



---

7<sup>mo</sup>  
Congreso de  
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM  
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

---

## **DISEÑO DE UNA MANTA BIODEGRADABLE DE TIPO EXPERIMENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE TALUDES A PARTIR DEL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN DEL TUNDAMA EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**Design of a biodegradable blanket of experimental type for the conservation of  
slopes from the analysis and evaluation of agricultural organic waste in the region  
of the Tundama in the Boyacá Department**

Diego Fernando Barajas Sepúlveda

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Duitama  
Calle 23 No. 21-56

[diego.barajas@uptc.edu.co](mailto:diego.barajas@uptc.edu.co)

---

*Palabras claves: aprovechamiento de residuos, condiciones ambientales, ingeniería, deslizamientos, experimentos.*

*Key words: utilization of waste, environmental conditions, engineering, landslides, experiments.*

*Título abreviado: manta biodegradable para la conservación de taludes*

## **ABSTRACT**

The project proposes the design and construction of a blanket on a pilot basis to contribute to the conservation of the properties of the slopes built mainly to facilitate the adaptation of the stretches of roadways, particular case Tunja- Duitama (corresponding to the concession BTS (Briceño-Tunja-Sogamoso)).

Landslides are one of the most destructive geological deficiencies affecting not only the environment but also to humans, causing deaths and damage to public and private properties. 90% Of the losses by landslides are avoidable if the problem is identified beforehand and take measures of prevention or control.

The deterioration over time can result in the need for maintenance or construction of stabilization. Deterioration, however, is given little attention in the design stage and the emphasis turns to avoid deep faults, rather than to avoid the above phenomena to the fault.

Contrary to earlier this investigation was developed by integrating areas such as agricultural production, road construction and design, through environmental and biosystems approach seen in the academy. We developed a biodegradable blanket that contributed to the conservation of these slopes by study and evaluation of different materials and agricultural residues have been given only secondary use as animal feed or as fertilizer, lost opportunities of application of these residues in the creation of new materials and / or products.

## **RESUMEN**

El proyecto plantea el diseño y construcción de una manta de carácter experimental que contribuya a la conservación de las propiedades de los taludes construidos, principalmente, para facilitar la adecuación de los tramos viales, caso particular la vía Tunja-Duitama (correspondiente a la concesión BTS (Briceño-Tunja-Sogamoso)).

Los deslizamientos son una de las deficiencias geológicas más destructivas que afectan no solo al medioambiente sino también a los humanos, causando muertes y daños en las propiedades públicas y privadas. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control.

El deterioro, con el tiempo puede dar lugar a la necesidad de mantenimiento o construcción de obras de estabilización. Al deterioro, sin embargo, se le da muy poca atención en el momento del diseño y el énfasis se dirige a evitar las fallas profundas, más que a evitar los fenómenos anteriores a la falla.

Frente a lo anterior se desarrolló la presente investigación integrando aspectos como la producción agrícola, construcciones viales y el diseño, a través de un enfoque ambiental y biosistémico visto en la academia. Se desarrolló una manta biodegradable que contribuyó a la conservación de dichos taludes mediante el estudio y evaluación de diferentes materiales que han sido residuos agrícolas y solamente se les da uso como alimento secundario para animales o como abono, desaprovechándose oportunidades de aplicación de dichos residuos en la creación de nuevos materiales y/o productos.

## **INTRODUCCIÓN**

La problemática ambiental actual en nuestro país y su repercusión en la escasez de materiales orgánicos para el desarrollo de nuevos productos y/o proyectos, impactan con intensidad en el aprovechamiento de los recursos disponibles en cada parte de nuestra región sea local, regional, nacional e internacional.

Esto se traduce en un problema de índole político, económico, productivo, en fin, todos los sectores que enmarcan una sociedad, puesto que se ha venido adoptando una cultura de racionalidad en los materiales que utilizamos, los recursos que disponemos en uno u otro oficio, haciendo que busquemos nuevas maneras de adquirir o disponer materiales pero sin la conciencia ambiental o mejor, biosistémica.

