Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica

INFORME FINAL DEL PROYECTO

¿LOS BIOLES, UN INSUMO VALIOSO PARA UNA CAFICULTORA SOSTENIBLE Y ORGANICA?

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA FINANCIADOS POR FITTACORI

Tabla de contenidos

1. INTRODUCCIÓN 5

1.1. Antecedentes 5

1.2. Justificación 5

1.3. Objetivo general 5

1.4. Objetivos específicos 5

2. MATERIALES Y METODOS 6

2.1. Implementación de parcelas experimentales 6

2.2. Protocolo de tratamiento 6

2.3. Análisis de laboratorio 7

2.3.1. Análisis microbiológica y química de los bioles 7

2.3.2. Análisis químico del suelo y de las hojas 8

2.4. Mediciones de campo en plantas adultas 8

2.4.1. Plagas y enfermedades 8

2.4.2. Producción de las plantas 9

2.4.3. Funcionamiento de las hojas 9

2.5. Análisis estadísticos 9

3. RESULTADO Y DISCUSION 11

3.1. Caracterización del clima en cada zona 11

3.2. Efecto de los minerales en las poblaciones de MO de los bioles 12

3.3. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la composición química de las hojas de café y de su nivel de fertilidad. 14

3.4. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la composición química del suelo. 17

3.5. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la productividad de las matas de café 20

3.6. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre las plagas y enfermedades foliares del café 23

3.6.1. Efecto sobre la incidencia de la Roya del café 23

3.6.2. Efecto sobre la incidencia de la mancha de hierro 24

3.6.3. Efecto sobre la incidencia de la antracnosis 26

3.6.4. Efecto sobre la incidencia de minadora 28

3.6.5. Efecto sobre la severidad del conjunto de las plagas y enfermedades foliares 29

3.7. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre el hongo Lecanicilium Lecanii 31

3.7.1. Efecto sobre el porcentaje de área foliar afectada por Lecanicilium Lecanii 31

3.7.2. Efecto sobre la incidencia de Lecanicilium Lecanii 32
3.8. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre el número de hojas 34
3.9. Evaluación de los bioles (con minerales y sin minerales) en plantitas de 1 ano. 36
4. CONCLUSIONES Y RECOMMENDACIONES 39
5. EJECUCION PRESUPUESTARIA 41
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 42
7. ANEXO 43
Que son los bioles? 56
Preparación de la mezcla de microorganismos 56
Ingredientes 56
Material 56
Receta 56
Preparación de los bioles 56
Receta para unos 450 L de bioles ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Receta para unos 100 L de bioles 57
Guía de uso 57
Almacenamiento 57
Uso 57

DATOS DEL PROYECTO

CÓDIGO DEL PROYECTO: **F01-16AO**

NOMBRE DEL PROYECTO: **¿Los bioles, un insumo valioso para una caficultora sostenible y orgánica?**

INVESTIGADOR (ES) RESPONSABLE (S): CIRAD**: Clémentine Allinne, Tel. (506) 2558 2568; Fax. (506) 2558 2045; clementine.allinne@cirad.fr**

INSTITUCIÓN EJECUTORA: **Asociación de Productores Orgánicos Y Agrosostenibles**

DIRECCIÓN: **150 metros al este del cementerio de Bóveda, Pavones, Turrialba**

TELÉFONO, FAX, E-mail: **info.apoya@gmail.com +556 2538-1508**

GRUPO META, NOMBRE Y UBICACIÓN: **Los 29 productores de café cuyo 13 orgánicos de la asociación A.P.O.Y.A, Pavones de Turrialba, Cartago, Costa Rica**

MONTO TOTAL DEL PROYECTO: **₡ 16 867 120,86**

MONTO FINANCIADO POR FITTACORI: **₡ 2 500 000**

MONTO DE CONTRAPARTIDA: **₡ 14 367 120,86**

DURACIÓN (AÑOS, MESES): **2 años y 7 meses**

FECHA DE INICIO: **Mayo 2016**

FECHA DE FINALIZACIÓN: **Diciembre 2018**

UBICACIÓN DEL PROYECTO (DIRECCIÓN EXACTA Y TELÉFONOS DE REFERENCIA):

Asociación de Productores Orgánicos Y Agrosostenibles, 150 metros al este del cementerio de Bóveda, Pavones, Turrialba. Mail: info.apoya@gmail.com Tel: +556 2538-1508

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Se sabe que la microbiota repercute directamente sobre el desarrollo de las plantas, e indirectamente sobre la calidad de las cosechas, al mejorar la resistencia a plagas y enfermedades y al inducir la producción de sustancias bioactivas en las plantas (Higa y Parr, 1994).

