

RESUMEN EJECUTIVO

ANTECEDENTES

Ecuador es un país donde predomina la actividad agrícola. El Ecuador actualmente es uno de los países exportadores de banano líderes en el mundo, por lo que la producción del banano es una de las principales fuentes de ingreso para la economía del país.

Al ser el banano uno de los productos más consumidos alrededor del mundo, la demanda por cantidad y calidad del producto es cada vez más exigente para los países productores que compiten por el mercado. Esta competencia le exige al productor una mejora continua en sus frutos, para lo que el productor se ve en la necesidad de fertilizar.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La producción de banano es un monocultivo que genera residuos que se dejan en el suelo del cultivo para que pasen por un proceso natural de degradación, este proceso toma alrededor de seis meses generando contaminación para el suelo circundante a cada una de las plantas productoras, ya que atrae a insectos, y con el agua, al no ser retirado a tiempo produce ácidos que se lixivian en el suelo y que posteriormente la planta absorbe.

Al ser monocultivo y por los lixiviados se da una disminución de fertilidad del suelo, obligando al productor a utilizar constantemente abonos orgánicos o químicos que no pasan por pruebas previas de aplicabilidad.

JUSTIFICACIÓN

Estos problemas hacen necesario buscar el correcto manejo de los residuos, mediante un método que nos permita reducir los riesgos de contaminación y el uso de fertilizantes inorgánicos., de una manera menos agresiva para la planta, el suelo y así mejorar la absorción de nutrientes por parte de la planta, aprovechar los residuos generados y mejorar la fertilidad el suelo.

OBJETIVOS:

General:

Validar el producto comercial “Bacthon SC + Tricho _D” para la obtención de bioabono *in situ* a través de la biotransformación de subproductos de banano bajo condiciones normales de producción.

Específicos:

- Acelerar el proceso de biotransformación de los subproductos de banano.
- Aumentar contenido de nutrientes presentes en el suelo.
- Poblar el suelo con bacterias benéficas contenidas en el producto.

CULTIVO DE BANANO

El cultivo de banano requiere de ciertas condiciones para su desarrollo. El clima para su óptimo desarrollo es el denominado tropical húmedo. La temperatura ideal es de 28°C (3,7) . Tolera la luz intensa cuando sus requerimientos hídricos sean satisfechos. La capa freática debe estar a una “profundidad mínima de 1,20 metros” (3) ya que sus raíces son superficiales. Es exigente en cuanto a su requerimiento de agua, necesita aproximadamente un medio entre “125 y 150 mm de agua mensuales en zonas cálidas húmedas,” (20) y varía dependiendo de la zona. Al requerir de grandes cantidades de necesita retener y transmitir el agua a través del suelo con facilidad. La estabilidad afecta la transmisión de agua y por tanto la lixiviación de nutrientes, ácidos, fertilizantes y demás. (3,7,20). Dependiendo de las propiedades del suelo la planta puede satisfacer sus necesidades de agua y nutrientes. El banano crece en suelos de topografía de preferencia plana, que disponga de buen drenaje y de estructura blanda (suelos francos), no son apropiados los suelos que contengan un porcentaje alto de arcilla o de fácil compactación, ya que no le permitiría a la planta obtener con facilidad sus nutrientes y agua. Debe tener buena retención de agua (los suelos arcillosos y compactos retienen humedad pero no facilitan el drenaje).(3,7,20). El cultivo de banano necesita e suelos de consistencia suave, los suelos duros no le permiten desarrollar su sistema radicular y le dificultan la absorción de nutrientes y de agua. (7) Un suelo poroso le facilita a la planta de banano la obtención de nutrientes. La aireación del suelo le permite el abastecimiento de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. Se mejora con la labranza, la rotación de cultivos, el drenaje, y la incorporación de materia orgánica. (11,13). La acidez del suelo influye en las propiedades físicas y químicas. Los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos. A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura. La asimilación de nutrientes del suelo está influenciada por el pH, ya que determinados nutrientes se pueden bloquear en determinadas condiciones de pH y no son asimilables para las plantas. Alrededor de pH 6-7,5 son las mejores condiciones para el

desarrollo de las plantas. Para el cultivo de banano el “el pH conveniente esta comprendido entre 6 y 7.5” (3, 7).

