

Ramírez Coretti, Aldo; Durán, Marlen; Sibaja, María; Moya, Manuel. *Uso de ligninas de granza de arroz, cáscara de piña y aserrín de madera como aditivos para concreto. Tecnología en marcha*. Vol. 11. no. 1. 1991. p. 11-18.

USO DE LIGNINAS DE GRANZA DE ARROZ, CASCARA DE PIÑA, Y ASERRIN DE MADERA COMO ADITIVOS PARA CONCRETO^o

Aldo Ramírez Coretti*
Marlen Durán Ch.**
María Sibaja B.**
Manuel Moya P.**

^o Esta investigación forma parte del Proyecto Iberoamericano CYTED- V Centenario

Se estudió el efecto de ligninas obtenidas de granza de arroz, cáscara de piña y aserrín de madera, como aditivos en morteros de cemento. Como referencia se empleó la lignina comercial disponible en el país.

Las diferencias de resistencia entre las ligninas seleccionadas y la comercial no fueron significativas. La lignina de granza de arroz, y la de aserrín se comportaron como aceleradoras de fragua. El porcentaje de aire incluido fue significativo para la lignina de cáscara de piña.

Lignins from rice husks, pineapple peel and saw dust were selected and used as additives in cement mixtures. Commercial lignin available at local markets was used as reference.

Differences in strength between selected lignins and the reference one were not significant. Lignins from rice husks and saw dust behaved more as set accelerators. Air entrained was significant for pineapple peel lignin.

INTRODUCCION

Costa Rica es un país agrícola; la agricultura es una actividad que produce anualmente miles de toneladas de dese-

chos (Ramírez 1986, Sibaja 1989) la mayoría de los cuales son fuente de contaminación ambiental. Estos desechos están compuestos de materiales lignocelulósicos, con un gran potencial como fuente de polímeros con interés industrial. La lignina es un polímero natural cuyos precursores son los alcoholes p-cumarílico, p-coniferílico y el trans-sinapílico, los cuales se encuentran en cantidades variables dependiendo del tipo de vegetal (Ander 1978). Su función primordial es la de darle rigidez a las plantas y se extrae industrialmente durante el proceso de fabricación del papel, especialmente de especies coníferas.

La lignina y sus derivados son utilizados como dispersantes, secuestrantes y aditivos en muchas industrias como las de curtiembre y cerámica. En la industria del cemento se utiliza como aditivo (Harkin 1969) para mejorar la trabajabilidad de las mezclas, modificar los tiempos de fragua y reducir la exudación entre otros.

Estudios previos (Ramírez 1986, Sibaja 1989) muestran que por métodos químicos sencillos se puede separar la lignina y la celulosa a partir de desechos agroindustriales. En estos estudios se

* Profesor Asociado. Coordinador, Programa de Investigación en Fibras. Departamento de Ingeniería en Construcción. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

** Profesores Asociados. Programa de Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales. Departamento de Química. Universidad Nacional.

obtuvo lignina a partir de granza de arroz, cáscara de piña, y aserrín, empleándose luego como aditivos en morteros de cemento. Se estudió su influencia en los tiempos de fragua, el porcentaje de flujo, la resistencia a la tracción y compresión, inclusión de aire, comparada luego con la lignina comercial.

MATERIALES Y METODOS

Extracción de ligninas

Las ligninas se extrajeron mediante tratamiento con una solución de hidróxido de sodio al 2% durante 24 horas y luego se precipitaron por acidulación con ácido sulfúrico concentrado (Sibaja 1982). Las ligninas así obtenidas se secaron a temperatura ambiente y se morterizaron para obtener un polvo fino. Para el caso de la granza de arroz se contó con ligninas obtenidas a diferente pH. Su análisis particular se realizó paralelamente al de las otras ligninas.

Soluciones de lignina

Las soluciones de lignina se prepararon y agregaron proporcionalmente por saco de cemento de acuerdo con las

CUADRO 1. Valores de pH en solución para los diferentes tipos de lignina estudiados.

Tipo de lignina	pH
Control	7,52
Comercial	6,97
Piña	6,83
Aserrín	6,54
Granza de arroz:	
- Muestra No. 1	4,28
- Muestra No. 2	7,33
- Muestra No. 3	7,81
- Muestra No. 4	8,23

proporciones de la lignina comercial. Se midió el pH de la solución antes de agregarla a la mezcladora (Cuadro 1).