Los bioles (biofertilizantes líquidos y biofermentos) son productos que se elaboran a partir de la fermentación semi controlada de insumos naturales de fácil obtención, como los estiércoles, residuos vegetales, melaza y algún inóculo microbial (Uribe, 2003 y Galindo y Jerónimo, 2005). Pueden servir como una fuente alternativa de microelementos, o mezclado con sales minerales como Biofertilizante (Urtecho, 2005 y Samaniego, 2006). Y como mencionan Campos y Meneses (2008), los Bioles son una fuente de fitoreguladores que, a pesar de encontrarse en pequeñas concentraciones, su efecto puede ser notable en las plantas; presentando efectos de interés agronómico, tales como enraizamiento, calidad de follaje, floración, germinación, control de plagas y enfermedades. Hay diferentes hipótesis sobre los modos de acciones de los bioles como la generación de metabolitos secundarios, efecto de masa, efecto antagonista directo y/o quelación orgánica.

1.2. Justificación

Aunque esta práctica ya está muy popular, no existe ninguna base científica de sus efectos mejorados o no con el añado de los microorganismos ni estándares de producción y multiplicación que asegure la homogeneidad y un control de calidad por los mismos productores. Tampoco existen evaluaciones en campo para **demostrar su efectividad, tanto en regeneración de suelos deteriorados por usos de agroquímicos, como en la nutrición de la planta, el control de las plagas y enfermedades, que permitan tener o generar información sobre su modo de acción y garanticen aspectos de calidad e inocuidad**. (Restrepo, 2001; Galindo y Jerónimo (2005).

1.3. Objetivo general

El objetivo general del proyecto es poner a disposición de los productores socios de A.P.O.Y.A y aun un público de productores más importante si es posible, bio-insumos estandarizados que permitirían aumentar la capacidad productiva de las fincas, volver a dar vida microbiológica a los suelos y ecosistemas de las parcelas afectadas por uso de fertilizantes y plaguicidas químicos y al mismo tiempo darlos la oportunidad de manejar sus fincas de manera más amable con el medio ambiente.

1.4. Objetivos específicos

O1. Evaluar mediante un protocolo científico ya establecido el impacto de la aplicación de los bioles en calidad del suelo.

O2. Evaluar mediante un protocolo científico ya establecido el impacto de la aplicación de los bioles en la regulación del complejo de plagas y enfermedades del café.

O3. Evaluar mediante un protocolo científico ya establecido el impacto de la aplicación de los bioles en el rendimiento productivo, el crecimiento y la fertilidad de las plantas.

O4. Divulgar de los resultados mediante un día de campo y una capacitación a los caficultores de A.P.O.Y.A.

O5. Publicar un manual de operación con los estándares de producción y aplicación de los bioles establecidos.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Implementación de parcelas experimentales

La experimentación fue realizada entre febrero 2016 y febrero 2018. Seis parcelas experimentales fueron implementadas en la región de Turrialba, en tres zonas o municipios (Alto-Varas (750m), Pavones (780m) y San Juan Norte (925m). En cada zona, fue elegido una finca convencional y una finca orgánica.

Figura 1: Mapa de localización de las fincas experimentales. Seis fincas fueron seleccionadas, dos en cada municipio (o zona), una orgánica y una convencional.

Cada finca tiene 5 parcelas donde fueron delimitadas parcelas útiles de 3 surcos por 4 plantas, sumando un total de 12 cafetos. A dentro de estas 12 plantas, se identificará 6 plantas representativas de la parcela. Todos los análisis fueron hechos en matas de café Caturra únicamente.

