



TEMA:

**DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES
PULPABLES DE DOS ESPECIES FORESTALES
EN EL SECTOR GUALCHÁN AL
NOROCCIDENTE DEL ECUADOR**

AUTORA

Yolanda Portilla Tarapués

OBJETIVOS

Objetivo General

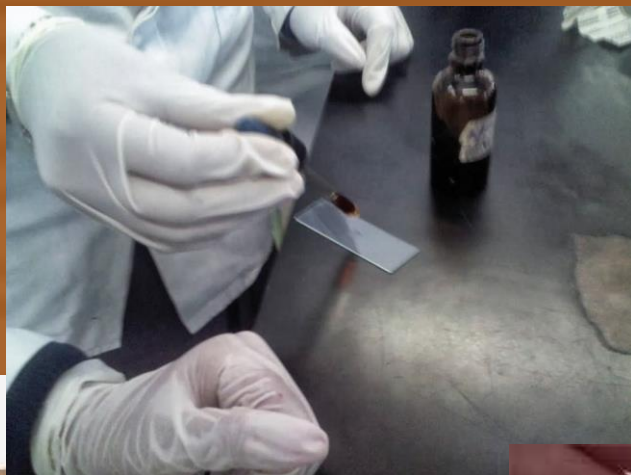
Determinar las características físicas y pulpables de las fibras de *Aegiphila* sp. (uvillo) y *Saurauia* sp. (moquillo) con el fin de determinar el uso potencial.



Objetivos Específicos

- ✓ Analizar las características físicas y pulpables de las fibras naturales.
- ✓ Determinar la calidad y clasificación de las fibras según sus coeficientes físicos de calidad.
- ✓ Comparar las características fibrosas de *Aegiphila sp.* (uvillo) y *Saurauia sp.* (moquillo) a través de análisis estadísticos.

METODOLOGÍA



Fase de campo



Obtención de materia prima



Rodajas de madera de 50 cm a 1.00 m de altura desde la base



Embalaje de las rodajas



Transporte

Obtención del material experimental



Rodaja de madera de 40 cm orientadas transversal, radial, tangencial

Procedimiento



Obtención de probetas de 10 x 3 x3 cm Normas COPANT 460 y 461, para la medición de la densidad.

FASES DE LABORATORIO

Madera en condición verde



- Las probetas son pesadas y medidas y sus resultados fueron analizadas con la siguiente fórmula:
- $D.V = \frac{P.V.}{V.V.} \text{ gr/cm}^3$

Madera en estado seco al aire



Las probetas fueron dejadas al ambiente con 65% humedad relativa, los datos se calcularon de la siguiente manera

$$D.S.A. = \frac{P.S.A.}{V.S.A.} \text{ gr./cm}^3$$

Madera en estado seco al horno



Las probetas fueron colocadas en la estufa a una temperatura de 40°C hasta estabilizar su peso, su fórmula:

$$D.A = \frac{P.S.H.}{V.S.H.} \text{ gr.}$$

Densidad



$$D.B. = \frac{P.S.H.}{V.V.} \text{ gr/cm}^3$$

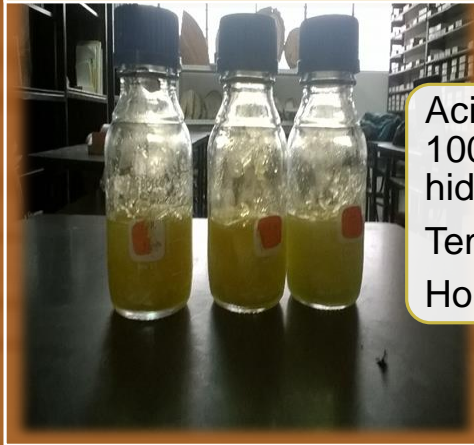
Objetivo 1 : Características físicas y pulpables de las fibras

Extracción de la fibra



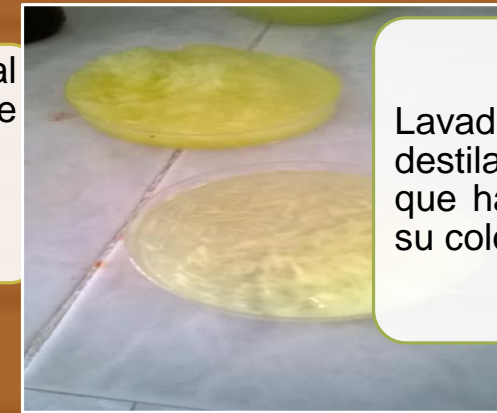
Obtención de rodajas de madera de 5 cm según Metodología de Franklin 1942.

Maceración



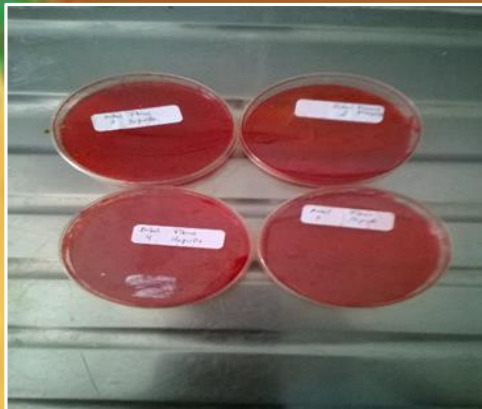
Acido acético glacial 100% + peróxido de hidrogeno 37% 1:1
Temperatura de 60° C
Horas: 24

Lavado



Lavado con agua destilada hasta que haya quitado su color y olor

Teñido con safranina

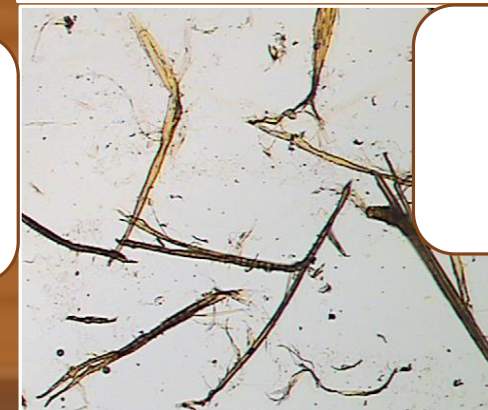


Montaje



Uso de bálsamo de Canadá

Mediciones

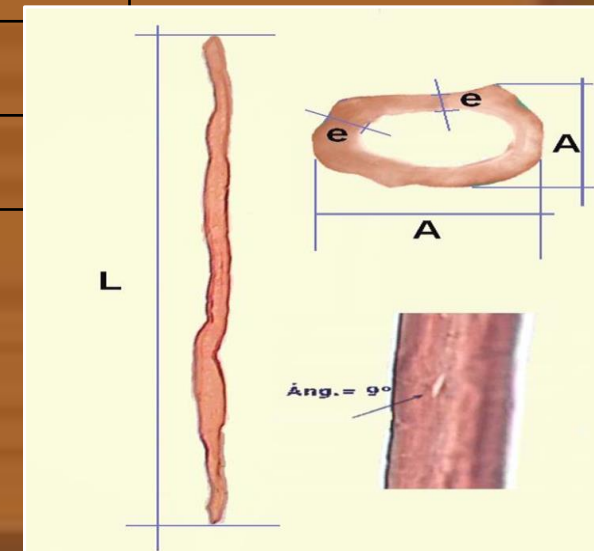
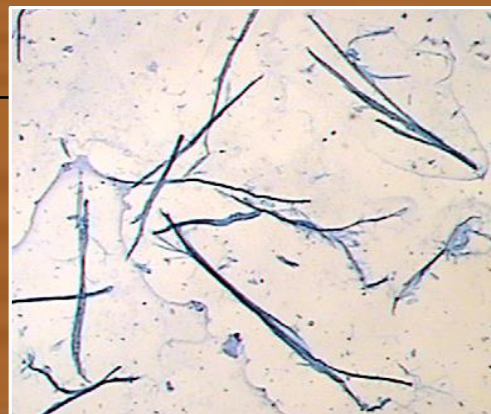


Longitud
Diámetro

OBJETIVO 2:

Calidad y clasificación de las fibras según sus coeficientes físicos de calidad

CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES	Longitud de fibra (L)
	Diámetro de fibra (D)
	Espesor de pared (2W)
	Diámetro de lumen (I)
CARACTERÍSTICAS COMBINADAS	Coeficiente de flexibilidad (I/D)
	Coeficiente de Peteri o Afieltrado (L/D)
	Índice de Runkel (2W/I)
	Coeficiente de Rigidez (2W/D)



OBJETIVO 2:

- ✓ Comparar las características fibrosas de *Aegiphila* sp. (uvillo) y *Saurauia* sp. (moquillo) a través de análisis estadísticos.



RESULTADO



✓ OBJETIVO 1:

Uvillo (*Aegiphila sp*)

MEDIA

Moquillo (*Saurauia sp*)

MEDIA

Estimadores estadísticos	CH			DENSIDAD			
	SA	SH	Total	DV	DSA	DSH	DB
	%	%	%	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
Media	22,92	94,45	117,37	0,59	0,49	0,36	0,27
Suma	137,51	566,73	704,24	3,51	2,96	2,18	1,63
Desviación estándar	6,29	20,48	19,49	0,05	0,03	0,04	0,01
Error estándar	2,57	8,36	7,96	0,02	0,01	0,02	0,01
CV	27,44	21,68	16,60	8,17	6,75	11,04	5,13

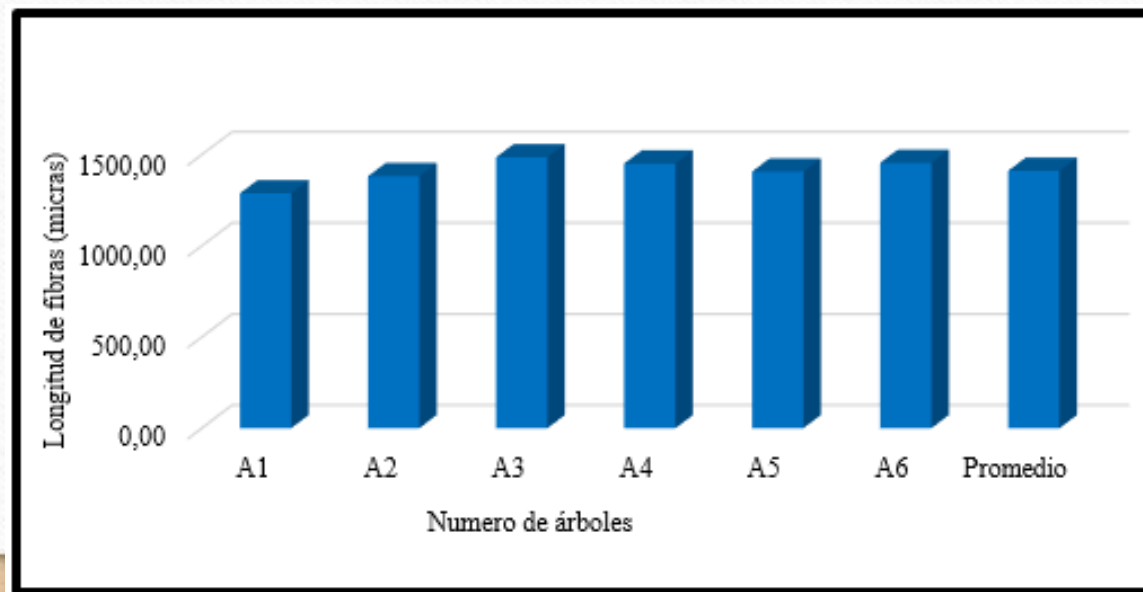
Estimadores estadísticos	CH			DENSIDAD			
	SA	SH	Total	DV	DSA	DSH	DB
	%	%	%	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³	gr/cm ³
Media	60,11	178,73	238,84	0,86	0,59	0,31	0,26
Suma	360,66	1072,37	1433,03	5,16	3,57	1,83	1,54
Desviación estándar	16,11	29,43	37,27	0,06	0,03	0,02	0,02
Error estándar	6,58	12,01	15,22	0,02	0,01	0,01	0,01
CV	26,80	16,47	15,61	6,87	5,47	7,42	8,73

Longitud de las fibras Moquillo *Saurauia* sp.

ÁRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)
Suma	38682,38	41488,64	44597,62	43562,66	42238,57	43672,44
Media	1289,41	1382,95	1486,58	1452,08	1407,95	1455,74
Desviación estándar	276,40	229,70	215,11	216,44	222,28	150,15
Error estándar	50,46	41,93	39,27	39,51	40,58	27,41
CV	0,71	0,55	0,48	0,49	0,52	0,34
	Cortas	Medianas	Largas			
	(<900 μm)	(900- 1600 μm)	(>1600 μm)			

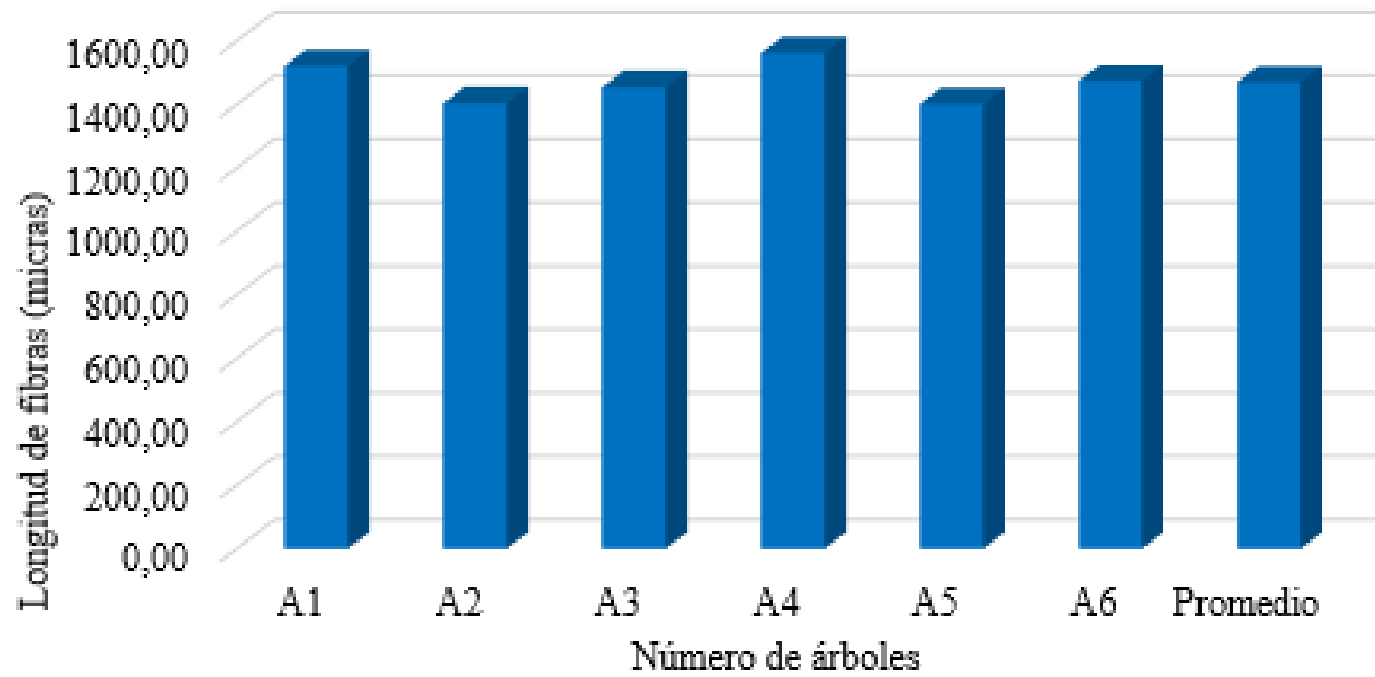
Fuente: (IAWA,1989)

FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
Nº Fibras	9259482,1	29	319292,48	6,59	1,56	1,87	**
Error	7271694,47	150	48477,96				
TOTAL	16531176,6	179					



Longitud de las fibras de Uvillo (*Aegiphila* sp.)

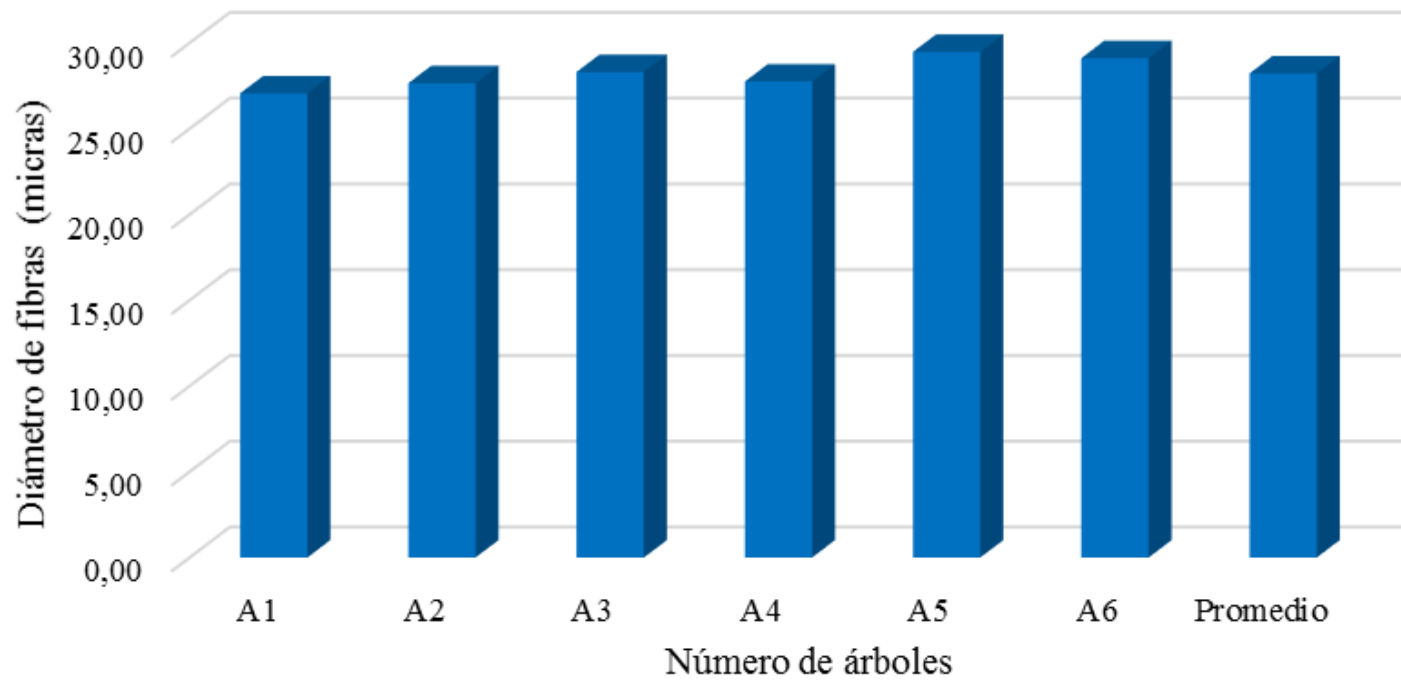
ÀRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)	Longitud μ (micras)
Suma	45637,18	42117,95	43610,55	46838,68	42024,19	44201,46
Media	1521,23	1403,93	1453,68	1561,28	1400,80	1473,38
Desviación estándar	276,54	218,75	211,52	410,47309	330,42	353,00
Error estándar	50,49	39,93	38,61	74,94	60,32	64,44
CV	0,60	0,51	0,48	0,87	0,78	0,79



FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
Nº Fibras	17157296,83	29	591630,93	6,24	1,56	1,87	**
Error	14221110,63	150	94807,40				
TOTAL	31378407,46	179					

Diámetro de fibras Moquillo *Saurauia* sp.

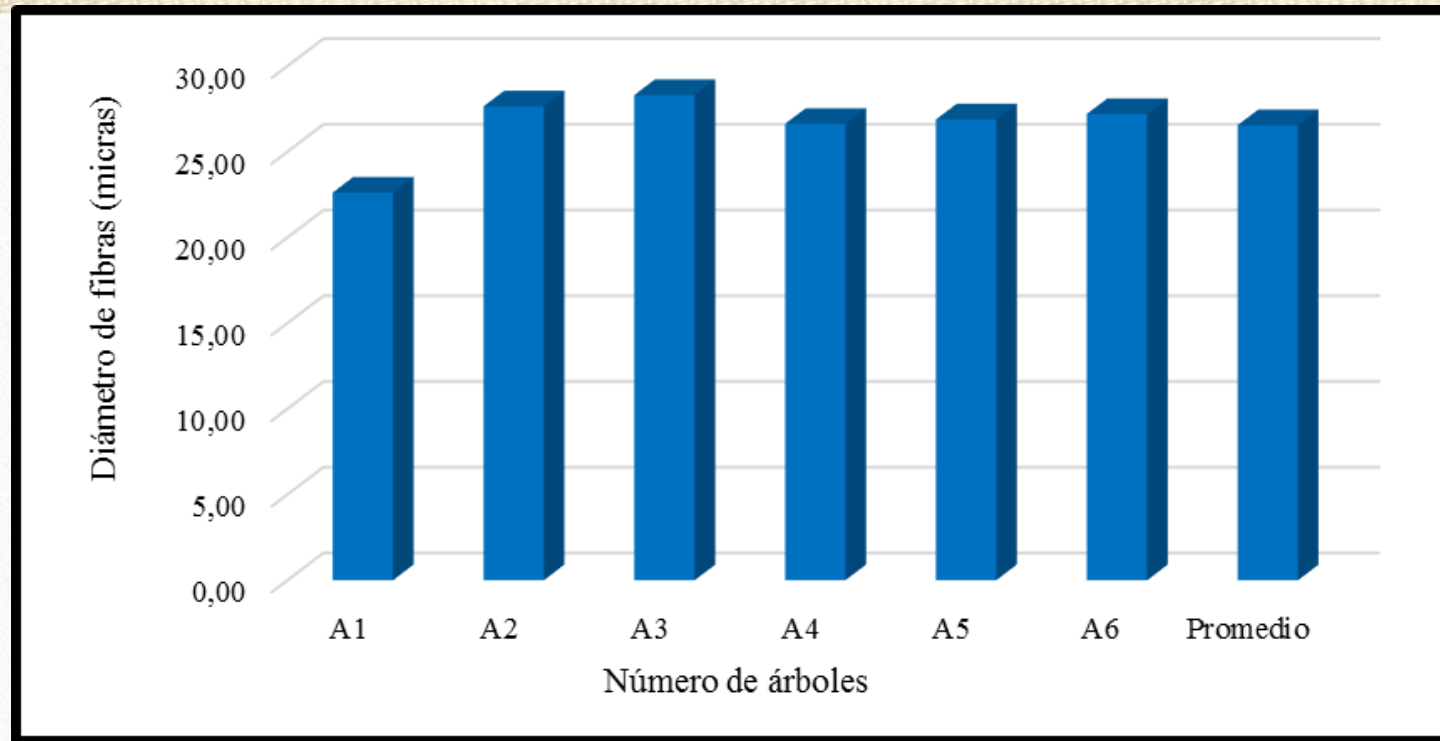
ÁRBOLES						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Estimadores estadísticos	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)
Suma	811,77	829,50	849,17	832,58	884,36	873,39
Media	135,29	138,25	141,53	138,76	147,39	145,57
Desviación estándar	5,47	5,52	4,29	4,74	5,67	4,52
Error estándar	1,00	1,01	0,78	0,87	1,03	0,82
CV	0,67	0,67	0,51	0,57	0,64	0,52



FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
Nº	4587,7						**
Fibras	2	29	158,20	6,37	1,56	1,87	
Error	3725,5	7	24,84				
TOTAL	8313,2	9	179				

Diámetro de las fibras de *Aegiphila sp.*

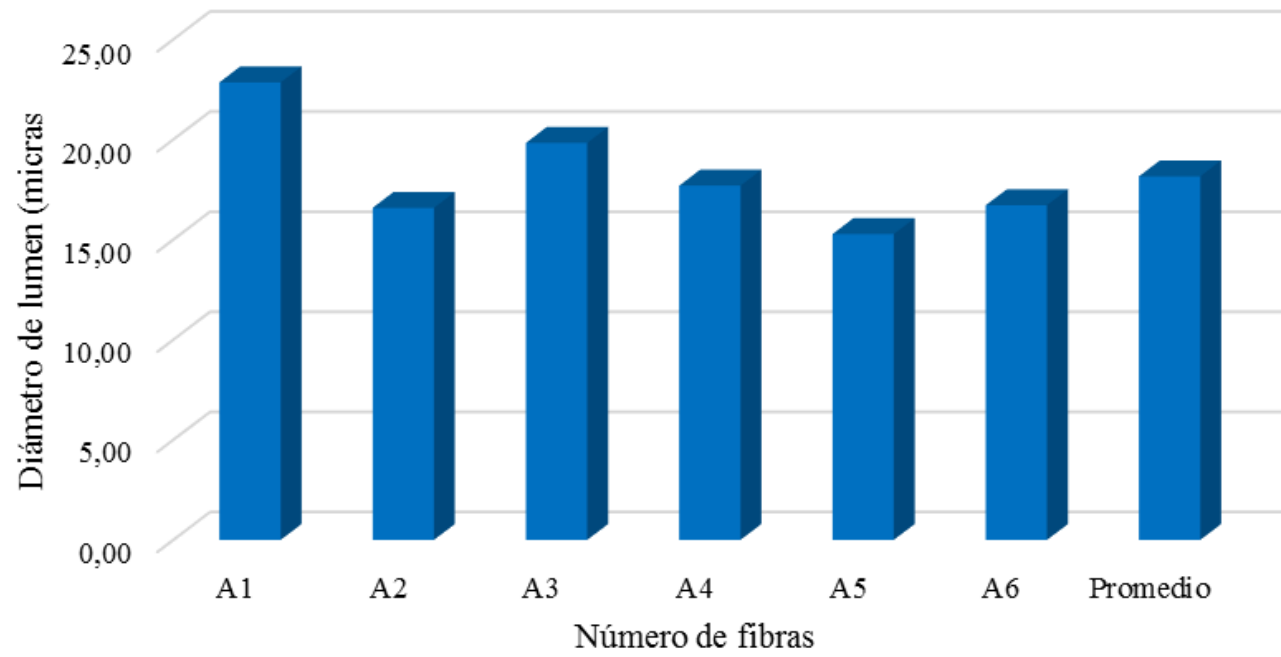
ÁRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)	Diámetro μ (micras)
Suma	678,48	829,50	849,17	798,74	806,53	816,05
Media	22,62	27,65	28,31	26,62	26,88	27,20
Desviación estándar	6,95	5,52	4,29	5,94	7,68	4,30
Error estándar	1,27	1,01	0,78	1,08	1,40	0,79
CV	1,02	0,67	0,51	0,74	0,95	0,53



FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
N°							**
Fibras	6695,32	29	230,87	6,19	1,56	1,87	
Error	5596,56	150	37,31				
TOTAL	12291,8	8	179				

Diámetro del lumen de las fibras de Saurauia sp.

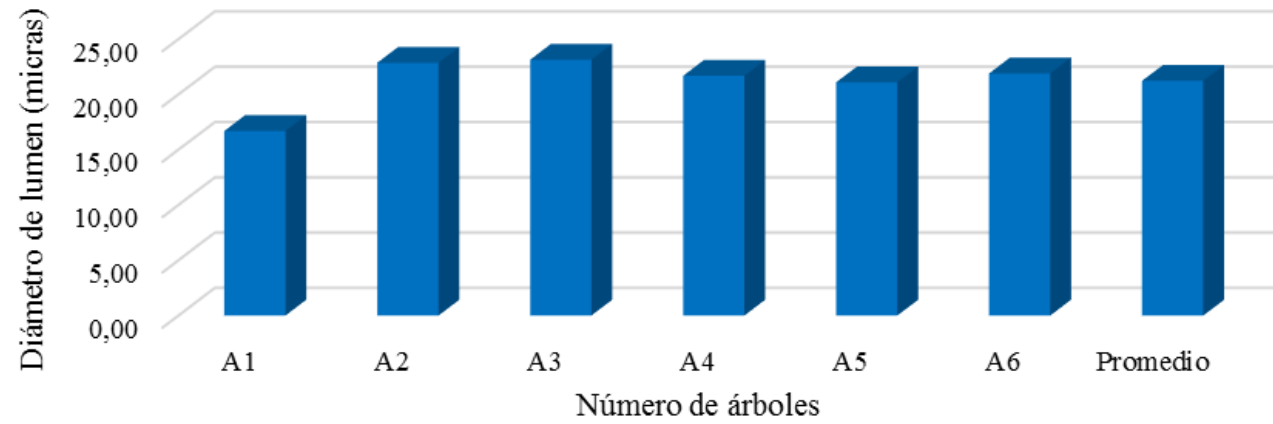
ÀRBOLES						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Estimadores estadísticos	D lumen	D lumen	D lumen	D lumen	D lumen	D lumen
	μ (micras)	μ (micras)	μ (micras)	μ (micras)	μ (micras)	μ (micras)
Suma	685,46	497,42	594,81	530,78	458,16	501,40
Media	22,85	16,58	19,83	17,69	15,27	16,71
Desviación estándar	5,15	5,50	5,68	4,86	4,97	4,89
Error estándar	0,94	1,00	1,04	0,89	0,91	0,89
CV	0,75	1,11	0,95	0,91	1,08	0,98



FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
Nº Fibras	5813,22	29	200,45	0,57	1,56	1,87	NS
Error	53134,33	150	354,22				
TOTAL	58947,55	179					

Diámetro del lumen de las fibras de Aegiphila sp.

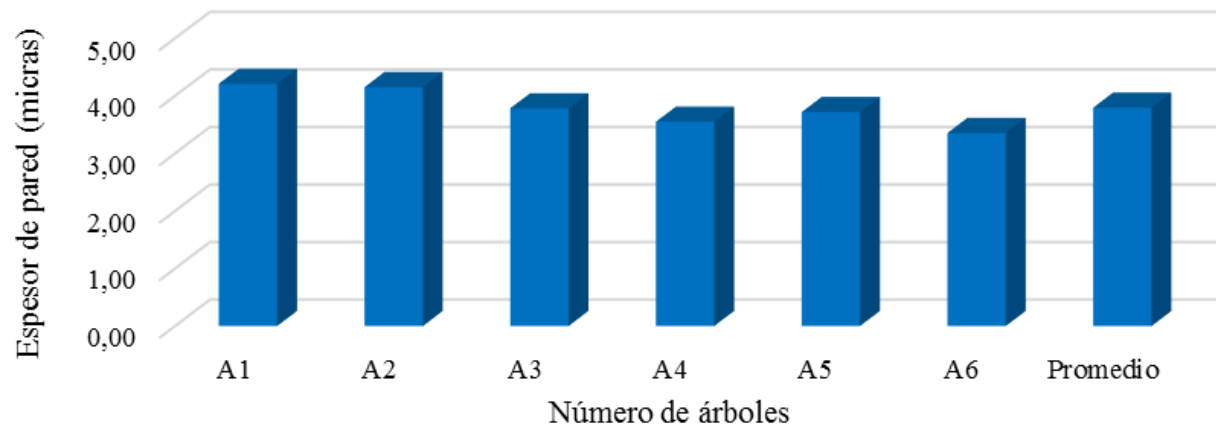
ÀRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	D lumen μ (micras)	D lumen μ (micras)	D lumen μ (micras)	D lumen μ (micras)	D lumen μ (micras)	D lumen μ (micras)
Suma	500,71	685,71	694,28	650,66	632,87	656,84
Media	16,69	22,86	23,14	21,69	21,10	21,89
Desviación estándar	7,22	6,03	4,75	6,57	7,99	4,91
Error estándar	1,32	1,10	0,87	1,20	1,46	0,90
CV	1,44	0,88	0,68	1,01	1,26	0,75



FV	SC	GL	CM	Fc	F α 0.05	F α 0.01	SIG.
Nº							**
Fibras	86565,03	29	2985,00	5,06	1,56	1,87	
Error	88459,30	150	589,73				
TOTAL	175024,33	179					

Espesor de la pared de las fibras de Saurauia sp.