La lignina comercial fue preparada mezclada de acuerdo con las instrucciones del distribuidor.

Morteros de cemento

Para fijar la relación agua/cemento realizaron pruebas iniciales, tratando de encontrar una mezcla de consistencia media (no muy líquida, ni muy seca). Se adoptó una relación de 0,65. En esta fase se trabajó con morteros, debido a la naturaleza preliminar del estudio que buscaba ser simple, así como a la alta correlación existente entre el tiempo de fragua del mortero, comparado con el del concreto (Troxell 1968). También se determinaron las características de los agregados empleados (Cuadro 2). Las mezclas se prepararon de acuerdo con los procedimientos usuales.

Ensayos realizados

Los ensayos de porcentaje de flujo, contenido de aire, tiempos de fragua inicial y final, resistencia a la tracción y compresión, se llevaron a cabo según las normas A.S.T.M. aplicables a estos ensayos. En los ensayos de compresión y tracción se escogieron cinco tiempos de curado para estudiar el efecto de la solución de lignina sobre la resistencia a diferentes tiempos. Los tiempos seleccionados fueron 3, 7 y días, 6 y 12 meses.

RESULTADOS

Lignina de granza de arroz

Se observan diferencias significativas en el efecto del porcentaje de flujo respecto

to al pH de la solución; dicho porcentaje es mayor cuando el pH es superior a 7 (Cuadro 3). No se observan diferencias significativas de contenido de aire. En los tiempos de fragua se observaron diferencias significativas: entre mayor sea el pH, menor es el tiempo de fragua inicial. El mismo efecto se presenta para la fragua inicial. En ambos casos las fraguas inicial y final se ven aceleradas, con una variación mayor ante pequeñas variaciones de pH y para pH mayor a 7 (Cuadro 3).

Tampoco se observan diferencias significativas de resistencia (tracción y compresión) según el pH de la solución. Se dan diferencias significativas según el tiempo de curado, pero no dentro de cada nivel de tiempo.

Otras ligninas

Los resultados de las ligninas de cáscara de piña y aserrín de madera se compararon con las ligninas de granza a un pH equivalente. Esto se realizó con ayuda de las gráficas de variación de los resulta-

dos de lignina de granza. De acuerdo con ese análisis, no se observan diferencias entre las muestras de granza de arroz, y las muestras control (mezclas sin aditivo) y de lignina de aserrín. Las de lignina comercial y las de piña dan porcentajes de flujo mayores (el comercial a la vez mayor que el de piña). Los elementos con lignina de cáscara de piña y de aserrín muestran contenidos de aire mayores. De estos dos, los de piña dan contenidos mayores a los de aserrín. No hay diferencias significativas entre los demás. Los especímenes de granza de arroz tienen tiempos de fragua inicial y final menores a casi todos, con excepción de los de lignina de aserrín, los cuales fueron menores (Cuadro 4).

Los resultados de resistencia se compararon directamente entre los elementos con lignina de granza de arroz (al comprobarse que no hay diferencias según pH) y los elementos con las otras ligninas. Se supuso que tampoco existen diferencias según pH para estas otras. Los elementos de lignina de granza de arroz, control, comercial y aserrín no muestran diferencias significativas entre sí a compresión a los 3 días. Esta situación se mantiene para los de granza de arroz y comercial para los 7 y 28 días, siguiendo a estos los control y los de aserrín. El menor es el de lignina de cáscara de piña. A los 6 meses no se observan diferencias significativas entre los de granza de arroz, y los de aserrín. El control y el comercial son mayores (el comercial a la vez mayor que el control) y los de piña dieron resultados más bajos. A los 12 meses, la lignina comercial da valores mayores, y la control y de piña menores (Figuras 1 y 2).

En la resistencia a tracción, a los 3 días, el elemento control dio el mayor valor, el de piña el menor. A los 7 días el control y la comercial dan valores mayores. A los 28 días la de piña da valores menores a todos los demás. A los 6 y 12

CUADRO 2. Características de los agregados empleados.