2.2. Protocolo de tratamiento

Cada 2 meses, en cada parcela un tratamiento diferente fue aplicado:

- 15SM: La solución con micro-organismo después 15 días de fermentación la solución nutritiva
- 15CM: La solución con micro-organismo con la solución nutritiva después 15 días de fermentación
- 30SM: La solución con micro-organismo después 15 días de fermentación la solución nutritiva
- 30CM: La solución con micro-organismo con la solución nutritiva después 15 días de fermentación
- T: el testigo que no recibió ningún tratamiento

La elaboración de los bioles fue realizados respecto al protocolo escribido en la figura 2.

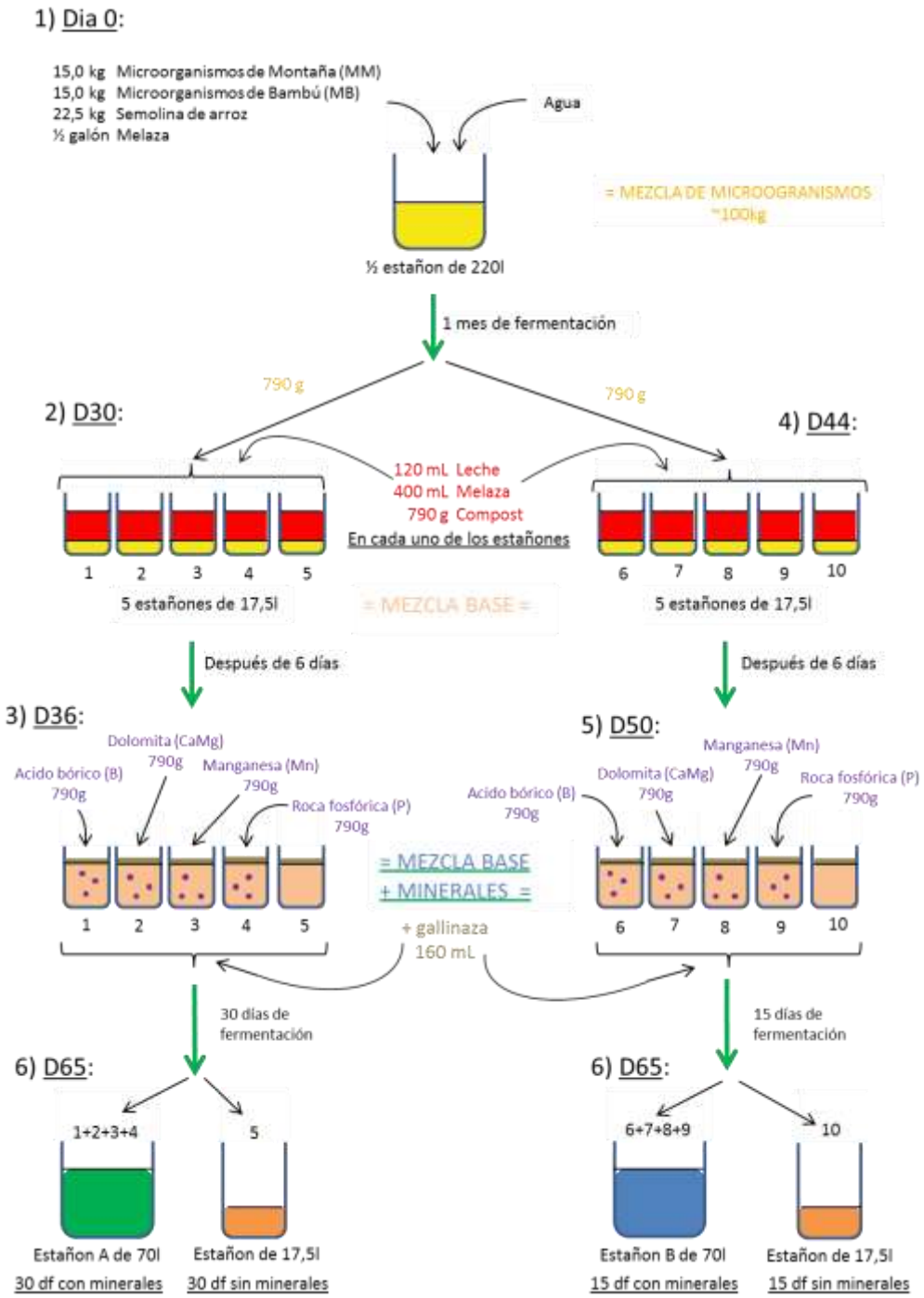


Figura 2: Diagrama del proceso de fabricación de los bioles APOYA

2.3. Análisis de laboratorio

2.3.1. Análisis microbiológica y química de los bioles

Para evaluar la cualidad de los diferentes bioles, como de la mescla final y tener una descripción de las poblaciones de microorganismos (bacterias y hongos) que forman parte de los bioles, un análisis microbiológico bajo 3 medio de cultivos (Potato Dextrose Agar, Actinomycete isolation agar y Agar Nutriente) de los diferentes tratamientos de bioles (Biol sin minerales, Biol de dolomita, Biol de roca fosforica, Biol Mn y CuSO4, Biol BSO4). El primer paso para determinar la composición microbiana de los biofermentos fue realizar diluciones seriadas de cada uno, para esto se tomó 1 mL de cada muestra y fue mezclado en 9 mL de ADE más Tween 80 a 0.1%, siendo esta la dilución 10-1, después se tomó 1 mL de la solución anterior y se mezcló nuevamente con 9 mL de ADE para obtener una dilución 10-2, este procedimiento se hizo hasta obtener una muestra diluida hasta 10-6. Posteriormente, se sembraron 100 µL de las diluciones 10-4, 10-5 y 10-6 en los medios AN, PDA y Agar actino. Los cultivos fueron almacenados a 25 – 26 °C durante 48 horas. Pasado este tiempo se contabilizaron el número total de ufc por muestra (Garcia, 2018).

Fue también enviado en septiembre 2016 unas muestras de los bioles y de la mescla de base al laboratorio de Biología Molecular de CORBANA S.A. para determinar índices de diversidad (Shannon) para bacterias y hongos. La técnica utilizada fue electroforesis en gel en gradiente denaturante, amplificando marcadores moleculares mediante PCR (PCR-DGGE). La finalidad fue observar cambios en la comunidad microbiana a nivel de material genético de hongos y bacterias de los MM y al final del proceso de fermentación de los bioles.

