

## LACTOFERMENTOS

*Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados.*

(Material libre de cualquier tipo de propiedad intelectual)

---

**Por: Ing. Agro. Fabián Pacheco, Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica.  
Costa Rica.**

**Colaboración de Lic. Lidieth Uribe Centro de Investigaciones Agronómicas UCR.**

### INTRODUCCIÓN

El presente documento aporta elementos prácticos y técnicos para la producción de un tipo específico de biofermento al cual hemos denominado como lactofermento desde El Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica del INA. La principal diferencia con los biofermentos más comunes es la no utilización de boñiga, utilizando como principal componente y fuente de nitrógeno el suero de leche (subproducto de la industria láctea).

La producción de biofertilizantes foliares ha venido desarrollándose desde hace mucho tiempo por agricultores latinoamericanos. Los biofermentos constituyen una herramienta agrícola con la que se pueden reducir o sustituir los abonos químicos de alta solubilidad; permitiendo al productor disminuir su dependencia de insumos externos. Por otro lado, los biofermentos fortalecen la autogestión campesina en una inmensa gama de sistemas productivos y constituyen además un excelente vehículo para fomentar la investigación participativa y la creatividad de los y las agricultores (as) en sus propias fincas.

Los biofermentos son producto de un proceso de fermentación de materiales orgánicos. Dicho proceso se origina a partir de una intensa actividad microbiológica, donde los materiales orgánicos utilizados son transformados en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos

entre otras sustancias metabólicas. Estos abonos líquidos más allá de nutrir eficientemente los cultivos a través de los nutrientes de origen mineral quelatados, se convierten en un inóculo microbiano que permite restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema.

Los biofermentos pueden jugar un papel sumamente importante disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, al colonizar las superficies de las plantas, los microorganismos presentes en este tipo de abonos fermentados presentan relaciones antagónicas y de competencia con diferentes microorganismos fitopatógenos, colaborando de esta forma en la prevención y combate de enfermedades en las plantas.

En el caso específico de los lactofermentos se debe destacar su importante aporte en bacterias ácido lácticas, microorganismos que confieren propiedades especiales a este abono fermentado. Estos microorganismos juegan importantes funciones dentro del agroecosistema: La solubilidad del fósforo entre otros nutrientes en el suelo es uno de los aspectos que se deben destacar. Además la presencia de ácido láctico contribuye en suprimir diversos microorganismos patógenos como por ejemplo el *Fusarium sp* (Chávez A. y Mc. Donal R).

**Sobre la inocuidad:** La aplicación de boñiga en la elaboración de abonos orgánicos ha sido cuestionada por la posibilidad de la transmisión de enfermedades, alegando que estos biofermentos podrían presentar contaminación con coliformes fecales. Este ha sido uno de los argumentos empleados por certificadoras orgánicas para impedir la certificación de fincas que utilicen abonos orgánicos a partir de boñiga. Los lactofermentos son una excelente alternativa para evitar el uso de boñiga en los abonos líquidos fermentados y por ende facilitar el acceso a la certificación de los o las productores (as) que lo requieran.

No obstante previas investigaciones elaboradas por Pacheco (2003) demuestran la inocuidad de los biofermentos que utilizan altas cantidades de boñiga de animales rumiantes. La utilización de boñiga no es inherente a problemas de inocuidad en un biofermento (ver cuadro 1).

El presente documento no tiene como intención descartar el uso de boñiga en este tipo de abonos líquidos fermentados, sino validar otras alternativas que fortalezcan el manejo

agroecológico de la finca campesina. La boñiga es una excelente fuente de nutrientes y microorganismos degradadores de celulosa y hemicelulosa. La boñiga es un recurso de alta disponibilidad en la finca campesina, por lo tanto su adecuado uso es importante, no solo para mantener y aumentar la fertilidad de los suelos sino para librar al agricultor de la dependencia de insumos externos.

<b>RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>						
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>Bacterias UFC/g</b>	<b><i>Bacillus</i> UFC/g</b>	<b><i>Lactobacillus</i> UFC/g</b>	<b>Hongos UFC/g</b>	<b>Coliformes Totales NMP/100ml</b>	<b>Coliformes Fecales NMP/100ml</b>
Biofermento con boñiga	2,0 X 10 <sup>4</sup>	1,0 X 10 <sup>4</sup>	3,0 X 10 <sup>5</sup>	3,0 X 10 <sup>5</sup>	5	<2

Cuadro 1: Análisis microbiológico de un biofermento en base a boñiga de vaca.

