

**PULPA AL SULFATO DE 7 MEZCLAS DE 39 MADERAS DE LA ZONA DE IQUITOS****Ernesto Molina Chávez<sup>1</sup>**  
**Jorge Bueno Zarate<sup>2</sup>****RESUMEN**

En el presente estudio se evalúa la pulpa al sulfato de 7 mezclas de 39 especies forestales de la zona de Iquitos, las que fueron efectuadas considerando los parámetros de resistencia que presenta la pulpa de las especies en forma individual.

Se comparan los valores de las propiedades físico-mecánicas de las mezclas con los promedios de la pulpa de las especies en forma individual, así como con el promedio de la pulpa de cinco coníferas y de cético (*Cecropia spp.*), encontrándose valores satisfactorios. Todas las mezclas presentan un índice de cloro, bajo.

**SUMMARY**

The present study evaluates the sulfate pulp from 7 mixtures of 39 forest species from Iquitos - Perú these were made considering the parameters of resistance that the pulp of species show individually.

It compares the values of the physic-mechanics properties of the mixtures with the pulp species average individually, the like average of 5 coniferous pulp and cético (*Cecropia spp.*) finding satisfactory values. All of these mixtures, show a low chlorine factor.

**INTRODUCCION**

Especialistas de la FAO pronostican que, para fines del decenio, habrá una grave escasez de papel, agudizándose esta situación para el año 2 000 en el que se necesitarán aproximadamente 500 millones de toneladas de pulpa para el consumo mundial. Esto significa que la capacidad mundial actual de producción deberá ser cuadruplicada y que los países productores tradicionales de pulpa para papel no podrán satisfacer el incremento de la demanda. Considerando la situación expuesta, el Perú debería ser autosuficiente en la producción de pulpa y papel y contar con grandes saldos exportables, por cuanto en la amazonía peruana existe abundancia de materia prima fibrosa de la que puede obtenerse pulpa para papel empleado en la industria, el comercio, la comunicación y la enseñanza.

El bosque tropical presenta una gran diversidad de especies de frondosas, las que pueden ser utilizadas en mayor número que el actual, estableciendo fábricas de pulpa y papel a base de mezclas de madera. La tecnología para la obtención de pulpa de mezclas de maderas tropicales ha adelantado notablemente en la última década y se ha comprobado que por el proceso al sulfato se consiguen pulpas de buena calidad teniendo correspondencia con ciertos grados de pulpa obtenida de especies de madera que se emplean comercialmente; en consecuencia, no existe razón para que pulpa de mezclas de maderas tropicales latifoliadas no se destine a los mismos usos que las de pulpa de tipos comerciable equivalentes, y pueda, por lo tanto, competir con éxito en los mercados internacionales.

Con la tecnología actual, de ser necesario, puede procesarse la madera de cualquiera de las especies presentes en los bosques naturales tropicales, así como sus mezclas, para producción de pulpa para

---

<sup>1</sup> Profesor Contratado – Departamento Académico de Industrias Forestales.

<sup>2</sup> Profesor Principal – Departamento Académico de Industrias Forestales

papel u otros usos, no siendo limitante su heterogeneidad, salvo exigencias, del producto, en cuyo caso la heterogeneidad homogeneizada es la respuesta requerida.

En el presente trabajo se da las características papeleras de 7 mezclas de 39 especies forestales tropicales de la zona de Iquitos.

## **REVISION DE LITERATURA**

Hasta el momento, en el Perú se han hecho estudios sobre aptitud papelera de especies tropicales en forma individual. Es así que Bueno (1) investigó sobre 53 especies de la zona de Iquitos por el proceso al sulfato, al sulfito y mecánico, obteniendo resultados satisfactorios. Precisamente, los resultados de este estudio en lo referente a pulpa química al sulfato han sido tomados como base para seleccionar 39 especies y efectuar 7 mezclas diferentes.

La tecnología concerniente a la obtención de pulpa a base de mezclas de frondosas tropicales es relativamente reciente (12), razón por la cual existen pocos trabajos al

FAO (9) informa que actualmente hay fábricas que utilizan frondosas tropicales y algunas emplean mezclas de muchas especies. Una de ellas es una fábrica de Columbia Británica y también las fábricas de pulpa del Japón, que están importando astillas de frondosas mezcladas.

FAO (10) resalta las grandes posibilidades que tienen las mezclas de latifoliadas para la obtención de cualquier tipo de papel, haciendo referencia a investigaciones realizadas en la Guayana Británica. Así mismo, cita a la Empresa Industria Klavin de Paraná de Celulosa del Brasil, sobre los ensayos que ésta efectuó con mezclas de 21 especies obtenidas de la región del Amazonas (Amapu) y cuyos resultados son satisfactorios.