2.3.2.Análisis químico del suelo y de las hojas

Fue realizado en enero 2017, análisis químicas completa de suelo (pH, acidez, K, Ca, Mg, P, Cu, Zn, Mn), en cada parcela de la experimentación. Una mezcla homogénea de las muestras cerca de las 6 matas de las parcelas estará hecho. Los análisis estarán hechos para dos profundidades: 0-20 centímetros y 20-40 centímetros.

En octubre 2017, fue realizado unas análisis químicas completas de las hojas (Ca, Mg, K, P, N, C, Cu, Zn, Mn, Fe), en las plantas marcadas, solamente en los tratamientos T, 30SM y 30CM

2.4. Mediciones de campo en plantas adultas

Se delimitaron parcelas útiles de 3 surcos por 4 plantas, sumando un total de 12 cafetos. A dentro de estas 12 plantas, se identificaron 6 plantas representativas de la parcela. En estas mismas 6 plantas se realizaron las mediciones de crecimiento y de productividad.

Número de visitas por parcela y recorrido de las parcelas:

Para tomar en cuenta la variabilidad en el tiempo de las diferentes enfermedades, las mediciones se llevará a cabo tres veces al años: antes de la temporada de lluvia (marzo-abril) que corresponde al punto 0 (P0) al nivel de las epidemias, como del ciclo de maturación, antes de la cosecha (junio) (AC), y después de la cosecha (octubre) (SC).

2.4.1.Plagas y enfermedades

El objetivo es de medir los daños de todas las plagas y enfermedades que se encuentran en las parcelas de cafetales estudiados. Se mide la incidencia (porcentaje de hojas enfermas) como la severidad (porcentaje de área foliar dañado).

Evaluación del impacto se realizó en tres ramas (productivas) * 6 plantas. El porcentaje de hojas dañadas (número de hojas con presencia de la enfermedad / número total de hojas x100) se calcula para cada plaga y enfermedad foliar:

- Mancho de hierro (*Cercospora coffeicola*);
- Ojo de gallo (*Mycena citricolor*),
- Roya (*Hemilia vastatrix*),
- Anthracnosis *(colletotrichum coffeanum*),
- Quema (*Phoma costaricensi*)
- Derrite (Dieback, Muerte Regresiva de las Ramas),
- Minador (*Leucoptera coffeina*)

2.4.2.Producción de las plantas

El rendimiento se evaluó de dos maneras. Primero, sería estimado contando antes de la cosecha el número de nudo fructífero y el numero promedio de frutas por nudo, y después de la cosecha el número de ramas muertas.

