

# PLACAS DE CIELORRASO REALIZADAS CON CASCARAS DE MANI

**Ricardo Argüello (1), Mariana Gatani (2)**

- (1) Centro Experimental de Vivienda Económica. Córdoba, Argentina. E-mail: [areatecnica@ceve.org.ar](mailto:areatecnica@ceve.org.ar)
- (2) Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE) – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) . Córdoba, Argentina. – e-mail: [areatecnica@ceve.org.ar](mailto:areatecnica@ceve.org.ar)-[mgatani@faudi.unc.edu.ar](mailto:mgatani@faudi.unc.edu.ar)

## RESUMEN

**Propuesta:** La abundante disponibilidad de residuos de la agroindustria local en las plantas procesadoras y seleccionadoras de maní, ha promovido en el Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE), el desarrollo de un nuevo material para la construcción.

Este trabajo de investigación y desarrollo se realiza a partir de la utilización de cáscara de maní ligadas con resinas poliéster con el objeto de obtener un material liviano, poroso y rígido para la elaboración de placas de cielorraso.

Las placas producidas son ensayadas en un prototipo experimental construido en CEVE.

**Materiales y métodos:** Se caracteriza el tipo de agregado utilizado (cáscara de maní) y se describe la composición del ligante utilizado (resina poliéster).

Luego se ensayaron las propiedades mecánicas del material obtenido, se determina el valor de conductividad térmica ( $\lambda$ ) para medir su capacidad de aislación térmica.

**Resultados:** Se obtuvieron placas de 43 cm. de ancho, 160 cm. de largo y 4.5 cm. de espesor. Se fijaron al techo mediante perfiles metálicos y fueron colocadas sin revestimiento, de manera de inferir su composición.

El análisis comparativo de resultados demostró buenas propiedades de aislación térmica y liviandad en relación a materiales similares usados habitualmente como cielorrasos de techo.

**Contribucion original:** Los resultados del proyecto de investigación presentado se ubican en el campo del conocimiento referido a la sustentabilidad tecnológica de materiales y componentes.

La alternativa constructiva descripta propone un destino sustentable a un residuo sobreabundante en la región que hasta el momento, no tiene una disposición final adecuada.

Se estima que el desarrollo del presente proyecto aporte información, conocimientos y tecnología sobre las condiciones de utilización de la cáscara de maní para ser considerada su aptitud para la producción de componentes para la construcción de viviendas.

Palabras clave: reciclado agroindustrial, agregado de cáscara de maní, cielorraso con cáscara de maní,

## ABSTRACT

**Proposal:** The over abundant availability of local agro industrial wastes in the selecting and processing peanuts plants has promoted the development of a new construction material in the Experimental Centre of Economic Housing (CEVE)

This research and development paper is made with the experiences of use the peanut husk binder with polyester resins with the propose to obtain a light, porous and rigid material to make ceiling panels.

The ceiling panels made are experimented to be shown in a prototype built at CEVE

**Materials and methods:** It is characterized the type of used aggregate (peanut husk) and it is described the composition of the binder used. (Polyester resin).

Then, the mechanic properties of the obtained material were experimented, it was determinate the thermal isolation value.

**Results:** There were made panels of 43 cm. of wide, 160 cm. of long and 4.5 cm. of thickness. They were fixed to the roof by methalic support, and they were put without covering to see the ceiling composition. The comparing analyses results show good thermal insulation properties and low specific weight in relation to similar materials that they are used like ceilings.

**Originality/value:** The research project results shown are localized in the field of technological sustainability of materials and components.

This construction alternative described proposes a sustainability ending of over abundant agro industrial waste in the region that, until now, it has not an adequate final disposition.

It is estimated that the development of the present project contributes with information, knowledge and technology about the peanut husk conditions to be used for housing construction components production.

Key words: agro industrial recycling, peanut husk aggregate, peanut husk ceiling

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Cáscara de maní: un residuo agroindustrial

El maní, llamado también cacahuete en los países tropicales, peanuts o groundnuts en inglés, o amendoim en portugués, es denominado en forma científica como *Arachis hypogaea*.