Malla No.	% Pasando	% Pasando según especificación
3/8"	100	100
4	100	95-100
8	76	80-100
16	53	50-85
30	33	25-60
50	17	10-30
100	9	2-10
200	6	0-5

Módulo de finura	(MF)	= 3,11
Absorción de agua	(Ab)	= 4,76%
Gravedad específica	(Gs)	= 2,42
Gravedad específica saturada superficie seca	(Gssss)	= 2,54

CUADRO 3. Porcentaje de flujo, contenido de aire, y tiempos de fragua inicial y final (TFI-TFF) según el pH de la solución para las muestras de lignina de granza de arroz.

pH	% Flujo	% Aire	TFI (min)	TFF (min)
4,28	109	0,55	301	449
7,33	101	0,36	293	438
7,81	108	0,36	292	432
8,23	109	0,35	252	387

meses los de piña dan los valores más bajos, y los demás no muestran diferencias significativas entre sí (Figuras 3 y 4).

DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo con investigaciones realizadas por la Asociación de Cemento Portland (P.C.A.) (1979), el efecto de una mezcla ácida con concreto de hasta 10 000 p.p.m. no tiene efecto adverso sobre la resistencia del concreto. Sin embargo, niveles de pH menores a 3 pueden crear problemas de manipulación por reducción de la trabajabilidad. Las concentraciones empleadas en este estudio están por abajo y por arriba respectivamente, de esos

valores, y en efecto no se observaron diferencias de resistencia.

El resultado de los ensayos y las investigaciones realizadas por la P.C.A. presentó la duda sobre el efecto que pudiera o no tener la estructura de la lignina empleada como tal, y el pH de la solución. Se quiso determinar si era necesario extraer lignina y emplearla como aditivo, o si era igualmente efectivo y menos complicado obtener una solución con un determinado pH igual al de las mezclas con lignina. Se buscó probar en esta etapa si la diferencia observada en las diferentes mezclas se debía a la combinación de la lignina y el pH de la solución. Para probar este efecto, se prepararon mezclas con pH iguales a las de las

CUADRO 4. Porcentaje de flujo, contenido de aire, y tiempos de fragua inicial y final (TFI-TFF) según el pH de la solución para otras muestras de lignina.

Lignina	pH	% de Flujo		%Aire	TFI		TFF	
		Otras	LGA		Otras	LGA	Otras	LGA
Control	7,52	100	103	0,74	329	293	526	436
Comercial	6,97	126	101	0,45	361	294	598	439
Piña	6,83	119	102	3,35	346	294	519	440
Aserrín	6,54	111	103	1,59	271	295	422	441

LGA: Lignina de granza de arroz al mismo pH.

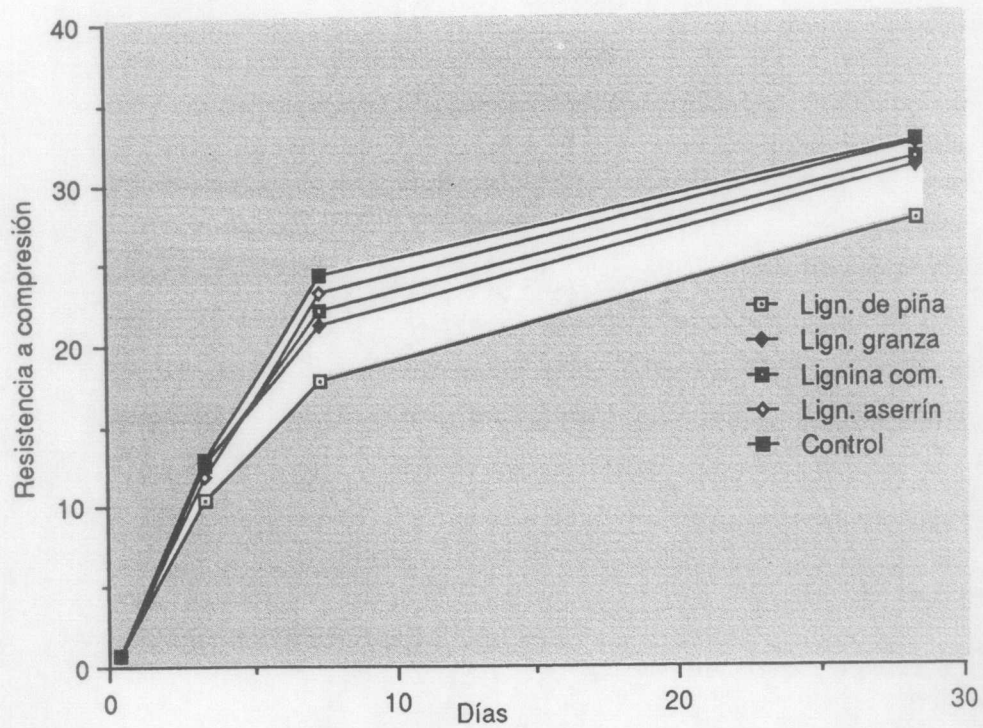


FIGURA 1. Resistencia a compresión (MPa) durante los primeros treinta días.