Petroff y otros (15), en ensayos de laboratorio y en ensayos semi-industriales, demuestran la posibilidad de usar mezcla de maderas latifoliadas tropicales de la región Edea de Camerún como fuente de pulpa para papel, las cuales puedan ser usadas para la producción comercial de pulpa al sulfato blanqueadas de calidad adecuada.

Rodriguez (17) estudiando las características papeleras de 101 especies tropicales, encuentra que 85 de estas pueden ser usadas en mezclas para dar pulpa al sulfato de buena calidad.

Fairest (7), investigando 47 muestras de madera proveniente de una zona boscosa de Venezuela, obtiene pulpas por el proceso al sulfato, en forma individual y luego efectuando siete mezclas eliminando en cada una, un cierto número de especies de acuerdo a diferentes criterios (alto valor comercial, peso específico alto, etc.). Cada madera entró en la mezcla proporcionalmente a la frecuencia que tenía la especie en el bosque.

Igualmente, Fairest (8) preparó mezclas de 50 especies tomadas en partes iguales de otra zona boscosa de Venezuela. Este mismo autor (5), continuando con sus investigaciones, preparó mezclas de 139 especies tropicales evaluando las pulpas resultantes.

Seelkopf (20) señala que gracias a la gran diversidad de dimensiones que presentan las fibras que componen las pulpas derivadas de mezclas de maderas tropicales, se pueden obtener papeles cuyas superficies se adapten especialmente a los trabajos de impresión más delicados.

FAO (9) indica que las pulpas al sulfato tienen mayor variedad de usos para todos los papeles y cartones y el proceso es el más tolerante en cuanto a las especies de madera.

Bueno (3) anota que el proceso al sulfato con rendimientos de 45 a 50, por ciento tiene, la -ventaja de ser un método con el cual puede, ser procesada toda clase de materia prima lignocelulósica, aunque la pulpa producida, es un tanto más difícil de blanquear que las pulpas al sulfito.

Libby (13) señala que el nombre de "proceso, al sulfato" es, quizá, una designación incorrecta ya que haría pensar que en el proceso de cocción más bien se use sulfato y no sulfuro. El sulfato de sodio es, no obstante, el producto químico, que se repone en el proceso, al sulfato, y el sulfuro de sodio es un producto de reducción del sulfato en horno de recuperación que es donde se agrega al producto químico de reposición. A la presencia el sulfuro, anota el mismo autor (13), se debe la mayor resistencia de la pulpa y digestión más rápida del proceso al sulfato.

Rodriguez (18), y Petroff (16), afirman que el proceso al sulfato ha dado excelentes resultados con las maderas de especies latifoliadas de 1 bosque tropical, pudiéndose obtener pulpas con propiedades de resistencia comparables a las pulpas Kraft de coníferas. Kyrklund (12) anota que el proceso más aplicable para fabricar pulpa de mezclas de maderas tropicales es al sulfato.

BUENO (1) en la obtención de pulpa química al sulfato empleó 24 % de álcali activo, 18 % de NaOH, 6 % de  $\text{SNa}_2$ , 25 % de sulfidez, una relación reactivo de deslignificación a madera seca de 4 a 1, una temperatura de deslignificación de 160 °C, con un período de elevación de temperatura de 90 minutos y un período de deslignificación a 160 °C de 60 minutos.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Pulpa y Papel del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

### 1. Material estudiado

Constituido por las siguientes muestras de madera de la zona de Iquitos, obtenidas de 5 árboles por especie mezcladas según se señala en el Cuadro 3.

Nombre común	Nombre científico
1. Apacharama	<i>Licania elata</i> Pilger
2. Apacharama	<i>Protium</i> sp.
3. Azufre caspi	<i>Symphonia globulifora</i> L.
4. Balata gomosa	<i>Manilkara</i> sp.
5. Bellaco caspi	<i>Hymathantus sucuuba</i> (Spruce) Woodson
6. Caupuri	<i>Virola elongata</i> (Benth) Warb.
7. Cepanchina	<i>Sloanea</i> sp.
8. Cumala colorada	<i>Irianthera tessmannii</i> Macbr.
9. Chimicua	<i>Perebea chimicua</i> Macbr.
10. Desconocido	<i>Ladenbergia</i> sp.
11. Espintana	<i>Oxandra</i> sp.
12. Guabilla	<i>Inga</i> sp.
13. Huamansamana	<i>Jacaranda copaia</i> (Avbl) D. Don
14. Huarmi caspi	<i>Sterculia</i> sp.
15. Huir caspi	<i>Xantoxylon</i> sp.
16. Isma moena	<i>Endlicheria wiliamsii</i> O.C.Schmidt
17. Jarabe huayo	<i>Macoubea guianensis</i> Aublet