En cuanto a los nutrientes, el suelo para cultivo de banano debe contener materia orgánica, nitrógeno, potasio y fósforo, esenciales para su desarrollo. Otros compuestos que son importantes dentro de la nutrición de la planta son: magnesio, calcio, azufre, boro, zinc, hierro y manganeso. El banano es un cultivo limpio, por lo que el suelo debe estar y mantenerse libre de malezas y yerbas durante todo el ciclo de vida del cultivo. (3,20). En el ensayo se analizaron los contenidos de N, P,K, materia orgánica y pH por ser los más significativos para la planta, la deficiencia de estos nutrientes ocasiona problemas de producción como: retraso en el crecimiento, pecíolos cortos, y escasa producción de colinos. Por lo que la fertilización es la actividad más importante dentro del proceso de producción. Actualmente en la bananera la fertilización se hace con fertilizantes inorgánicos para equilibrar la falta de nitrógeno presente en el suelo.

El producto a validar pretende descomponer los residuos del banano y producir bioabonon un fertilizante orgánico que no represente efectos negativos. El bioabono generaría nutrientes para el suelo en formas asimilables para la planta por acción de los microorganismos presentes en el producto. Estos microorganismos son: *Azotobacter chroococcum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Azospirillum brasilense*, *Sacharomyces cerevisiae* y hongo *Trichoderma harzianum*. Estos poseen propiedades para degradar compuestos, son nitrificantes y fijadoras de nitrógeno.

Metodología

El producto se aplicó en un lote de la bananera que presentaba en los análisis del estado inicial un contenido bajo en nitrógeno y textura arcillosa. El lote se dividió en diez parcelas, de las cuales nueve fueron tratadas con el producto y una sirvió de testigo.

La aplicación se hizo dos veces, la segunda dieciocho días después de la primera. Las dosis en las que se aplicó el producto fueron las recomendadas por el fabricante. Las dosis fueron: t1= 30 cc de Bacthon + 6.66 g de Tricho-D, t2 = 60 cc de Bacthon + 13.33 g. de Tricho-D y t3 = 90 cc de Bacthon + 20 g. de Tricho-D

Se aplico el producto sobre los residuos que fueron previamente apilados alrededor de la planta y troceados para aumentar la superficie de acción de los microorganismos.

El ensayo duró sesenta días, tiempo estimado en el que se obtendría el bioabono de acuerdo a las especificaciones del producto.

Resultados

Se realizaron análisis del suelo tratado y del testigo al cabo de los sesenta días de prueba para comparar el estado inicial del suelo y el estado al final de la prueba.

Se esperaba un aumento de temperatura en el residuo dentro de los primeros 10 días de acción del producto, esto verificaría el comienzo del proceso de biotransformación. Este aumento no se dió, por lo que es el primer resultado negativo de la acción del producto.

Se dio una disminución de pH, esto se da por la presencia de ácidos orgánicos, los mismos que se generan durante el proceso de biotransformación por la acción de microorganismos con las arcillas y sobre los residuos, estos ácidos se lixivian con el agua de riego bajando el nivel de pH del suelo. Lo que indica que el proceso de descomposición se dio paralelamente en los cuadrantes donde se aplicó el producto y en el que no fue aplicado (t0). Esto es un indicativo de que no hubo una aceleración en el proceso de descomposición como se esperaba, el cambio se da entonces bajo la biotransformación natural de los residuos.

El contenido de nitrógeno aumentó, sin embargo no se le atribuye a la acción del producto por que al apilar los residuos estamos aumentando la cantidad de residuos en un área determinada, el N de los residuos llegan al suelo por la lixiviación que se genera debido al riego de las parcelas. En esta área aumentará en su contenido de N por que normalmente tiene menos carga de residuos descomponiéndose

Se incrementó el contenido de K en el suelo, este incremento pudo darse por que los residuos de banano contiene una alta cantidad de K los microorganismos pudieron encontrar una fuente cercana para su desarrollo.

Este incremento se dió principalmente por la carga extra de residuos sobre un área determinada de suelo, los residuos por procesos naturales al degradarse contribuyen al suelo con K, al degradarse mayor cantidad de residuos en la misma área, el contenido de K se incrementará, al igual que en el caso anterior no se le atribuye este resultado a la acción del producto.