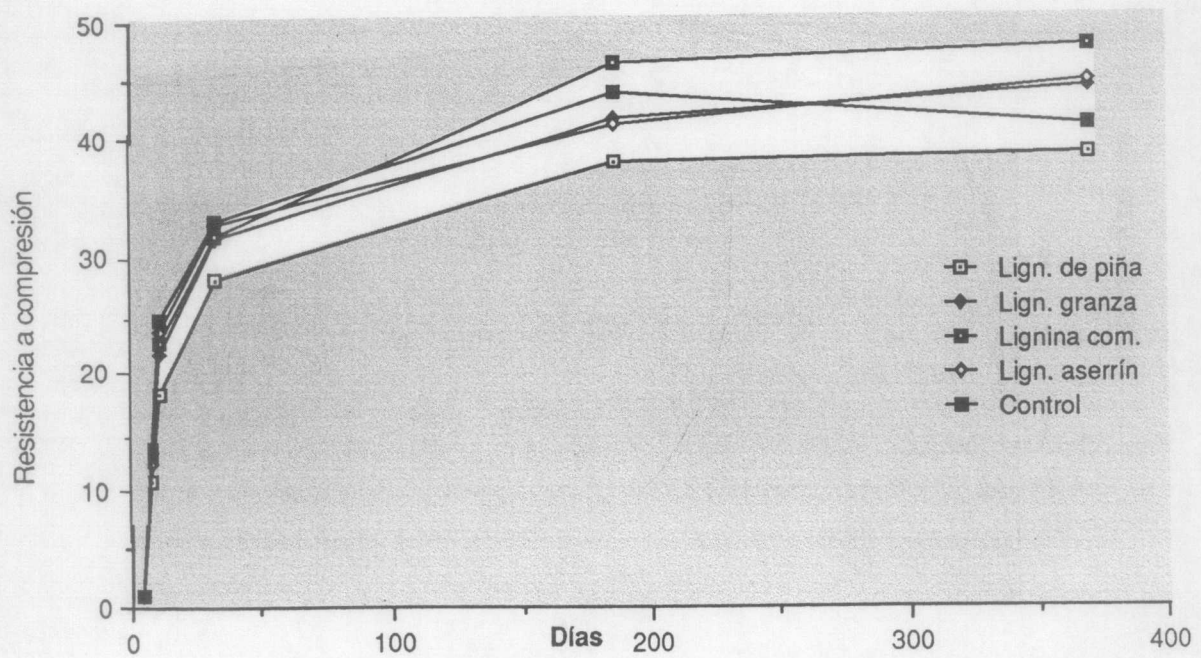


FIGURA 2. Resistencia a compresión (MPa) durante los primeros 14 meses.

