



Vol 15, N° 3  
Julio - Septiembre 2015

ISSN: 1317-2255  
Deposito Legal: pp 20002FA828  
Dep. legal ppi 201502ZU4642

# Multiciencias

Multiciencias



Universidad del Zulia  
Revista Arbitrada Multidisciplinaria

Multiciencias / Revista Arbitrada Multidisciplinaria del Núcleo LUZ-Punto Fijo



LUZ Punto Fijo

Núcleo LUZ-Punto Fijo  
Programa de Investigación y Posgrado  
Falcón-Venezuela

**MULTICIENCIAS**, Vol.15, N° 3, 2015 (265 -270)

ISSN: 1317-2255 / Deposito Legal: pp 20002FA828 / Dep. legal ppi 201502ZU4642

## Composición fitoquímica de la harina de forraje de mucuna (*Stylobium Aterrimum*) fermentada con el hongo *Trichoderma Viride*

**Idania Scull, Lourdes Savón, Elaine Valiño y Yusmely Ramos**

*Instituto de Ciencia Animal. Apto 24, San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba*

*idascull@ica.co.cu; lsavon@ica.co.cu; evalino@ica.co.cu; yramos@ica.co.cu*

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de los compuestos secundarios en la harina de forraje de mucuna (*Stylobium aterrimum*), fermentada con el hongo *Trichoderma viride* (cepas M5-2 y 137MCX-1). Se investigó la presencia de los grupos funcionales de alcaloides, saponinas, taninos, flavonoides, antocianidinas, aminos, triterpenos, coumarinas, glicósidos cardiotónicos, azúcares reductores, resinas y quinonas a las 24 horas de fermentación, (tiempo de mayor excreción de enzimas). Para estudiar el contenido de polifenoles totales (PT) en forma dinámica a las 0, 24, 48, 72 y 96 horas de fermentación se aplicó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x5 y cuatro repeticiones, en el que los factores fueron las cepas microbianas y el tiempo de fermentación. En las muestras fermentadas se redujeron y en algunos casos se eliminaron los metabolitos secundarios estudiados, excepto los azúcares reductores que aumentaron con la fermentación. La menor concentración de los compuestos secundarios en la harina coincidió con el proceso de fermentación donde se utilizó la cepa M5-2. Sin embargo, con la cepa 137MCX-1 se encontraron los valores más bajos de polifenoles totales (1.13-0.21 %), lo que se evidenció a partir de las 24 h para ambas cepas. Los resultados sugieren que en la harina de forraje de mucuna biotransformada con las dos cepas del hongo *Trichoderma viride* se redujo el contenido de compuestos secundarios y la concentración de polifenoles totales, lo que aumenta su calidad nutritiva y mejora las potencialidades de uso de este alimento.

**Palabras clave:** metabolitos secundarios; harinas fermentadas; tamizaje fitoquímico; *stylobium aterrimum*.

# Phytochemical composition of mucuna forage meal (*Stylobium Aterrimum*) fermented with the fungus *Trichoderma Viride*

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the behavior of secondary compounds in mucuna forage meal (*Stylobium aterrimum*), fermented with the fungus *Trichoderma viride* (strains M5-2 and 137MCX-1). The presence of the functional groups of alkaloids, saponins, tannins, flavonoids, anthocyanins, amines, triterpenes, coumarins, cardiac glycosides, reducing sugars, and quinones resins after 24 hours of fermentation was investigated (time increased excretion of enzymes). To study the content of total polyphenols (PT) dynamically at 0, 24, 48, 72 and 96 hours of fermentation a completely randomized 2x5 factorial arrangement and four replications, design in which the factors were applied microbial strains and the fermentation time. In fermented samples were reduced and in some cases secondary metabolite were removed, except that reducing sugars increased with fermentation. The lowest concentration of the compounds in the flour side coincided with the fermentation process where M5-2 strain was used. However, with the 137MCX-1 strain the lower values of total polyphenols (1.13-0.21%) were found, which was evident after 24 h for both strains. The results suggest that the forage meal biotransformed mucuna with two strains of the fungus *Trichoderma viride* content of secondary compounds and total polyphenol concentration was reduced, which increases its nutritional value and improve the potential of using this food.

