

**Fermentación en estado sólido de la harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao*. L) con uso del Vitafert**

**Solid state fermentation of the cocoa husk flour (*Theobroma cacao*. L) using Vitafert**

**Autores:**

Msc. Suset Hechavarría-Riviaux<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-9700-343X>

Msc. José Lescaille-Acosta<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3582-0485>

Dr.C. Abel Ortiz-Milán<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0009-0004-1646-9433>

Yusmari Ross-Ramírez<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3294-5864>

Yelenni Mancebo-Romero<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-1962-1299>

**Organismo:** <sup>1</sup>Universidad de Guantánamo (Guantánamo, Cuba). <sup>2</sup>Estudiante CUM El Salvador Carrera Ingeniero Agrónomo.

**E-mail:** [susethr@cug.co.cu](mailto:susethr@cug.co.cu)

**Fecha de recibido:** 30 oct. 2022

**Fecha de aprobado:** 8 dic. 2022

**Resumen**

Con el objetivo de mejorar la composición bromatológica de la cáscara de cacao, se realizó un experimento con diferentes variantes de fermentación en estado sólido, a temperatura controlada que incluyeron niveles de Vitafert y los tiempos de fermentación. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial con 3 repeticiones evaluándose la materia seca, ceniza, proteína bruta, calcio fósforo, materia orgánica, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida) y proteína verdadera. Los resultados permitieron conocer que no hubo interacción entre el nivel de Vitafert añadido y el tiempo de fermentación para unos indicadores no así para los restantes. Se concluye que la fermentación de la harina de cáscara de cacao en estado sólido con la incorporación de 5 % de Vitafert mejora las características bromatológicas con incrementos de la proteína bruta y la proteína verdadera.

**Palabras clave:** Cáscara de cacao; Composición bromatológica; Fermentación en estado sólido; Vitafert

**Abstract**

With the objective of improving the bromatological composition of the cocoa husk. An experiment was carried out with different fermentation variants in solid state, at a controlled temperature that included Vitafert levels and fermentation times. A completely randomized design with factorial arrangement with 3 repetitions was used. It was evaluated Dry matter, Ash, Crude Protein, Calcium, Phosphorus, Organic Matter, Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber and True Protein. The results revealed that there was no interaction between the level of Vitafert added and the fermentation time for some indicators, but not for others. Concludes that the fermentation of cocoa husk flour in a solid state with the addition of 5 % of Vitafert improves the bromatological characteristics at 96 hours, with increases in crude protein and true protein.

**Keywords:** Cocoa husk; Bromatological composition; Solid state Fermentation; Vitafert

## **Introducción**

Actualmente sostener una alimentación a base de concentrado comercial para animales, es muy difícil, por lo que es apremiante la búsqueda de nuevas alternativas de alimento con este fin. De ahí que el principal problema que en la actualidad enfrenta la ganadería en el mundo, es el aseguramiento alimentario para las distintas especies de animales económicamente útiles al hombre (FAO, 2012).

Una de las alternativas para corregir esta limitante, es el uso de recursos alimenticios regionales, tales como residuos de cosecha y subproductos agroindustriales, debido a que pueden constituir materias primas para generar diversos productos de interés, gracias a su contenido de materia orgánica, celulosa, hemicelulosa, lignina y pectinas (Rojas *et al.*, 2014).

En Cuba, específicamente en la provincia de Guantánamo se pudieran aprovechar los beneficios que brinda el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.). De este, generalmente se utiliza, para la producción de chocolate, la almendra, que representa aproximadamente el 20% del fruto; el resto lo constituye la cáscara, principal subproducto de esta industria. Aunque muchos campesinos la utilizan empíricamente como alimento animal, este subproducto está subutilizado para este fin, por su bajo valor nutritivo.

La fermentación en estado sólido (FES), constituye una de las alternativas utilizadas por investigadores de todo el mundo, con el objetivo de incrementar el valor nutricional de diversas fuentes de alimentos y reducir sus limitantes nutricionales (Elías y Herrera, 2008 y Brea, 2015).

En Cuba, investigadores del Instituto de Ciencia Animal (ICA) desarrollaron un producto biológicamente activo compuesto por bacterias ácido lácticas (BAL) levaduras, ácidos orgánicos de cadena corta y con PH bajo. Es un activador de la fermentación que incrementa los valores de proteína, disminuye el contenido fibroso de los sustratos sometidos. A este producto se le denominó Vitafert (Elías y Herrera, 2008).

