



Prototipo de sistema de cultivo innovador « BIO-BAM » con plantas de servicios para el cultivo orgánico en condiciones de Republica dominicana (Finca Piloto)

I. Interés y selección de las plantas de servicios :

Este prototipo tiene dos fases :

- fase de intercultivo, antes de la siembra del banano
- fase de cultivo del banano

Las plantas de servicios deben aportar varios servicios durante estas dos fases. Además del uso de plantas de servicios, se optimizara el control de la Sigatoka Negra que es la principal amenaza del cultivo para el cultivo orgánico.

1. Fase de intercultivo :

Antes de la siembra las plantas de servicios deben traer dos servicios mayores importantes para el cultivo.

Objetivo 1 : eliminar los nematodos y las malezas antes de la siembra de los bananos. En esta fase las plantas no deben ser hospederas de los nematodos.

Las plantas elegidas tienen las características siguientes:

- (i) Baja o ausencia de multiplicación de los nematodos del banano *R. Similis* y *P. Coffeae*
- (ii) Para competir con las malezas necesitan un crecimiento importante y un índice de superficie de hoja/m² alto.

Objetivo 2 : aumentar la fertilidad del suelo, lo que es muy importante para el cultivo orgánico.

Las plantas deben tener las características siguientes:

- (iii) Para mejorar la disponibilidad de nutrientes : fuerte producción de biomasa que será a disposición del cultivo de banano, raíces profundas, fijación del nitrógeno atmosférico (leguminosas)
- (iv) Para mejorar la estructura del suelo para el facilitar el desarrollo de los raíces del banano y la nutrición hídrica y mineral del banano : fuerte densidad de raíces, raíces de alto diámetro.

2. Fase de cultivo del banano

Las plantas de deben asegurar una protección de los suelos contra la erosión, facilitar la penetración del agua y la aeración del suelo, aportar nitrógeno y materia orgánica. Deben tener las características siguientes:

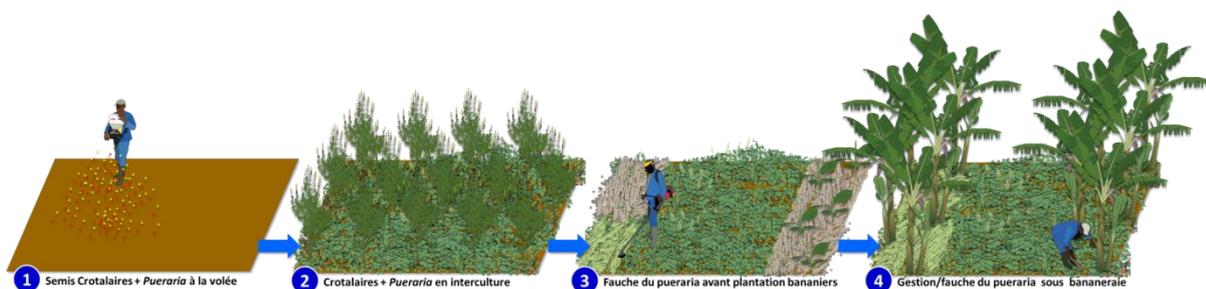
- (i) Protección del suelo : alta cobertura del suelo bajo el banano. Estas plantas deben crecer bajo de la sombra del banano
- (ii) Mejorar la estructura del suelo: raíces de diámetro importante.
- (iii) Nutrición del banano : importante producción de biomasa, poca competencia para el nitrógeno con el banano (fijación del nitrógeno atmosférico; especies leguminosas)...

3. Diseño del sistema de plantas de servicios

Las plantas que pueden aportar los servicios requeridos antes de la siembra del banano son varias especies de *Crotalaria* (*Crotalaria retusa*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*) que pueden ser utilizadas antes de la siembra del banano porque (i) no son hospederas de los nematodos, (ii) son fijadoras del nitrógeno (leguminosas) y (iii) tienen un sistema radicular fuerte y profundo.