18. Machimango	<i>Schweilera sp.</i>
19. Machimango	<i>Eschweilera equitoensis</i> colorado Kunt
20. Marupá	<i>Simarouba amara</i> Avbl.
21. Moena amarilla	<i>Aniba amazónica</i> (Meis) Mez .
22. Palo de sangre.	<i>Vismia sp.</i>
24. Poroto shimbillo	<i>Inga brachyrachis</i> Arms.
25. Pucuna caspi	<i>Iryanthera laevis</i> Markg.
26. Quillo sisa	<i>Vochysia lomatophyla</i> Stand
27. Requia blanca	<i>Trichilia sexanthera</i> C.D C.
28. Requia colorada	<i>Guarea trichiloides</i> L.
29. Rifari	<i>Miconia poeppigii</i> Triana
30. Rosadillo	<i>Guatteria sp.</i>
31. Sacha anona	<i>Rollinia sp.</i>
32. Sacha caoba	<i>Hiberodendron swietenoides</i> (Gleason) Ducke
33. Shamboquiro	<i>Croton sp.</i>
34. Shiringa masha	<i>Micranda sprueceana</i> (Baill) R.E. Schult
35. Tangarana de altura	<i>Sclerolobium paniculata</i> Avbl.
36. Tangarana de blanca	<i>Sclerolobium sp.</i>
37. Yacushapana	<i>Buchenavia sp.</i>
38. Yanchama	<i>Perebea chimiena</i> Macbr
39. Zancudo caspi	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng) M. Arg.

Las muestras fueron colectadas por el Convenio UINA-MIT "Estudio de Posibilidades Industriales de las Maderas Nacionales para Fabricación de Pulpa para papel", realizado por el Laboratorio de Pulpa y Papel del Departamento de Industrias Forestales de la Universidad Nacional Agraria (1).

Las especies han sido identificadas en la Sección de Dendrología del Departamento de Manejo Forestal de la UNA.

Los reactivos y equipos utilizados han sido las especificadas por las normas y procedimientos empleados.

## 2. Métodos y procedimientos

Preparación de la madera para obtención de pulpa.

Se prepararon astillas de 0.5 x 1.5 x 3 cm, de las especies que integran las mezclas de presente trabajo.

### Obtención de pulpa

La pulpa se obtuvo por el proceso químico al sulfato, empleando 24 o/o de álcali activo, 18 o/o de NaOH, 6 % Na<sub>2</sub>S, 25 % de sulfidez; una relación reactivo de deslignificación a madera seca de 4 a 1, una temperatura de 160 °C con 90 minutos de período de elevación de temperatura y 60 minutos a 160 °C.

Las mezclas se efectuaron considerando los parámetros de resistencia de las especies estudiadas por Bueno (1), previo ajuste de los valores respectivos a 50 °SR, para luego hacer las combinaciones respectivas y evaluar su comportamiento.

En el Cuadro 1, se muestran las especies que intervienen en cada mezcla, el criterio de selección de las especies, los valores, promedio de resistencia, rendimiento de pulpa, y los valores promedio de densidad seca al horno de la madera.

La cantidad de astillas, como peso seco por especie y el porcentaje por especie para las seis mezclas de madera, se encuentra en el Cuadro 2.

El proceso de digestión se llevó a cabo en un digestor rotatorio de laboratorio, con capacidad de 15 litros, dotado de 4 obuses de un litro de capacidad. Luego de la digestión, la pulpa obtenida fue lavada con agua desionizada sobre malla 150. Posteriormente, fue tratada en un Cripto Perles para su homogenización.

El refinado y control de refinado se efectuó conforme a las normas SCAN-C 24:27 y SCAN-M 3:65, respectivamente. La formación de hojas para ensayos físicos fue realizada según la norma TAPPI 205 os-71. Estas hojas se acondicionaron de acuerdo a norma ITINTEC 272.010 a  $20 \pm 20^\circ\text{C}$  y a  $65 \pm 2\%$  de H.R.

La determinación de humedad, gramaje, espesor, resistencia a la tensión, alargamiento por tensión, resistencia al reventamiento y resistencia al rasgado, fueron efectuadas de acuerdo a norma TAPPI 220: os-71; la resistencia al plegado, porosidad y blancura se determinaron de acuerdo a las normas ITINTEC 272:027, 272:018 y 272:033, respectivamente. La determinación del índice de cloro se efectuó según norma SCAN-C 29:72.

## RESULTADOS

Los resultados del rendimiento, número de vueltas requerido en refinador PFI para obtener 35 y 50 °SR, así como los resultados del contenido de humedad, gramaje sobre base acondicionada, gramaje sobre base seca, espesor, longitud de rotura (LR), alargamiento por tensión, índice de reventamiento (IR), índice de rasgado (ID), dobles pliegues (DP), porosidad y blancura, y los resultados del índice de cloro se presentan en el Cuadro 3.

## DISCUSION

El promedio de rendimiento de las mezclas estudiadas es de 47.6 %, siendo la de mayor rendimiento la Mezcla 1 con 53.7 % y la de menor rendimiento de 45.7 % para la mezcla 2.