Teniendo como base resultados de estudios anteriores realizados sobre la fermentación en estado sólido de la cáscara de cacao con inclusión de urea Hechavarría *et al.* (2020), se decide evaluar el efecto de la inclusión del Vitafert en la composición bromatológica de la cáscara de cacao sometida a un proceso de fermentación en estado sólido.

## **Materiales y métodos**

La investigación se realizó en el Laboratorio de bromatología del Centro de estudios de Tecnología Agroforestal perteneciente a la Facultad Agroforestal de la Universidad de Guantánamo, ubicada en el Km. 6½ Carretera Guantánamo - El Salvador.

**Diseño experimental:** Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (3x3) y 3 repeticiones. Los factores bajo estudio o tratamientos fueron niveles de Vitafert (0; 2,5 y 5,0 %) y los tiempos de fermentación (0, 48 y 96 h) (**tabla 1**) los cuales permitieron conocer el efecto que producen en los indicadores bromatológicos de la harina de cáscara de cacao fermentada en estado sólido (HCC-FES).

**Tabla 1.** Tratamientos para la fermentación en estado sólido. Niveles de Vitafert y tiempos de fermentación.

Tiempo (h)	Niveles de Vitafert (ml)		
	0	2,5	5,0
0	T1	T4	T7
48	T2	T5	T8
96	T3	T6	T9

### Indicadores Bromatológicos evaluados

- ✓ Materia seca (MS) según la AOAC (2000).
- ✓ Proteína bruta (PB) según la AOAC (2000).
- ✓ Proteína verdadera (PV) según el método de Berstein citado por Meir (1986).
- ✓ Materia orgánica (MO) (100 – cenizas).
- ✓ Fibra detergente neutra (FDN) según Van Soest *et al.* (1991).
- ✓ Fibra detergente ácida (FDA) según Van Soest *et al.* (1991).
- ✓ Cenizas (Cz) según la AOAC (2000).
- ✓ Fósforo (P) según la AOAC (2000).
- ✓ Calcio (Ca) según la AOAC (2000).

### Procedimiento experimental

**La elaboración de la harina de cáscara de cacao** se realizó según la metodología descrita por Hechavarría *et al.* (2020).

**Elaboración del Vitafert:** los ingredientes para la elaboración del Vitafert se muestran en la **tabla 2**, según la metodología descrita por Elías *et al.* (1990).

Se pesaron los ingredientes y se mezclaron con agua hasta los 100 litros (L). Se le adicionó un litro de yogurt a la mezcla anterior, se agitó a intervalos de dos horas y se dejó fermentar por 48 h. Después de este tiempo el producto estuvo listo para su utilización. Vale destacar que este producto no se descompone y puede durar alrededor de 6 meses bien tapado.

**Proceso de fermentación:** este proceso consistió en la inclusión de 3 niveles de Vitafert (0; 2,5 y 5,0 %) y los tiempos de fermentación (0; 48; y 96 h) obteniéndose 9 tratamientos o combinaciones como se observa en la **tabla 3**, para esto se mezclaron 100 g de muestra y se depositaron en nylon, sellados con calor y se incubaron a temperatura ambiente (28 °C) durante 0; 48 y 96 h, cada nylon constituyó una unidad experimental.

**Tabla 2.** Fórmula para la obtención del Vitafert

Componentes	Cantidad
Harina de maíz, %	4
Harina de soya, %	4
Urea, %	0,5
Sulfato de magnesio, %	0,25
Premezcla mineral, %	0,5
Azúcar crudo para consumo animal, %	15
Agua, L	100
Yogurt natural, L	1

**Tabla 3.** Fórmula empleada en la FES de la harina de cáscara de cacao (HCC)

Ingredientes	Composición		
	Urea (g)	1,5	1,5
HCC (g)	48,5	46	43,5
Vitafert (ml)	0	2,5	5,0
Agua destilada (ml)	50	50	50
Total	100	100	100

Después de la incubación, el contenido del nylon se recolectó en su totalidad, se homogeneizó individualmente y se secó en una estufa a 60°C por 72h hasta obtener peso constante, para el análisis bromatológico se enviaron las muestras al Laboratorio de servicios analíticos del Instituto de Ciencia Animal (ICA).