2.4.3.Funcionamiento de las hojas

El estado nitrógeno de la mata será estimado gracia al SPAD. El SPAD es un valor de transmisión medido gracia un clorofila-metro. Es un medido simple, instantáneo y no destructivo, entonces, permite un seguimiento temporal. Cada vez, tres medidos de SPAD están hechos con un SPAD-502 (Konica-Minolta, Osaka, Japon) para cada hoja estudiada. La correlación entre la tasa de clorofila a,b y de los carotenoides y los valores de SPAD están muy alta (Netto et al. 2004) y además, las moléculas de clorofila tienen la mayoridad del nitrógeno de las hojas (Peterson et al. 1993).

Medidor SPAD

El SPAD-502 PIus es un medidor compacto designado para ayudar a los usuarios a mejorar la calidad de los cultivos y aumento de rendimiento de los cultivos, proporcionando una indicación de la cantidad de clorofila presentes en las hojas de la planta. El contenido de clorofila de las hojas de las plantas está relacionado con la condición de la planta.

2.5. Análisis estadísticos

El objetivó de la experimentación es de poner en evidencia los efectos de los bioles, y de diferenciar los efectos de los microorganismos de un lado, de los minerales, del otro y también del tiempo de fermentación, y de probar los bioles y sus efectos bajo manejo orgánico como convencional. Por eso dos análisis estadísticos fueron realizadas con R (package lme4), para cada variable respuesta, en dos modelos distintas.

Primero, una comparación básica de los 5 tratamientos (T, 15 SM, 15CM, 30SM y 30CM), fue realizada por medio de un ANOVA sobre modelos, por cada variable respuesta (X), donde la zona fue colocada en factor aleatorio, y el Manejo (Orgánica y Convencional) y los Tratamientos (T, 15 SM, 15CM, 30SM y 30CM) en factores fijos. También fue incluido la interacción entre Manejo y Tratamiento.

Modelo = lme(X~Tratamiento+Manejo+Tratamiento*Manejo, random = ~1 | zona)

Segundo, una comparación de los efectos, donde cada tratamiento fue descompuesto respecto a la presencia o no de microorganismos (MO), de minerales (Min) y de tiempo de fermentación (0 días, 15 días, y 30 días), como descrito en el cuadro 1.

	Tratamientos				
	T	15SM	15CM	30SM	30CM
microorganismo = MO	no	si	si	si	si
Minerales = Min	no	no	si	no	si
Tiempo de fermentacion = Tiempo	0	15	15	30	30

Cuadro 1: descomposición de los tratamientos respecto a la presencia de MO, de minerales y del tiempo de fermentación

Por eso fue realizado ANOVAs sobre modelos, por cada variable respuesta (X), donde la zona fue colocada en factor aleatorio y el Manejo, la presencia de microorganismos (MO), de Minerales (Min), el tiempo de fermentación (Tiempo), las interacciones entre Manejo y minerales, minerales y tiempo fueron incluidos en el modelo como factores explicativos.

Modelo= lme(X~Manejo+MO+Min+Tiempo+ Manejo*Min+Min*Tiempo, random = ~1 | zona)

3. RESULTADO Y DISCUSION

3.1. Caracterización del clima en cada zona

Las mediciones de la lluvia fueron realizadas por los productores de cada zona. En Alto Varas los datos no fueron bien cosechados con mucho dato faltando por eso no aparece en la figura 3. Sin embargo, los perfiles de lluvia de Pavones y de San Juan están comparables, con variaciones puntuales, indicando que las lluvias tienen un impacto local. No se observa diferencia en la repartición de las lluvias (sequía marcada, por ejemplo) que podría afectar el crecimiento de las plantas como el desarrollo especifico de plagas y enfermedades del café.