**Key words:** secondary metabolites; fermented flour; phytochemical screening; *stylobium aterrimum*.

## Introducción

La utilización de la harina de forraje de mucuna en la alimentación animal resulta de gran interés por su elevado contenido de nutrientes y su relativo bajo costo. Sin embargo, paralelamente contiene una serie de compuestos secundarios (Savón et al. 2007, Arulkumar y Sabesan 2012) que en dependencia de su concentración pueden alterar la eficiencia en la utilización de nutrientes y por lo tanto, las potencialidades productivas y la salud de los animales (Belmar y Nava 2005). Esto, en ocasiones, obliga a que dicho alimento sea tratado antes de su consumo. La literatura informa gran número de métodos disponibles para la inactivación o remoción de los metabolitos secundarios en las harinas de forrajes y granos de leguminosas tropicales, entre los que se encuentran los métodos físicos, mecánicos, químicos y biotecnológicos (Martín et al. 2008, Vadivel y Pulgalenthi 2008 y Quicazán 2012).

La fermentación en estado sólido (FES) es uno de los métodos biotecnológicos que posibilita el mejoramiento del valor nutritivo y la reducción del contenido de fibra (Sosa et al. 2012 y Grijalva 2013). Además, la literatura informa la actividad celulolítica de muchos microorganismos entre los que se incluyen

varias especies de hongo como *Trichoderma*, *Aspergillus* y *Fusarium* (Dashtban et al 2010).

Estos microorganismos producen enzimas capaces de reducir el contenido de metabolitos secundarios presentes en leguminosas como la vicia, el dolico y la mucuna (Valiño et al. 2004). Por tanto, los nuevos alimentos obtenidos con las leguminosas procesadas son de indudable utilidad para la alimentación animal y humana, dados sus efectos beneficiosos y uso en la prevención de enfermedades.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los metabolitos secundarios de la harina de forraje de mucuna (*Stylobium aterrimum*) fermentada con dos cepas (137MCX-1 y M5-2) del hongo celulolítico *Trichoderma viride*.

## Materiales y métodos

### Obtención de la harina

Las plantas de mucuna (*Stylobium aterrimum*) se sembraron en suelo ferralítico rojo en el área experimental de la Estación de Pastos y Forrajes «Miguel Sistach Naya» perteneciente al Instituto de Ciencia Animal, ubicado en el municipio San José de las Lajas, en la provincia Mayabeque.

La harina de forraje se elaboró con la planta entera (hojas y tallos), el corte se realizó de forma manual a 5 cm sobre el nivel del suelo cuando el 100 % de las plantas sembradas en el área a recoger se encontraban florecidas (Díaz et al. 2003). Se muestrearon cinco puntos diferentes del campo experimental y se recogió aproximadamente 1 Kg de forraje en cada punto. Las muestras se secaron a la sombra durante 3-4 días, hasta reducir la humedad a 20-25% de materia seca (MS) y posteriormente se molieron en un molino de martillo, equipado con un tamiz 1mm.

## Fermentación de la harina

La fermentación en estado sólido de la harina de forraje de mucuna se realizó en bandejas según la metodología propuesta por (Valiño et al. 2004). Se utilizaron como microorganismos las cepas mutantes del hongo *Trichoderma viride* (M5-2 y 137MCX-1) con actividad celulolítica, procedentes del banco de cepas del laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia Animal (Valiño 1999). El sustrato, se humedeció con agua destilada hasta 70% P/V, requerimiento necesario para el crecimiento del hongo, se esterilizaron a 120°C por 20 min y se inocularon. En el transcurso de la fermentación se realizaron muestreos cada 24 h durante un tiempo total de estudio de 96 h. A las 24 h de fermentación se realizó el tamizaje fitoquímico, estas primeras horas coinciden con la mayor secreción de enzimas hidrolíticas y oxidativas importantes en el proceso de transformación del sustrato (Archer, 2001). Las determinaciones de polifenoles totales (PT) se realizaron en la dinámica de fermentación para evaluar estos compuestos que fueron los que más se redujeron según el análisis cualitativo.

## Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico se realizó en la muestra de harina sin fermentar y a las 24h de fermentación, según la técnica propuesta por Miranda y Cuellar (2000); los procedimientos empleados se muestran en la tabla 1. Se investigó la presencia de 12 grupos funcionales: alcaloides, saponinas, triterpenos/esteroides, taninos, flavonoides, proantocianidinas, coumarinas, quinonas, azúcares reductores, grupos amino, resinas y cardenólidos. Para la descripción de los ensayos químicos se utilizó el sistema de cruces para determinar la presencia o ausencia de los

metabolitos. Para controlar la calidad de los reactivos se utilizaron disoluciones de referencia de los compuestos determinados para cada procedimiento, como se muestra en la tabla 1.

## Determinación de compuestos fenólicos

La concentración de polifenoles totales se determinó por el método de Makkar (2003), utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu.

Tabla 1. Procedimientos empleados y disoluciones utilizadas como control de reactivos

Metabolito	Procedimiento	Solución control
Alcaloides	Dragendorff, Mayer	-
Saponinas	Prueba de la espuma	-
Taninos	FeCl <sub>3</sub> 4%	Ácido tánico 1%
Flavonoides	Shinoda	Quercetina 2%
Antocianidinas/Catequina	Antocianidina	D(+) Catequina
Grupo $\alpha$ amino	Ninhidrina	L-Lisina 1%
Triterpenos/ Esteroides	Lieberman- Burchard	Colesterol 2%
Coumarinas	Baljet	-
Glicósidos Cardiotónicos	Kedde	-
Azúcares reductores	Fehelling / Benedict	D(+) Glucosa
Quinonas	Bomtrager	-
Resinas	Precipitación	-

## Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados de los polifenoles totales se utilizó el sistema estadístico SPSS (Visauta 1998). Se realizó un análisis de varianza según un modelo de clasificación simple en arreglo factorial de 2x5, con cuatro repeticiones, los factores fueron las cepas microbianas (137MCX-1 y M5-2) y tiempos de fermentación. La comparación entre medias se realizó según Duncan (1955) para P<0.05.

## Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestran los resultados de los ensayos del tamizaje fitoquímico para la harina de forraje de *Stizolobium aterrimum* sin fermentar (control) y fermentada a las 24h con dos cepas del hongo *Trichoderma viride* (137 MCX-1 y M5-2).

Tabla 2. Compuestos secundarios presentes en la harina de forraje de mucuna sin y a las 24 h de fermentación.

	Harina de <i>Stizolobium aterrimum</i>		
	Control	<i>T. vidire</i>	
		137 MCX-1	M5-2
Taninos	+++	++	+
Alcaloides	+++	-	-
Flavonoides	+	+	-
Saponinas	++	-	-
Triterpenos	++	+	+
Antocianidinas	+	-	-
Azúcares Reductores	++	+++	+++
Coumarinas	-	-	-
Quinonas	-	-	-
Grupos $\alpha$ amino	+++	-	-
Glicósidos Cardiotónicos	-	-	-
Resinas	-	-	-

+++ Abundante, ++ moderado, + bajo, -ausencia

Se encontraron diversos metabolitos secundarios en la harina sin fermentar que disminuyeron a las 24h, sin embargo, los azúcares reductores se incrementaron con el proceso de biotransformación.

En la harina fermentada con ambas cepas no se encontró presencia de alcaloides y hubo una disminución importante de la concentración de triterpenos y saponinas en relación con la harina sin fermentar. La cepa M5-2 fue más efectiva en la disminución de los taninos y flavonoides que la 137MCX-1, mientras que ambas cepas redujeron la presencia de antocianidinas. No se evidenciaron cambios con las coumarinas, quinonas, resinas y glucósidos cardiotónicos con el proceso de transformación.