**Análisis estadístico:** se realizó un análisis de varianza simple para todas las variables, en los casos necesarios se aplicó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955) para  $p < 0,05$ . Los datos experimentales se procesaron con el paquete estadístico SPSS 15.0.

### Resultados y discusión

**Composición bromatológica de las variantes de FES de la HCC:** referente a la composición bromatológica, no hubo interacción entre el nivel de Vitafert añadido y el tiempo de fermentación para los siguientes indicadores: Cz, PB, Ca, FDN y MO no así para la MS, PV, FDA y P como se observa en las tablas 4 y 5 respectivamente.

La ceniza manifiesta una ligera disminución a las 48 h de fermentación con un posterior aumento a las 96 h de 0,18 unidades porcentuales con respecto a la hora cero. La inclusión de Vitafert tuvo un efecto similar al tiempo de fermentación, aumenta la concentración de este indicador al incluir 2,5 % de este producto y mantiene su valor hasta el nivel de inclusión de 5,0 % sin diferencias entre ellos. Lo que tuvo relación con la disminución de la MO ( $p < 0,001$ ) al añadir 2,5% de Vitafert sin diferencias con el 5%.

**Tabla 4** Efecto de niveles de Vitafert y el tiempo de fermentación en la concentración de Cz, PB, FDN, Ca y MO durante la FES de la HCC

Factor	Cz(%)	PB (%)	FDN (%)	Ca (%)	MO (%)
Tiempo (h)					
0	11,46b	13,81a	64,60a	0,74b	88,53b
48	10,86a	16,37b	65,49c	0,73 <sup>a</sup>	89,13c
96	11,64c	18,14c	65,02b	0,77c	88,34a
EE±	0,02	0,10	0,08	0,09	0,02
Probabilidad	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Niveles de Vitafert (%)</b>					
0	14,05a	16,00b	67,24c	0,68 <sup>a</sup>	88,94b
2,5	11,47b	14,98a	64,23b	0,75b	88,51a
5,0	11,45b	17,34c	63,83a	0,75b	88,54a
EE±	0,02	0,10	0,08	0,09	0,02
Probabilidad	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

abc Medias con letras distintas en cada columna difieren a  $p < 0,05$  según Duncan (1955)

Los incrementos de ceniza que se obtuvieron, según la adición de Vitafert al proceso, posiblemente se deba a la presencia de minerales vigentes en la harina de cáscara de cacao, fundamentalmente Ca y P, también al Vitafert que se adicionó al inicio de la fermentación por la

premezcla mineral que posee en su composición y además a la fermentación de azúcares disponibles así como de los almidones que bacterias y levaduras desarrolladas durante el proceso, utilizaron como fuente de energía para su desarrollo y síntesis celular lo que provocó una disminución de la MO, semejante a lo planteado por Blardony (2010).

Las cenizas indican el contenido mineral de un alimento y es necesario para el metabolismo microbiano o animal. En este sentido Espinosa (2008) en FES de la yuca, encontró incrementos en 3,2 unidades porcentuales durante el proceso.

La PB aumenta con el tiempo de fermentación y la inclusión de Vitafert, su máximo valor lo alcanza cuando se añade 5,0 % del producto al proceso (17,34 %) y a las 96 h de fermentación con un valor de 18,14 %. También se debe este aumento, a la urea presente en la composición de las variantes fermentativas además del propio producto Vitafert, al respecto Rodríguez *et al.* (2010) plantea que durante la fermentación en estado sólido la PB del sustrato se incrementa con la adición de nitrógeno no proteico, como la urea.

Otros investigadores emplearon urea en la fermentación de diferentes sustratos. Rodríguez *et al.* (2010) al determinar el efecto del nivel de urea y pasta de soya en los desechos de manzana (*Malus domestica*B.), Moyano (2014) en la fermentación de la papa (*Solanumtuberosum*L.) y Brea (2015) en la fermentación de la harina de frutos del árbol de pan (*Artocarpusaltilis*P.).

Valiño *et al.* (2002) plantea que el crecimiento de microorganismos en la FES está ligado a la incorporación de la urea existente en los sustratos, por su parte Elías *et al.* (1990) demostraron el efecto positivo que tenía la adición de una fuente de nitrógeno no proteico como la urea, en la síntesis de proteína, el crecimiento de las levaduras y en las modificaciones de la bromatología de la caña durante su enriquecimiento proteico.