Con esta investigación se busca desarrollar nuevo conocimiento, particularmente, en la disciplina del Diseño Industrial acerca del aprovechamiento de recursos disponibles en el entorno, transformarlos y traducirlos en respuestas reales que contribuyan a dar soluciones frente a problemáticas identificadas. Tanto la búsqueda y caracterización de

materiales como la disposición final de ellos, hacen parte de un vasto conocimiento que abrirá las puertas de la Ingeniería, la Biología, y otras áreas a la multidisciplinariedad, debido a la incidencia que tiene el diseño no solo en la fabricación de productos sino también, en la definición de procesos de fabricación y la investigación posterior.

Las investigaciones realizadas principalmente por Bochet & García-Fayos (2004) han sido de mucha ayuda debido a las particularizaciones que establecen frente a la temática de re-vegetación y su relación con la estabilización de taludes especialmente en España. En Colombia, poco se ha evidenciado debido a la falta de publicación y divulgación de proyectos de esta índole. De una u otra manera las empresas mismas se han encargado de realizar sus investigaciones y de presentar resultados de tipo comercial, mas no, de índole investigativo para poder ahondar en el tema.

En el proyecto se evidencia el aprovechamiento de residuos agrícolas para desarrollar una manta biodegradable que contribuya a la conservación de las propiedades de los taludes que en el presente trabajo se plantea como caracterización experimental inicialmente, para luego, servir de base investigativa a líneas de investigación futuras, con las cuales realizar desarrollos tecnológicos y productivos en el tema investigado.

Por lo anterior, se define la presente investigación como de tipo experimental en donde se emplean materiales de la región, se determinan sus propiedades y comportamientos a través de diferentes procesos físicos, químicos y mecánicos; adicionalmente, se identifican las condiciones óptimas del material seleccionado, el cual posteriormente es utilizado en la elaboración de una manta biodegradable con la que se puedan conservar las propiedades de los taludes.

## **METODOLOGÍA**

Para el desarrollo del proyecto se definieron los siguientes aspectos metodológicos y de igual manera, se presentaron criterios más específicos como lo muestra la Tabla 1, partiendo de una investigación de tipo experimental.

El proceso de investigación comprendió: 1-*Elaboración del diseño experimental*, es decir cómo medir, en qué orden, y qué precauciones tomar al hacerlo. Establecer experimentos de prueba para determinar resultados iniciales, disponibilidad de equipos de laboratorio, calibración, para posterior definir criterios y variables finales para realizar y validar el experimento; y 2- *Realizar el experimento*. Una vez realizado lo anterior y la interpretación tentativa de resultados, se realizó el experimento final y se procedió a las mediciones propuestas para establecer las condiciones definidas para el estudio.

Por lo anterior se procedió a:

### **a. Establecimiento de fuentes de información**

Primarias: Pruebas de laboratorio, pruebas de campo.

Secundarias: Información relacionada en libros, revistas y sitios web.

### **b. Definición del área de estudio**

El área donde se desarrolló el diseño, desarrollo (fabricación) y análisis de la manta biodegradable y su comportamiento, fue en la vereda Higueras correspondiente al municipio de Duitama (capital de la provincia del Tundama) ubicado en el departamento de Boyacá, en cuya geografía se encuentra la vía de doble calzada de la concesión BTS (Briceño Tunja Sogamoso) presentando Taludes definidos por diferentes desmontes.

**c. Selección de áreas muestrales****d. Identificación de fuerzas activas y pasivas**

Activas: Referentes a las condiciones climáticas

Pasivas: Referentes a las características del suelo (pH), Morfología del terreno (horizontes del talud) y cobertura del suelo (características de la vegetación).

**e. Selección de materiales a utilizar y toma de decisiones**

Analizar diferentes métodos que posibilitan la selección de material y posterior, la toma de decisiones finales, revisando el Análisis Multicriterio, el Método de Restricciones Múltiples y el Método de selección de Ashby.