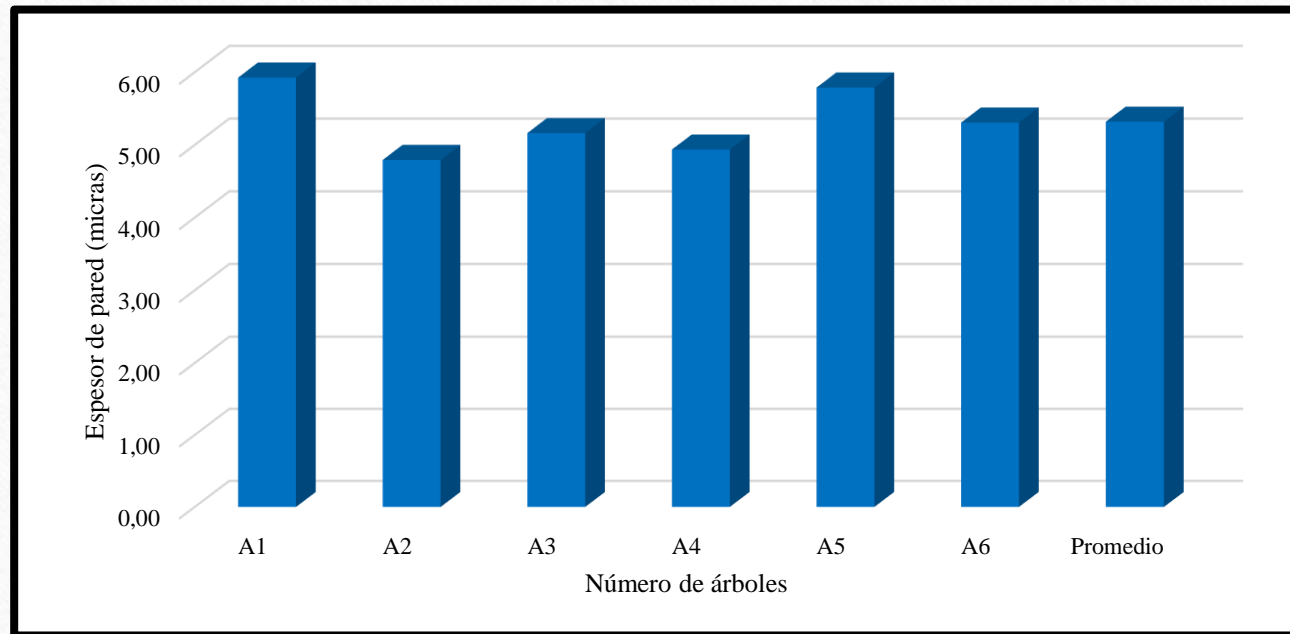
ÀRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)
Suma	126,31	124,55	113,51	106,53	111,55	100,62
Media	4,21	4,15	3,78	3,55	3,72	3,35
Desviación estándar	1,58	1,50	0,83	0,82	1,23	1,12
Error estándar	0,29	0,27	0,15	0,15	0,23	0,20
CV	1,25	1,21	0,74	0,77	1,11	1,11



FV	SC	GL	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	SIG.
Nº							
Fibras	274,69	29	9,47	0,61	1,56	1,87	NS
Error	2338,50	150	15,59				
TOTAL	2613,20	179					

Espesor de pared de las fibras de Aegiphila sp.

ÀRBOLES						
Estimadores estadísticos	A1	A2	A3	A4	A5	A6
	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)	Espesor μ (micras)
Suma	177,77	143,79	154,87	148,09	173,66	159,20
Media	5,93	4,79	5,16	4,94	5,79	5,31
Desviación estándar	1,48	1,38	2,10	1,63	1,89	1,89
Error estándar	0,27	0,25	0,38	0,30	0,34	0,35
CV	0,83	0,96	1,36	1,10	1,09	1,19

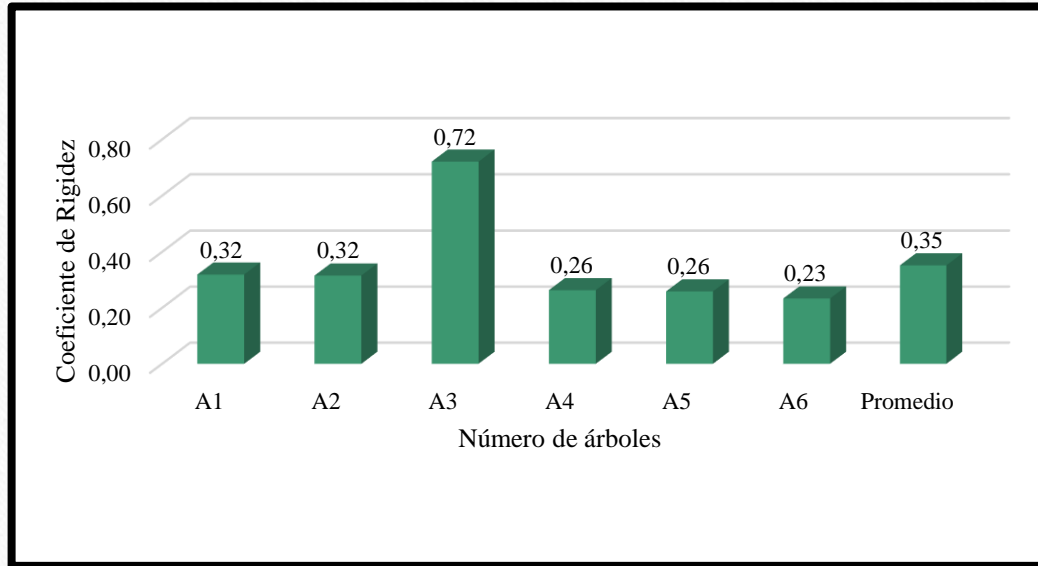


FV	SC	GL	CM	Fc	Fα 0.05	Fα 0.01	SIG.
Nº							
Fibras	562,04	29	19,38	0,63	1,56	1,87	NS
Error	4620,84	150	30,80				
TOTAL	5182,88	179					

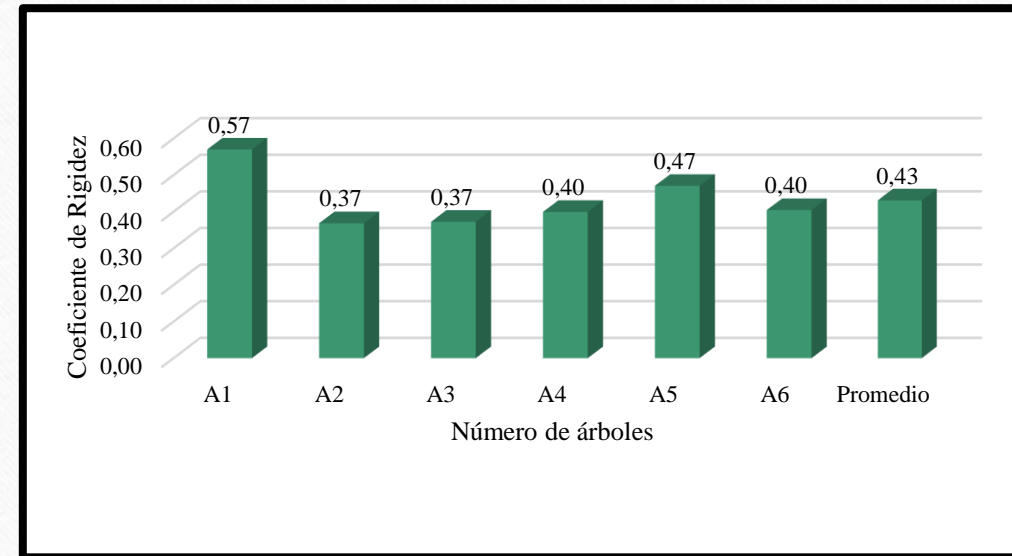
✓ **OBJETIVO 2:**

Índices de calidad de pulpa papel

Coefficiente de rigidez *Saurauia sp*

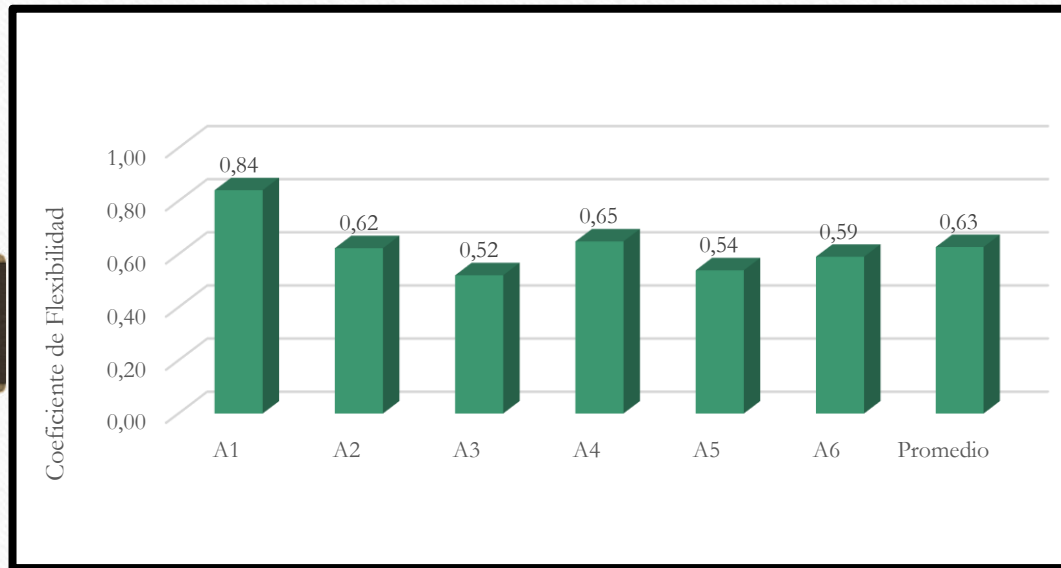


Coefficiente de rigidez *Aegiphila sp*



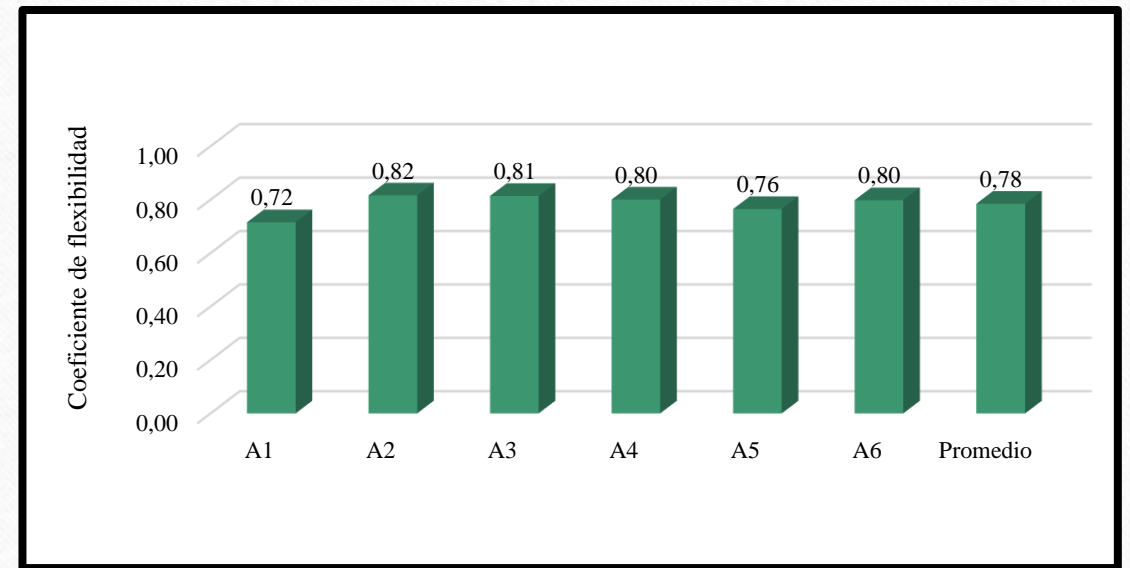
Coeficiente de Flexibilidad

Coeficiente de flexibilidad Saurauia sp



PARED MEDIA

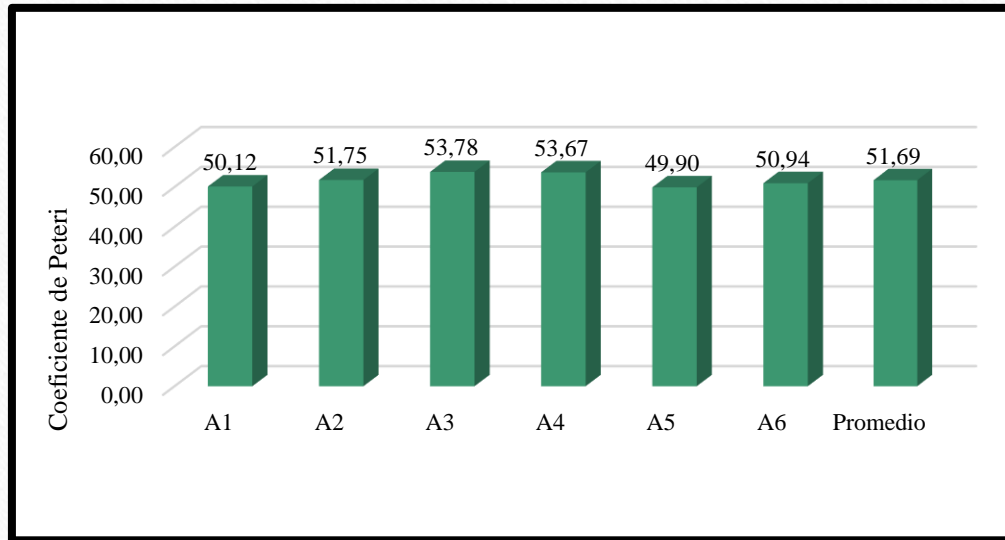
Coeficiente de Flexibilidad Aegiphila sp