Resultados similares fueron encontrados por Brea (2015) en la fermentación de la harina de frutos el árbol del pan con inclusión de Vitafert, con niveles de 2,5 y 5,0 % similar a lo estudiado en la presente investigación, donde a las 48 h con 1,5 % de urea hubo un incremento en la concentración de la PB con respecto a la 0 h, sin diferencia entre ellos alcanzando valores de 18,06 % y 18,52 % respectivamente.

El incremento en el contenido de PB a las, 96 h de fermentación al incorporar 1,5 % de urea, pudiera además relacionarse con la pérdida de MS, ya que la proteína bruta pudiera concentrarse y por lo tanto, en términos relativos se incrementó, similares resultados encontró Rodríguez *et al.* (2001) al estudiar diferentes niveles de urea (0,5; 1,0 y 1,5 %) y tiempos de fermentación (0, 48, 72 y 96 h).

La inclusión de Vitafert provoca una disminución de la FDN, su menor contenido se encontró en el tratamiento con 5 %, hubo una disminución de 3,41 unidades porcentuales, al comparar con el tratamiento con 0 % de inclusión .El calcio aumenta su concentración con la inclusión del Vitafert, lo que pudiera deberse a la premezcla mineral que posee este en su composición.

Resultados similares informaron Elías *et al.* (2001) y Ramos (2005). Esta reducción pudo estar determinada también por una mayor solubilidad de la pared celular, como resultado del aumento de la actividad enzimática de los microorganismos inoculados presentes en el Vitafert, por el aumento de la disponibilidad de nitrógeno, expresada en el incremento de los valores de proteína y ceniza, que según Elías y Herrera (2008) es uno de los factores que pueden limitar la digestión de la pared de la fibra, el que tiene impacto directo en la actividad digestiva microbiana.

Deanet *al.* (2005) reportaron disminución de FDN después de añadir aditivos microbianos donde ciertas enzimas fibrolíticas pueden aumentar la digestibilidad anaeróbica del producto. Se refiere además aumento en la digestibilidad de la MS y de la FDN en silos de trigo y de maíz inoculados con bacterias lácticas, esto se debe al efecto que tienen estas bacterias, de potencializar la degradación de la pared celular (Elías y Herrera, 2008). Se demuestra que la acción del Vitafert provocó un efecto estimulante sobre la actividad fibrolítica y funcional de los microorganismos presentes en el sistema.

La materia seca disminuye su concentración a medida que se incluyó Vitafert y transcurrió el tiempo de fermentación, alcanza su valor mínimo a las 96 h y 5 % de Vitafert, con 5,71 unidades porcentuales de diferencia, con respecto al valor de este indicador al inicio de la fermentación como se observa en la tabla 6.

Durante el curso de las fermentaciones, se ocasionan reducciones del nivel de humedad debido tanto a pérdidas por evaporación como a la propia actividad metabólica de los microorganismos Pastrana (1996) las reducciones de MS en el proceso de FES de la HCC pueden deberse, fundamentalmente, a la utilización de los carbohidratos solubles (sacarosa, glucosa, fructosa) de la harina de cáscara de cacao fermentada en estado sólido (HCC-FES), como fuentes energéticas de los procesos metabólicos.

En este sentido, la disminución de la MS que se encontró a partir de las 48 h de fermentación, se observó en otros procesos de FES según Elías *et al.* (1990); Rodríguez *et al.* (2001); Ramos (2005) y Brea (2015) en donde se incluyó diferentes fuentes amiláceas para incrementar la síntesis de proteína microbiana.

**Tabla 6** Efecto de niveles de Vitafert y el tiempo de fermentación en la concentración de MS, PV, FDA y P durante la FES de la HCC.

Indicadores	Tiempo (h)	Niveles de Vitafert			EE±	Probabilidad
		0	2,5	5,0		
MS	0	91,10c	90,27de	88,68bc	0,37	0,001
	48	89,93d	89,48cd	88,19b		
	96	88,23b	86,35a	85,39a		
PV	0	9,00a	10,00b	10,12b	0,12	0,001
	48	9,06a	10,32b	11,05c		
	96	10,12b	11,18c	11,88d		
FDA	0	50,56ab	49,25ab	48,02ab	3,20	0,001
	48	51,24ab	48,16a	49,82ab		
	96	52,32b	50,79ab	48,71a		
P	0	0,13	0,13	0,12	0,02	p > 0,05
	48	0,12	0,12	0,12		
	96	0,13	0,13	0,13		

Medias con letras distintas indican diferencias a  $p < 0,05$  según Duncan (1955).