**Tabla 1.** Especificaciones metodológicas según análisis previos.

**Table 1.** Methodological specifications according to previous analysis.

Área de Estudio	Duitama (Boyacá) Vereda Higueras
Características de la muestra	Talud 1: pendiente 200%, relación 1H:2V (6m:12m)+/-1. Talud 2: pendiente 200%, relación 1H:2V (5m:10m)+/-1. Talud 3: pendiente 200%, relación 1H:2V (10m:20m)+/-1. Talud 4: pendiente 200%, relación 1H:2V (1.5m:3m)+/-1.
Método de selección de materiales seleccionados	Método de Ponderación Lineal basado en criterios establecidos.
Materiales seleccionados	Maíz, Colapiscis, Almidón ((C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub> ), Agua.
Pruebas realizadas	Dos (2) comparativas y seguimiento continuo durante 11 y 35 días.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo del proyecto permitió establecer que es una manta para estabilizar taludes, aportándole principalmente nutrientes al suelo para que mantuviera la estructura y así, posteriormente, permitiera el desarrollo de base vegetal para generar mantos verdes. Por lo anterior, cabe resaltar que pruebas de carácter mecánico (tracción, compresión, flexión, torsión, entre otros.) no se hacen necesarias debido a que no se propende directamente por cuantificar dichas pruebas y aplicarlas a la manta, ya que lo que se busca es aprovechar residuos de procesos agrícolas, realizar una manta y llevarla al talud para verificar de primera instancia su biodegradabilidad y los aportes que puedan brindar los materiales que componen dicha manta, para posterior realizar mediciones acerca de la estabilización y de hacerse esto, revisar que tipo de estructuras podrían complementar el uso de la manta biodegradable.

La manta mejora las propiedades del suelo gracias a que la materia orgánica favorece la estabilidad estructural de la superficie donde se ubicó, debido al aumento del contenido en macronutrientes N (principalmente por ser componente tanto del material fibroso como del aglomerante (Gelatina)), P,K, y micronutrientes; aumentó su capacidad de retención de agua en el suelo debido al comportamiento frente al líquido, permitiendo su posterior biodegradación. Finalmente la manta actuó como soporte y alimento de los microorganismos e insectos ya que viven a expensas de material orgánico.

Es importante relacionar que en el 46º Congreso Internacional de ACODAL Sociedad Ambiente y Futuro del año 2003, se presentó la ponencia Gestión de Biosólidos en Colombia, en donde se establecieron los biosólidos como elemento aprovechable para la lombricultura, bioremediación de suelos y uno de los aspectos importantes, la

revegetación de taludes. Según Dáguer (2003), “Los biosólidos son un producto originado después de un proceso de estabilización de lodos orgánicos provenientes del tratamiento de las aguas residuales”.

Como resultado del proyecto se evidencia que en Colombia no se han desarrollado proyectos de esta índole pero si se demuestra las nuevas aplicaciones dadas a diferentes residuos de procesos y subprocesos industriales y agrícolas, como es el caso de los biosólidos.

La poca investigación realizada sobre estos temas, hizo que Fernández-Castillo *et al.* (2008) realizara la evaluación de dos ecotécnicas para facilitar la revegetación y naturación de taludes rocosos, lo cual permitió establecer que la hidrosiembra se comporta mejor que la geomalla de yute utilizada. Lo anterior permitió establecer una relación de materiales similares con este proyecto dando como referencia la posibilidad de la utilización de materiales biodegradables para la revegetación de taludes. El término ecotécnica es asimilado como “un instrumento desarrollado para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales y permitir la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria” como lo indica la Comisión Nacional Para El Desarrollo De Los Pueblos Indígenas, México 2010.

Bajo la misma premisa del proyecto (utilización de materiales amigables), se han venido desarrollando agromantos que han permitido el control de erosiones (de alguna manera similar al tema tratado) mediante su instalación en diferentes suelos, siendo un geosintético. Estos agromantos han sido desarrollados por la Empresa Geosistemas

Pavco S.A. de Mexichem; son productos de carácter sintético con componentes naturales como el yute para facilitar la revegetación.

## CONCLUSIONES

La mezcla realizada entre el subproducto (chala de maíz) y el material aglomerante (Colapiscis+Glicerina+H<sub>2</sub>O), es la que presenta las condiciones adecuadas para ser trabajada y analizada a profundidad en el contexto ya definido, debido a sus propiedades de flexibilidad, biodegradabilidad y factibilidad de procesamiento.

Por el contrario, la manta desarrollada entre el material + (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> mostró condiciones de tiempo desfavorables y poca flexibilidad, lo que la hacía débil y con poca probabilidad de fabricación.