Los alcaloides agrupan gran cantidad de compuestos orgánicos complejos que contienen nitrógeno en su estructura, la mucuna presenta alcaloides como la serotonina, bufotonina, ácido nicotínico y tetrahidroisoquinolina de gran importancia para la salud humana (Manyam et al 2004), pero que debido al sabor amargo que le confieren a la dieta pueden disminuir el consumo (Belmar y Nava 2005). Con la fermentación los alcaloides sufren muchas transformaciones que reducen sus cantidades y además se puede formar nuevos compuestos, que modifican las propiedades organolépticas del alimento (Egounley et al 2002), lo

que puede traducirse como una mejor aceptabilidad para los animales.

Los azúcares reductores fueron los únicos compuestos que aumentaron después de la fermentación con el hongo. Esto podría deberse a que en el proceso de fermentación se producen una serie de enzimas capaces de escindir los múltiples enlaces de puentes de hidrógeno que se establecen entre los grupos hidroxilos de las distintas cadenas de glucosa (Ferrer et al. 2001). En consecuencia ocurre la separación de los monómeros constituyentes de la celulosa y hemicelulosa los cuales son identificados como azúcares reductores. Resultados similares obtuvo (López et al 2009) con la fermentación de coproductos de la industria forestal utilizando otra especie del hongo *Trichoderma*.

Las saponinas son moléculas de estructuras diversas que se pueden encontrar en forma de triterpenos y glucósidos esteroidales (Oleszek y Bilaly, 2006). Con este proceso puede ocurrir la hidrólisis de las cadenas de azúcares de estos compuestos y por tanto la desaparición de algunos de ellos, con la consiguiente formación de intermediarios para nuevas reacciones y la síntesis de nuevos compuestos (Godliving 2012).

Los compuestos fenólicos engloban un amplio grupo de sustancias químicas que cuando se encuentran en la dieta pueden ser la causa de la baja digestibilidad de las proteínas y otros nutrientes (Ogudoro, et al 2014). En el estudio fitoquímico los compuestos fenólicos fueron los metabolitos que más disminuyeron con el proceso de fermentación y la cepa M5-2 fue la que tuvo mayor impacto en la transformación de los taninos y los flavonoides. Esto puede deberse a mayores expresiones enzimáticas frente a este sustrato para la cepa M5-2 que para *T. viride* 137 MCX-1. Por esto, se investigó el comportamiento de dichos compuestos en la dinámica de fermentación de la harina. Estos resultados coinciden con los que encontraron Oseni y Akindahunsi 2011, con la fermentación de semillas de *Jatropha curcas*.

La dinámica de fermentación de los PT de la harina de forraje de *Stizolobium aterrimum* (tabla 3) mostró que hubo interacción cepas de microorganismos - tiempos de fermentación para este indicador.

Tabla 3. Interacción entre el tiempo de fermentación (h) y las cepas del microorganismo (137MCX-1; M5-2) para los polifenoles totales (%).

Cepas <i>T. virides</i>	Horas					ES(±) Sign
	0	24	48	72	96	
137MCX-1	2.41 f	1.13 c	0.90 b	0.87 b	0.21 a	0.0308 P<0.001
M5-2	2.41 f	1.61 e	1.28 d	1.69 e	1.32 d	

a b c d e f Medias con letras distintas difieren a  $P \leq 0.05$  (Duncan, 1955)

Se observó una disminución en el contenido de PT a partir de las 24h de iniciado el proceso de fermentación y hasta las 96h con las dos cepas del hongo. Este efecto fue más notable para la cepa 137MCX-1 donde se redujo sustancialmente la cantidad de polifenoles en comparación con la harina sin fermentar (2.41-0.21 %). Estos resultados son contrarios a los señalados por Adetuny y Ibraim (2014), quienes obtienen mayor contenido de compuestos fenólicos en las semilla de *Abelmoschus esculentus* fermentadas. Con la cepa M5-2 este procedimiento no fue tan regular (2.41-1.32 %), ya que los PT mostraron un ligero incremento a las 72h, luego la concentración continuó la disminución hasta alcanzar valores similares a los de las 48h de iniciado el proceso de fermentación.