La PV a la cero hora de fermentación aumenta su concentración con la inclusión de Vitafert, sin diferencias ente los niveles 2,5 y 5 %, a las 48 h este indicador se mantiene constante hasta que se añade 5 % de Vitafert al proceso, donde aumenta en 2,02 unidades porcentuales con respecto al tratamiento sin Vitafert y logra su mayor concentración a las 96 h con 2,88 unidades porcentuales con respecto al valor del inicio de la fermentación.

Según Pandey *et al.* (2001) la PV puede ser una vía indirecta de medir el crecimiento microbiano en los procesos de FES, ya que la microbiota mixta que se establece en el sistema, transforma el nitrógeno no proteico de la urea en nitrógeno proteico. Rodríguez *et al.* (2010) informó comportamientos similares de PV en trabajos de FES de caña combinada con otros residuos de cosecha, así como Brea (2015) en la FES de la harina de árbol de frutos del pan y Chafla (2016) en la fermentación de este mismo subproducto agrícola, pero de la amazonia ecuatoriana.

El aumento de la PV en la FES se relaciona estrechamente con el desarrollo de microorganismos (levaduras y bacterias) que se generan en el sistema. Estos utilizan al nitrógeno amoniacal como fuente nitrogenada y a los ácidos grasos como fuente de energía para sintetizar proteína unicelular (Elías *et al.*, 2001) lo que trajo consigo un incremento en este indicador. El Vitafert, es un activador de la fermentación que estimula la producción de ácidos orgánicos, disminuye el pH, incrementa y estabiliza la proteína, aumenta la digestibilidad de la materia seca y disminuye las fracciones de la pared celular de las materias alimenticias que se someten a su acción (Elías y Herrera, 2008).

La fibra detergente ácida manifiesta un ligero aumento con el tiempo de fermentación en los tratamientos sin Vitafert, sin embargo, en el resto de las variantes se mantiene constante mostrando una disminución al finalizar el proceso al añadir 5 % de Vitafert, concluye el proceso con 1,85 unidades porcentuales menos que al inicio del estudio.

Elías *et al.* (2001) estudiaron el efecto que producía la harina de maíz, de soya desgrasada, o ambas, en la FES de la caña inoculada con Vitafert. Con la inclusión de este inóculo en el proceso se obtuvieron valores de 22,19 % de PB; 15,93 % de PV y 95,39 % de MO y disminuyó la FB en la caña (testigo). Según Brea (2015) la incorporación de 1,5 % de urea, 5 % de Vitafert y 0,6 % carbonato de calcio mejora las características químicas de la harina de frutos del árbol del pan fermentada en 48 h.

Arias (2010) adicionó Vitafert y melaza en la fermentación en estado sólido de la pollinaza, con el objetivo de incrementar el contenido de PB y PV en el proceso fermentativo. Encontró que en los tratamientos con mayores niveles de melaza y Vitafert hubo mayor retención de PB y PV en el sistema a las 24 h. Así mismo, Morales (2013) utilizó el Vitafert como aditivo en la obtención de un ensilaje de *Tithonia* y *Kingrass*, donde encontró que las mezclas del ensilaje con niveles de Vitafert 4,5 y 6,0 ml/kg, presentaron mayor valor nutritivo, en términos de superior contenido de PB, ceniza y menor FDN.

## **Conclusiones**

La fermentación de la harina de cáscara de cacao en estado sólido con la incorporación de 5 % de Vitafert mejora las características bromatológicas a las 96 h, con incrementos de la proteína bruta y la proteína verdadera.

## **Bibliografía**

- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis 17th. Ed. Assoc. Off, Agric. Anal. Chem. Arlington, Virginia.
- Arias, F. T. (2010). Efecto de los niveles de Vitafert y melaza en la pollinaza fermentada aeróbica. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias de Producción Agroalimentaria en el Trópico.
- Blardony, K. (2010). Utilización del VITAFERT en corderos de pelo durante la lactancia y su efecto en el postdestete. Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en ciencias. Colegio Postgraduados. México.