A excepción de la mezcla 1, todas las demás presentan menor rendimiento que el promedio individual de las especies. Esto puede ser debido a diversas causas, como la densidad de la madera y el número de especies que intervienen en cada mezcla. Para Rodríguez, (19) una alta densidad está asociada con paredes de las fibras gruesas y un alto contenido de extractivos, lo cual haría más difícil la penetración y el ataque de los agentes deslignificantes. Newell (14) afirma que maderas de alta densidad requieren una concentración más grande de reactivos que madera blanda.

**CUADRO 1. ESPECIES INTEGRANTES DE LAS MEZCLAS ESTUDIADAS Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS**

MEZCLA	Nº de Especies	ESPECIES DE LA MEZCLA	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES PARA LA MEZCLA	RESISTENCIA PROMEDIO A 50° SR DE LAS PULPAS DE LAS ESPECIES QUE INTEGRAN CADA MEZCLA				DENSIDAD PROMEDIO DE LA MADERA DE LAS ESPECIES DE CADA MEZCLA	RENDIMIENTO PROMEDIO DE PULPA DE LAS ESPECIES %
				LR	DP	IR	ID		
1	2	15 y 35	Las 35 por tener los valores más altos en LR, DP e IR; la 15 por tener el valor más alto de ID	10,219	4,492	72.4	154	0.46	52.7
2	8	1, 3, 16, 19, 24, 26, 33 y 35	La 16, 26 33 y 35 por presentar los valores más altos en LR y la 1, 3, 19 y 24 por tener los valores más bajos en LR.	7,675	1,732	47.4	117.4	0.64	50.8
3	14	6, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 25, 26, 27, 32, 33, 34 y 35	Todas estas especies presentan los 6 valores más altos en cada uno de los parámetros de la resistencia.	8,995	1,838	59.1	141.9	0.55	51.2
4	12	13, 14, 15, 16, 18, 25, 26, 27, 32, 33, 34 y 35	La 13, 15, 16, 26, 33, y 35 por presentar valores altos de LR y la 14, 18, 25, 32 y 34 por tener los valores más bajos en ID.	8,971	1,867	58.1	145.9	0.57	50.8
5	22	3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 23, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37	Todas estas especies presentan los 10 primeros valores más altos en cada uno de los parámetros de la resistencia.	8,724	1,418	55.1	140.6	0.47	50
6	17	1, 2, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 19, 21, 22, 24, 28, 29, 30, 38, 39	Por presentar los 10 valores más bajos en cada uno de los parámetros de resistencia.	6,609	136	35.4	115	0.64	49.1
7	39	Mezcla de las pulpas de las mezclas 5 y 6		7,666	777	45.2	127.8	0.60	49.6

LR = Longitud de Rotura

DP = Dobles Pliegues

IR = Índice de Reventamiento

ID = Índice de Rasgado

**CUADRO 2. PESO DE MADERA SECA TOTAL Y POR ESPECIE EN LAS SEIS MEZCLAS DE MADERA**

<b>Mezcla</b>	<b>Peso de Madera seca total (g)</b>	<b>Número de especies por mezcla</b>	<b>Peso Seco por especies (g)</b>	<b>% por Especie</b>
1	300	2	150	50
2	300	8	37.5	12.5
3	300	14	21.43	7.14
4	300	12	25.0	8.33
5	600	22	27.27	4.54
6	600	17	35.29	5.88

En las mezclas del presente estudio, se ha encontrado que la mezcla 1, que tiene la densidad promedio más baja (0.46), presenta el rendimiento más alto (53.7 %) y que la mezcla 2, que tiene la densidad -promedio más alta (0.64), tiene el rendimiento más bajo (45.7%). Fairest (6), en trabajos efectuados en maderas de diferente densidad, encuentra, que las maderas blandas presentan mayor rendimiento que las maderas duras,

En las condiciones del presente estudio, todas las mezclas han sufrido fuerte deslignificación como se refleja en el bajo índice de cloro obtenido (Cuadro 3).

Para conseguir los 35 y 50 °SR buscando se han requerido diferentes números de vueltas en refinador PFI - según el tipo de mezcla (Cuadro 3). En líneas generales, comparando con los resultados de especies individuales, obtenido por Bueno (1), se puede asumir que es más fácil refinar pulpa de mezclas de maderas que refinar pulpa de especies de madera en forma individual.

En el presente estudio, se han hecho las mezclas de las maderas en proporciones iguales, de cada especie integrante, por lo que era de esperar que los resultados de resistencia representarían aproximadamente el promedio de los valores individuales (Cuadro 1); pero estos promedios comparados con los resultados de las mezclas a 50 °SR que se dan en el Cuadro 3, no confirman tal suposición en el caso de dobles pliegues.

