

Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafert (Dynamics of the fermentation in solid state of the husk beds of coffee in beginning of ponedoras inoculated with vitafert)

Jesús O. Calderón Agüero¹, Arabel Elías Iglesias² y Manuel Valdivié Navarro².

1. Centro Universitario de Guantánamo (CUG). Carretera a Stgo de Cuba km 1^{1/2} Gtmo. Cuba.
2. Instituto de Ciencia Animal. San José de la Lajas Apt. 24. La Habana. Cuba.

Resumen.

Con el objetivo de determinar las variaciones en el tiempo de fermentación de los indicadores químicos y fermentativos de la pollinaza de cascarilla de café, frente a las inoculaciones con Vitafert, fue montado un experimento con diseño de bloque al azar con cuatro repeticiones y dos tratamientos (inoculados y no inoculados) con Vitafert al 10 v/v; donde los valores de pH disminuyeron en el tiempo de fermentación, mostrando que las principales variaciones del pH dependen más de la concentraciones de NH₃ que de la producción de la concentraciones de AGV, influenciado principalmente por el crecimiento de los lactobacilos, los cuales son los responsable de sus producciones al excretar al medio ácidos orgánicos, los cuales retienen el NH₃, al ser utilizado en la síntesis de PV e influyendo sobre el incremento de los valores de PB en el tratamiento inoculado; utilizándolo junto con las levaduras, los carbohidratos disponibles del medio, disminuyendo los valores absolutos MS y MO del sustrato, con el la ligera utilización de las FND en este ecosistema; que dando demostrando las ventajas de las inoculaciones del producto Vitafert, en el enriquecimiento proteico de las pollinaza de cascarilla de café, por fermentación en estado sólido en un sistema abierto.

Introducción.

Las fermentaciones en estado sólido han sido utilizadas ampliamente en el reciclaje de materiales voluminosos a través de tecnologías sencillas, con la que se logran incrementar los valores proteicos, mejorando el balance de aminoácidos y la digestibilidad de las materias primas empleadas (Matho *et al.* 1992; Pedroza *et al.* 1995 y Rodríguez *et al.* 2001a). No obstante los conocimientos benéficos que hoy se logran en Cuba con estas tecnologías, aún están limitados a un número reducido de sustrato.

Por lo que, tomando como base estos estudios realizados y teniendo en cuenta que los procesos de enriquecimiento proteico por fermentación en estado sólido son más lento, que los que ocurre en estado líquidos (Moo Young *et al.* 1983), es que el objetivo de este estudio, fue determinar las variaciones en el tiempo de fermentación de los indicadores químicos y fermentativos de la pollinaza de cascarilla de café inoculada con Vitafert.

Materiales y Métodos.

Tratamiento y diseños. Se realizó un experimento con pollinaza de cascarilla de café en una granja de inicio de ponedora; según diseño de bloque al azar, con cuatro repeticiones por cada tratamiento (inoculado y no inoculado, utilizado como control).

Procedimientos. Se tomaron cuatro naves, con camas de cascarilla de café, con una altura de 7 cm, sobre la cuales se alojaron 16 000 pollitos de la raza (White Leghon Blanca); desde 1 hasta los 63 días de edad, con una densidad de 18 aves. m⁻². Las camas fueron inoculadas con Vitafert a razón del 10% v/v cada 15 días y la no inoculadas, se desinfectaron con formol (1%) y sulfato de cobre SO₄Cu (2%), según UECAN (2003).

Muestreo y análisis químico. Se realizaron muestreos sistemáticos por el método de las diagonales ante de cada aplicación de Vitafert; donde se pesaron 10g de muestra la que se añadieron a 90 ml de agua destilada estéril; se agitó durante 30 min en un agitador magnético y se filtro a través de un tamiz de muselina. Al sobrenadante se le determino los indicadores fermentativos: pH, amoníaco; NH₃ por Conway (1957) y ácidos grasos volátiles (AGV) según Contryn y Bounqué (1968), además se realizo conteo en placa de lactobacilos y levaduras, en los medios Rogosa (Rogosa *et al.* 1951) y extracto de malta respectivamente.