El cuadro anterior presenta los resultados de un análisis microbiológico elaborado por el Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA) de la UCR. El análisis fue realizado a un biofermento elaborado en una capacitación que el INA impartió a la Cooperativa Sol Verde en Santa Bárbara de Guanacaste en mayo del 2006. En lo referente a la inocuidad evidenciada se debe destacar que el número más probable en cien mililitros (NMP/100ml) de coliformes fecales es menor a dos. Estas cifras reflejan la inocuidad en abonos -bien manejados- que utilicen excretas de animales rumiantes.

La biotecnología de las fermentaciones es un área que plantea muchas soluciones a los problemas en el agro. El presente documento plantea una serie elementos técnicos y metodológicos que permitirán al lector comprender el proceso para elaborar y utilizar abonos líquidos orgánicos fermentados de buena calidad en base a suero de leche como sustituto de la boñiga.

## **MATERIALES**

Los materiales necesarios para poder construir el biofermentador son los siguientes:

- 1 contenedor plástico de 200 L,
- 1 macho de PVC de  $\frac{3}{4}$ ,
- manguera,
- alambre
- 1 botella de desecho plástica de 2 litros.
- 1 gasa metálica
- silicón



Foto 1: Tanques biofermentadores con válvulas de escape de gases.

Los materiales para producir el lactofermentos son los siguientes:

- De 160 a 180 litros de suero de leche,
- 5 Kg de melaza,
- 1kg de carbonato de calcio (eleva el pH),
- Agua (sin cloro),
- 10 a 15 litros de microorganismos de montaña activados (ver anexo),
- 0,5 Kg de alguno de los siguientes compuestos minerales enlistados en el cuadro 2 (excepto la roca fosfórica que se puede agregar de esta 1Kg)

Fuente Mineral	Elemento
Sulfato de Potasio	K
Sulfato de Zinc	Zn
Sulfato de magnesio	Mg
Sulfato de manganso	Mn
Molibdato de sodio	Mo
Molibdato de boro	B
Roca Fosforica	P

Cuadro 2. Lista de fuentes minerales permitidas en agricultura orgánica.

## PREPARACIÓN

**Paso 1.** Se disuelve muy bien la melaza en suero en una cubeta de 20 litros.

**Paso 2.** Mientras se agita constantemente con un palo el suero en el barril de 200 litros se agrega lentamente la melaza disuelta en suero.

**Paso 3.** Se disuelve muy bien en agua la fuente mineral que se quiere utilizar y se coloca en una cubeta de 20 litros. Cuando la fuente mineral se diluye por completo esta se agrega lentamente al barril de 200 litros mientras se agita constantemente.

**Paso 4.** Se disuelve el máximo posible el carbonato de calcio en agua. Posteriormente esta se agrega lentamente al barril de 200 litros mientras se agita constantemente el contenido del mismo.

**Paso 5.** Llenar el barril hasta un volumen total de 185 litros y dar una agitación final. No se debe llenar totalmente el barril de líquido con el objetivo de dejar un espacio libre para la generación de gases.

**Paso 6.** Tapar el barril herméticamente y colocar la válvula de escape de gases para que inicie la fermentación anaeróbica. Se recomienda sellar las uniones de la válvula con silicón.

**Paso 7.** Dejar reposar la mezcla en el barril durante un ciclo lunar (30 días) a temperatura ambiente y bajo sombra.

**Paso 8.** Verificar la calidad del lactofermento. El color es un indicador muy importante. Colores violetas y azules no son deseados e indican que el lactofermento está dañado. El color deseado es ámbar. El olor debe ser agradable, a fermento. Olores fuertes a putrefacción son un indicador de que algo falló en el proceso y el producto debe de ser descartado.

### **¿CÓMO SE USA EL LACTOFERMENTO?**

Los lactofermentos presentan una gran versatilidad para dar uso de los mismos debido a su condición líquida. Esto permite su aplicación en extensiones bastante grandes en poco tiempo.

Lo primero que debe hacerse antes de aplicar el producto es pasar el producto por un colador para evitar que alguna basura obstruya las boquillas del equipo de aspersión.