La utilización de iguales cantidades para la mezcla aglomerante (Colapiscis+Glicerina+H<sub>2</sub>O) permitió una adecuada gelatinización de la manta brindando así, las propiedades buscadas para el cumplimiento de objetivos.

Los siguientes aspectos permitieron establecer las condiciones ideales para disponer del subproducto: 7 días posteriores al proceso de licuado, un peso entre 19 y 20 gramos (50% aproximadamente del peso inicial en día 0), Humedad Relativa de 79.60%, temperatura de 16°C e intensidad de transpiración entre el 14 y 15 %, teniendo en cuenta la ubicación geográfica del proyecto.

El desarrollo del proyecto se tomará como punto de partida para el continuo desarrollo tecnológico, buscando así un modelo de perfeccionamiento que contribuya tanto al aprovechamiento de materiales existentes en el contexto, como de productos y

subproductos derivados de procesos orgánicos agrícolas ya sean artesanales o industriales.

El empleo de materiales compuestos en la actualidad presenta múltiples ventajas para su uso en áreas tan diversas como la geotecnia, la edafología, entre otras.

En aplicaciones de ingeniería (especialmente civil) el empleo de materiales compuestos no está tan extendido, debido principalmente al desconocimiento que aún existe de estos materiales en cuanto a las prestaciones estructurales, biológicas y mecánicas que son capaces de aportar y, porque materiales tradicionales como son el concreto y el acero están ampliamente contrastados en todo el mundo, desde sus características ambientales hasta su uso exclusivamente en estabilización, mas no, en conservación.

Con el proyecto se corrobora lo planteado por Bochet & García-Fayos (2004): "...las propiedades físicas y químicas de las zonas alteradas no son adecuadas para el establecimiento de la vegetación, ya que presentan suelos poco fértiles (escasez de nutrientes y de materia orgánica), de texturas poco equilibradas y/o pedregosas." Es importante en este sentido considerar el efecto de la aplicación de la manta biodegradable, dado que da respuesta a la aplicación de nutrientes a partir de material orgánico y a la generación de microecosistemas.

Con base en los diseños planteados, el desarrollo de los materiales compuestos (manta conformada por el subproducto + aglomerante) se ven como una alternativa técnicamente viable para su uso en la conservación de las propiedades de los taludes y posible revegetación. Lo anterior, permitiendo un desarrollo futuro importante debido a las ventajas comparativas en relación con los materiales de uso tradicional como la lona

(sistemas polisombra) o malla eslabonada metálica. A su vez, frente al producto que se podría considerar sustituto como lo son las baldosas de pasto, se encuentra un claro aprovechamiento de residuos sin establecer cortes de la superficie para obtener el producto.

El referente teórico de la presente investigación se realizó, en su mayoría, con base en la información recopilada de carácter internacional por cuanto la divulgación de las investigaciones nacionales es limitada y de difícil acceso, lo cual puede generar repetitividad y demora en los procesos de la investigación y en el desconocimiento de lo que otros ya han logrado.

Este proyecto permitió plasmar el enfoque biosistémico del programa académico ya que se tuvo en cuenta la integración de tecnologías necesarias para lograr el máximo aprovechamiento de las materias primas sobre la base de los recursos locales y enfocadas a dar respuesta a las necesidades sociales.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acosta H, Villada H & Ramírez J. 2006. Envejecimiento de almidones termoplásticos agrios de yuca y nativos de papa por Microscopía de Fuerza Atómica. *Información Tecnológica*, Cali - Colombia, 17(3):71-78
- Águila I. 2001. Cementos puzolánicos, una alternativa para Venezuela. *Tecnología y Construcción*, IDEC (Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción)-FAUUCV (Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela), Caracas, 17(3): 27-34