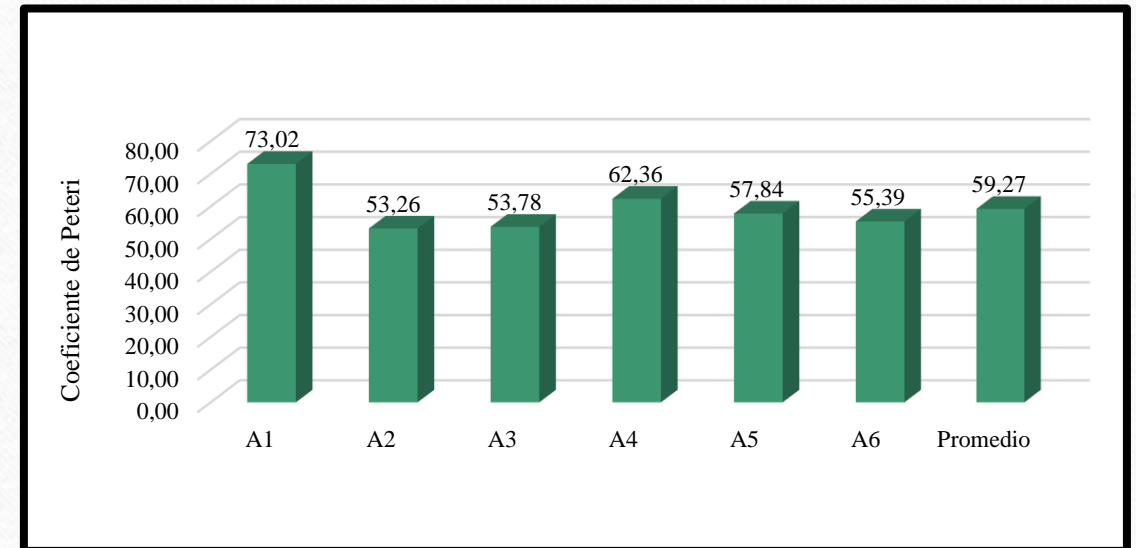
PARED DELGADA

Coeficiente de Peteri o de Esbeltez

Coeficiente de Peteri o Índice de Esbeltez *Saurauia sp*

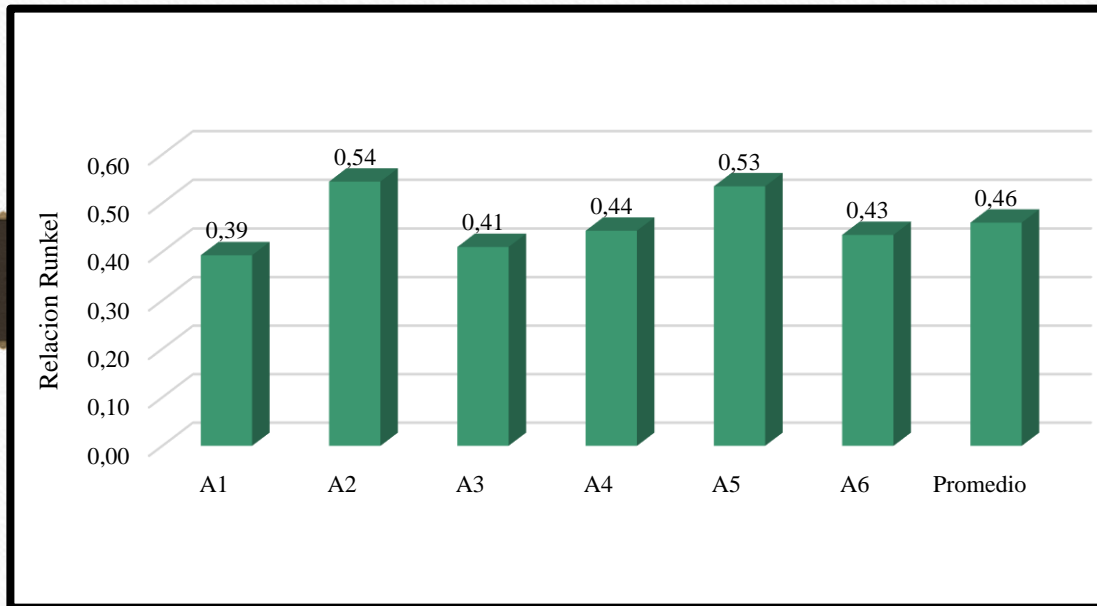


Coeficiente de Peteri o Índice de Esbeltez *Aegiphila sp*

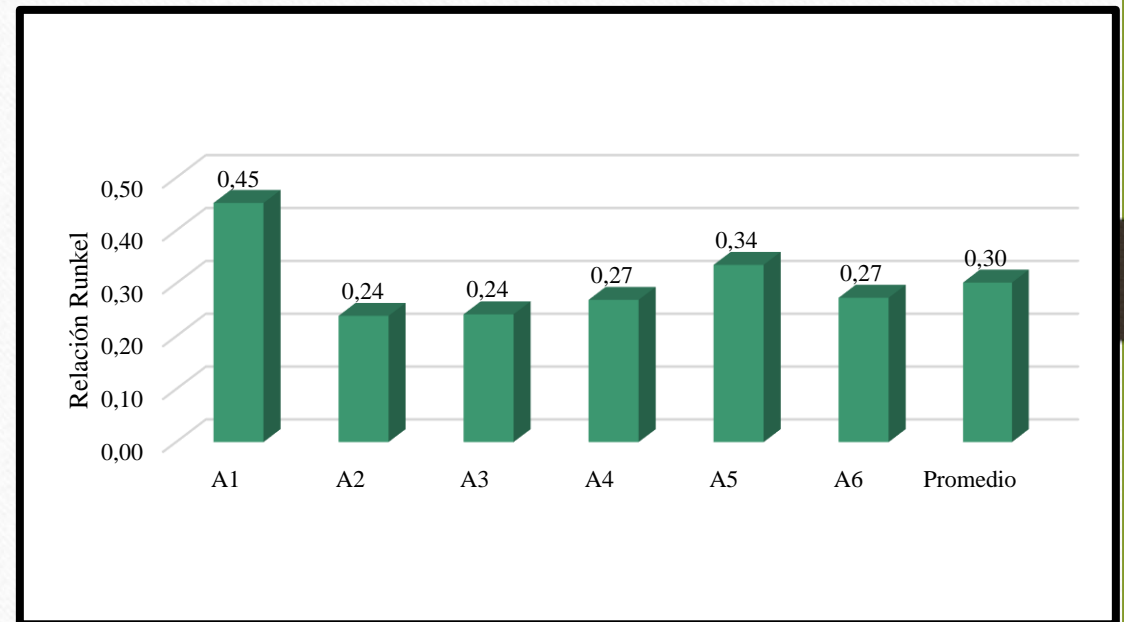


Relación Runkel

Relación Runkel Saurauia sp

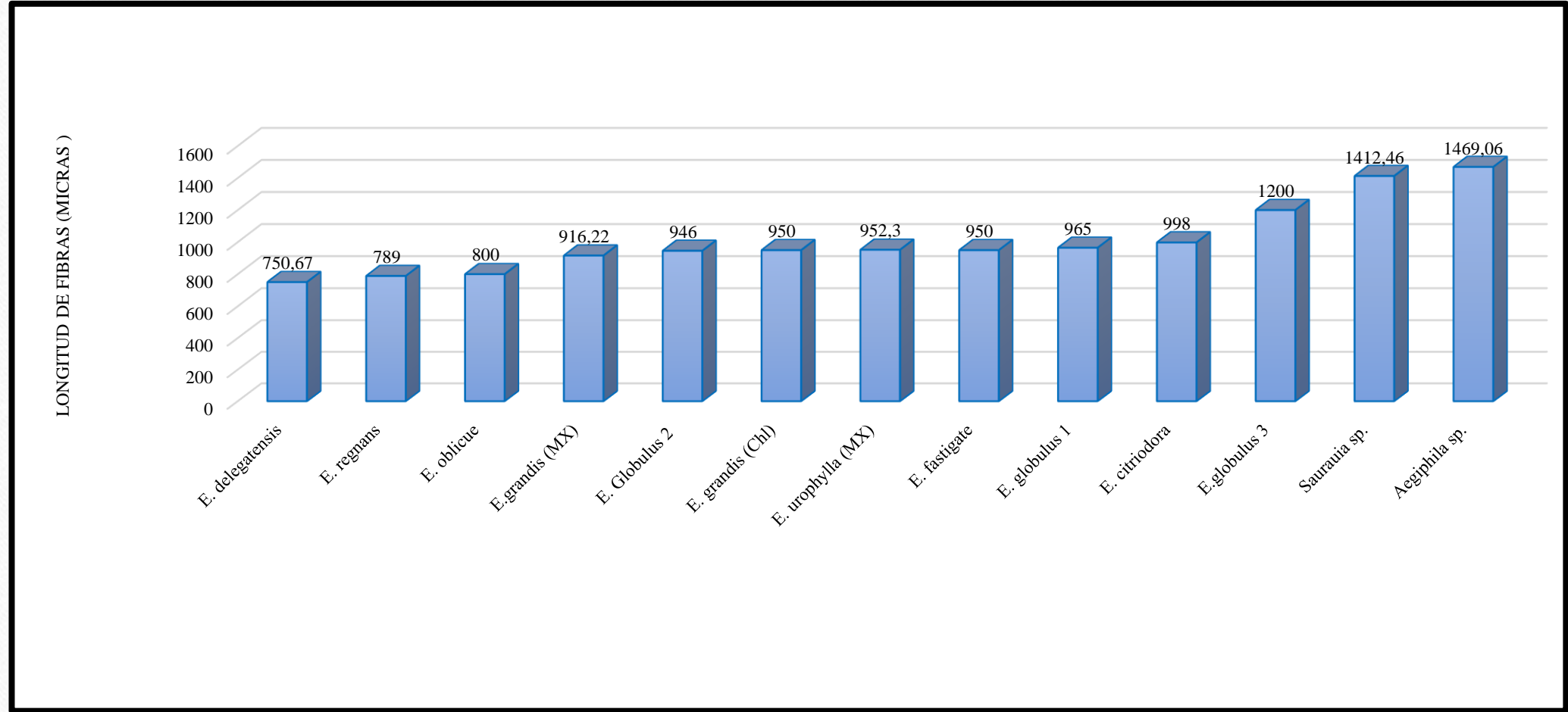


Relación Runkel de Aegiphila sp