Seguidamente se debe diluir el producto en agua y generalmente se aplica con una bomba de aspersión al follaje de las plantas. Para plantas en almácigo se diluye al 5% en agua. Para plantas en campo, árboles frutales, orquídeas, hortalizas, café, piña, etc. Se diluye entre el 10 y el 15%.

Se puede aplicar dos a tres veces por semana en el caso de huertos hortícola.

Para árboles frutales y cafetales una aplicación al mes traerá buenos resultados.

También se puede aplicar por medio de sistemas de riego previamente diluido en las concentraciones anteriores.

Otra forma de empleo es agregándolo al suelo directamente, para lo cual se puede aumentar la concentración hasta en un 20% del producto en agua.

Para enriquecer aboneras tanto a nivel microbiológico como mineral, los lactofermentos son una excelente herramienta y se pueden utilizar de forma pura sobre la abonera en el momento de su elaboración.

### CALIDAD QUÍMICA DE LOS LACTOFERMENTOS

A continuación se presentan los resultados del análisis químico de los lactofermentos enriquecidos con diferentes fuentes minerales. Los resultados están expuestos en los cuadros 3 y 4.

ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS										
IDENTIFICACIÓN	mg/Kg	% <sup>1</sup>					mg/kg			
	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Mn y P	0,04	0,13	0,02	0,23	0,06	20	1	2	719	1
Ca y P	0,02	0,21	0,02	0,24	0,02	19	1	2	8	1
Mg y P	0,04	0,15	0,05	0,23	0,05	20	1	1	7	1

Cuadro 3. Análisis químico de lactofermentos enriquecidos con diferentes fuentes minerales. (P, Ca, Mg, K, S, Fe, Cu, Zn, Mn y B por digestión húmeda en EA Plasma de acuerdo al CIA-SC09-01-01-P10)

El cuadro 3 muestra el aumento en la disponibilidad de los minerales incorporados en los diferentes lactofermentos. Puede observarse que el lactofermento identificado como Mn y P (enriquecido con sulfato de manganeso y roca fosfórica) presenta una solubilidad en manganeso de 719 mg/kg la cual es significativamente mayor a los otros lactofermentos expuestos en la tabla. De igual manera se puede observar que la disponibilidad de calcio en el lactofermento identificado como Ca y P (enriquecido con carbonato de calcio y roca fosfórica) y la disponibilidad de magnesio en el lactofermento identificado como Mg y P (enriquecido con sulfato de magnesio y roca fosfórica) son respectivamente mayores a los otros biofermentos expuestos en el cuadro 3.

El cuadro 3 evidencia la importancia de enriquecer los abonos líquidos fermentados con fuentes minerales como las expuestas en el cuadro 2. Estos minerales son en gran medida disueltos gracias a los ácidos lácticos y orgánicos obtenidos por las reacciones bioquímicas inherentes al proceso de fermentación. De esta forma se logra que las plantas puedan nutrirse de forma balanceada de los elementos contenidos en las diferentes fuentes minerales.

A continuación se presenta en el cuadro 4 los resultados del porcentaje de nitrógeno presente en los lactofermentos. Estudios anteriores del Instituto Nacional de Aprendizaje indican que el contenido de nitrógeno presente en el suero de leche sin fermentar es de 825mg/kg (Obregón 2000) lo cual es una cantidad bastante considerable de nitrógeno para dar uso agrícola a este recurso. El suero de leche es un subproducto de la industria de lácteos que en muchos casos es vertido en ríos teniendo consecuencias negativas sobre los ecosistemas.

<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>N %</b>	<b>N mg/Kg</b>	<b>pH</b>
Mn y P	0,11	1190,74	4,11
Ca y P	0,11	1194,85	6,08
Mg y P	0,12	1200,20	4,31

Cuadro 4. Análisis químico de nitrógeno y pH de lactofermentos enriquecidos con diferentes fuentes minerales (Procedimiento: N por Kjeldahl en Analizador de Inyección de Flujo ).

El cuadro 4 refleja las cantidades de nitrógeno y de pH en el suero fermentado enriquecido con diferentes fuentes minerales. Se debe resaltar que al comparar las cantidades de nitrógeno en el suero fermentado con el no fermentado hay un aumento en la cantidad de nitrógeno al fermentar el suero. Este aumento tiene relación directa con las sustancias metabolizadas por los microorganismos fermentadores gestores de los procesos bioquímicos inherentes a una fermentación.