Bajo del banano hay también que utilizar leguminosas que toleran bien la sombra como el soya perenne, *Neonotonia wightii*. Esta planta es perenne, puede trenzar pero esto se puede controlar con un ligero chapeo.

La figura siguiente presenta el sistema de itinerario técnico utilizado desde al principio hasta la siembra del banano. Una mezcla de estas 4 especies (*Crotalaria retusa*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Neonotonia Wightii*) está sembrada al inicio. Las tres especies de *Crotalaria* tienen un ciclo corto y van a desaparecer, dejando después el espacio al soya perene que asegura después una buena cobertura del suelo al momento de la siembra. Esta cobertura se mantendrá después de la siembra.



II. Siembra de las plantas de cobertura durante el periodo de barbecho

El experimento está instalado, en la finca experimental de Piloto después de un cultivo de banano que ha sido destruido en noviembre 2014. Las plantas de servicio han sido instaladas después de 8 meses, el 3 de julio 2015.

El prototipo será comparado con una parcela de mismo edad donde los bananos serán sembrados sin instalar las diferentes plantas de servicios que hará quedado con malezas nativas del sitio. La figura que sigue presenta el dispositivo experimental.



La siembra de las coberturas se realiza a la volea sobre el suelo desnudo con dispersor de pequeños granos (modelo 'Solo 421'). Estas coberturas son compuestas de una mezcla de 3 especies (leguminosas) : *Neonotonia wightii* (7 kg/ha), *Crotalaria spectabilis* (6 kg/ha), *Crotalaria juncea* (5 kg/ha).

Después de la siembra de esta mezcla de especies, se realiza un arado muy superficial del suelo con un rastrillo con propósito de enterrar superficialmente las semillas. Se aconseja esta práctica cuando se deposita las semillas en la superficie del suelo pues permite proteger las semillas, a mínima, contra la exposición al sol, a la sequía y los pájaros.

En el prototipo, se realizó un desyerbo manual un mes después de la siembra (al inicio del agosto 2015). Durante el primer mes, se regó por aspersión cada dos días. En el segundo mes, la frecuencia de riego fue alargada a una vez a la semana. A partir del mes de septiembre 2015 hasta la fecha de la siembra de banano no regó. No se realizaron más prácticas culturales.

III. Monitoreo de los servicios del barbecho

1. Prueba de eliminación de los nematodos (protocolo n° 2)

A los 2 meses después de siembra : 2 muestras de raíces sobre al menos 10 plantas (distribuidas al azar siguiendo más o menos un W) por cada lote (cobertura y testigo) : muestra de todas las raíces sobre un volumen de +/- 25 cm x 25 x 25 cm de tierra a un lado de estas 10 plantas.

Enviar las muestras frescas al laboratorio de IDIAF (La Vega) (tomar contacto con Socorro Garcia (IDIAF – San Francisco de Macoris) para el visto bueno para el envío de las 2 muestras)

2. Prueba de control de las malezas (protocolo n°7)

Antes de siembra se realiza una evaluación de las especies vegetales sobre el prototipo y el testigo, así que la tasa de cobertura del suelo :

- 1 transect de 20 m y conteo especies en cada 20 cm del transect perpendicular a las líneas de siembra (método de 'punto cuadra') en cada lote (cobertura y testigo)
Marcar cada de los 2 transect con estacas (para que se rehaga el mismo conteo cada 3 meses).

Tipo de conteo :

- Suelo desnudo
- Residuos (hojarasca)
- Plantas de cobertura
- Maleza de hoja ancha
- Maleza de hoja estrecha
- Otros

(1ra vez hecho la semana 21 de mayo), a repetir cada 3 meses

3. Prueba de fertilidad de la parcela

Muestreo de suelo para la análisis clásica sobre las dos parcelas

Muestreo (protocolo n°1) : en cada parcela 15 muestras con la barrena-sacamuestra representativo de la superficie, a 20-25 cm de profundidad y mezclados para tener al final 2 muestras (de alrededor de 200 gr) para cada parcelas, a secar y enviar al laboratorio de suelo del Cirad (con el documento oficial firmado de importación de suelo en la UE – transmisión vía Marc Dorel)