La LR promedio de las especies individuales se encuentra muy cerca al valor de LR de la mezcla e inclusive mezclas como la 2 y 6 tienen valores más altos que el promedio de las especies individuales. La mezcla 7, que es una mezcla de pulpas de las mezclas 5 y 6, presenta una LR casi igual al promedio de LR de las pulpas de dichas mezclas.

Los valores de DP de las mezclas son, en todos los casos, inferiores al promedio de las pulpas individuales de las especies que integran cada mezcla. Correa (4) y Guha (11) en trabajos similares, igualmente encuentran que los dobles pliegues de la pulpa obtenida de mezclas de madera presentan valores más bajos en comparación con los valores individuales de las especies.

Los valores del IR están por debajo de los promedios de las pulpas individuales respectivos, salvo los de las mezclas 6 y 7 donde éste tiene valores más altos que el promedio correspondiente a las pulpas individuales. Sobre todo es notoria la diferencia que hay entre la mezcla 7 y el promedio de las pulpas individuales de las especies que la componen.

**CUADRO 3. PROPIEDADES FISICAS E INDICE DE CLORO DE LAS SIETE MEZCLAS ESTUDIADAS**

Mezcla	Rendimiento	Refinado		Contenido de Humedad	Gramaje		Espesor (micrones)	Longitud de rotura	Alargamiento por tensión	Indice de reventamiento	Indice de rasgado	Dobles plieges (Tension de Ensayo 1 K)	Porosidad (Seg/100cm <sup>3</sup> )	Blancura	Indice de Cloro
		Número de Revoluciones PFI	°SR		Sobre base acondicionada	Sobre base seca									
1	53.72	3,000	35	8.9	65.7	59.8	88	8,891	3.4	51.0	140.0	412	20.1	43.7	2.34
		5,600	50	8.9	66.8	60.8	85	8,925	3.5	57.2	142.1	1041	79.4	42.4	
2	45.66	3,500	35	8.8	65.2	59.5	96	7,359	2.8	33.9	133.0	62	10.1	42.0	3.46
		5,500	50	9.1	66.2	60.2	95	7,968	2.9	46.	139.4	241	28.5	41.3	
3	45.91	4,000	35	8.6	64.4	58.8	89	7,868	2.8	43.2	139.4	172	12.3	41.2	3.32
		6,000	50	8.9	65.2	59.4	87	3,058	2.9	47.1	128.0	415	46.6	41.1	
4	45.97	4,000	35	9.0	64.2	58.4	92	7,632	2.6	41.2	152	96	11.3	40.6	3.00
		7,000	50	9.0	65.9	60.0	87	7,924	3.3	44.6	128	226	43.8	39.0	
5	47.16	2,000	35	9.2	66.0	60.9	96	7,707	2.6	41.0	151.1	112	11.1	30.4	2.68
		4,000	50	9.2	65.7	60.6	92	8,009	2.5	49.4	146.5	280	35.9	29.2	
6	47.16	2,000	35	9.2	65.9	60.6	107	5,477	1.3	28.3	121.5	22	2.6	28.7	3.65
		3,500	50	9.2	65.9	60.9	99	7,121	2.3	35.6	141.6	58	11.1	28.1	
7	47.16	2,000	35	9.3	66.6	61.7	104	6,438	1.7	33.1	130.2	44	4.3	30.9	3.15
		4,000	50	9.4	66.3	61.2	95	7,443	2.3	50.8	148.4	131	17.2	29.4	



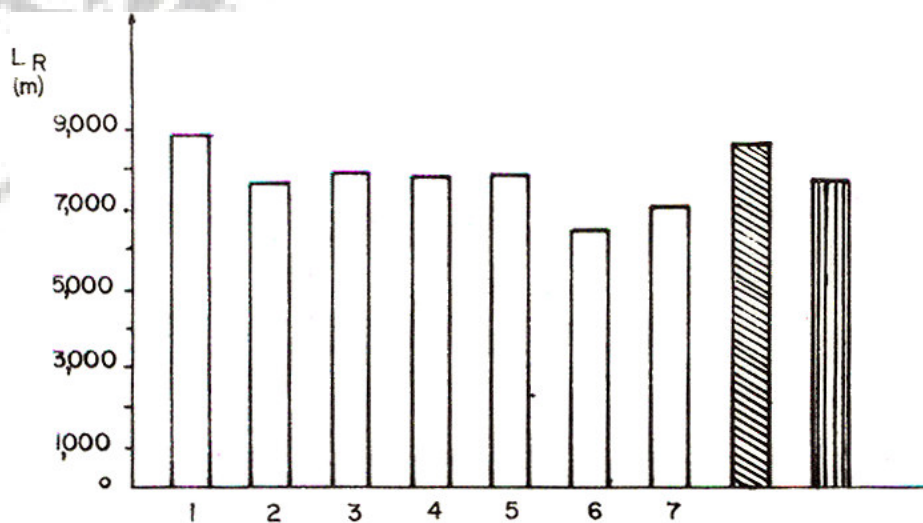
En las mezclas 2, 5, 6 y 7, los valores de ID son superiores al promedio de ID de las pulpas de las especies individuales. El ID de las mezclas 1, 3 y 4, es inferior al promedio de ID de las pulpas de las especies individuales.