A nivel mundial, por las condiciones de clima, EEUU es uno de los mayores productores de maní. Y también uno de los países que registra mayor consumo de maní y sus derivados: aceite, manteca, turrónes. Países como India y USA aportan el mayor volumen manisero al mercado mundial<sup>1</sup>. Europa no es productor de maní, pero sí un gran consumidor. En América Latina, Argentina y Uruguay son los principales productores. Argentina es uno de los productores líderes en el mundo por la calidad de maní que produce.<sup>2</sup>

La provincia de Córdoba aporta el 90 % de la producción nacional de maní. Es ésta, junto con la soja, una de las principales áreas de actividad económica agraria en la provincia. <sup>3</sup> Además, es una de las industrias de la provincia con mayor capacidad exportadora<sup>4</sup>:

En un sector de la provincia de Córdoba se concentran aproximadamente 10 plantas seleccionadoras y procesadoras de maní, que absorben la producción provincial. Allí, se selecciona, procesa y vende maní entero natural, tostado, o mayoritariamente repelado tostado. También se producen los productos derivados del maní tales como aceite, manteca, o maní confitado.

---

<sup>1</sup> Según la Adriana Urquía, presidente de la Cámara Argentina del maní: “Después de India y Estados Unidos, Argentina es el tercer exportador mundial de maní y la excelencia de sus manufacturas es lo que ha dado prestigio internacional a nuestra industria. El maní confitería argentino y sus derivados son apreciados y demandados en los mercados más exigentes del mundo” Publicado en el diario La Voz del Interior, 23 de Junio 2002. Córdoba. Argentina

<sup>2</sup> <http://www.tradar.com.ar>

<sup>3</sup> En la campaña 2003/2004, la superficie sembrada fue de 172 mil hectáreas, con rindes promedio de 25 quintales de maní en caja por hectárea. El resultado es una producción próxima a las 300 mil toneladas de maní descascarado. Publicado en La Voz del Interior, 20 Agosto 2004. Córdoba. Argentina

<sup>4</sup> “...la industria manicera argentina estuvo exportando alrededor de 200 / 220 000 TN de maní por año y generando para la economía de Córdoba y del país un ingreso de divisas del orden de los 250 millones de dólares” (Cámara Argentina del Maní, 2002)

En el hemisferio Norte el período de cosecha se extiende entre septiembre y octubre, y corresponden al hemisferio Sur los meses de abril a junio. La recolección se realiza con la vaina, y ésta es separada en las plantas seleccionadoras: allí se concentran importantes tn de cáscara relacionadas a la producción estacional.

De manera que la producción de cáscara de maní es en Argentina: abundante, concentrada en unas pocas fuentes – las plantas seleccionadoras y descascaradoras-, en un periodo de tiempo reducido y en un área geográfica limitada de la provincia de Córdoba.

En la cosecha anterior, se produjeron 390 mil toneladas de maní en caja, estimándose en 120 mil toneladas producidas de desperdicio<sup>5</sup>. Los datos muestran que la producción de cáscara de maní corresponde aproximadamente al 30 % del total del total de la cosecha. No obstante, debido que estos agromateriales no son estructuras compactas, su contribución en volumen es mucho mayor que el peso dentro del conjunto.

Semejante volumen de eliminación tiene alto impacto: combustión y agresión al suelo que implican además, incidencia en costos de traslado, acopio, y los específicos de incineración.

Hasta hace poco tiempo, el deshecho de la cáscara era quemado a cielo abierto, circunstancia que provoca alteraciones ecológicas en la zona manisera, por la producción de gases tóxicos durante el procedimiento de eliminación; además de la necesidad de disponer grandes superficies de campo exclusivas para la quema.

Encontramos entonces, un doble problema de carácter ambiental que depende de la condición natural del deshecho cáscara y su abundancia, y de la intervención de la industria que incrementa la ya vulnerable situación del acopio de grandes volúmenes de cáscara, con un procedimiento – la quema- que aumenta los daños al medio ambiente.

Por lo expuesto, detectamos la oportunidad de dar destino sustentable a un recurso considerado deshecho que se transforma en materia prima, para su aplicación en materiales para construcción de viviendas. Las características del nuevo material están dadas por bajo peso, y buena capacidad de aislación térmica, y, en consecuencia, aptitud para ser utilizado en paneles de cerramiento y acondicionamiento de viviendas.