Los pHs presentes en el cuadro 4 son levemente ácidos lo cual es normal en un abono líquido fermentado. En experiencias anteriores de análisis y evaluación de abonos orgánicos líquidos fermentados realizados por Pacheco 2003 se obtuvieron rangos de pH similares a los obtenidos en el cuadro 4 siendo la respuesta de los cultivos realmente favorables a la aplicación



foliar de dichos abonos. En casos de querer subir el pH se puede utilizar ceniza de leña o carbonato de calcio.

## **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS LACTOFERMENTOS**

La intensa actividad microbiológica existente en los lactofermentos evaluados demuestra que la riqueza biológica de este producto hace que los lactofermentos sean algo más que un simple fertilizante.

Cabe preguntarse ¿Qué es lo que sucede en los bosques siempre tan verdes y en equilibrio si nadie los fertiliza? Una buena parte de esta respuesta la podemos encontrar en el fascinante mundo de la microbiología ambiental.

Millones de formas de vida microscópicas interactuando de múltiples y complejas formas entre si, fermentando y degradando la materia orgánica para que los nutrientes contenidos en ella vuelvan a ser tomados por las plantas. La capa de hojas, ramas, troncos y frutos entre otros componentes de la capa de materia orgánica que cubre el suelo de los bosques esta colonizada por múltiples formas de microorganismos. Esta capa orgánica es crucial en el mantenimiento de la fertilidad de los suelos de los bosques y sin la actividad de los microorganismos la liberación de estos nutrimentos no sería posible.

Este flujo de nutrientes dentro del bosque lo podemos conceptualizar como un circulo, un sistema cerrado donde no es necesario extraer de la fertilidad de otros suelos para mantener el crecimiento y la productividad en un área determinada.

Aprender a capturar una parte de estos microorganismos para enriquecer biológicamente los abonos líquidos fermentados es parte de la estrategia para obtener un producto de excelente calidad biológica (leer siguiente capítulo).

Por su parte los lactofermentos además presentan condiciones microbianas muy particulares. Las fermentaciones lácticas son el resultado de la transformación de azúcares (glucosa y lactosa) en ácido láctico, gracias a la acción de diversas bacterias. El azúcar principal en la leche es la lactosa un disacárido compuesto por una molécula de glucosa y una de galactosa. Las bacterias lácticas tienen en ellas su principal sustrato energético y como resultado de su metabolismo se produce ácido láctico.

**Los lactofermentos presentan un número elevado de microorganismos importantes para el control de plagas y enfermedades.**

Los *Lactobacillus spp* tienen relaciones antagónicas con todo tipo de bacterias putrefactotas. Por ejemplo la inhibición de *Erwinia sp* se podría deber al efecto de la nisina que es un antibiótico producido por algunas bacterias lácticas. (Obregón, 2000).

Los lactobacillus juegan un papel importante en el control de *Fusarium sp* que tanto afecta los semilleros de tomate y la *Rhizoctonia sp* conocida como mal del talluelo. (Quiroz, et all, 2004)

En el cuadro 5 se puede apreciar como los *Lactobasillus sp* son predominantes en un lactofermento debido a que este presenta un sustrato con condiciones óptimas para su desarrollo. En el caso del lactofermento enriquecido con sulfato de manganeso (Mn) y roca fosfórica (P) se presentan poblaciones de hasta cuatrocientos ochenta millones de unidades formadoras de colonias por gramo de producto. Las cifras presentadas en el cuadro 5 evidencian la elevada concentración de múltiples formas de vida microscópicas contenidas en este tipo de abonos fermentados.

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO						
ID Usuario	Bacterias UFC/ml	<i>Bacillus</i> UFC/ml	<i>Lactobacillus</i> UFC/ml	Hongos UFC/ml	Coliformes Totales NMP/100ml	Coliformes Fecales NMP/100ml
Lacto Mn y P	5,2 X 10 <sup>7</sup>	1,0 X 10 <sup>6</sup>	1,1 X 10 <sup>8</sup>	3,0 X 10 <sup>5</sup>	13	<2

Lacto Ca y P	2,8 X 10 <sup>6</sup>	<10 <sup>3</sup>	5,7 X 10 <sup>7</sup>	<10 <sup>3</sup>	13	<2
Lacto Mg y P	8,5 X 10 <sup>6</sup>	1,5 X 10 <sup>7</sup>	4,8 X 10 <sup>8</sup>	<10 <sup>3</sup>	8	<2
Biofer (Boñiga)	2,0 X 10 <sup>4</sup>	1,0 X 10 <sup>4</sup>	3,0 X 10 <sup>5</sup>	3,0 X 10 <sup>5</sup>	5	<2