En el Cuadro 3, se observa que, por efecto del refinado, los valores de longitud de rotura, dobles pliegues y el índice de reventamiento aumentan, pero el índice de rasgado para algunas mezclas disminuye (mezclas 3, 4 y 5) y para otras aumenta (mezclas 1, 2, 6, y 7). La porosidad y la blancura disminuyen.

Los resultados de LR, DP, IR e ID han sido ajustados a 45 °SR (Cuadro 4) para poder compararlos con el promedio de cinco coníferas obtenidas en las mismas condiciones y que son muy utilizadas en, la fabricación de pulpa para papel (2) y también con el cetico (*Cecropia spp*) (2), especie del trópico peruano del cual se produce papel a escala industrial.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan los valores de resistencia de las diferentes mezclas estudiadas, frente al cético y al promedio de cinco coníferas.

La LR de la pulpa de mezcla 1 es superior a la de las especies de comparación. El valor de LR de las mezclas 6 y 7 es inferior al de las pulpas de comparación debido a que en ambas mezclas intervienen 17 especies que presentan los valores más bajos de resistencia a la tensión. La pulpa de las otras mezclas, 2, 3, 4 y 5, tienen valores próximos de LR al de las pulpas de comparación. (Figura 1).



**Fig. 1** Pulpa química al sulfato: Longitud de Rotura ( $L_R$ ) ajustado a 45 °SR

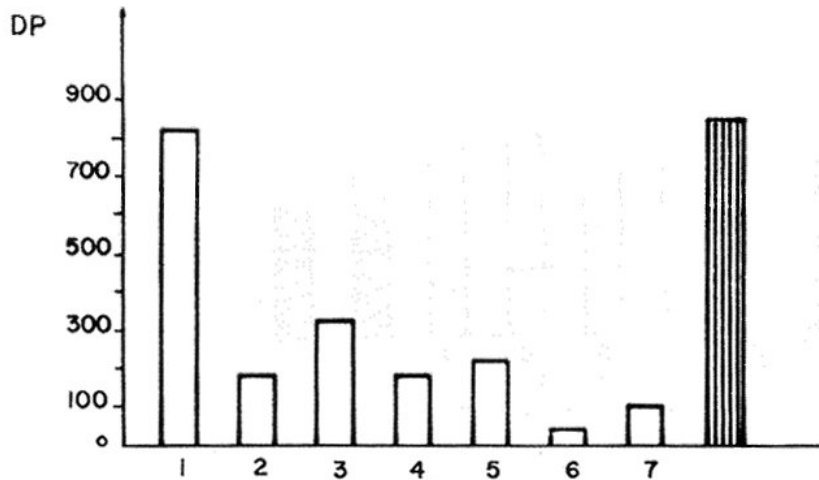
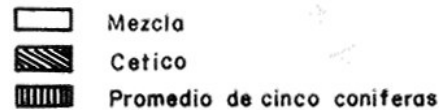


Fig. 2.- PULPA QUIMICA AL SULFATO :  
DOBLES PLIEGUES (DP) AJUSTADOS A 45 °SR.



Tomando como referencia el Cuadro 4 y la figura 2, se observa que todas las mezclas presentan valores más bajos de dobles pliegues que el promedio de las coníferas. El índice de reventamiento de todas las mezclas es más bajo que el de las coníferas; pero, a excepción de la mezcla 6, todas superan al cético (figura 3). Todas las mezclas presentan un índice de rasgado muy superior al de las coníferas de comparación e igualmente superan al cético (figura 4).

Los valores de resistencia de mezclas de especies tropicales reportadas por Fairest (5, 7 y 8) presentan variación significativa dependiendo del tipo de bosque y de número de especies que intervienen en la mezcla. En promedio, la LR, ID y el IR presentan valores muy próximos a los obtenidos en las mezclas del presente estudio, en cambio los DP son ligeramente más altos.

Los bajos índices de cloro determinados (Cuadro 3) indican que las pulpas a base de las mezclas estudiadas se ha deslignificado notablemente; el valor más bajo corresponde a la mezcla 1, con 2.34 y el más alto a la mezcla 6, con 3.65. Comparando con los resultados de índice de cloro obtenido por Bueno(1) y tomando las especies de madera en forma individual, en general se puede afirmar que las pulpas obtenidas de mezclas de maderas tropicales son más fáciles de blanquear debido a que sufren mayor deslignificación.