1er muestreo hecho el 30 de mayo (2 muestras)

Análisis : pH (agua y KCl), C total, N total, P (Olsen), K, Ca, Mg, CIC (Acetato de amonio)

Biomasa producida.

en 2 o 3 cuadros de 1m² repartidos al azar en cada de las 2 parcelas:

- identificación de las especies presentes e importancia de cada especies (conteo),
- sacar todas las plantas de cobertura (parcela 1) y malezas (parcela 2) por cada cuadro,
- secar esas muestras en estufa,
- pesar las muestras (peso seco)

1er muestreo : semana del 11 abril : 3 muestreos (3 x 1 m2) solo en la parte barbecho (solo soya perene – la crotalaria estaba ya acabada) (resultado para cada muestras 17,6 ; 19,0 ; 18,0 libras, lo que corresponde +/- a 24 toneladas/ha, (sin considerar la crotalaria).

Para la estimación de la biomasa de la crotalaria : hacer 2 muestras de 1 m2 cada uno en la placeta de la colección en la semana del 6 de junio : peso fresco, secarlas (estufa – alícuota), peso seco.

2do muestreo : a la floración del banano (= 50 % de la plantas florecidas) : 3 muestreos (3 x 1 m2) en la calle ancha, en cada lote (cobertura y testigo) : peso fresco, secarlas (estufa - alícuota), peso seco

3ro muestreo : igual a la floración del 2do ciclo.

Estructura física del suelo :

La capacidad de infiltración es uno de los mejores indicadores de la calidad física de un suelo.

Para la medición de infiltración se usa el método sencilla de 'infiltrómetro a doble anillo' (con 2 cilindros estándares de diámetro distinto (en acero o PVC), una regla, un cronometro y agua) (capacitación por Marc Dorel)

(También, el IDIAF (Domingo Rengifo) tiene experiencia y material adecuado y experiencia para este tipo de estudio)

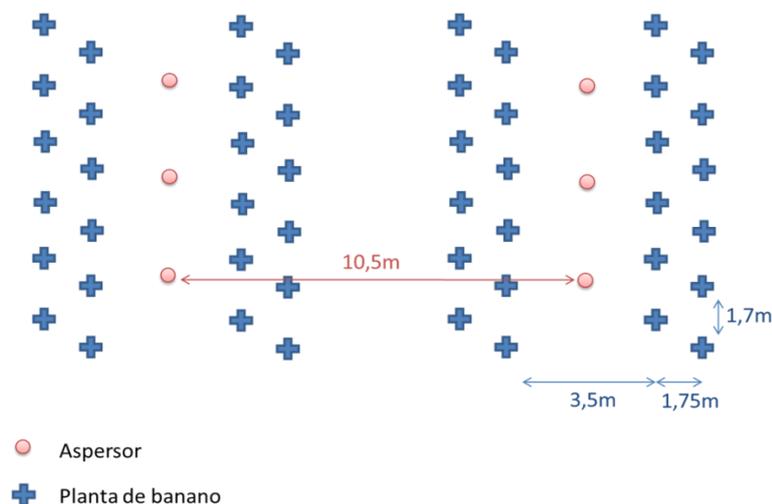
Además hacer un perfil de raíces 2 o 3 matas de banano/cada parcela (1 y 2) al momento de la floración (hollada escavada a 1 m, y a 40 cm del eje cormo madre-hijo)

IV. Siembra de los bananos

La parcela es sembrada con plantas in vitro (variedad 'William' – VitroFront – Dajabon).

El dispositivo de siembra es de doble hilera, con densidad de 2240 p/ha.

Marco de siembra (doble hilera, 2 242 plantas/ha)



Preparación del terreno para la siembra :

- marcar la líneas de siembra (estacas),
- cortar las coberturas presentes **solamente** en las pequeñas calles (1,75 – 2m), dejándolas al suelo haciendo un 'mulch',
- en las grandes calles, cortar el soya perenne a unos centímetros del suelo para que se reinicia la vegetación dejando así libre el espacio para el riego de los aspersores
- hacer los huecos : 50 x 50 x 50 cm, poniendo la capa/horizonte superior a parte al lado,
- poner en cada hueco entre 3 y 5 litros de vermicompost de buena calidad, según disponibilidad.