## **1.2 Uso dos agregados de cáscara de maní**

### *1.2.1 Breve estado del arte de sus aplicaciones más conocidas*

El principal uso de la cáscara, en EEUU y también en Argentina, es como combustible de calderas. Quemadores especiales deben ser empleados para reducir la cantidad de humo y cenizas volantes que genera la combustión.

Sin embargo, en semejantes cantidades, la aplicación de los deshechos del descascarado sólo tiene aplicación parcial. Existe un limitado mercado para las cáscaras de maní . Se emplea como alimento de ganado particularmente porcino, indigesto y sin valor proteico; como camada de aves de corral; como medio para cultivo de hongos, vehículo par pesticidas y fertilizantes; y algunos usos similares a la viruta de madera, tales como protección de plantas.

---

<sup>5</sup> Fuente: Cámara del Maní del Provincia de Córdoba

Antecedentes en el sector de la construcción son también limitados. Ching-Ming Chen,<sup>6</sup> patentó un procedimiento que utiliza la cáscara de maní para la extracción de una sustancia química que puede ser utilizada como sustituto parcial para resinas fenólicas, la cual es ampliamente usada como adhesivo para moldeo.

En nuestro medio, existen antecedentes de trabajos de investigación referidos a la industrialización de la cáscara del maní. En el Centro de Excelencia en Productos y Procesos de Córdoba (CEPROCOR) se desarrolló un proyecto de base tecnológica para la conversión del deshecho de maní en carbón activado, un producto de alto valor agregado para la industria alimenticia, vitivinícola y farmacéutica. También allí, se encuentran en la fase experimental el desarrollo de un subproducto para la elaboración de papel biodegradable.

En la Universidad Nacional de Río Cuarto (Medina, 1998), se desarrollaron paneles aglomerados mixtos con cáscara de maní y virutas de madera. El adhesivo utilizado era de tipo fenólico. Los resultados mecánicos determinaron una cantidad óptima de cáscara de maní del 30 % sobre el total de las partículas.

Es conocida también el empleo de cáscaras de maní en cenizas, con aplicación para aditivar cementos puzolánicos, aunque no se han obtenido datos de este tipo de aplicaciones en la Argentina.

### *1.2.2 Caracterización química de la cáscara de maní*

Cabe señalar la presencia de mantillo o tierra vegetal e insectos en la extracción del maní, de manera que en la separación de la cáscara permanecen restos, que no son exclusivamente maniceros.

Las cáscaras son difícilmente degradables en su exposición al exterior, debido al alto contenido de lignina; bajo contenido de nitrógeno, y existencia en grandes volúmenes. Estas condiciones ofrecen pocas posibilidades para actuar como abono o mejoradores de suelos (J. G. Woodroof, 1983)

La bibliografía que muestra la composición química de la cáscara de maní difiere en los compuestos y sus porcentajes presentes en el análisis. Según Woodroof (1983), la “caja” de maní esta compuesta aproximadamente por:

Componente	%
Humedad	8 - 10
Proteína cruda	6 - 7
Grasa	1 - 2
Fibra cruda	60 - 67
Celulosa	35 - 45
Lignina	27 - 33
Cenizas	2 - 4

---

<sup>6</sup> School of Forestry. University of Georgia. En Peanuts Production, Processing, Products J.G. Woodroof

En tanto, según Yeboah et al (2003) la composición química típica es:

Componente	%
Lignina	34.8
Glucano	21.1
Extractivos	14.2
Proteína	11.1
Xylano	7.9
Cenizas	3.4
Arabinosa	0.7
Galactano	0.2
Mannanos	0.1
Otros ( ej. Carbohidratos libres)	6.5

Una evaluación somera de ambos resultados muestra dispersión en los diferentes análisis composicionales mostrados. La no coincidencia cualitativa y cuantitativa de los análisis no es casual: "... la composición química varía con la variedad y condiciones de descascaramiento". ( J. G. Woodroof, 1983)

Además, la región y el clima influyen de manera decisoria. Es conocido que existen variedades de maní, lo que influye en la diversidad y cantidad (cantidades porcentuales) de algunos de los componentes químicos de la cáscara (Guzmán, 2005).