**CUADRO 4. PULPA QUIMICA AL SULFATO:  
PROPIEDADES MECANICAS A 45°SR**

<b>Pulpa</b>	<b>LR</b>	<b>DP</b>	<b>IR</b>	<b>ID</b>
Mezcla 1	8,914	831	55.1	141.4
Mezcla 2	7,765	182	42.0	137.3
Mezcla 3	7,995	334	45.8	132.1
Mezcla 4	7,827	183	43.5	136.0
Mezcla 5	7,908	224	46.6	148.0
Mezcla 6	6,573	46	33,2	134,9
Mezcla 7	7,108	102	44.9	142.3
Cetico (*)	8.665	---	43.5	107.9
Promedio de cinco coníferas (* *)	7,787	850	57.7	88.7

(\*): Tomado de Bueno (2)

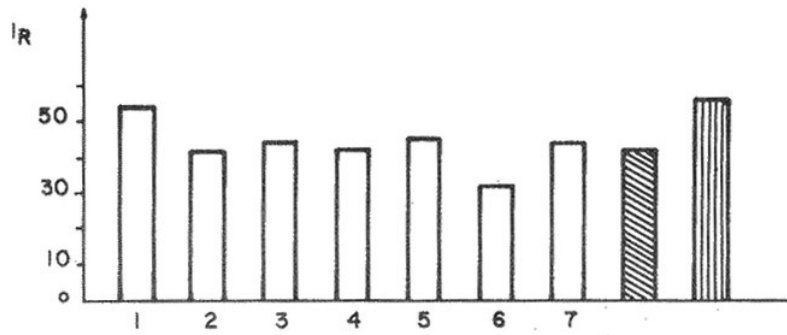
(\*) (\*\*): *Pinus silvestris*  
*Picea excelsa*  
*Pseudotsuga douglasii*  
*Pinus patula*  
*Pinus caribaea*

## CONCLUSIONES

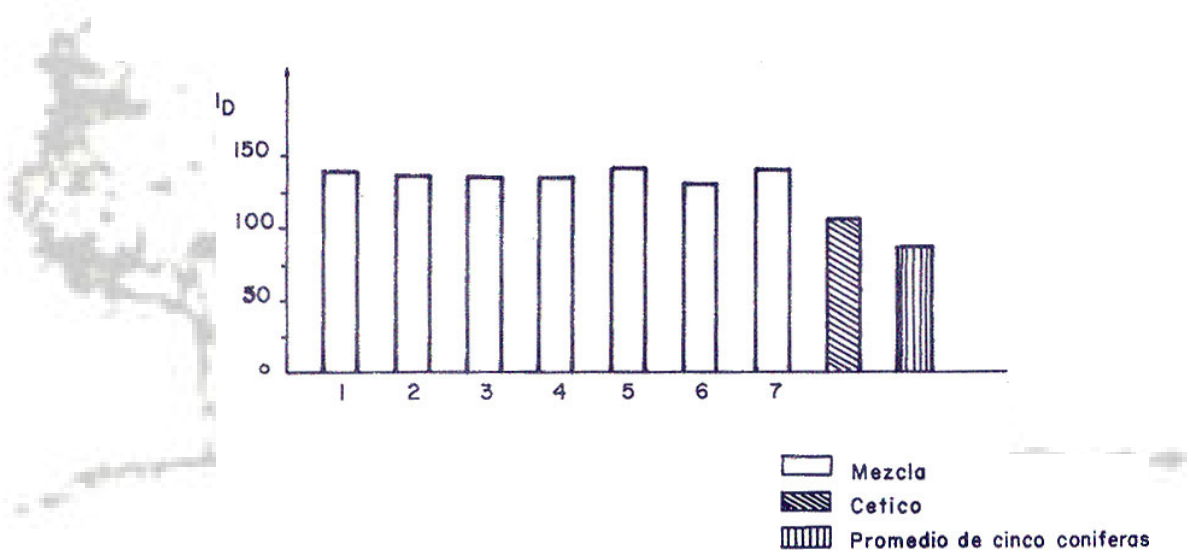
1. Las mezclas de las especies estudiadas, cuya densidad promedio es baja, presentan rendimientos mayores que las mezclas cuya densidad promedio es más alta.
2. La deslignificación en la obtención de pulpa de mezclas de madera, es mayor que cuando se tratan las especies individualmente.
3. El refinado de pulpa de mezclas de madera es más fácil que el de pulpas de las especies individuales.
4. La pulpa de las siete mezclas presentan longitud de rotura similares a la de cetico y al promedio de cinco coníferas de comparación. La mezcla 1, supera a la pulpa de dichas especies.
5. El valor de los dobles pliegues de la mezcla 1 es similar al valor promedio de las cinco pulpas de coníferas. Las pulpas de las demás mezclas presentan valores más bajos de plegado que las especies de comparación.
6. La pulpa de la mezcla 1 presenta un índice de reventamiento similar al de la pulpa de coníferas, pero las demás mezclas presentan valores más bajos. A excepción de la mezcla 6, el índice de reventamiento de la pulpa de las demás mezclas superan al valor de la pulpa de célico.
7. Las pulpas de todas las mezclas presentan un índice de rasgado superior que el de la pulpa de coníferas de comparación e igualmente superan al de cetico.