- Ashby M, Shercliff H & Cebon D. 2007. *Materials, engineering, science, processing and design*. 2 ed. Elsevier- Cambridge University Press, Cambridge: 16-24
- Barret RK & White JL. 1991. Rock fall prediction and control. *Proc. National Symp. on Highway and Railway Slope Maintenance*, Association of Engineering Geology Chicago: 23-40
- Blacido D, Sobral P & F.C. Menegalli. 2005. Development and characterization of biofilms based on Amaranth flour (*Amaranthus caudatus*). *Journal of Food Engineering*, 67:215-223
- Bochet E, García-Fayos P & Tormo J. 2004. Restauración y revegetación de taludes de carreteras en ambientes mediterráneos semiáridos: procesos edáficos determinantes para el éxito. *Ecosistemas*, 18 (2), 79-90
- Bouyssou D, Marchant T, Pirlot M, Tsoukias A & Vinke P. 2000. *Evaluation and decision models: A critical perspective*. Kluwer Academic Publisher:120 p
- Brans J P & Vincke PH. 1985. A preference ranking organization method, the PROMETHEE method. *Management Science*, 31: 647-656
- Buonocore GG, Del Nobile MA, Panizza A, Corbo MR & Nicolais L. 2003. A general approach to describe the antimicrobial agent release from highly swellable films intended for food packaging applications. *Journal of Controlled Release*, 90 (1): 97-107
- Buonocore GG, Sinigaglia M, Corbo MR, Bevilacqua A, La Notte E & Del Nobile MA. 2004. Controlled release of antimicrobial compounds from highly swellable polymers. *Journal of Food Protection*, 67(6): 1190-1194
- Cagri A, Ustunol Z & Ryser ET. 2004. Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67(4): 833-848

- Capuz S & Gómez T. 2004. *Ecodiseño. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. (2da. Ed.) Universidad Politécnica de Valencia. México. Alfaomega
- Charter M & Tischner U. 2001. *Sustainable Solutions. Developing Products and Services for the Future*. Greenleaf Publishing Limited. Sheffield
- Fernández-Castillo M, Castañeda M & Monroy A. 2008. Mosaicos de vegetación para la naturación de taludes y comparación de ecotécnicas de establecimiento de plantas: hidrosiembra vs. geomalla. *Investigación Universitaria Interdisciplinaria*, 7(7): 45-50
- Finkenstadt V & Willett J. 2004. A direct-current resistance technique for determining moisture content in native starches and starch-based plasticized materials. *Carbohydrate Polymer*, 55: 149-154
- Floyd J. 2007. Wall Control Blasting Techniques. *Special Blasting Techniques Proceedings Reno*: 1-67
- Goughnour RR, Sung JT & Ramsey JS. 1990. Slide Correction by Stone Columns. En: Esrig MI & Bachus RC (Eds.), *Deep Foundation Improvements: Design, Construction, and Testing*. ATM STP – 1089.
- Gray DH & Leiser AT. 1982. *Biotechnical slope protection and Erosion Control*. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Gray DH & Sotir RB. 1996. *Biotechnical and soil Bioengineering Slope stabilization*. John Wiley & Sons, Inc.: 378 p
- Grossi G A. 2008. *Análisis y sistematización de los criterios que determinan la red vial estructurante de Chile*. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile

- Hanna J. 2004. Functional properties of extruded foam composites of starch acetate and corn cob fiber. *Industrial Crops and Products*, 19: 255-269
- Holtz RD & Schuster RL.1996. *Stabilization of soil slopes. Landslides investigation and mitigation*. Special report 247. Transportation research Board. National research council: 439-473
- Juran I, Benslimane A & Bruce DA. 1996. Slope stabilization by micropile reinforcement. Proceedings of the seventh International Symposium on landslides. Trondheim: 1715-1726
- Keeney RL & Raiffa H. 1976, *Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value-Tradeoffs*. Wiley, New York
- Laohakunjit N & Noomhorm A. 2004. Effect of plasticizers on mechanical and barrier properties of rice starch films. *Starch/Stärke*, (56): 348
- Llanos Córdova EM. 2009. *Capacidad antioxidante de tres variedades de papa (Solanum tuberosum) con y sin cáscara : blanca, amarilla y rosada*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Humana, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Programa Cybertesis Perú.
- Mali S, Grossmann MVE, García MA, Martino MN & Zaritzky NE. 2002. Microstructural characterization of yam starch films. *Carbohydrate Polymers*, (50): 379
- Mangonon L. 2001. *Ciencia de Materiales: Selección y Diseño*. Prentice Hall, México: 776p
- Pachakis M, Anagnostopoulos AG & Tsiambaos G. 1997. Landslides stabilization by large diameter piles. *Proceeding International Symposium on Engineering Geology and the environment*. Athens, 937-942