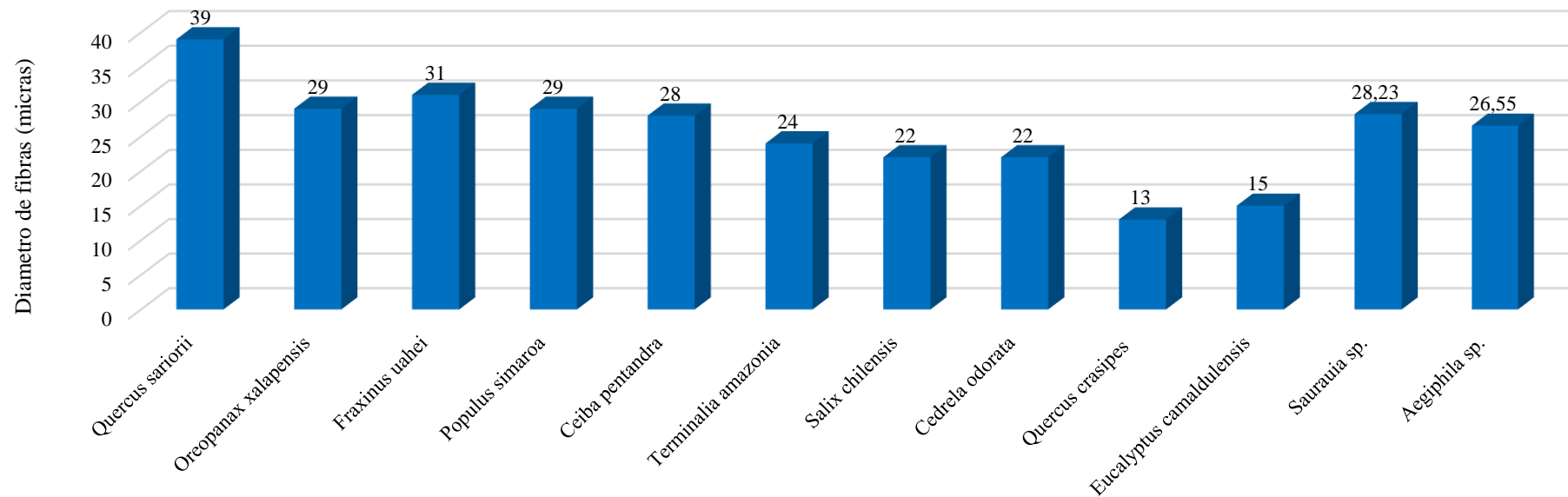




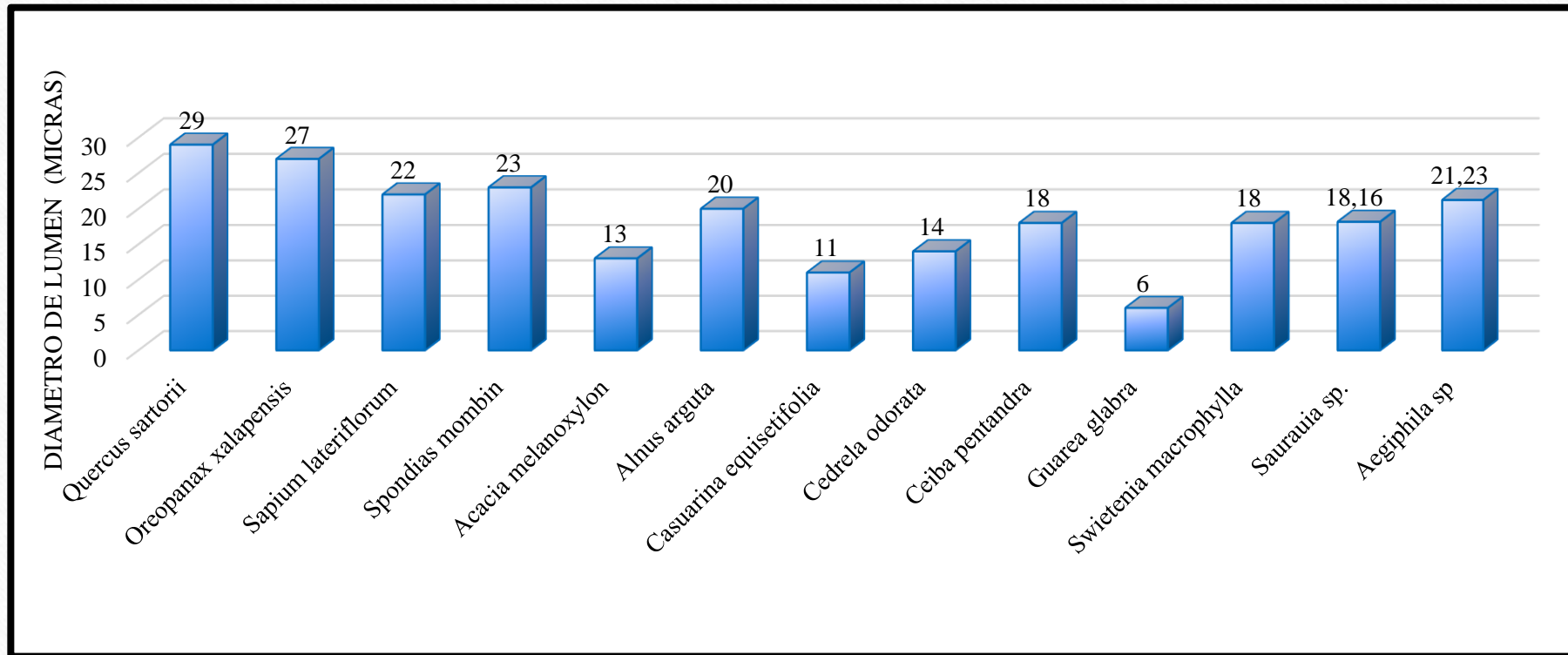
OBJETIVO 3:



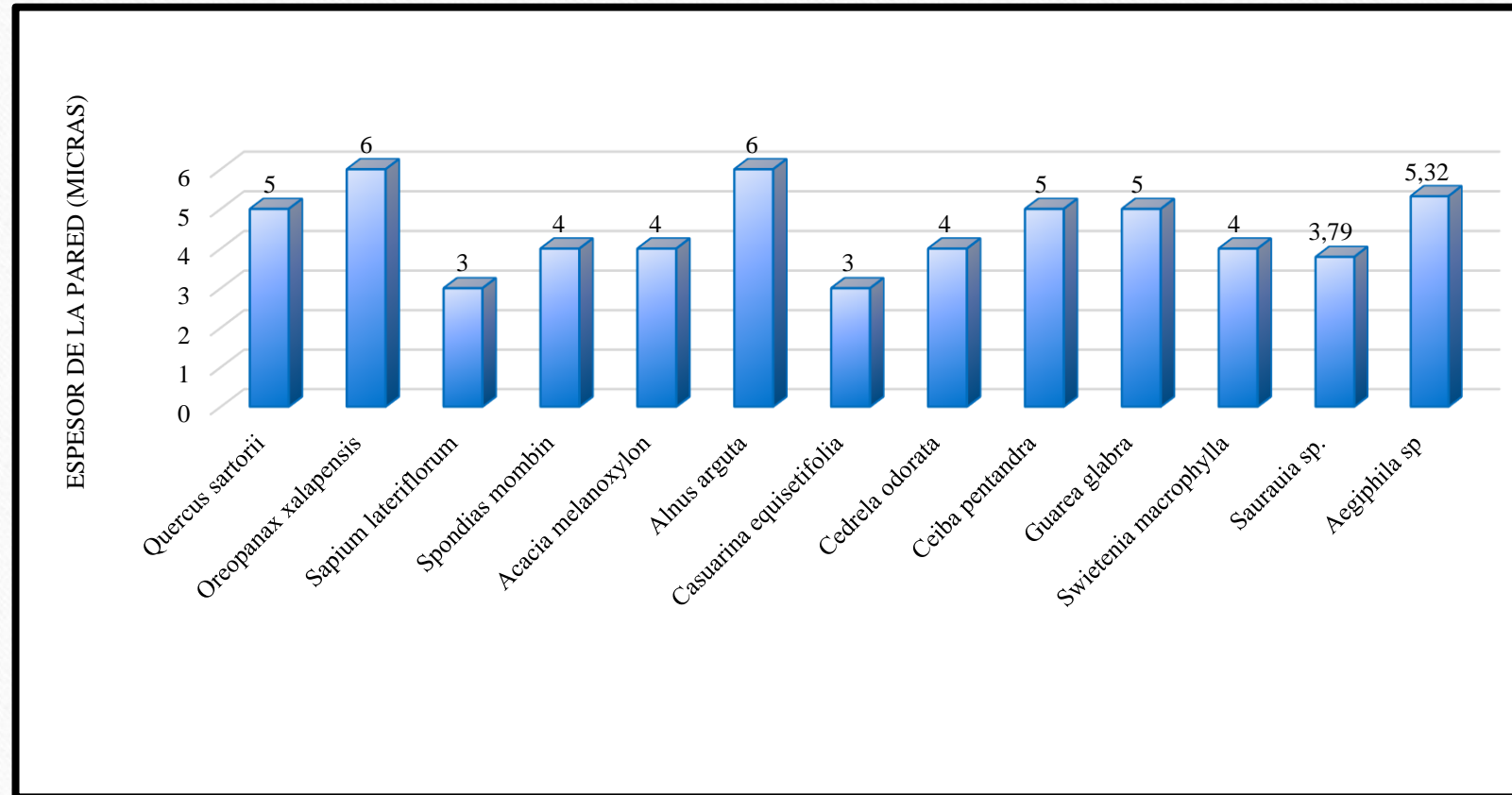
Ancho o diámetro de fibras de 12 especies; 10 especies de Latifoliadas y 1 de Saurauia sp., y 1 Aegiphila sp., correspondiente a este estudio



Diámetro de lumen de fibras de 13 especies; 11 especies de Latifoliadas y 1 de Saurauia sp., y 1 Aegiphila sp., correspondiente a este estudio