Siembra de las plantas in vitro **no profundo** (el cuello de las plantas in vitro debe quedarse al nivel del suelo después de apisonar el suelo de relleno de los huecos con la capa/horizonte superior dejado anteriormente al lado)

Siembra efectiva : semana del 11 al 15 de abril de 2016

V. Programa de fertilización orgánica

La fertilización (orgánica) es idéntica sobre el prototipo y sobre el testigo

A la siembra : en el hueco : lombricompost : 4,53 kg/plantas

1er ciclo :

- Nitrogeno :
 - o 'Terraferf' o 'Fertil' (13 % N), dosis :
 - a 1 mes (10 de mayo) : 85 gr/planta (3 onzas),
 - al 2do mes y siguientes (**cada mes**) : 100 gr/planta (3,5 onzas),
 - o 'lombricompost' (1,6 % N, 1,2 % K, 1 % P peso seco (+/- 50 % del peso fresco))
 - dosis : 550 gr (1 libra y 3 onzas) /planta
 - inicio : a las 6 semanas después de siembra
 - frecuencia : **cada 2 meses**
(ver para alternar lombricompost y un compost de estiércol de calidad)
 - o Potasio : sulfato (orgánico) ; dosis/frecuencia : (43 us\$ saco de 50 kg)
 - A partir del 2do mes : 85 gr/planta (3 onzas), **cada mes** hasta el final del 1er ciclo

Se ajustara el programa de fertilización en función de los resultados de análisis de suelo para el 2do ciclo.

VI. Manejo del riego

El riego (y seguimiento del estado hídrico del suelo – en relación con la competitividad por el agua de las coberturas) se pilotea globalmente sobre el testigo y el prototipo por tensiómetros: colocar 3 lotes de 3 tensiómetros (2 lotes para el prototipo (1 en cada sub-lote : izquierda y derecha del camino) + 1 lote para el testigo).

Lectura cada semana ; inicio de riegos cuando los tensiómetros indican 20 (= 200 centibaros).

Característica de la bomba : flujo horario : 3,5 mm/hora (se necesita verificar este flujo : con un balde)

Con base a las necesidades del banano de 5-6 mm de agua/día, se propone un riego de 3 horas cada 2 días o de 4 horas ½ cada 3 días.

(Asegurarse del llenado (por turno) de la laguna, y de la adecuación con el programa de riego con las otras distintas parcelas de la finca)

VII. Manejo de la cobertura (Neonotonia)

Una vez la cobertura Neonotonia desarrollada, se debe controlarla cuando se necesita :

- Alrededor de los bananos : limpieza y cortes (manual y machete) : 30 cm alrededor de cada banano. Además, esta limpieza facilita los trabajos de deshije y fertilización, etc.

- Alrededor de los aspersores : igual que para los bananos, limpieza y cortes (manual y machete) : 30 cm alrededor de cada aspersores para facilitar el buen funcionamiento de los aspersores.

Nota 1 : en las otras partes (calles) dejar el desarrollo natural de las coberturas sin cortarlas.

Nota 2 : colocar siempre los desechos de bananos (hojas, pseudotallos, etc.) en la pequeña calle.

Nota 3 : en relación con la posible diferencia de competición por el agua (riego – tensiómetro) de la cobertura del prototipo con el testigo, se necesitara reducir posiblemente la cobertura(machete).

VIII. Deshije

Iniciar el primer deshije a los 7-9 semanas después de siembra : aparición y eliminación de los primeros 3 hasta 4 hijos (primera corona) con una herramienta especial (y fácil y barato de hacerlo a nivel local) :



Buen control de los hijos cortados y sacados : debe presentar el pequeño bulbo (práctica (según capacitación hecha) del técnico en cargo del ensayo) :



Después, se reitera el deshierbe cada 15 días hasta la aparición del primer hijo a seleccionar :



Elegir este hijo de cada planta en el mismo sentido de cada línea de siembra, en la medida del posible; eliminar todo los otros hijos.