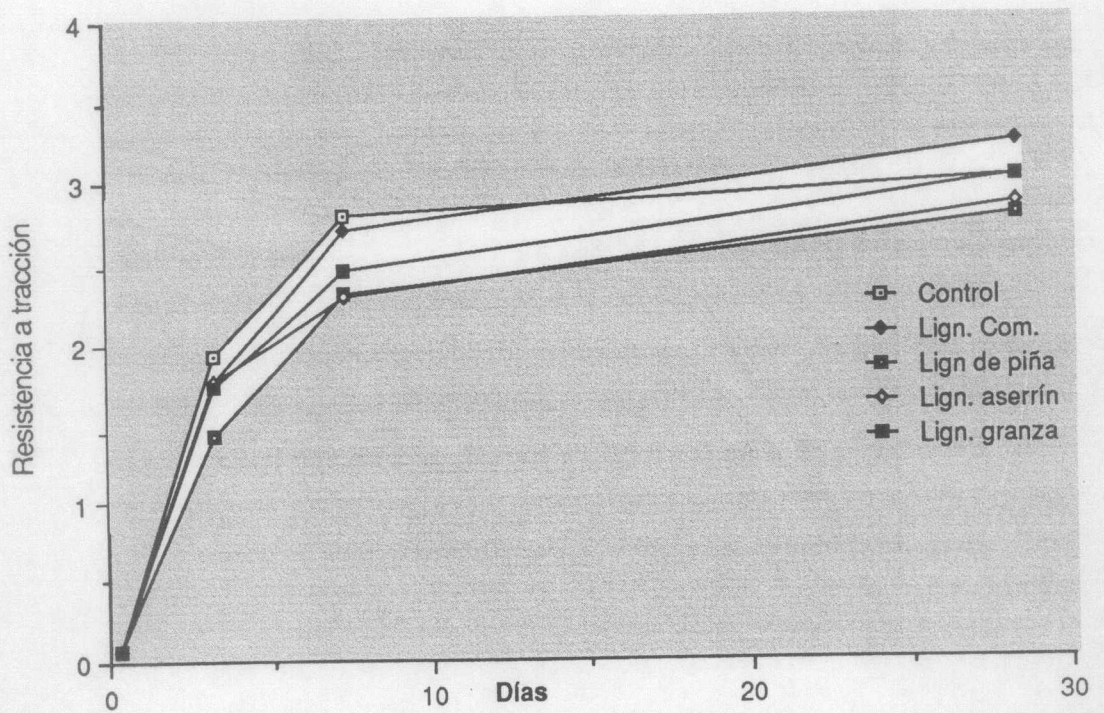


FIGURA 3. Resistencia a tracción (MPa) durante los primeros treinta días.

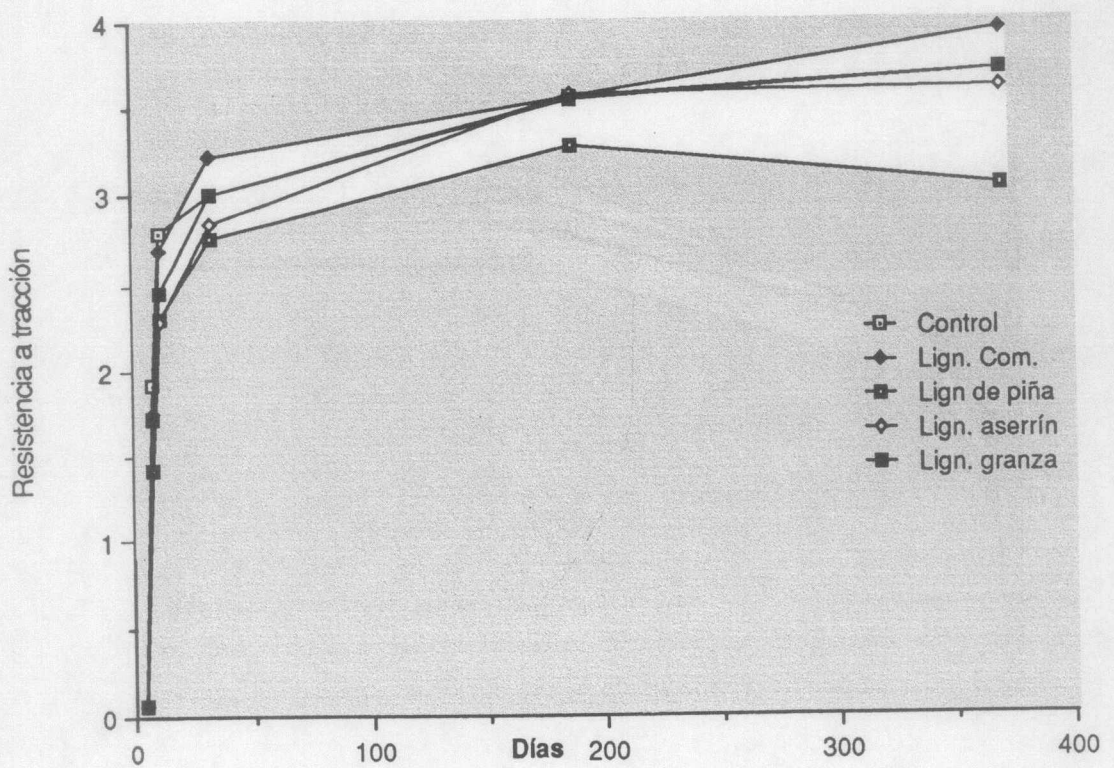


FIGURA 4. Resistencia a tracción (MPa) durante los primeros catorce meses.

mezclas con ligninas naturales. El pH se alcanzó con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico respectivamente. Se observó que no existen diferencias significativas respecto al porcentaje de flujo pero sí respecto al tiempo de fragua, presentando evidencia de que los resultados obtenidos se deben al efecto conjunto del pH y de la lignina (Cuadro 5).