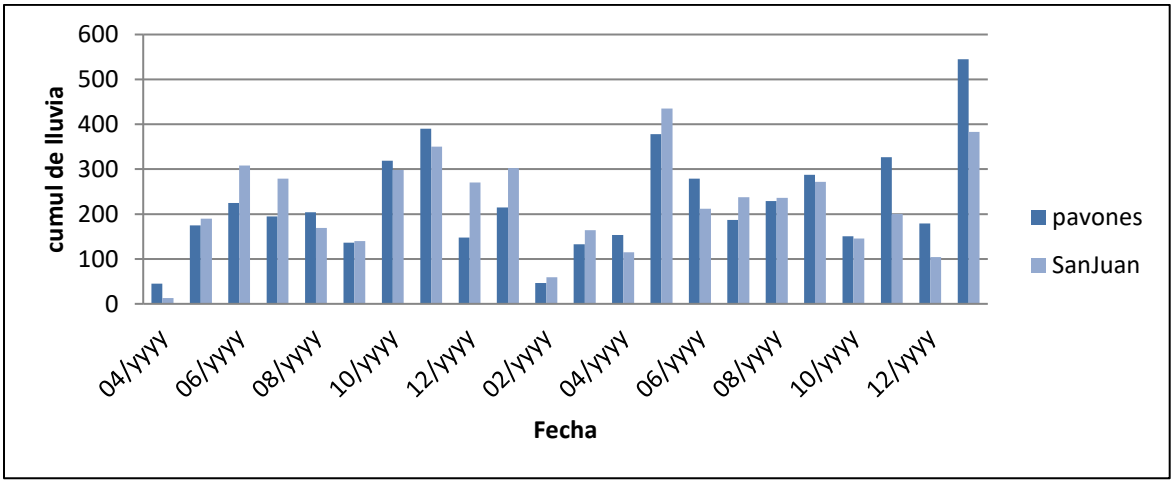


Figura3: Perfil de distribución de la lluvia, en las 2 zonas Pavones y San juan entre el 02/04/2016 y el 31/01/2018

Se puede observar el la figura 4 que el año 2016 (19 °C de temperatura promedio) fue más fría que 2017 (21 °C de temperatura promedio). La temperatura promedia fue igual en las 2 zonas de Pavones y Alto Varas (20.7°C en promedio) y un poc más bajas en San Juan (20.1°C en promedio), en relación con la altitud más alta en esta zona. No se observó diferencia promedia de temperatura entre los sistemas convencional y orgánico, aunque la diferencia entre las temperaturas extremas (mínimo y máximo) fue más grande bajo los sistemas convencional (19°C-25°C) que bajo los sistemas orgánico (20°C-24°C°), muy probablemente porque en los sistemas orgánico hay más sombra que tiene como “efecto tampón” en el sistema.

