria de la Organización de Estados Iberoamericanos OEI y actualmente es auxiliar de laboratorio en la asociación de acuicultores de Caquetá “Acuica”. Cuenta con 01 publicaciones científicas, la coautoría de 2 libros y 4 capítulos en libros resultados de investigación. Sus intereses académicos se basan en las áreas de Micología, Fitopatología y Microbiología.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2200-0610>