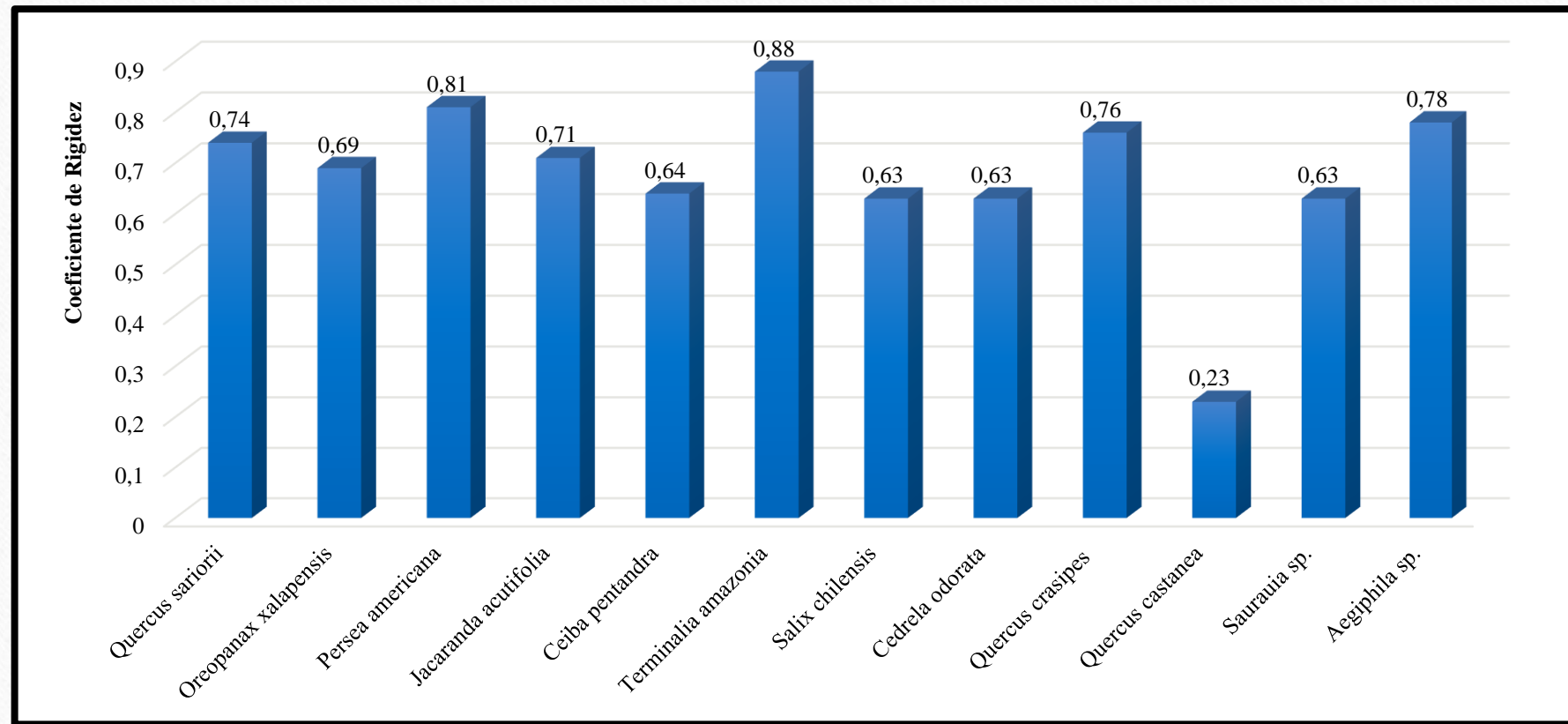


Espesor de pared de fibras de 13 especies; 11 especies de Latifoliadas y 1 de *Saurauia sp.*, y 1 *Aegiphila sp.*, correspondiente a este estudio



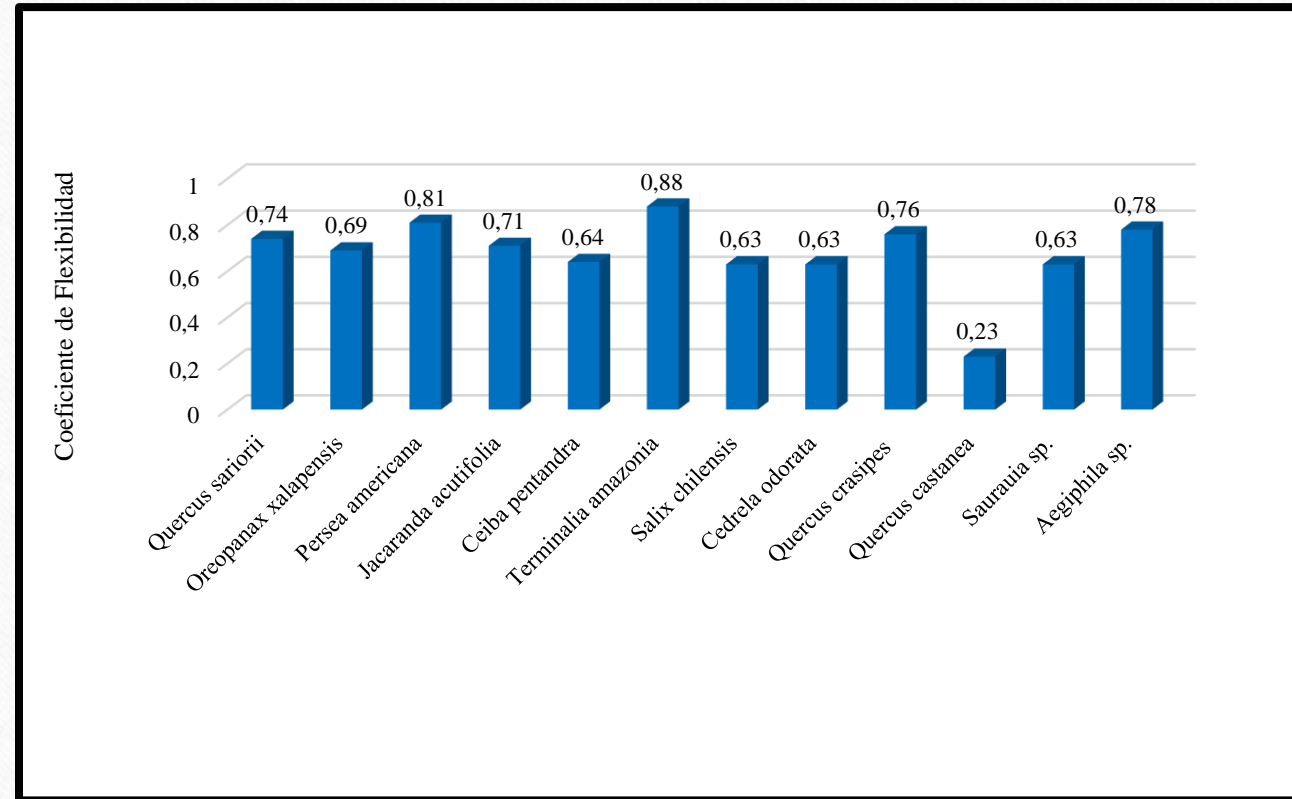
Índices de calidad de pulpa papel

Comparación del coeficiente de rigidez de *Saurauia sp.*, *Aegiphila sp.* con otras 10 especies de latifoliadas



Especies	Coefficiente de Rigidez	Clasificación para papel
<i>Saurauia sp.</i>	1,06	Muy Gruesa
<i>Terminalia amazonia</i>	0,88	Muy Gruesa
<i>Quercus crasipes</i>	0,76	Muy Gruesa
<i>Quercus castanea</i>	0,76	Muy Gruesa
<i>Aegiphila sp.</i>	0,43	Media
<i>Salix chilensis</i>	0,36	Media
<i>Cedrela odorata</i>	0,36	Media
<i>Ceiba pentandra</i>	0,35	Delgada
<i>Oreopanax xalapensis</i>	0,3	Delgada
<i>Quercus sariorii</i>	0,3	Delgada
<i>Jacaranda acutifolia</i>	0,28	Delgada
<i>Persea americana</i>	0,18	Muy Delgada

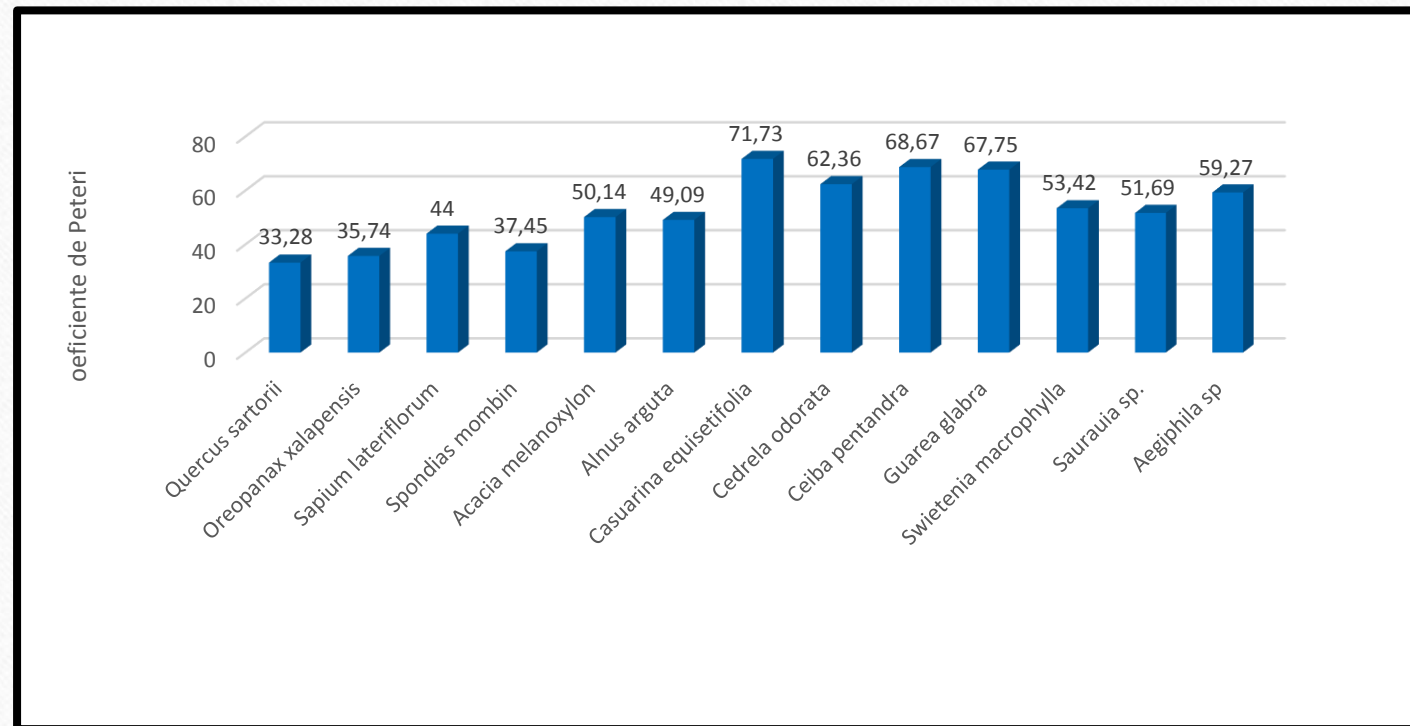
Comparación del coeficiente de flexibilidad de *Saurauia sp.*, *Aegiphila sp.* con otras 10 especies de latifoliadas



Especies	Coefficiente de Rigidez	Grosor de Pared	Clasificación para papel
<u>Terminalia amazonia</u>	0,88	Muy delgada	Fibras sin colapso, buena superficie de contacto, buena unión fibra contra fibra.
<u>Persea americana</u>	0,81	Muy delgada	Fibras sin colapso, buena superficie de contacto, buena unión fibra contra fibra.
<u>Aegiphila sp.</u>	0,78	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra con fibra.
<u>Quercus crasipes</u>	0,76	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra con fibra.
<u>Quercus sarorii</u>	0,74	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra con fibra.
<u>Jacaranda acutifolia</u>	0,71	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra con fibra.
<u>Oreopanax xalapensis</u>	0,69	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra con fibra.
<u>Ceiba pentandra</u>	0,64	Media	Las fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra contra fibra

