



PRODUCCIÓN DE BIOABONOS LÍQUIDOS ALTAMENTE CONCENTRADOS CON LACTOINÓCULO

Quiñones*, H.¹; Juscamaíta, J.²

¹ Programa Doctoral en Ciencia Animal. Facultad de Zootecnia. UNA – La Molina. Av. La Molina s/n°

² Departamento Académico de Biología. Facultad de Ciencias. UNA – La Molina. Av. La Molina s/n°

*E-mail: sigma_pgsl@hotmail.com. Apartado Postal 12-056. La Molina/ Lima-Perú. Cel.: 980563730

RESUMEN

En la última década se han producido diversos bioabonos líquidos de alta calidad nutricional e inocuidad microbiana con diferentes tipos de material orgánico tratados con el consorcio microbiano B-Lac, desarrollado por el Laboratorio de Biorremediación de la UNALM; cuyo uso en campo sería una buena alternativa para mejorar la nutrición vegetal. El objetivo del estudio fue determinar la viabilidad de uso de este tipo de bioabonos, mediante un análisis descriptivo-comparativo entre el contenido nutricional promedio y carga microbiana enteropatógena de 15 bioabonos con lactoinóculo y 14 bioles. Se obtuvo mayor calidad nutricional, inocuidad microbiana, adecuados caracteres organolépticos y estabilidad físico-química en 5 días con el uso de lactoinóculo, con dilución óptima entre 0.001% y 1%, principalmente para fertirrigación.

PALABRAS CLAVE

Bioabonos; calidad; lactoinóculo.

INTRODUCCIÓN

Los bioabonos incrementan la productividad y calidad de las cosechas, restaurando la fertilidad y la microbiota benéfica de los agroecosistemas a un menor costo económico y ambiental (Rojas *et al.*, 2015). En el Laboratorio de Biorremediación de la UNALM se han realizado diversos trabajos sobre producción de bioabonos líquidos a base de estiércoles, organismos marinos y residuos agroindustriales tratados con el consorcio microbiano B-Lac (Tabla 2), el cual contiene bacterias ácido lácticas (BAL) productoras de sustancias bioactivas y sustancias biocidas contra cepas competidoras; reportándose alta calidad nutricional e inocuidad microbiana en tiempo acelerado. En el presente estudio se evaluó la viabilidad de uso de este tipo de bioabonos producidos, a fin de promover su uso como alternativa para mejorar la nutrición vegetal, ante un contexto actual de inseguridad alimentaria y cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilieron los análisis físico-químicos y microbiológicos de 15 bioabonos líquidos producidos entre 2007 y 2016 en el Laboratorio de Biorremediación de la UNALM, situado a 251 msnm, -12° 05' latitud sur, -12° 05' longitud sur, con 20 °C de temperatura media anual, 81.5% de humedad relativa y 13.5 mm de precipitación media mensual. Para la preparación se empleó estiércoles de ganado, residuos agroindustriales y organismos marinos tratados con el consorcio microbiano B-Lac (Tabla 1), adicionando melaza y en algunos casos lactosuero (Tabla 2). Los bioabonos

corresponden a los mejores tratamientos de ensayos experimentales en los cuales se emplearon diferentes proporciones de insumos, considerando al pH como indicador principal. Se comparó el contenido nutricional promedio y la carga microbiana enteropatógena (*E. coli*, Coliformes, *Staphylococcus*) y benéfica (*Lactobacillus*), con los parámetros de 14 bioles elaborados con insumos de similar origen (excepto B-Lac).