El % de materia orgánica contenido en el suelo se incrementó, el suelo se vió sometido a una carga extra de residuos que por procesos naturales se degradan y aportan con materia orgánica al suelo. El riego diario sobre los residuos apilados produce lixiviados, estos llevan consigo nutrientes que al entrar en contacto con la superficie del suelo incrementan el contenido de materia orgánica.

Resultado de análisis microbiológico: En t1, el pH del suelo es de 6.3, lo que pudo haberle permitido a *Azotobacter chroococcum* desarrollarse mejor que los demás microorganismos, por que esta en su rango tolerante de pH, aunque la cantidad encontrada es muy baja. *Lactobacillus acidophilus*., creció en menor cantidad que *Azotobacter chroococcum* en t1, probablemente por el pH que es más alcalino que ácido, esta bacteria se desarrolla en un pH entre 4.0 - 6.8.

Lactobacillus acidophilus se desarrolló mejor en el resto de tratamientos por que sus niveles de pH son más bajos, en t2 es 5.7, y en t3 5.1. La temperatura del suelo favoreció su desarrollo.

CONCLUSIONES

El producto validado durante el ensayo no arrojó los resultados esperados para la obtención de bioabono *in situ* mediante la biotransformación de residuos de banano bajo condiciones normales de producción.

El producto no aceleró el proceso de biotransformación de los residuos, los microorganismos aplicados al no ser endémicos del lugar no se adaptaron a las condiciones climáticas y del suelo.

Aunque se dió un incremento en el contenido de N, P, K y materia orgánica en el suelo comparado con el contenido en el testigo, este resultado no se puede atribuir a la acción del producto. Los residuos de banano se degradan naturalmente aportando al contenido de N, P, K y materia orgánica en el suelo. Al apilar los residuos en un área de suelo determinada, el

suelo se ve sometido a una carga extra de residuos degradándose, por consiguiente a una mayor contribución de N, P, K y materia orgánica al área, dando como resultado un aumento en su contenido con respecto al testigo.

La dosis del tratamiento t1 incrementó en un bajo porcentaje la población de *Azotobacter chroococcum*, por el % hallado por gramo de suelo se determinó que, a pesar de las propiedades que esta posee como fijadora, (fija 20kg.N/ha/año (34), no se encontró en suficiente proporción para efectuar su acción benéfica a las plantas.

Las características del suelo: clase textural arcilloso, permeable, denso, y pobre en nutrientes no brindó las condiciones adecuadas para que los microorganismos se desarrollen y aceleren el proceso de biotransformación de los residuos, produciendo inclusive la muerte de algunos de los microorganismos aplicados.

El producto no es adecuado para la biotransformación *in situ* de residuos de banano bajo las condiciones climáticas, de trabajo y de suelo de este ensayo.

RECOMENDACIONES

La biotransformación *in situ* no es recomendable para un área de cultivo tan extenso, puesto que solo su aplicación en el lote de ensayo los trabajadores tuvieron que realizar trabajo extra al picar y apilar los residuos, este trabajo le represento tiempo y dinero al dueño de la hacienda. Los residuos se descomponen solos en aproximadamente 4 a 6 meses sin necesidad de aplicar productos, o invertir en trabajo y tiempo extra, por lo que este método de fertilización *in situ* no satisfizo al productor.

Para comprobar la eficacia del producto deben hacerse estudios con más tiempo en el campo, y más pruebas de laboratorio, por lo que no podemos aseverar que el mismo es malo, simplemente las condiciones de suelo no son las apropiadas para que el mismo actúe como se esperaba.

El producto puede ser eficaz, sin embargo su campo de acción no debe ser generalizado, recomendamos siempre realizar ensayos de aplicabilidad del producto, verificando que las condiciones del lugar y cultivo donde será aplicado permitirán la sobrevivencia, desarrollo y

acción de los microorganismos del producto. Estos estudios previos a la aplicación del producto orgánico evitarán posibles efectos adversos al cultivo y pérdidas de tiempo y dinero.

Para realizar estos proyectos es recomendable el auspicio financiero de alguna empresa, institución y/o laboratorio, ya que los altos costos de los análisis no me permitieron realizar un estudio más profundo.