Cuadro 5. Análisis microbiológico de abonos orgánicos líquidos fermentados enriquecidos con diferentes fuentes minerales (21/07/2006)

El impacto benéfico de aplicar sobre los abonos orgánicos y el suelo altas poblaciones de microorganismos saprófagos como los expuestos en el cuadro 5 (consumidores de materia orgánica en descomposición) permite mineralizar la materia orgánica. Esto facilita la absorción de nutrientes contenidos en los abonos orgánicos por parte de las plantas.

El cuadro 5 además refleja la inocuidad característica en los abonos líquidos fermentados, obteniendo un número más probable en 100 mililitros menor a dos de coliformes fecales.

El bienestar de los sistemas agropecuarios productivos depende en mayor parte de su calidad microbiana. La utilización de agro tóxicos sobre la los ecosistemas microbiológicos deteriora el equilibrio biológico trayendo como consecuencia la incidencia de plagas y enfermedades. Los lactofermentos representan una excelente herramienta para la restauración ecológica de los ecosistemas microbiológicos afectados por el uso y abuso de agrotóxicos.

## **ELABORACIÓN DE INÓCULOS APARTIR DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA**

### **¿Qué son los INÓCULOS MICROBIANOS ACTIVADOS y para que sirven?**

Son el producto de la recolección y la multiplicación de microorganismos descomponedores y fermentadores de materia orgánica presentes en los bosques. Estos microorganismos una vez colectados son colocados en un sustrato rico en nutrientes, con humedad adecuada y en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) para de esta forma lograr su multiplicación masiva y así poder utilizarlos en la solución de múltiples problemas del manejo de desechos orgánicos.

Los Microorganismos de Montaña activados constituyen un producto que respeta la ecología microbiológica de los agroecosistemas debido a que la producción de MM se realiza en el área de aplicación y por lo tanto los microorganismos colectados son los que se encuentran presentes en la misma biorregión donde serán aplicados.

### **Pasos para preparar un Inóculo Sólido Activado:**

1) Ir a un ecosistema natural cercano (bosques de preferencia) y recolectar medio saco de mantillo de bosque (capa de materia orgánica en descomposición que se encuentra entre las hojas superficiales y el suelo del bosque). Este mantillo es una fuente rica de múltiples microorganismos.

2) Seguidamente se prepara un sustrato que tenga óptimas características físicas y nutricionales para que se desarrollen los microorganismos recolectados. Dentro de los materiales a utilizar para crear el sustrato se encuentran:

- 3 a 5 litros de melaza (se diluye en agua dentro de una regadera antes de mezclarla con los demás ingredientes)
- 2 litros de leche o 4 de suero,
- ½ saco de semolina de arroz,
- ½ saco de salvado de trigo,
- ½ saco de carbón vegetal molido,
- 1 saco de granza de arroz,
- 1 saco de aserrín de madera blanca
- Agregar agua hasta alcanzar un 30 % de humedad.

3) Mezclar muy bien todos estos componentes. Opcionalmente se le puede agregar junto con el mantillo, medio litro de yogurt así como 500 gramos de levadura diluida en agua tibia, esto para aumentar la riqueza microbiológica del producto final.

4) Se coloca la mezcla en un tanque plástico sellado con capacidad de 200 litros que presente una válvula de escape con un sello de agua. Es importante que no entre oxígeno en el sistema ya que se busca desarrollar la fermentación anaeróbica.

5) Dejar tapado en un lugar fresco y a la sombra por un periodo lunar (30 días). Una vez pasado un periodo lunar el sustrato dentro del barril ya se encuentra colonizado por cientos de miles de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica en descomposición.

6) Verificar la calidad: El sustrato debe de tener un olor agradable similar a una fermentación alcohólica.

#### **Forma de aplicación:**

El inóculo se mezcla con los desechos orgánicos que se quieran tratar, se puede colocar a razón de 1Kg por metro cuadrado sobre el aserrín o la burucha de los suelos en los sistemas de producción pecuaria.

Puede colocar un puñado de este inóculo dentro de los recipientes que se utilizan para manejar los desperdicios orgánicos de las cocinas y comedores. Cada capa de 10 centímetros de desperdicios en la cubeta (cubeta con capacidad de 20 Litros con tapa) debe ser cubierta con un puñado de este inóculo. Esto evitará la presencia de malos olores y permitirá mantener más tiempo los desperdicios en el recipiente antes de ser llevados a la compostera.