Tabla 1: Análisis microbiológico del consorcio microbiano B-Lac

Microorganismo	Resultado
<i>Lactobacillus sp.</i> (UFC/ml)	7×10^7
Levaduras (UFC/ml)	2.5×10^5
Mohos (UFC/ml)	< 10 (ausencia)
Bacterias mesófitas viables (UFC/ml)	3.3×10^4
Coliformes totales (NMP/ml)	< 3 (ausencia)
Coliformes fecales (NMP/ml)	< 3 (ausencia)

*NMP; UFC: Número más probable; unidades formadoras de colonias

Fuente: García (2008) citado por Quiñones *et al.* (2016)

A fin de determinar las dosis letales y óptimas se realizaron ensayos de toxicidad aguda empleando semillas de lechuga. En discos de papel filtro colocados sobre placas de Petri estériles se embebieron 5 ml de los bioabonos puros y diluidos entre 0% y 100%, con blancos de sólo agua destilada (Figura 1) a razón de 3 placas por dosis, distribuyéndose 20 semillas en cada cápsula, las cuales se almacenaron en cajas de tecnopor a 25 °C durante 120 horas.

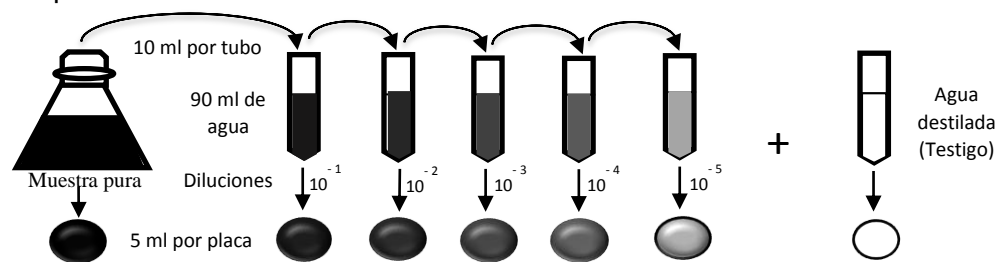


Figura 1: Diluciones de los bioabonos (Elaboración propia)

Los índices de germinación (IG) se calcularon a partir del porcentaje de germinación relativo (PGR) y el crecimiento de radícula relativo (CRR) (Figura 2) para cada dosis, en base a las siguientes ecuaciones (Tiquia, 2000 citado por Zucconi *et al.* 1981):

$$PGR (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas en el extracto}}{N^{\circ} \text{ de semillas germinadas en el testigo}} \times 100; CRR (\%) = \frac{\text{Elongación de radícula en el extracto (cm)}}{\text{Elongación de radícula en el testigo (cm)}} \times 100; IG (\%) = \frac{PGR \times CRR}{100}$$

Según Zucconi *et al.* (1981), las dosis que confieren un IG entre 80% y 100% indican ausencia de sustancias fitotóxicas; mientras que valores entre 50% y 80% e inferiores a 50%, presentan moderada y alta cantidad de estas sustancias, respectivamente.



Figura 2: Morfología de la *Lactuca sativa L.* en crecimiento (Elaboración propia)

RESULTADOS

Características físico-químicas

Se reportaron descensos drásticos de pH al primer día de fermentación, y luego decrementos paulatinos hasta el día 5, a partir del cual se empezaron a mantener estables; debido al elevado contenido de ácidos orgánicos sintetizados por las BAL bajo condiciones de anaerobiosis, temperatura controlada (40 °C) y en presencia de sustrato energético. Los rendimientos líquidos oscilaron entre 57% y 85%, a diferencia de los bioles (90%), por el uso generalizado de altas proporciones de agua en la preparación (Aparcana 2008, citado por Quiñones *et al.* 2016).

Tabla 2: Caracterización físico-química y nutricional de los biopreparados con B-Lac

