

TALLER DEMOSTRATIVO

Elaboración de biol cítrico como bioinsumo agrícola

Dirigido a productores de limón del sur de Yucatán

1. Situación de productores citrícolas en el sur de Yucatán

El sur del estado concentra un corredor citrícola reconocido (Oxkutzcab, Ticul, Akil, Maní, Muna, Tekax y municipios vecinos), con sistemas productivos que combinan saberes tradicionales (huertos diversificados) y parcelas de cítricos con distintos niveles de tecnificación. Las condiciones que prevalecen:

- Suelo somero o roca cercana que reduce la eficiencia del manejo de la nutrición del cultivo, además de que posee un pH de neutro a alcalino y un exceso de carbonatos. Lo anterior condiciona la movilización de minerales catiónicos y provoca desbalances minerales.
- Alta infiltración del agua y periodos de disponibilidad variable de agua que dificultan el manejo de la fertilización con macronutrientes y el enriquecimiento con materia orgánica (desbalance N-K-Ca-Mg).
- Diversidad de tecnologías de riego (fertirriego y temporal, con baja infraestructura productiva), además de prácticas de diagnóstico de fertilidad y salinidad de suelos y plantaciones reducidas.
- Riesgo fitosanitario permanente y emergente de plagas y enfermedades, aunado a un bajo enfoque de manejo de la biología del suelo como medio para sostener la fertilidad y asimilación mineral.
- Oportunidad de uso de bioinsumos como parte de un manejo complementario al tradicional, los cuales deben cumplir los principios de:
 - Formulación simple a base de insumos locales y sustitutos equivalentes (por ejemplo: melaza → piloncillo; composta de estiércol vacuno → composta de ovino/caprino).
 - Capacitación previa en buenas prácticas de manufactura (por ejemplo: manejo del agua, reducción del riesgo de contaminación, uso de medidas de peso y volumen).
 - Controles de mínima estandarización de procesos (por ejemplo: bitácora, lotes, pH, olor y espuma, y pruebas de preescalamiento en campo).
 - Planeación de la unidad productiva escalable y de la logística de aplicación.

2. Objetivo

Capacitar a productores de cítricos del sur de Yucatán en la elaboración, las prácticas de higiene, el control de calidad y el uso de biol de limón como bioinsumo complementario al manejo agronómico de sus plantaciones, utilizando materiales disponibles localmente.

Dinámica de la capacitación:

Exposición	Objetivo a cumplir
Apertura	Presentación del proyecto de capacitación
Contexto local	Interacción con los asistentes para conocer sus experiencias previas con bioles u otros bioinsumos de mejora productiva. Introducción a la situación de sus suelos y la reserva natural de calcio no disponible por su forma ligada a carbonatos.
Narrativa de los beneficios	Explicar a profundidad el proceso fermentativo, los productos derivados con actividad desionizante del calcio ligado, las funciones de quelatación de los ácidos orgánicos, el enriquecimiento biológico de los microorganismos reproducidos, así como explicar los métodos para medir parámetros del suelo que permiten comprobar la mejora productiva y la biodiversidad del suelo
Etapas para la elaboración de biol	Describir el proceso de elaboración del biol y las cantidades de sus ingredientes, explicando la función de cada componente
Buenas prácticas de manufactura	Explicar los puntos críticos de control de calidad del proceso y del producto terminado tomando de base un lote previamente elaborado para fines de la capacitación
Demostración de los ingredientes	Interactuar con los ingredientes para conocer su olor y su apariencia, así como del producto terminado. Brindar una demostración de cada etapa de proceso (preparación de materiales, montado de proceso, mezclas y aplicación)
Plan de aplicaciones y escalabilidad productiva	Explicar las dosis sugeridas por hectárea para aplicaciones por drench, riego y foliar, así como la calendarización semanal de aplicaciones
Cierre colaborativo	Motiva al análisis reflexivo sobre el cambio en el modelo productivo de cítricos e identifica candidatos de adopción

3. Receta base de BIOL (adaptada a insumos locales)

Esta receta está pensada para que funcione con lo que típicamente se consigue en las comunidades citrícolas del sur de Yucatán. La receta cumple con el objetivo de estandarizar un punto de partida en la elaboración de bioinsumos; sin embargo, puede adecuarse al revisar la disponibilidad de obtener compostas o lixiviados ricos en microorganismos benéficos.

Ingredientes para la producción de un lote de 200 L:

- 20 L melaza o 13 kg de azúcar morena
- 100 g levadura de panificación
- 2 L suero de leche
- 15 kg residuos de cítricos (rebanados o troceados finamente)
- 10 L de biol (madre después de primer lote)
- Agua hasta aforo a 200 L

¿Para qué sirve cada ingrediente?

Ingrediente	Función en la fermentación	Notas
Melaza o azúcar morena	Alimento y energía para que los microorganismos se reproduzcan, a la vez que producen ácidos orgánicos	Usar una u otra, según disponibilidad y acceso.
Levadura	Arranque rápido de fermentación. Produce CO ₂ , alcoholes y ácidos orgánicos derivados del azúcar y de la materia orgánica del limón.	Cuando no produce espuma (expansión), es posible que no esté activa, es necesario cambiarla.
Suero de leche	Aporta bacterias lácticas; ayuda a acidificar y a evitar malos olores.	Puede aumentarse 2 L más si la fermentación está lenta.
Residuos cítricos	Materia orgánica, compuestos de cáscara y jugo cítrico que sirven de base de la fermentación.	Trocear fino.
Biol madre	Inóculo enriquecido del lote anterior que acelera el arranque de la fermentación.	Solo desde segundo lote; si no hay, se omite.
Agua	Medio donde ocurre la fermentación y diluye los componentes para su manejo en forma líquida.	Preferir agua limpia; evitar agua clorada.