Reiniciar el deshierbe desde la aparición de hijos de la planta sucesora (2do ciclo).

IX. Deshierba (testigo)

Solo en el testigo : control común en la zona en orgánico : asado (manual) cuando se necesita.

VIII. Manejo de la Sigatoka Negra

La gestión de la sigatoka será realizada de la misma forma en el testigo y el prototipo. Esta gestión está basada principalmente en la puesta en marcha de prácticas culturales y notamente sobre la práctica de eliminación de los estadios necróticos durante todo el ciclo, antes y después de floración. Solo se elimina los estadios necróticos y se realiza el deshoje cada semana.

La cosecha se realizará a partir de los datos de temperatura (un aparato será colocado en cada parcela) a fin de determinar el estado de cosecha quien será el mismo para todos los bananos para cada ciclo de cultivo (más bajo en primer ciclo). El estado de cosecha será tomado entre 800 (primer ciclo) y 900-1000°C a los ciclos siguientes.

NB : de manera muy excepcional, en caso de muy fuerte ataque, una aplicación de aceite solo a 20l/ha podría ser realizada puntualmente Esta medida será evaluada escrupulosamente, teniendo en cuenta que el objetivo principal de la lucha es excluir toda aplicación.

En caso de muy fuerte deshoje, se aumentara el número de manos para eliminar a la floración al fin de restablecer un equilibrio entre el número de hojas y el número de frutos.

IX. Gestión de picudo

A pesar de que normalmente el riesgo de ataque por picudo es bajo en la zona, y en medida de prevención, se colocara entre 2 y 3 trampas con feromonas (sordidina) para todo en ensayo.

En caso de alto nivel de captura de picudos, se analizará la forma más adecuada para la lucha.

X. Observaciones a realizar.

1. Recolección de datos relativos a las prácticas en las dos parcelas

Se consignara el conjunto de las prácticas culturales (dosis, fechas, etc.).

2. Observaciones agronómicas

Análisis de suelo y foliar

- Muestras y análisis de suelo antes de la siembra
- a cada floración (50 %) : muestras y análisis suelo y hojas (parcela testigo y prototipo)

Observaciones morfológicas

Se aplica las observaciones sobre dos lotes de 20 bananos homogéneos quienes serán seguidos cada semana del inicio hasta la cosecha y se sigue con el hijo sucesor.

- Ritmo de Emisión Foliar (REF) : cada semana se medirá el REF por cada mata,
- A la floración se medirá el número de manos y dedos, la altura y circunferencia a 1 m de cada mata,
- A la cosecha :
 - cosecha del fruto interno mediano de la mano 3 y de la mano 8 : peso de los frutos, longitud y grado,
 - a partir de la semana 5 después de floración, cada semana, y sobre 5 plantas (cada lote) longitud y grado fruto interno mano 3 y 8
 - altura del hijo sucesor
 - peso de los racimos
- A la empacadora :
 - cajas/ha y caja/racimo

Medición nivel parasitismo

Nematodos

Análisis (laboratorio IDIAF) sobre 2 muestras de raíces (parcela 1 y 2) a la floración de cada ciclo.

Picudo

Control de las trampas (conteo cada semana).

3. Observación desarrollo Sigatoka

- Sobre las 20 matas observadas : medición de la severidad (o porción de hoja restante de cada hoja cada semana al fin de determinar el número de hojas funcionales).
- Sobre las matas cosechadas (o un muestreo de máximo 20 matas cosechadas cada semana) : medición del número de hojas a la cosecha (o la semana anterior)

4. Observaciones planta de cobertura

- Biomasa producida

5. Datos económicos

Es necesario para el análisis económico consignar los precios de cada insumos usados (en los dos lotes), incluyendo las cantidades, y el tiempo de aplicación (preparación, etc.), ex. jornales.