En contraste a lo encontrado en el tamizaje fitoquímico, la cepa 137MCX-1 manifestó mejores resultados en la transformación de polifenoles, lo que sugiere mayor capacidad de esta cepa para producir enzimas polifenoloxidasas (Valiño et al. 2004), estas enzimas catalizan las oxidaciones de compuestos fenólicos a radicales fenoxilos (Pérez-Gilabert y Carmona 2000 y Yoruk y Marshall 2003).

En el proceso de fermentación actúan microorganismos y enzimas que generan cambios en el alimento y como consecuencia mejoran el valor nutricional de las harinas al reducir el contenido de fibra, disminuir los metabolitos secundarios e incrementar el valor biológico de la proteína (Savón et al. 2010 y Valiño et al. 2010).

Los resultados de este estudio mostraron el marcado efecto de la fermentación en estado sólido en la disminución de los metabolitos secundarios, principalmente de los compuestos fenólicos en la harina de forraje de *Stizolobium aterrimum*. Se demostró que a medida que avanzó el tiempo de fermentación disminuyeron los compuestos fenólicos y la cepa 137MCX-1 evidenció mejores resultados en la transformación de estos metabolitos. Este aspecto debe ser considerado para el uso de esta harina de forraje como alimento funcional y aprovechar su valor agregado en la alimentación animal. Es preciso continuar estudios que permitan evaluar los efectos de la FES en las harinas de otras leguminosas y profundizar en el aprovechamiento de sus propiedades benéficas.

## Referencias

- ADETUYI, F.O; IBRAHIM, T.A (2014). Effect of Fermentation Time on the Phenolic, Flavonoid and Vitamin C Contents and Antioxidant Activities of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Seeds. *Nigeriam Food Journal*. 32:128.
- ARCHER, D (2001). Filamentous fungi as microbial cell factories for food use. *Current Opinion in Biotechnology*. Elsevier Science. 11:478.
- ARULKUMAR, S; SABESAN, M (2012). The behavioral performance tests of *Mucuna pruriens* gold nanoparticles in the 1-methyl 4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine treated mouse model of Parkinsonism. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease S*:499.
- BELMAR,R;NAVA,R(2005).Factoresantinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. VII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Curso Pre-evento. UNELLEZ, Venezuela, p 51.
- DASHTBAN, M; SCHRAFT, H; SYED, T; QIN, W (2010). Fungal biodegradation and enzymatic modification of lignin. *International Journal Biochemistry Molecular Biology*. 1:36.
- DÍAZ, M.F; GONZÁLEZ, A; PADILLA, C; CURBELO, F (2003). Comportamiento de la producción de forrajes y granos de *Canavalia ensiformes*, *Lablab purpureus* y *Stizolobium niveum* en siembras de septiembre. *Revista cubana de Ciencias Agrícolas*. 37:65.
- DUNCAN, M.F (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- EGOUNLETY, M; AWORH, O.C; AKINGBALA, J.O; HOUBEN, J.H; NAGO, C.M (2002). Nutritional and sensory evaluation of maize-based tempe fortified weaning foods. *International of Food Science and Nutrition*. 53:15.
- FERRER, J; PÁEZ, G; MÁRMOL, Z; RAMONES, E; CHANDLER, C; MARIN, M; FERRER, A (2001). Agronomic use of biotechnologically processed grape wastes. *Bioresource Technology*. 76:39.
- GODLIVING, Y (2012). Lignocellulolytic enzymes from tropical fungi: TypesM, substrates and applications. *Scientific Research and assays*. 7:1544.