- Brea, O. (2015). Obtención de un alimento energético-proteico a partir de la fermentación en estado sólido de la harina de frutos del árbol del pan (*Artocarpusaltilis*) y su empleo en dietas para conejos y cerdos. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Inst. Ciencia Animal. Cuba
- Chafía, A. L., (2016). Fermentación en estado sólido de la cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao*. L) y su evaluación en dietas para cuyes (*cavia porcellus*) en etapa de crecimiento. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Inst. Ciencia Animal. Cuba
- Dean, D. B., Adegosan, A., Krueger, N &Litell, R. (2005). Effect of fibrolytic enzymes of the fermentation characteristics, aerobicstability and digestibility of Bermuda grasssilage. J. DairySci,
- Duncan, D. (1955). Multiple range and multiple F test. Biometrics
- Elías, A. & Herrera, F. R. (2008). Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con el empleo de microorganismos beneficiosos activados (MEBA). VITAFERT.
- Elías, A., Lezcano O., Lezcano P., Cordero J. & Quintana L. (1990). Una reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar a través de fermentación en estado sólido. Saccharina. Rev. Cubana Ciencias. Agrícolas.
- Elías, A.; Lezcano, O. & Herrera F. R. (2001). Bromatologicalindicators and final fermentation products for the production of four types of Saccharinainoculatedwith VITAFERT. Rev. Cubana Ciencias. Agrícolas.
- Espinosa, J. D. (2008). Evaluación de dos procesos para mejorar la calidad nutricional de la harina de yuca (raíces y follaje) como alimento para cerdos en la etapa de ceba. Tesis de grado, Universidad de San Buenaventura.
- FAO, (2012). Declaración sobre la seguridad alimentaria mundial. Recuperado de <http://www.fao.org/spanish/newsroom//news/2003/13201-es>.
- Hechavarría, S., Ortiz, A., Elias .A. & Toro. M. (2020). Fermentación en estado sólido de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao*. L) Revista Hombre, Ciencia y Tecnología. Vol. 24(1).
- Meir, H. (1986). Laborpraktike. Tierernahrungundfuttermittelkunde fur Tierproduktion. Verlag, Germany.
- Morales, M. A. (2013). Efecto del aditivo Vitafert en la composición química, degradabilidad ruminal in situ y potencial fermentativo in vitro, en ensilados de *Tithoniadiversifolia* y *Penisetumpurpleum*. Tesis presentada en opción al grado científico de Master en ciencias. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
- Moyano, M. (2014). Fermentación en estado sólido (FES) de la papa (*Solanumtuberosum*), como alternativa tecnológica para la alimentación animal. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Tunja, Colombia.
- Pandey, A., Soccol C. R., Rodríguez-León, J. A. &Nigam, P. (2001). Solid state fermentation in biotechnology. Fundamentals and applications. Asia tech Publishers.
- Pastrana, L. (1996). Fundamentos de la fermentación en estado sólido y aplicación a la industria alimentaria. Ciencia y Tecnología Alimentaria (México).
- Ramos, J. A. (2005). Obtención de un concentrado energético- proteínico por fermentación en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. Cuba.
- Rodríguez, Z., Elías, A., Bocourt, R. & Núñez, O. (2001). Efectos de los niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezclas de caña (*Saccharumofficinarum*) y boniato (*Ipomoeabatata* .L). Rev. Cubana Ciencias. Agrícolas.



- Rodríguez-Muela, C., D. Díaz, F. Salvador, O., Ruiz, C., Arzola, A., Flores, O., La O. & Elías, A. (2010). Efecto del nivel de urea y pasta de soya en la concentración de proteínas durante la fermentación en estado sólido de la manzana (*Malus domestica*). Rev. Cubana de Cien. Agríc.
- Rojas, A., Otazo, E., Bolarín, A., priet, F. & Román, A. (2014). Residuos agrícolas: Caracterización y estrategias sustentables para su aprovechamiento. Revista Iberoamericana de Ciencias.
- Valiño, E., Elías, A., Torres, V. & Albelo, N. (2002). Study of the Microbial Contention Fresh Sugar Cane Bagasse as Substrate for Animal Feeding by Solid State Fermentation. Cuban Journal of Agricultural Science.
- Van Soest, P., Robertson, J. & Lewis, B. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition Journal of Dairy Science Volume 74, Issue 10.