8. Los índices de cloro hallados indican que las pulpas de las siete mezclas son fáciles de blanquear. Las pulpas de las mezclas tienen menores índices de cloro que las pulpas de las especies individuales, siendo por tanto más fáciles de blanquear que estas últimas.





**Fig. 3.** Pulpa química al sulfato: Índice de Reventamiento ( $L_R$ ) ajustado a 45 °SR



**Fig. 4.** Pulpa química al sulfato: Índice de Reventamiento ( $L_R$ ) ajustado a 45 °SR

**BIBLIOGRAFIA**

1. BUENO, J. y OTROS. "Estudio de Posibilidades Industriales de las Maderas Nacionales para la Fabricación de Pulpa para Papel". Departamento de Industrias Forestales. UNA-MIT. Lima. 1975. p. 223.
2. BUENO, J. 1970. "Aptitud Papelera de 21 Especies Forestales del Perú". Revista Forestal del Perú, Lima 4 (1-2): 32-40.
3. 1969. "Fabricación de Pulpa Celulósica por el proceso al sulfito neutro de sodio". Revista Forestal del Perú. Lima. 3(1): 9-21.
4. CORREA, A. y OTROS. 1974. "Estudio Papeleiro de Maciços Florestais Amazonicos. Acta Amazónica. Sao Paulo, Año IV (2): 23-46.
5. FAIREST, R. "Estudios sobre la Elaboración de Pulpa al Sulfato a partir de Especies Madereras de la Región de Pie de Monte Andino". Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida. 1965. p. 32.
6. FAIREST, R. 1964. "Pulpa para Papel a partir de Tres Maderas Típicas de la Selva del Estado de Bolívar". Revista Forestal Venezolana. Universidad de los Andes. Año VII (10-11): 121-140.
7. ----- y RODRIGUEZ, S. "Preparación de Pulpa para Papel con Maderas del Estado de Bolívar". Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida. 1963, P.23.
8. ----- y OTROS. "La evaluación de Pulpas al Sulfato de Especies Dominantes de la Guayana Venezolana". Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida. 1964. p.36.
9. FAO. Guía para Planificar Empresas y Fábricas de Pasta y Papel.. Roma. 1973. p.425.
10. ----- "Maderas de Especies Latifoliadas Tropicales y Sub-Tropicales como fuente de Papel y Celulosa en América Latina". Documento de Secretaria. Perspectivas de la Industria de Pulpa y Papel en América Latina. México. 1955 p. 80.
11. GUHA, S. 1970. "Pulping of Andre Pradesh Hardwoods. The Indian Forester. Dehra Dun, India. 96 (9): 691-696.
12. KYRKLUND, B. 1976. "El Papel Procedente de los Bosques Tropicales Húmedos". UnasyIva. Roma 28 (112-113): 86-92.
13. LIBBY, C. Ciencia y Tecnología sobre Pulpa y Papel. Tomo 1. 2da. Edición. Cía. Ed. Continental S.A. México. 1969. 534 p.
14. NEWELL, J. Preparation and Treatment of Wood Pulp. Vol. 1. Mc. Graw Hill Book Company. Inc. Toronto. 1950. 1,041 p.
15. PETROFF, G. y OTROS. Carecteristiques Papetiers d'une Forést Tropicale Heterogéne: la Zone Forestière d'Edia en Cameroun. Centre Technique Forestiere Tropical. Nognet-Sur-Marne. 1971. 185 p.

16. PETROFF, G. Caracteristiques Papetiérs. de Quelques Essences Tropicales de Reboisement. Centre Technique Forestiere Tropical. Nognet-Sur Marne. Tomo 1. 1960.139p.
17. RODRIGUEZ, S. "Características Papeleras de 101 Especies de la Guayana Venezolana". Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida. 1969 p. 42.
18. - 1965. "Consideraciones sobre la Producción de Pulpa y Papel a partir de Maderas de Especies Latifoliadas Venezolanas". Revista Forestal Venezolana. Universidad de los Andes. Mérida. Año V 111 (12-13): 19-37.
19. ----- 1965. "La Evaluación de Materias Primas para Pulpa de Papel a partir de sus Propiedades Fundamentales". Boletín de; Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación Mérida (17): 58-89 p,
20. SEELKOPF, C. y OTROS. 1958. "Investigación acerca de las Posibilidades de Obtener Pulpa y Papel a partir de algunas plantas venezolanas". Revista Forestal Venezolana. Mérida. Año 1 (1): 36-142.