Tabla 1. Composición para la preparación (200 l) del Vitafert empleado.

Componentes	Composición. (kg)
Gallinaza.	25
Miel final.	25
Urea.	1.2
SO₄Mg.	0.4
Soya.	4
Trigo.	8

Al resto del producto fermentado se les determinó materia seca (MS), la proteína bruta (PB) según la AOAC (1995), la proteína verdadera (PV) según Bertein (1970) citado Calderón Agüero, Jesús O.; Elías Iglesias, Arabel; Valdivié Navarro, Manuel Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafer - Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 05, Mayo/2005. Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>

por Meir (1986); la fibra neutra detergente (FND) según las técnicas descrita por Van Soet and Wine (1967). La materia orgánica fue obtenida por diferencia entre la MS y la ceniza.

A los datos se le aplicó un análisis de varianza de clasificación simple, con el procesador **Statgraphycs Plus 5.0**, en los casos necesarios se realizaron regresiones lineales empleando el mismo procesador.

Resultados y discusión.

Durante la fermentación los valores de pH disminuyeron significativamente en las camas tratadas con Vitafert (tabla 2), un caso contrario muestra el tratamiento control, donde a partir de los 15 días se alcanzó valores que oscilaban, desde neutro a ligeramente alcalino, el que posteriormente se tornó alcalino.

Indudablemente el descenso del pH pudiera estar íntimamente ligado a las modificaciones del sistema por los organismos, como lactobacilos, el cual creció significativamente; a partir de la posible utilización de los hidratos de carbonos como fuente de energía presente en el sustrato; además la miel final incorporada con las continuas inoculaciones con Vitafert.

Tabla 2. Variaciones de los indicadores fermentativos y del crecimiento microbiano en los diferentes tiempos de fermentación.

Indicadores.	tratamientos	Tiempos de fermentación (días)				
		0	15	30	45	63
pH	inoculados.	6.84	6.40	5.64	5.28	4.84
	no inoculados.	6.84	7.10	7.17	7.98	8.14
NH₃ mmo/l	ES± Sing.	0.14	0.10**	0.14***	0.08***	0.10**
	Inoculados.	4.24	3.66	3.60	3.40	3.12
AGV mmol/l	no inoculados.	4.21	4.43	4.47	4.58	4.78
	ES± Sing.	0.18	0.09***	0.16**	0.14**	0.14***
Conteos. lactobacilos. ufc. 10 ⁵	Inoculados.	5.31	5.73	5.79	5.87	5.93
	no inoculados.	4.82	4.09	4.42	4.35	4.34
levaduras.	ES± Sing.	0.23	0.18***	0.09***	0.14***	0.12***
	Inoculados.	5.4	6.2	6.6	6.4	6.6
	no inoculados.	0.0	3.2	2.4	2.2	2.2
	ES± Sing.	0.3***	1.0*	1.3*	0.3**	1.1**
	Inoculados.	6.2	4.8	4.6	4.2	4.0

ufc. 10 ⁶	no inoculados. ES± Sing.	4.2 0.8**	2.8 0.9+	3.0 0.4*	3.2 0.0***	2.0 0.0***
----------------------	--------------------------------	--------------	-------------	-------------	---------------	---------------

ufc. g⁻¹ unidades formadoras de colonias por gramos de pollinaza muestreada.

+P<0.1, *P<0.05, **P<0.01, *** P< 0.001.

Resultados similares fueron reportados por (Elías *et al*, 1990; Prior *et al*, 1992; Rodríguez *et al*, 2001 y Morga, 2003) al fermentar distintos sustrato, los cuales encontraron que la microbióta, al consumir los carbohidratos de fácil fermentación, intervenía en la reducción de los valores de pH, al ir aumentando la concentración de AGV en el medio.