Fórmula para modificar escalamiento:

Usar regla de tres simple para ajustar la receta a cualquier volumen del lote de producción.

- 1) Definir el volumen del lote en litros.
- 2) Calcular el factor de escalamiento dividiendo el volumen del lote entre 200: $F = V / 200$.
- 3) Ajustar la cantidad de cada ingrediente multiplicando la cantidad recomendada para 200 L por el valor del factor de escalamiento (F) calculado en el paso previo.

Ejemplos:

- Para un lote de 100 L: $F = 100/200 = 0.5 \rightarrow$ Multiplica la cantidad de cada ingrediente por 0.5.
- Para un lote de una cubeta de 19 L: $F = 19/200 = 0.095 \rightarrow$ Multiplica la cantidad de cada ingrediente por 0.095.

Equipamiento mínimo:

- Recipiente de 200 L (limpio con tapa hermética)
- Trampa de gas: manguera flexible de 50 cm conectada a una botella de 600 mL con agua.
- Cinta Canela
- Rafia o cordón (2.5 m).
- Malla/colador para filtrado
- Etiqueta de datos de fecha de producción del lote
- Bitácora de registro de proceso

Procedimiento de elaboración:

1. Disolver por separado, en dos cubetas, 10 L de melaza y 10 L de agua en cada una. Una vez homogeneizada, verter ambas soluciones en un recipiente de 200 L.
2. Activar 100 g de levadura en una cubeta con 1 L de agua y 1 L de la solución azucarada (melaza o azúcar), mezclando hasta que la levadura se incorpore por completo; reposo de 20 min antes de agregar al recipiente de 200 L.
3. Agregar 2 L de suero de leche al recipiente y mezclar.
4. Agregar 15 kg de fruta troceada.
5. Agregar 10 L de biol madre (solo después del primer lote de elaboración).

- Aforar con agua hasta completar los 200 L o, en caso necesario, reducir el volumen para evitar llenar al tope; dejar aproximadamente entre 10 y 15% de espacio libre.
- Sellar el sistema con cinta canela y conectarlo a la trampa de gas. Ver infografía 1.
- Mantener el sistema de fermentación a la sombra (idealmente entre 24 y 35 °C) durante 45 días. Cuando la temperatura sea de 35 °C o ligeramente superior, puede acortarse a 30 días. Cuando sea de 24 °C o ligeramente inferior, puede extenderse durante 60 días.
NOTA: Cuando el biol no presente actividad clara de gasificación, revisar el sello y añadir otros 2 L de suero de leche o levadura para reactivar la fermentación.
- Una vez concluida la fermentación, filtrar el producto mediante malla o colador y registrar los datos de calidad mínimos (pH, olor, color y nivel de espuma).
- Envasar en un recipiente limpio y mantenerlo cerrado.
- Etiquetar y verificar llenado de bitácora

4. Control de calidad

Variable	Cómo medir	Interpretación rápida
<i>Olor</i>	Abrir brevemente y oler	Acido agradable = bien. Putrefacto = exceso de mala higiene / mal sello.
<i>pH</i>	Medir con tira o pHmetro	3.5 a 5.5 típico en fermentos ácidos. Si sube o se mantiene, revisar bitácora para confirmar el azúcar y el inóculo.
<i>Actividad de gas</i>	Ver burbujeo en trampa	Gas fuerte al inicio y luego baja. Si no hay burbujeo de gas después de 3 días, revisar el sello o el inóculo.
<i>Prueba de fitotoxicidad</i>	Probar aspersión en 3 árboles, especialmente sobre brotes jóvenes	Revisar la aparición de síntomas de quema en 1 a 3 días. Si hay quemado o estrés, bajar la dosis o la dilución y revisar el pH.

5. Recomendaciones de seguridad e higiene

El BIOL produce gases, requiere de la trampa de gaseo. Nunca sellar completamente sin salida.

Usar guantes, lentes y cubrebocas si hay polvo (ceniza).

Lavado de manos antes de comer; no usar recipientes de alimentos para fermentar.

8. ANEXOS

Infografía 1. Montaje del Sistema de Fermentación Anaeróbica



MATERIALES:

- ❖ Recipiente de 200 L
- ❖ Tapa para recipiente
- ❖ Botella plástica de 2 L
- ❖ Cinta gris y silicón para sellar
- ❖ Manguera blanda

1. PERFORAR Y SELLAR

Haz un agujero en la tapa según el grosor de la manguera.

Inserta la manguera y sella bien con el silicón y la cinta.



2. INSTALAR LA MANGUERA:

Conecta el otro extremo de la manguera dentro de la botella con 1/2 volumen de agua. Asegura que quede sumergida.



3. SELLAR EL TAMBOR:

Cierra bien el recipiente, asegurándote que quede hermético.



4. CONTROLAR GAS:

A los 2 o 3 días, debe haber burbujeo en la botella que indica la presencia de gases en el proceso.



NOTA: El gas sale del recipiente por la manguera hacia la botella de agua, que actúa como barrera frente al oxígeno para mantener la fermentación anaerobia. Es recomendable mantener el sistema en la sombra.

Infografía 2. Proceso de Producción de Biol Cítrico

1. RECOLECTAR FRUTA



2. TROCEAR LA FRUTA



3. DISOLVER MELAZA



4. ACTIVAR LEVADURA



5. AÑADIR SUERO



6. AÑADIR FRUTA TROCEADA



7. AFORAR CON BIOL MADRE/AGUA



8. SELLAR Y PONER TRAMPA DE GAS



9. COLAR Y ENVASAR



10. APLICACIÓN FOLIAR