N°	Características físico-químicas				Macronutrientes (g/L)						Micronutrientes (mg/L)				
	pH	CE (dS/m)	M.O. (g/L)	S.T. (g/L)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B
1	3.6	16.5	148	-	9.49	0.31	3.30	1.67	0.70	1.07	30.0	2.25	4.20	2.40	21.0
2	4.5	41.0	162	248	7.31	3.52	5.88	6.4	2.94	2.22	140	3.70	26.8	35.8	11.4
3	4.3	20.4	186	217	16.8	1.22	8.16	1.52	0.86	2.28	64.8	6.40	16.8	2.40	133
4	3.8	25.7	181	233	4.20	0.74	17.2	5.2	1.74	1.04	516	14.0	60.0	28.0	19.0
5	3.7	27.2	109	-	1.88	0.20	9.01	1.52	1.04	0.59	-	-	-	-	-
6	4.5	27.1	161	210	5.32	2.96	8.85	6.31	1.95	0.97	166	104	15.2	41.0	8.47
7	3.7	20.1	115	137	2.72	0.26	8.04	0.84	0.56	0.21	19.2	1.48	1.94	2.60	3.87
8	3.7	23.4	129	158	1.83	0.60	5.8	1.64	0.66	0.69	110	1.96	8.70	6.94	4.13
9	3.7	20.7	146	186	5.65	1.72	6.53	7.07	2.12	0.78	450	10.0	19.4	29.3	4.30
10	3.7	22.2	72.5	95.4	3.55	0.96	5.19	2.44	0.76	0.76	33.2	3.15	21.6	12.3	8.74
11	4.1	18.4	137	155	21.0	1.80	16.0	2.82	1.26	1.32	110	24.0	58.0	8.00	550
12	3.7	24.1	117	147	2.69	0.28	5.32	1.32	0.75	0.45	39.0	1.53	4.12	3.48	6.01
13	3.5	20.6	104	123	1.78	0.26	4.14	1.83	0.68	0.23	33.8	1.99	5.53	7.75	3.74
14	4.0	20.1	108	137	4.59	2.93	5.97	2.24	1.60	0.40	142	53.0	128	31.2	2.92
15	3.8	23.4	137	178	3.70	0.66	8.70	3.34	12.5	0.59	280	2.40	11.7	71.8	7.80
\bar{X}	3.9	23.4	134	171	6.17	1.23	7.87	3.01	2.01	0.91	152	16.4	27.3	20.2	56.0

⁽¹⁾ Bossio (2007): Uso de residuos de pescado y roca fosfatada; ⁽²⁾ Román (2008): Uso de cuyinaza diluida; ⁽³⁾ Peña (2008): Uso de residuos de pota; ⁽⁴⁾ Peralta (2010): Uso de heces bovinas; ⁽⁵⁾ Medina (2013): Uso de heces ovinas hidrolizadas; ⁽⁶⁾ Noa (2013): Uso de porcínaza hidrolizada; ⁽⁷⁾ Ricse (2013): Uso de residuos de rocoto; ⁽⁸⁾ Cupe (2013): Uso de lodo de cervecaría; ⁽⁹⁾ López (2014): Uso de porcínaza diluida; ⁽¹⁰⁾ Buchelli (2014): Uso de estiércol bovino, bagazo de cebada y lactosuero; ⁽¹¹⁾ Cárdenas (2014): Uso de vísceras hidrolizadas de pollo desgrasadas; ⁽¹²⁾ Meza (2014): Uso de papas de descarte diluida; ⁽¹³⁾ Rueda (2015): Uso de agua de lavado de café; ⁽¹⁴⁾ Moreno (2016): Uso de estiércol porcino; ⁽¹⁵⁾ Quiñones *et al.*, 2016): Uso de heces de alpaca y lactosuero.

Fuente: LASPAF (2007 - 2017)

Algunas pruebas de alcohol indicaron que la fermentación fue homoláctica por ausencia de etanol; a diferencia de los bioles que poseen elevada carga enteropatógena que confiere caracteres organolépticos poco deseables e inestabilidad físico-química, con mayor contaminación y riesgo de intoxicación. En tanto, los bioabonos presentaron aromas sutiles por la síntesis de polioles a partir de lactosa (Parra, 2010), coloración marrón oscura y sabor agridulce por los ácidos orgánicos, edulcorantes, acetaldehído, diacetilo y péptidos sintetizados mediante lipólisis y proteólisis (Parra, 2010). Asimismo, la elevada acidez indica mayor solubilidad de nutrientes y retención de GEI como CO₂ y CH₄ (Córdor *et al.*, 2007).