Por otro lado, los valores de alcalinidad pudieran estar estrechamente relacionados, por las incorporaciones fecales; de la cual más del 80.7% es ácido úrico; experimentando reacciones alcalina, al ser degradado por los grupos microbianos. Rosete (1988)

Por lo que el contenido de NH₃ se incrementó significativamente en el tratamiento control; lo que se acentuó mucho más, al finalizar la crianza, con valores significativos para P<0.001 con relación al inoculado. Por lo que es posible que unido a la actividad de la enzima uricaza pudo existir, una intensa actividad proteolítica y desaminativa llevada a cabo por los microorganismos, rindiendo como uno de los productos finales el NH₃. (Elías *et al*, 1990, Valiño *et al*, 1992; Elías y Lezcano, 2000)

Sin embargo fue haya una relación positiva entre el pH y el NH₃ determinada por la ecuación (**pH = 1,05 NH₃ + 1,94**) **r = 0,71****, por lo que parece ser que las variaciones del pH depende mucho más de la concentración de NH₃ que de las concentraciones AGV, ya que la débil producción de AGV no llega a contrarrestar el NH₃ y llevarlo a sus respectivas sales orgánica en el tratamiento no inoculado, un caso similar fue reportado por (Rodríguez *et al*. 2001a; Rodríguez *et al*. 2001; Rodríguez. 2005).

Un caso contrario ocurre en los tratamiento inoculados determinado por la ecuación (**NH₃ = -0,61 AGV + 7,13**) **r = -0,78****, por lo que los AGV pudieran ser neutralizados por las altas concentraciones de NH₃, determinando las variaciones de pH en este sistema.

Tabla 3. Variaciones de los indicadores fermentativos en diferentes tiempos de fermentación en la pollinaza de cascarilla de café tratada con y sin Vitafert.

Indicadores.	tratamientos.	Tiempos de fermentación (días)				
		0	15	30	45	63
MS %	inoculados.	89.70	87.92	86.60	86.27	84.45
	no inoculados.	90.95	89.52	89.55	88.55	87.97
MO %	ES± Sing.	0.60	0.60	0.60*	0.49*	0.36**
	Inoculados.	95.08	94.16	93.68	90.90	90.92
MO %	no inoculados.	95.57	95.52	95.25	89.71	89.76
	ES± Sing.	0.36	0.29*	0.18***	0.68	0.66
PB %	Inoculados.	4.12	8.30	12.30	16.15	18.15
	no inoculados.	4.05	6.05	8.00	13.00	14.07
PV %	ES± Sing.	0.10	0.15***	0.34***	0.15***	0.16***
	Inoculados.	1.82	3.74	5.54	7.27	8.17
PV %	no inoculados.	1.86	2.72	3.60	5.85	6.33
	ES± Sing.	0.04	0.07***	0.15***	0.07***	0.07***
FND %	Inoculados.	70.20	62.99	56.27	51.41	51.40
	no inoculados.	78.70	76.49	75.64	63.60	63.59
	ES± Sing.	1.70*	11.66	1.78***	4.53	4.53

*P<0.05, **P<0.01, ***P< 0.001

El contenido de MS disminuyó significativamente en el tratamiento inoculado; algo similar ocurrió con el contenido de MO, a los 15 y 30 días de fermentación.

Este fenómeno, pudiera estar estrechamente relacionado con la utilización de los elementos que integran la MO por parte de la microflora existente en el sistema, la cual necesita de una fuente energía para desencadenar sus procesos fisiológicos.

Unido a este fenómeno se produjo un incremento de la PB y PV, difiriendo significativamente P<0.001 entre los inoculados con Vitafert y el control.