Si bien básicamente el componente principal es la celulosa, existen divergencias composicionales y porcentuales debido a los motivos mencionados.

El alto contenido de lignina fue determinante en experiencias conducidas en la producción de materiales de cáscara de maní con cemento (Gatani et al, 2005). La incompatibilidad entre los agregados orgánicos y el ligante cemento demostraron retardos en los tiempos de fragüe y pérdida en los valores de resistencia final de las muestras. En consecuencia, las cáscaras debieron ser aditivadas con "mineralizadores" para promover la reacción en el par agregados cáscaras - ligante cemento.

## **2 OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo es demostrar una de la posibilidades de utilización de cáscaras de maní con ligante polimérico, en la aplicación de paneles de acondicionamiento para cielorraso.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Materiales**

Las muestras utilizadas fueron tomadas de una de las plantas industriales descritas, ubicada al sur de la ciudad de Córdoba – distante 50 km aproximadamente-, en la localidad de Río de Segundo.

Las muestras consistentes en cáscara en su estado natural, sin triturar, tal como salen de las plantas de procesado en forma de residuo, y sin ningún tipo de desmenuzamiento.

La cáscara de maní es muy liviana. Su Pe es aprox. 100 kg /m<sup>3</sup>. La dimensión de la “caja de maní” depende de la variedad. La utilizada denominada runner es la que contiene de dos a tres granos cada una. Su tamaño no supera los 2,5 cm de largo , 1, 5 cm de ancho y 1 cm de espesor.

El ligante utilizado es un compuesto de resina polial 340, monómero de estireno, perly-ox-101 (peróxido de metil etil cetona), y acelerador OC al 2,5 % (octoato de cobalto). Todos los componentes fueron provistos por Poliresinas San Luis AS.

Cabe destacar que la resina fue obtenida realizando reciclado químico de PET (polietilen tereftalato) como insumo principal para su fabricación.

### 3.2 Procedimiento

Para cada muestra realizada se utilizaron los siguientes materiales y se siguió el procedimiento que se describe a continuación.

#### *Zarandeado*

En primera instancia, se procedió a zarandear la cáscara de maní con la finalidad de eliminar las partículas más finas, de modo de eliminar el material polvoriento. Se utilizó una zaranda de 3,5mm de malla. El porcentaje de material fino fue de 13 % p/p. El material zarandeado presentó un nuevo Peso específico de 96,5 kg/m<sup>3</sup>.

#### *Impregnación*

La impregnación se realizo en dos etapas. Para la primera etapa se utilizó:

Cáscara de maní	30 lts.
Resina	2,1 lt
Estireno	0,21 lt
Peróxido	0,030 lt
Acelerador:	0,010 lt

Este material fue guardado en bolsa plástica cerrada por 48 hs a una temperatura entre 20-35 °C

En la segunda etapa se utilizo:

Cáscara de maní previamente impregnada:	30 lts.
Resina:	idem anterior
Estireno	idem anterior
Peróxido	idem anterior
Acelerador	idem anterior

Para ambas etapas de impregnación se utilizo una mezcladora de eje horizontal marca CAYCA a paletas rotativas y descarga inferior.

### *Moldeo*

Obtenidos 30 lts de material impregnado en dos etapas, fue volcado en un molde de 165 cm x 42,5 cm x 5 cm, y prensado con una placa de aglomerado durante 24 hs.

El espesor final dela placa fue de 3,3 cm. Una vez retirado el molde se deja fraguar por 24 hs.

Cabe destacar que el procedimiento seleccionado se basó en los criterios de uso de equipamiento sencillo, en condiciones ambientales de temperatura y humedad.

## **4 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Se realizaron 20 placas repitiendo el procedimiento descrito. Estas fueron utilizadas en el montaje de placas de cielorraso destinado a un local de oficinas.

Para el sistema de soporte se utilizaron perfiles ángulo a modo de bastidores cruzados por planchuelas metálicas cada 55 aproximadamente.