También se puede colocar en las letrinas a razón de un puñado (200 a 300 gramos) cada vez que se utiliza. Esto ayuda a eliminar el olor a putrefacción de forma rápida en las letrinas.

**Presentación Líquida del Inóculo Activado:** Esta se elabora a partir del inóculo activado sólido.

1) Se deben utilizar unos 25 kilogramos del inóculo sólido, colocarlos en otro tanque igual al primero (sistema anaeróbico). Este otro tanque debe llenarse con una solución de melaza al 5% en agua (sin cloro).

2) Seguidamente se debe agitar muy bien y dejar reposar unos tres días. Finalmente obtenemos el inóculo líquido activado. Producto que contiene millones de microorganismos listos para degradar de forma efectiva los desechos orgánicos eliminando así los malos olores.

#### **Forma de aplicación:**

Diluir el inóculo líquido en agua al 20% y después aplicarlo o asperjarlo sobre el lugar de interés. ejemplo: cañerías, porquerizas, establos, etc.

#### **Calidad de los Inóculos microbiales**

A continuación se presentan en el cuadro 8 los resultados del análisis de la calidad microbiológica de dos inóculos microbiales activados denominados como Microorganismos de Montaña activados (MM). El identificado como MM Cartago fue producido en el Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica en San Rafael de Oreamuno Cartago y el identificado como MM Guanacaste fue producido en Santa Bárbara de Santa Cruz de Guanacaste en una capacitación de agricultura orgánica para la cooperativa Sol Verde por parte del Núcleo Agropecuario del INA.

La información obtenida en dichos análisis expuesta a continuación en el cuadro 6 evidencia la gran riqueza en microorganismos contenida en este tipo de producto. Indiferentemente a la región del país donde sea colectado el mantillo de bosque los resultados obtenidos evidencian la versatilidad para obtener productos de alta calidad biológica en cualquier región.

Retomando los múltiples beneficios señalados que los *Lactobacillus* aportan, Cabe resaltar la población de seiscientos sesenta millones de unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus* por gramo de producto del inóculo identificado como MM Cartago en el cuadro 6. Dicha cantidad es cuantitativamente importante y evidencia la excelente calidad del producto.

RESULTADOS DEI ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO							
IDENTIFICACIÓN	Bacterias UFC/g	Actinos UFC/g	<i>Bacillus</i> UFC/g	<i>Lactobacillus</i> UFC/g	Hongos UFC/g	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
MM Cartago	4,0 X 10 <sup>5</sup>	7,5 X 10 <sup>7</sup>	1,9 X 10 <sup>5</sup>	6,6 X 10 <sup>8</sup>	5,7 X 10 <sup>4</sup>	13	<2
MM Guanacaste	1,8 X 10 <sup>7</sup>	1,8 X 10 <sup>5</sup>	9,1 X 10 <sup>4</sup>	4,1 X 10 <sup>7</sup>	9,1 X 10 <sup>4</sup>	13	<2

Cuadro 6. Análisis microbiológico de inóculos orgánicos sólidos fermentados enriquecidos con diferentes fuentes minerales (21/07/2006)

El cuadro 6 demuestra los resultados del análisis microbiológico del MM líquido activado. Es evidente que la diversidad biológica de este producto es cuantitativamente inferior a la versión sólida presentada en el cuadro 5. Esto se debe a que el sustrato sólido es un sustrato que presenta una mayor cantidad de nichos ecológicos para la vida microscópica albergada en dicho producto.

Se destacan poblaciones bajas de Levaduras y *Bacillus* lo que posiblemente tiene relación directa con diferentes relaciones de competencia y antagonismo entre los *Lactobacillus*, las levaduras y los *Basillus*. Los *Lactobacillus* producen una serie de sustancias metabólicas con efectos antagónicos que fácilmente son dispersadas en el medio líquido y por lo tanto les es más difícil proliferar a las colonias de *Basillus* y *Levaduras*. En consecuencia disminuyen algunas poblaciones y predominan otras, no obstante cualitativamente este producto líquido es y sigue siendo una excelente alternativa como inóculo.