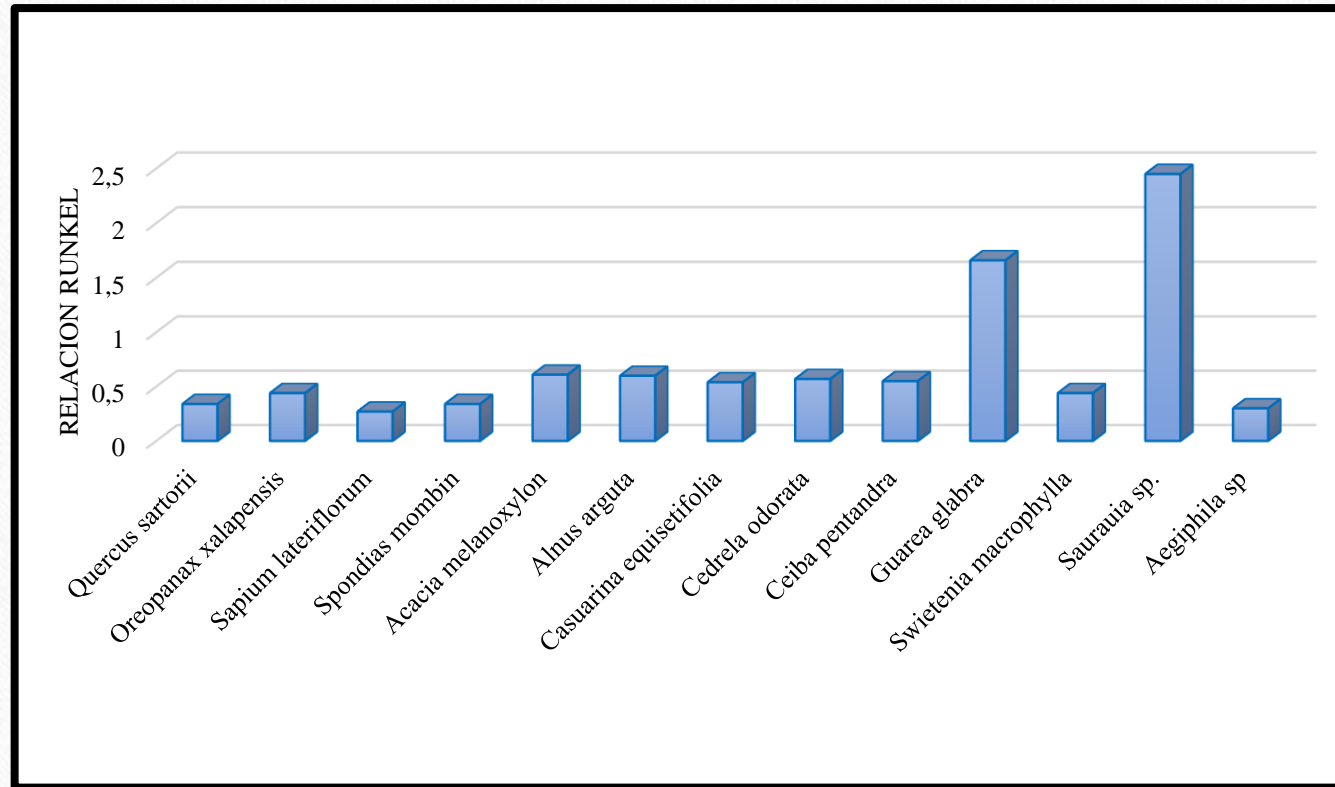
<u>Cedrela odorata</u>	0,63	Media	Las fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra contra fibra
<u>Saurauia sp.</u>	0,63	Media	Las fibras parcialmente colapsadas, buena superficie de contacto, buena unión fibra contra fibra
<u>Quercus castanea</u>	0,23	Muy gruesa	Las fibras no se colapsan, muy poca superficie de contacto, pobre unión fibra contra fibra.

Comparación del coeficiente de Peteri de Saurauia sp., Aegiphila sp. con otras 11 especies de latifoliadas



Especie	Coefficiente de Peteri
<i>Casuarina equisetifolia</i>	71,73
<i>Ceiba pentandra</i>	68,67
<i>Guarea glabra</i>	67,75
<i>Cedrela odorata</i>	62,36
<i>Aegiphila sp</i>	59,27
<i>Swietenia macrophylla</i>	53,42
<i>Saurauia sp.</i>	51,69
<i>Acacia melanoxylon</i>	50,14
<i>Alnus arguta</i>	49,09
<i>Sapium lateriflorum</i>	44
<i>Spondias mombin</i>	37,45
<i>Oreopanax xalapensis</i>	35,74
<i>Quercus sartorii</i>	33,28

Comparación de la Relación Runkel Saurauia sp., y Aegiphila sp. con otras 11 especies de latifoliadas



	Relación		Calidad
Especie	Runkel	Grado	
<i>Saurauia sp.</i>	2,45	V	Mala para papel
<i>Guarea glabra</i>	1,66	IV	Regular para papel
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,61	III	Buena para papel
<i>Alnus arguta</i>	0,6	III	Buena para papel
<i>Cedrela odorata</i>	0,57	III	Buena para papel
<i>Ceiba pentandra</i>	0,55	III	Buena para papel
<i>Casuarina</i>			Buena para papel
<i>equisetifolia</i>	0,54	III	
<i>Oreopanax</i>			Muy buena para papel
<i>xalapensis</i>	0,44	II	
<i>Swietenia</i>			Muy buena para papel
<i>macrophylla</i>	0,44	II	
<i>Quercus sartorii</i>	0,34	II	Muy buena para papel
<i>Spondias mombin</i>	0,34	II	Muy buena para papel
			Muy buena para papel
<i>Aegiphila sp</i>	0,3	II	
<i>Sanium lateriflorum</i>	0,27	II	Muy buena para papel

CONCLUSIONES

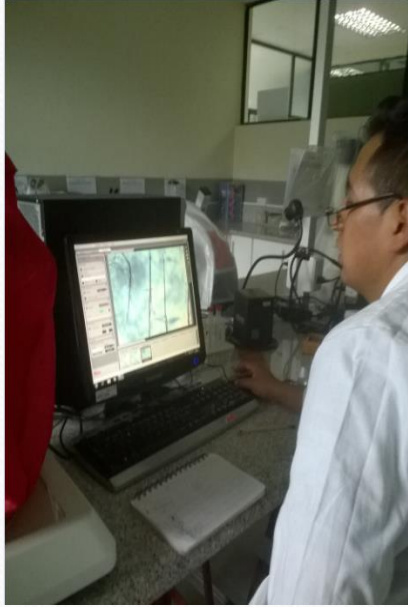
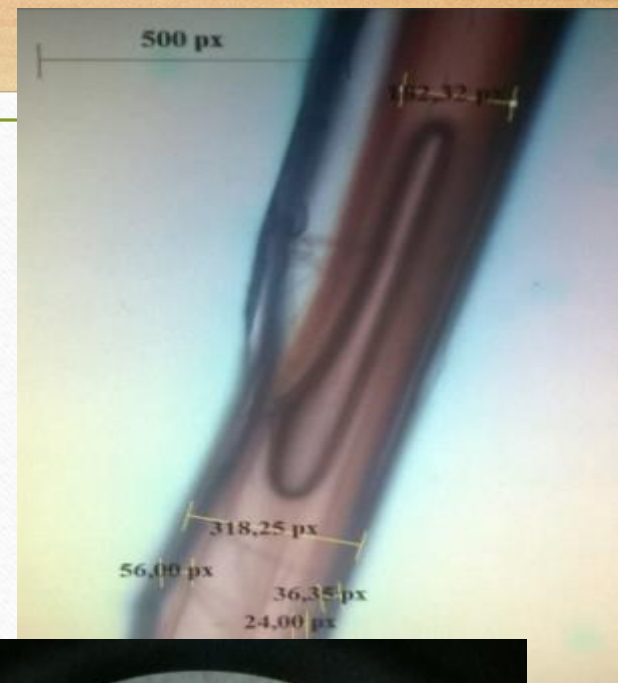
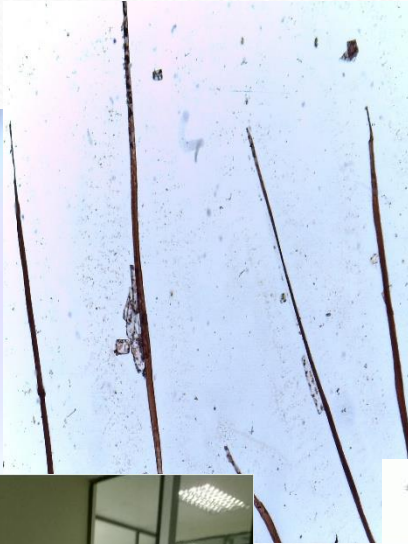
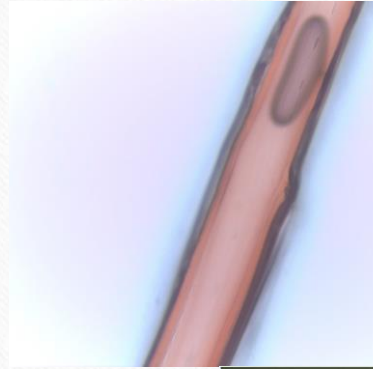
- De acuerdo a lo analizado y observado, en las características físicas y pulpables de las fibras de *Aegiphilia sp* y *Saurauia sp.*, presentaron fibras medianas, diámetros extremadamente anchos, diámetros de lumen medianos, y el espesor de las paredes delgado, tomando en cuenta que la densidad de cada especies es media, al mostrar este tipo de características en la madera permiten relacionar con los índices de calidad.
- En las características se determinó de manera práctica el nivel de variación que experimentan las fibras en la madera de *Saurauia sp.* y *Aegiphila sp.* Que son maderas que presentan fibras medianas, con valores promedio de 1412,46 y 1469,06 correspondientemente.
- De acuerdo con la calidad y clasificación de las fibras se determinó que según el coeficiente de flexibilidad las cataloga como fibras parcialmente colapsadas, con buena superficie de contacto y buena unión fibra contra fibras.
- En el análisis de la Relación Runkel se observó que las fibras de *Aegiphila sp.* se clasificó en grado II con un valor de 0,3 catalogándola como muy buena para la elaboración de papel.
- Mientras que las fibras correspondientes a *Saurauia sp.* se ubicaron en grado V definiendo su calidad para elaborar pulpa papel como mala con un valor de 2,45.

RECOMENDACIONES

Estas especies de madera con características pulpables pueden ser utilizadas con otro tipo de latifoliadas o tal vez coníferas que contengan similares índices de calidad pulpables, las cuales podrían reunir las características más deseadas para la elaboración de papel resistente a sus diferentes usos.

De acuerdo con los resultados obtenidos sería conveniente que las autoridades pertinentes desarrollen nuevas investigaciones para conocer su propagación y desarrollar nuevas plantaciones comerciales para obtener materia prima para elaboración de pulpa papel, especialmente de *Aegiphila* sp que presentó características de muy buena calidad para elaborar papel.

ANEXOS





Bethbella