Este incremento está estrechamente relacionado con la disminución del NH₃ en el sistema, por lo que parece indicar que tanto los lactobacilos como las levaduras son capaces de captar el NH₃ y otras fuentes nitrogenadas para sintetizar proteína unicelular. Además de utilizar parte de los AGV y aminoácidos como otra fuente de energía en este complejo proceso (Elías, *et al*, 1990; Elías y Lezcano, 1993, 1994; Rodríguez *et al*, 1998; Elías y Lezcano, 2000; Elías *et al*, 2001)

Sin embargo los valores de la FND varían muy poco en los tiempos estudiados, solo mostrando diferencias en al inicio y a los 30 días de fermentación, estos resultados pudieran estar relacionado en primer lugar, a la heterogeneidad que tienen las camas de cascarilla de café, así como a la micro zonas de fermentación que se forma en estos sistema, unido al efecto diluyente que ejercen las deyecciones sobre las fibras y sus componentes ((Fontenol, 1999; Valdivié y Ortiz, 2003; Ortiz *et al*, 2002; Ortiz, 2004), así como al posible ataque, de la fracción fibrosa que ejercen algunos grupos microbianos (celulolíticos y lignolíticos), los cuales son capaces de degradar la lignina y la celulosa hasta azúcares tan simples como la glucosa y esta hasta CO₂ y H₂O, mediante complejos procesos enzimáticos; a pesar de la fuerte resistencia, que estos ofrece a la degradación microbiana; dado por su complejidad estructural. (Valiño *et al*, 1990; Valiño, Elías y Albelo,. 1997; Savón y Gutierrez, 1998; Valiño, 1999)

Por otra parte, este hecho pude explicar que con el uso de cultivos mixto microbianos, se pude obtener una mayor degradación de los componentes de las FND; coincidiendo con los reportes de (Weimer y Westrol, 1985 y Valiño, Elías y Albelo, 1997).

Bibliografías.

- A.O.A.C. 1995. Official Methods Analysis. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, D.C.
- Conway, E.J. 1957. Microdiffusion analysis and Volumetric Error. 4th. Ed. Crosby Lockwood and Sans. Ltd. London.
- Cottyn, B.G & Boucque, C.V, 1968. rapad method for gas fluid. J.Fd. Chem. 16:107.
- Elías, A, & Orquídea Lezcano, 2000. Inclusión de niveles de harina de soya desgrasada y sin desgrasar en la fermentación de la caña de azúcar en estado sólido. (Sacchasoya). Rev cubana. Cien agric. 34:143.
- Elías, A, Lezcano & Orquídea Lezcano, 1994. Efecto de la inclusión de niveles de harina de maíz en la fermentación de la caña de azúcar. Rev cubana. Cien agric. 28:319.
- Elías, A, Lezcano, O; Lezcano, P; Cordero, J & Quintana, 1990. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enrique cimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). Rev cubana. Cien agric. 24:1
- Elías, A; Orquídea Lezcano & Herrera, R, 2001. Algunos indicadores bromatológicos y productos finales de la fermentación de cuatro tipos de Saccharina inoculados con Vitafer. Rev cubana. Cien agric. 35:153.
- Fontenot, J. P. 1999. Nutrient Recycling: The North American Experience-Review. J. Anim. Sci. 12: 642.
- Meir, H. 1986. Laborpactike. Tierecnahrung and Futtemittelkundo fur Terproduktion. Verlag. Gemany.
- Moo Young, M.; Moreira, A. R. & Tengerdy, R. P. 1983. "Principles of solid substrate fementation in the filamentous fungi". Vol. 4. De. J.E. Smith, D. R. Berry and Kistiansen. Edward Arnols. London. p.117.

Calderón Agüero, Jesús O.; Elías Iglesias, Arabel; Valdivié Navarro, Manuel Dinámica de la fermentación en estado sólido de la camas de cascarilla de café en inicio de ponedoras inoculadas con vitafer - Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 05, Mayo/2005. Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.html>