El inóculo líquido a pesar de tener una diversidad microbiana inferior no deja de ser funcional debido a que su aplicación por medio de aspersión facilita su utilización permitiendo inocular grandes extensiones de forma rápida y barata. Un ejemplo es la aspersión de este producto en granjas porcinas o en tuberías de aguas negras que presenten problemas de mal olor.

**RESULTADOS DEI ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

IDENTIFICACIÓN	Bacterias UFC/ ml	Levaduras UFC/ ml	<i>Bacillus</i> UFC/ ml	<i>Lactobacillus</i> UFC/ ml
MM líquido	2,6 X 10 <sup>7</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>4</sup>	3,2 X 10 <sup>6</sup>

Cuadro 7. Análisis microbiológico de inóculo orgánico líquido fermentado (21/07/2006)

El MM líquido expuesto en el cuadro 7 por su característica líquida favorece la proliferación de bacterias y disminuye considerablemente las poblaciones de hongos y actinos expuestas en el cuadro 6. Destaca la cifra en el MM líquido de veintiséis millones de unidades formadoras de colonias por mililitro de bacterias.

RESULTADOS DEI ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO		
IDENTIFICACIÓN	Resultados obtenidos	
	Coliformes Totales NMP/100mL	Coliformes Fecales NMP/100mL
MM Líquido	<2	<2

Cuadro 8. Análisis microbiológico de inóculos orgánicos líquidos fermentados enriquecidos con diferentes fuentes minerales (21/07/2006)

El cuadro 8 evidencia una vez más que la microbiología albergada en este tipo de productos es totalmente inocua. Las cifras obtenidas: número más probable (NMP) en cien mililitros, evidencian poblaciones de coliformes fecales menores a dos. Cifra que es despreciable y demuestra la seguridad de estos productos.

El mal olor es el producto de una actividad microbiana no deseada donde predominan altas cantidades de coliformes. Dicha actividad puede ser cambiada con los inóculos "MM" logrando transformar un proceso de pudrición a un proceso de fermentación y degradación sin malos olores.



La utilización de este tipo de productos biológicos es muy diversa y los Inóculos activados sirven para enriquecer microbiológicamente cualquier tipo de abono orgánico, además la eliminación de los malos olores cuando se aplica en sistemas de producción pecuaria o en sistemas de aguas negras ha constituido a los microorganismos de montaña “MM” en un producto de vanguardia para múltiples sistemas productivos.

### **RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.**

La biotecnología de las fermentaciones es un área que al surgir la ingeniería genética, con sus antinaturales productos transgénicos, empezó a caer en el abandono. El financiamiento dedicado a la investigación en biotecnología desde los inicios de los años noventa ha sido destinado en mayor parte a la producción de organismos transgénicos. Solo basta buscar literatura en cualquier biblioteca para darse cuenta que la mayoría de la investigación en lo referente a las biofermentaciones llega hasta la década de los años ochenta.

Contraria a la ingeniería genética donde la información y los productos están protegidos bajo sistemas de patentes y propiedad intelectual dificultando de esta forma el acceso de nuevas tecnologías agrícolas a quienes realmente necesitan soluciones. La biotecnología de las fermentaciones representa una verdadera alternativa al alcance de todos y todas las personas que trabajan en el agro.

Esperando que este documento sea una herramienta que permita incentivar la investigación y la implementación sobre la fertilización con abonos líquidos orgánicos fermentados se recomienda a los y las profesionales seguir trabajando y validando sobre las múltiples aplicaciones que esta fascinante área de la biotecnología presenta.

### **LITERATURA CITADA**

Chávez y Mc Donald 2005. Uso Práctico de Microorganismos Eficientes. ACCS, Extensión Agropecuaria.

Quiroz A, Albertin A, Blázquez M. 2004. *ELABORE SUS PROPIOS ABONOS INSECTICIDAS Y REPELENTES ORGANICOS*. Organización de Estudios Tropicales, Instituto Nacional de Aprendizaje. AVINA. 36p.

Obregón, M. 2000. Estudio Preliminar Para Evaluar Las Posibles Aplicaciones Del Lactosuero En La Agricultura. Tomado de Revista TECNIA. Setiembre y Octubre del 2000, volumen #1. INA. San José Costa Rica.

Pacheco, F. 2003. *PRODUCCIÓN, UTILIZACIÓN Y ALGUNOS ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS BIOFERMENTOS. ABONOS ORGÁNICOS* Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. CIA UCR, CATIE, ACCS.