Evaluación nutricional

Los bioabonos presentaron mayor contenido nutricional con respecto a los bioles (pH= 7.0; C.E.= 15.7 dS/m; M.O.= 10.6 g/L; S.T.= 35 g/L; N= 1.7 g/L; P=0.2 g/L; K= 2.5 g/L; Ca= 0.9 g/L; Mg= 0.3 g/L; Na= 0.8 g/L; F= 27 mg/L; Cu= 0.92 mg/L; Zn= 3.0 mg/L; Mn= 6.9 mg/L; B= 47.7 mg/L), por la mayor dilución en agua e ineficiencia fermentativa de enteropatógenos predominantes (Soria *et al.*, 2001). Por el contrario, las BAL degradan compuestos estructurales (Córdor *et al.*, 2007), lo cual explica el elevado contenido de materia orgánica y sólidos totales (Tabla 2). Por otra parte, las concentraciones de Cd, Cr y Pb no representan riesgos de toxicidad (< 4.5 mg/L); considerándose bioabonos de Clase A (sin restricciones de uso).

Evaluación de la calidad microbiana

Se reportó ausencia de enteropatógenos (< 3 NMP/g) por la inhibición con ácidos orgánicos y bacteriocinas a nivel de la membrana celular (Cotter *et al.*, 2005). También se reportaron poblaciones de *Lactobacillus* (53×10 UFC/ml a 22×10^7 UFC/ml) de acción sinérgica con la microbiota benéfica para mejorar la asimilación de nutrientes, y acción fitosanitaria en semillas, superficie aérea o suelo, aumentando la fertilidad, acortando los ciclos productivos y restableciendo el equilibrio microbiológico de los ecosistemas (Córdor *et al.*, 2007).

Fitotoxicidad

Los efectos letales sobre la germinación se presentaron en la forma pura y diluida al 10%, por la elevada acidez y salinidad; siendo necesario diluir entre 0.001% y 1% para neutralizar los efectos fitotóxicos (< 0.8 dS/m) y cumplir con los estándares de calidad para aguas de riego (Ayers & Westcott, 1985), logrando altos IG (>80%); mientras que las dosis de mayor dilución resultaron insuficientes para lograr un mejor efecto. En base a esto se recomienda el uso vía foliar, drench, inoculado en semillas o fertirrigación (goteo, aspersión, microaspersión).

CONCLUSIÓN

El tratamiento anaerobio de estiércoles, organismos marinos y residuos agroindustriales con el consorcio microbiano B-Lac, genera bioabonos líquidos de alta calidad nutricional e inocuidad microbiana en 5 días, con adecuados caracteres organolépticos, sin emisión de GEI y estables en el tiempo; con dilución óptima entre 0.001% y 1%, principalmente para fertirrigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayers R.S. & Westcott D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO. Irrigation and Drainage Paper 29. Rev. 1, Rome, Italy. 174 p.
- Córdor A.F., Gonzáles P. & Lokare C. 2007. Effective Microorganisms: Myth or reality? Revista Peruana de Biología. 14 (2): 315-319.
- Cotter P. D., Hill C. & Ross R.P. 2005. Bacteriocins: Developing innate immunity for food. Nature Reviews of Microbiology. 3 (10): 777-788.



-
- LASPAF (Laboratorio de Suelos, Aguas, Plantas y Fertilizantes). 2017. Compilación de parámetros físico-químicos y microbiológicos de bioles y bioabonos líquidos con B-Lac.
- Parra R.A. 2010. Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Tecnológica de Colombia. 8 (1): 93-100.
- Quiñones H.R., Trejo W.E. & Juscamaita J.G. 2016. Evaluación de la calidad de un abono líquido producido vía fermentación homoláctica de heces de alpaca. *Ecología Aplicada*. 15 (2): 133-142.
- Rojas M.D., Sánchez J.D. & Londoño L.M. 2015. Una estrategia de innovación en fertilizantes orgánicos mediante lógica difusa. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, Colombia*. 68 (1): 7423- 7439.
- Soria M., Ferrera R., Etchevers J., Alcántara G., Trinidad J., Borges L. & Pereyda G. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra Latinoamericana*. 19 (4): 353-362.
- Zucconi F., Peram A., Forte M. & De Bertolidi M. 1981. Evaluating toxicity of immature compost. *Byocycle* 22 (4): 54-57.