- Pareta R & MJ Edirisinghe. 2006. A novel method for the preparation of starch films and coatings. *Carbohydr. Polym*: 63 (3): 425-431
- Parra D, Tadini C, Ponce P & Lugao A. 2004. Mechanical properties and water vapor transmission in some blends of cassava starch edible films. *Carbohydrate Polymer* 58:475-481.
- Peesan M, Supaphol P & Ravani R. 2005. Preparation and characterization of hexanoyl chitosan/poly lactide blend films. *Carbohydrate Polymer*, 63(1): 1-8
- Roman F & Cacuci D. 1996. Stability analysis and strengthening solutions of sliding slopes. *Proceedings of the seventh International Symposium on landslides*, Trondheim, 1783-1785.
- Ryu S, Rhim J, Roh, H & Kim S. 2002. Preparation and physical properties of zein-coated high-amylose corn starch film. *Food Science and Technology*, 35:680-686
- Shamekin S, Myllärihen P, Poutanen K & Forssell P. 2002. Film formation properties of potato starch hydrolysates. *Starch/Stärke* 54:20-24.
- Smits A, Kruiskamp P, Van Soes J & Vliegenthart J 2003. The influence of various small plasticisers and malto-oligosaccharides on the retrogradation of (partly) gelatinized starch. *Carbohydrate Polymer*, 51: 417-424
- Suárez Díaz J. 2001. *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Universidad Industrial de Santander. Edición UIS: 1-20
- Transportation Research Board. 1996. *Landslides investigation and mitigation*. Special report 247. Washington: 675p

- Varnes DJ. 1978. Slope movement types and processes. En: Schuster RL & Krizek RJ (eds.), *Landslides: Analysis and control*. TRB, National Research Council, Washington, DC, Special report 176: 11-33
- Von Neumann J & Morgenstern O. 1944. *Theory of games and economic behavior*. Princeton University Press, Princeton.
- Wang Y, Rakotonirainy M & Papua W. 2003. Thermal behavior of Zeína-base biodegradable films. *Starch/Stärke* 55:25-29
- Wyllie DC & Norrish NI. 1996. *Stabilization of rock slopes*. Landslides investigation and mitigation. Transportation Research Board. National research council. Special report 247. 474-504
- Zhai M, Yoshii F & T Kumb. 2003. Radiation of starch-based. *Carbohydr. Polym*: 52(3): 311–317

## INFOGRAFÍA

- Acosta H. 2006a . Morfología superficial de almidones termoplásticos agrario de yuca y nativo de papa observados por microscopía óptica y microscopía de fuerza atómica. *Rev. Inf. Tecnol*, 17 (3): 63-70 ISSN: 0718-0764 (en línea), <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S071807642006000300010&lng=es&nrm=iso-&tlng=es>. Acceso: 15 de marzo 2010
- Ayala M, Peñuela G & Montoya J. 2006. Membrane processes for treatment of acid yellow color 23 highly loaded residual waters. *Rev.fac.ing.univ. Antioquia*. [online]. Jan./Jun. 38: 53-63. Available from World Wide Web: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302006000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302006000400005&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0120-6230. Acceso: 23 de marzo 2010

- [http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Cap%203%20papel%20vegetaci%F3n%20libro%20erosi%F3n.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Cap%203%20papel%20vegetaci%F3n%20libro%20erosi%F3n.pdf). Acceso el 03/01/2011
  
- Magc (Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya). 2008. [www.gencat.cat](http://www.gencat.cat), Acceso: 18 de Febrero 2010
- Mater Bi. 2007. <http://www.promotions.org.uk/biodegradableproduc.htm>. Acceso: 24 de Noviembre (2009).
  
- Motato R, Karina E, Mejia G, Amanda I & León P Á. Evaluation of the agroindustrial wastes of banana (*Musa paradisiaca*) and sawdust of abarco (*Cariniana pyriformis*) as substrates for the culture of the fungus *Pleurotus djamor*. available from world wide web: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0121-40042006000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0121-40042006000100004&lng=en&nrm=iso)>. issn 0121-4004. acceso: 17 de marzo 2010.
  
- Novamont. 2007. TPS for Industrial Non-Food Uses; <http://www.biomatnet.org/secure/Other/S1281.htm>. Acceso: 14 de Marzo (2010).