- GRIJALVA, N (2013). Degradación de residuos vegetales mediante inoculación con cepas microbianas. Enfoque Universidad Tecnológica Equinoccial. 1:1.
- LÓPEZ, A; LOPRETTI, M; TOMASSO, M; DUARTE, M (2009). Evaluación de residuos de la industria forestal por un sistema de FSS de presacarificación con fines a la producción de alcohol. Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay. 4:6.
- MAKKAR, H.P.S (2003). Quantification of tannins in tree and shrub foliage. A laboratory manual. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- MANYAM, B.V; DHANASEKARAN, M; HARE, T.A (2004). Neuroprotective effects of the antiparkinson drug *Mucuna pruriens*. Phytotherapy Research. 18:706.
- MARTÍN, M.A; Díaz, M.F; AGUILERA, Y; BENÍTEZ, V; MOLLA, E; ESTEBAN, R.M (2008). Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes. Food Chemistry. 107:1042.
- MIRANDA, M; CUELLAR, A (2000). Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales. La Habana: Facultad de Farmacia y alimentos de la Universidad de la Habana p 10.
- OGUDORO, A.C; SAIDU, A.N; KABIRU, A.Y (2014). Evaluation of the phytochemical and antinutrient composition of raw and processed *Mucuna Pruriens* (Vel Vet Beans). Annals Foes Science and Techology. 15:60.
- OLESZEK, W; BILALY, Z (2006). Chromatographic determination of plant saponins - an update (2002-2005). Journal of Chromatography. 1112:78.
- OSENI, O.A; AKINDAHUNSI, A.A (2011). Some phytochemical properties and effect of fermentation on the seed of *Jatropha curcas*. Journal of Food Technology. 6:158.
- PÉREZ Gilabert, M; CARMONA, F.G (2000). Characterization of catecholase and cresolase activities os eggplant polyphenol oxidase. Journal Agriculture Food Chemistry. 48:695.
- QUICAZÁN, M.C (2012). Aplicación de fermentación láctica como alternativa en el desarrollo de bebidas de soya en Colombia. Tesis presentada en opción al título de doctor en Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- SAVÓN, L; SCULL, I; VALIÑO, E; BELL, R (2010). Valor potencial de la harina de forraje integral biotransformada de *Stizolobium aterrimum* (mucuna) para la alimentación de especies monogástricas. III Congreso de Producción Animal Tropical, Ciudad Habana, Cuba. p. 184.
- SAVÓN, L; SCULL, I; ORTA, M; MARTÍNEZ, M (2007). Harinas de follajes integrales de tres leguminosas tropicales para la alimentación avícola. Composición química, propiedades físicas y Tamizaje fitoquímico. Revista cubana de Ciencias Agrícolas. 41:359.
- SOSA, D; BOUCOURT, R; DUSTET, J.C (2012). Uso de la modelación matemática en los procesos de fermentación en estado sólido de sustratos fibrosos destinados a la alimentación animal. 46:119.
- VADIVEL, V; PULGALENTHI, M (2008). Removal of antinutritional / toxic substances and improvement on the protein digestibility of velvet bean (*Mucuna pruriens*) seeds during processing. Journal of Food Science and Tecnology. 45:242.
- VALIÑO, E (1999). Fermentación en estado sólido del bagazo de caña por especies de hongos productores de celulasas. Tesis de Doctor en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- VALIÑO, E; ELÍAS, A; CARRASCO, T; ALBELO, N (2004). Effect of the inoculation of the *Trichoderma viride* 137MCX-1 strain on mixtures of *Vigna unguiculata* and sugar cane bagasse for reducing antinutritional factors. Cuban Journal of Agricultural Science 38:61.
- VALIÑO, E; IBARRA, A; SAVÓN, L; ALBELO, N (2010). Biotransformación de las harinas de follaje de *Lablab purpureus* (Dólico) y *Stizolobium niveum* (mucuna) por la cepa *Trichoderma viride* (M5-2). III Congreso de Producción Animal Tropical, Ciudad Habana, Cuba. p. 183.
- VISAUTA, B. V (1998). Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariante. Ed. C. Fernández. Madrid p 24.
- YORUK, R; MARSHALL, M.R (2003). Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. Journal of Food Biochemistry. 27:361.



UNIVERSIDAD  
DEL ZULIA

---

# Multiciencias

Vol 15, N° 3

*Edición por el Fondo Editorial Serbiluz.*

*Publicada en septiembre de 2015.*

*Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela*

[www.luz.edu.ve](http://www.luz.edu.ve)

[www.serbi.luz.edu.ve](http://www.serbi.luz.edu.ve)

[produccioncientifica.luz.edu.ve](http://produccioncientifica.luz.edu.ve)