- Morgan, F. 2003. La pulpa de café enriquecida. Un aporte al desarrollo sostenible en la zona montañosa de Guantánamo. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Inst. Cienc. Anim.. La Habana.
- Ortíz, A. 2004. Evaluación de desechos de las industrias cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo y su aprovechamiento en la alimentación de ovinos. Tesis presentada en opción al Grado Científico en Ciencias Veterinarias. Inst. Cienc. Anim. La Habana.
- Ortíz, A; Valdivié, M; Elías, A. 2002. Uso sostenible de materiales territoriales empleados como camas avícolas. Memorias. XVI Forum de Ciencia y Técnica. Guantánamo. Octubre del 2002.
- Prior, B.; Jame, C.; Preez, D. & Reir, P. W. 1992. Environment parameters solid substrate cultivation. Biotechnol. Letters. Cap. .5: 65.
- Rodríguez, Soraya; Elías, A. & Riverí, Z.1998. Estudio de utilización de boniato (*Ipomea batatas Lam*) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar. Rev. cubana Cienc. agríc. 32:307.
- Rodríguez, Z; Bocourt, R; Elías, A & Madera, M. 2001. Dinámica de fermentación de mezcla de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata Lam.*). Rev cubana. Cienc. agric. 35:147.
- Rodríguez, Z; Elías, A; Bocourt, R & Nuñez, O. 2001a. Efecto de niveles de nitrógeno ureico en la síntesis proteica durante la fermentación de mezcla de caña (*Saccharum officinarum*) y boniato (*Ipomea batata Lam.*). Rev cubana. Cienc. agric. 35:29.
- Rodríguez, Zoraya. 2005. Uso del boniato (*Ipomea batata. Lam*) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis presentada en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Inst. Cienc. Anim. La Habana.
- Rogosa, M., Mitchell, J. A. and Wiseman, R. F. 1951. J. Bacteriol. 62: 132.
- Rosete, A.1988. Contribución al estudio del valor nutritivo de la gallinaza y su aplicación a la alimentación de novillas lecheras. Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Inst. Cienc. Anim., p.131
- Savón, L. & Gutiérrez, O. 1998. Metabolismo Mineral. En: Bioquímica Nutricional, Tomo II, Ed. CEDICA, La Habana. p. 115.
- Valdivié, M y Ortiz, A. 2003. Camas avícolas en Cuba: yacimientos y fuentes. Ed. Mar y la Montaña. Guantánamo, p: 69.
- Valiño, E., Elías, A. y Arabelo, N. 1997. Interacciones entre la microbiota del bagazo de caña de azúcar y cultivos de *Cephalosporium sp* y *Acinetobacter calcoaceticus* mediante fermentación en estado sólido. Rev. cubana Cienc. agric. 31: 293.
- Valiño, E.; Elías, A.; Alvarez, E.; Regalado, E.; y Cordero, J. 1992. Dinámica de crecimiento de la microbiota de la caña de azúcar durante la obtención de la saccharina. Rev. cubana Cienc. agric. 26:297.
- Valiño, E; Elías, A.; Alvarez, E. y Arabelo, N. 1990. "Characteristics of the fermentation chamber for sacharían production". In: J. Agric. Sci. 30:65.

- Valiño, Elaine. 1999. Fermentación en estado sólido del bagazo de caña de por especies de hongos conidiales productores de celulosas. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de ciencia animal. ICA. 109p.
- Weimer, P. & Westrat, W, 1985. Relationship between the fine structure of native cellulase and cellulase degradability by the cellulose complexes of *Trichoderma reesei* and *Clostridium thermocellum*. *Biotechnol. & Bioeng.* 27:1540.
- UECAN (Unión de Empresas Combinado Avícola Nacional). Instructivo Técnico de Ponedoras y su Reemplazo [en línea] abril, 2003. Disponible en: <http://www.iiia.cu/> [consultado: agosto, 15, 2004]
- Van Soest, P.J., and R.H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Agric. Chem.* 56(4):781.
- STATGRAPHIC PLUS, versión 5.0, Copyright© 1999. Universidad Politécnica de Barcelona, España.

Trabajo recibido el 17.02.05 nº de referencia 050521_RED VET. Enviado por su autor principal. Publicado en REDVET® el 01/05/05.

Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org - www.veterinaria.org y REDVET® www.veterinaria.org/revistas/redvet y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](#)

(Copyright) 1996-2005. [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®](#), ISSN 1695-7504 - [Veterinaria.org®](#) - [Comunidad Virtual Veterinaria.org®](#)