Los lignosulfonatos empleados en las proporciones usuales pueden atrapar de un 2 a un 6% o más de aire en el concreto (Troxell 1968). Este aspecto solo se observó en las muestras de lignina de pinya. Una posible causa de esta diferencia con las demás muestras puede deberse al efecto que tengan diferentes cantidades de lignina sobre las variables respuesta. Como se indicó al principio, se empleó la misma proporción de lignina que la recomendada por el distribuidor de lignina comercial en todos los casos.

La resistencia a la compresión de mezclas de mortero con lignina a los 2 ó 3 días generalmente iguala o es superior a mezclas similares sin aditivo. La resistencia a los 28 días o más pueden ser de 10 a 20% mayores. Esto se comprobó para todas las muestras excepto para la de pinya que fue inferior. No se comprobó la relación

de los 28 días pues la mayoría dio resultados iguales o menores.

Se ha observado que algunos aditivos pueden actuar como retardantes o como acelerantes de la fragua según las concentraciones en que se utilicen. Este aspecto se analizará con más detalle en estudios posteriores.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se continuarán los estudios variando las proporciones de lignina. También se considerará el efecto de las diferentes proporciones de lignina con la cantidad de agua necesaria para obtener trabajabilidades equivalentes, considerando, en particular, su efecto sobre la resistencia y tiempos de fragua.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACI. **Manual of Concrete Practice**. Part I, 1979.
- Ander y Erickson. *Lignin degradation and utilization by micro-organisms*. **Progress in Industrial Microbiology**. Vol. 14:1-44. Bull, M.J., Elsevier, Amsterdam. 1978.
- ASTM. **Concrete Aggregates**. C 33-81.
- ASTM. **Chemical admixtures for concrete**. C 494-80.
- ASTM. **Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory**. C 192-81.
- ASTM. **Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (using 2 in. or 50 mm cube specimens)** C 109-86.
- ASTM. **Test Method for Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortar**. C 190-85.

CUADRO 5. Porcentaje de flujo, tiempos de fragua inicial y final para mezclas con pH natural (con lignina) y artificial (sin lignina).

Condición	% Flujo	TFI	TFF
pH = 8,2			
- artificial	112	302	489
- natural	109	252	387
pH = 4,3			
- artificial	116	279	476
- natural	109	301	449

TFI: tiempo de fragua inicial
TFF: tiempo de fragua final.

- ASTM. **Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement Mortar by Vicat Needle.** C 807-83.
- ASTM. **Test Method of Air Content of Hydraulic Cement Mortar.** C 185-85.
- ASTM. **Specification for Flow Table for the in tests of Hydraulic Cement.** C 230-83.
- Harkin, John M. **Lignin and its Uses.** USDA Forest Service Research. Note FPL-206. July 1969.
- Kirk, T. Kent. *Effects of microorganisms in lignin* **Annual Review of Phytopathology.** Vol. 9, 1971.
- Portland Cement Association. **Design and control or concrete mixtures.** 12th ed. New York, 1979.
- Ramírez, Aldo. **Aditivos para concreto de fuentes no convencionales.** Informe de Proyecto. Programa de Investigación en Fibras. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1988.
- Ramírez, Aldo. **Utilización de residuos fibrosos de la agricultura para la fabricación de elementos de vivienda económica.** Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1986.
- Sibaja, María; Moya, Manuel; Durán, Marlen *et al.* *Caracterización química de algunos desechos agroindustriales en Costa Rica.* **UNICIENCIA,** aceptado (1989).
- Sibaja, María; Durán, Marlen *et al.* *Estudio morfológico de la fibra cruda y deslignificada de piña (Ananas comusus).* **Ingeniería y Ciencia Química.** 6:2,183-184, 1982.
- Troxell, George; Davis, Harmer; Kelly, Joe. **Composition and Properties of Concrete.** 2a. ed. New York, 1968.
- U.S. Department of Agriculture. **Lignin.** USDA Forest Service Research Note FPL-079. October. 1964.