Fig 1 y 2: Colocación de placas de cielorraso de cáscaras de maní

Fig 3: Textura superficial de los paneles

Las características sobresalientes de los paneles fueron consideradas en función del bajo peso final de los paneles y sus propiedades para ser empleados como paneles de aislación térmica. Además, presentó excelentes condiciones de rigidez para ser trabajado con maquinarias de corte normalmente empleadas en la industria de la madera.

#### 4.1 Peso

Peso final del componente: 8 kg

Peso específico: 228 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.2 Coeficiente de conductividad térmica

$\Lambda$  0,11 W/mK

Los ensayos de determinación del coeficiente de conductividad térmica fueron realizados según normas IRAM en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial ( INTI) - Buenos Aires, Argentina

#### 4.3 Propiedades de corte

Se utilizó una mesa de corte provista con una sierra dentada.



Fig 4 y 5 : Manipuleo y corte de los paneles

## 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los paneles de cáscara de maní y resina fueron testeados en relación a sus condiciones de uso. Comparando los resultados obtenidos con materiales similares de aplicación en cielorraso se constataron sus propiedades. En relación al uso de cielorrasos de madera y de cielorrasos de poliestireno expandido, los valores comparativos se describen a continuación.

Tabla 1: Peso específico de cielorrasos

Material	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )
Placas de fibras madera aglomerada	700
Placas fenólicas de madera	100
Paneles de poliestireno expandido	15
Paneles de cáscara de maní + resina poliéster	228

Tabla 2: Coeficiente de conductividad térmica de cielorrasos

Material	Coeficiente de conductividad térmica ( $\lambda$ )
Placas de fibras madera aglomerada	0.15
Placas de fenólicas de madera	0.24
Paneles de poliestireno expandido	0.036
Paneles de cáscara de maní + resina poliéster	0.11

## 6 CONCLUSIONES

Del análisis precedente surge que las placas de cáscara de maní y resina poliéster son una buena alternativa para paneles de cielorraso debido a su bajo peso específico y bajo coeficiente de conductividad térmica, que lo hace especialmente apropiado para uso de aislante térmico de techos de alta radiación, tales como los de chapas galvanizadas, tan comunes en nuestro medio. Condiciones adicionales como buena apariencia, y fabricación de fácil procedimiento son consideradas razones extras para su selección.

Si bien no fueron realizados los ensayos mecánicos bajo normas correspondientes, se puede inferir e virtud de la experiencia que los paneles de cáscara de maní y resina tienen escasa resistencia a compresión. Los paneles de cáscara de maní y resina tienen similar resistencia mecánica que otros tradicionales cielorrasos, o en algunos casos como los cielorrasos de madera, se comportan con mayor resistencia a flexión.

Los paneles descriptos permiten el rápido montaje en seco proveyendo una inmediata y confortable alternativa , con materiales no degradables.

Los siguientes pasos de la investigación serán conducidos a fin de realizar ensayos sobre los tests normalizados de fuego, ensayos de comportamiento como absorbente acústico y pruebas de envejecimiento acelerado.

## **7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

GATANI,M; R. ARGÜELLO (en evaluación): “Sustainable construction materials with peanut husk based on Pórtland cement “ in Construction and Building Materials / Elsevier. 2005

MEDINA, JUAN CARLOS. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero

AMBROGI, ALEJANDRO. Grupo de Investigación y Desarrollo en Productos Oleaginosos. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba

Norma IRAM 11559 Determinación de la resistencia térmica y propiedades relacionadas en un régimen estacionario.

WOODROOF, JASPER GUY. Peanuts. Production, Processing, Products. AVI Publishing Company Inc. Westport. Connecticut . 1983

YEBOAH ET AL. Hydrogen from Biomass for Urban Transportation. Hydrogen, Fuel Cells and Infraestructures Technologies Program Review Meeting. Berkeley, CA May 18-22, 2003

## **8 AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean agradecer al arq. Horacio Berreta, CEVE - Centro Experimental de Vivienda Económica, CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, y ANPCYT Agencia Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas que posibilitaron el desarrollo del presente trabajo en el marco del proyecto de investigación PICT 13-11608 Reciclado de cáscara de maní. Estudio y análisis de utilización de componentes de construcción de viviendas.

Así también, un agradecimiento a la empresa Georgalos que proveyó de la cáscara de maní utilizada para la elaboración de los paneles.