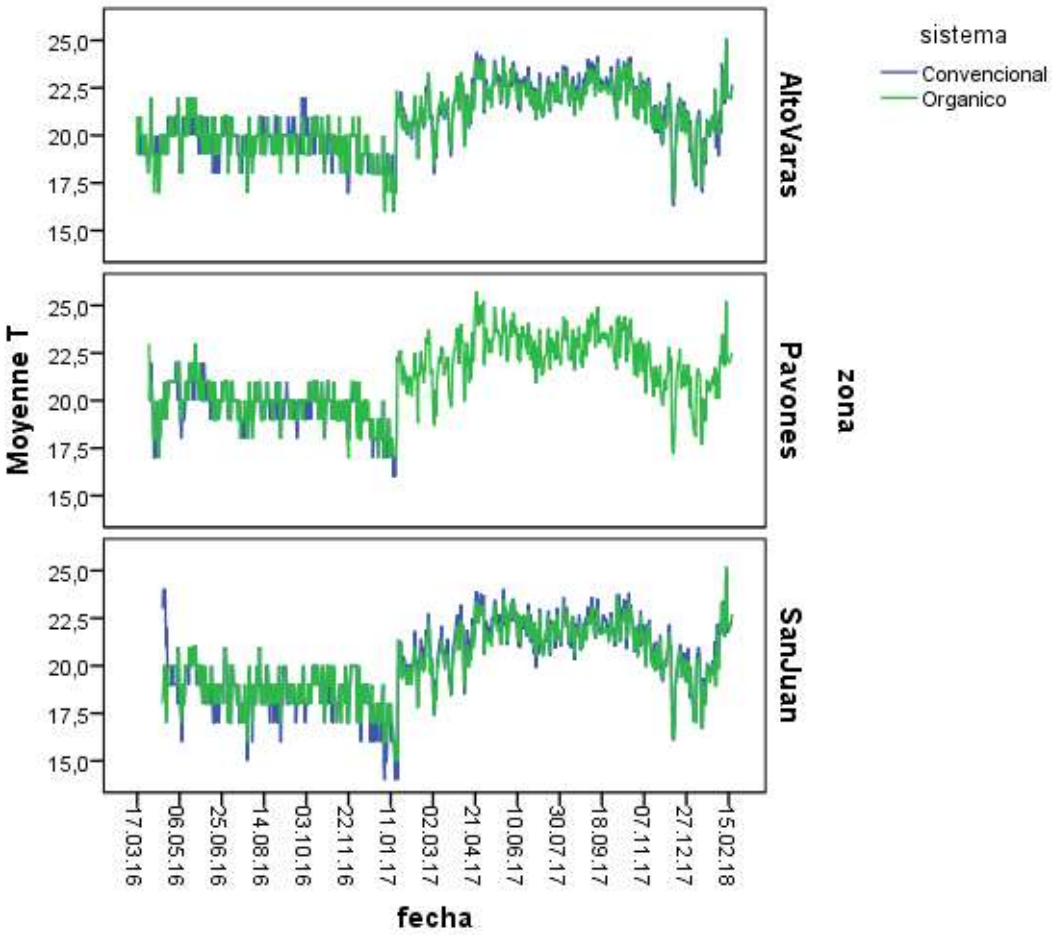


Figura 4: Curvas de temperatura en las 3 zonas Alto Varas, Pavones y San juan entre el 19/03/2016 y el 15/21/2018, bajo los 2 sistemas convencional y orgánico.

3.2. Efecto de los minerales en las poblaciones de MO de los bioles

En cada estañon donde la mescla de base fue fermentado en anaeróbico con diferentes minerales (Biol sin minerales, Biol de dolomita, Biol de roca fosfórica, Biol Mn y CuSO4) se puede observar alto nivel de diversidad genética (cuadro 2) y distintas concentración en MO (cuadro 3), y poblaciones de MO compuestos de distintas morfotipos (cuadro 4).

La diversidad genética entre los bioles y la mescla de base no varió de manera considerable (cuadro 2). Los valores de H´ indican que tanto los MM así como los bioles que fueron inoculados con estos, poseen una carga genética muy diversa tanto para hongos como para bacterias (valores superiores a 3 en todos los casos). Caso contrario, cuando se hizo la cuantificación de microorganismos en medios de cultivo (cuadro 3), la muestra que contenía cinco minerales añadidos tuvo ausencia de crecimiento de microorganismos, mientras que los MM utilizados para inocular este biol tuvieron 1.8 X107 y 2.5X107 ufc en los medios PDA y agar nutriente (AN), respectivamente. Otro biol que registró cero crecimientos microbial fue Mn y CuSO4 añadidos. La mayor cantidad de microorganismos presentes la tuvo el biol sin minerales añadidos (biol sin minerales) con una concentración de 1.8X108 ufc en el medio PDA, segundo en ufc fue el biol que contenía roca fosfórica.

	H'	
muestra	Bacterias	Hongos
mescla de Base (sin minerales)	3.44	3.56
Bioles (mescla de Base + 5 minerales)	3.33	3.29

Cuadro 2: cuantificación de la diversidad microbiológicas en la mescla de base, sin y con minerales. H' representa el índice de diversidad de Shannon (entre 3 y 4 está considerada como alta)

Unidades Formadoras de Colonias

	Potato Dextrose Agar	Actinomycete isolation agar	Agar Nutriente
Biol sin minerales	1.80E+08	5.10E+06	2.30E+07
Biol de dolomita	8.10E+07	3.03E+06	5.00E+06
Biol de roca fosforica	1.46E+08	5.80E+06	9.10E+06
Biol Mn y CuSO4	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Biol BSO4	1.03E+00	1.40E+06	7.50E+06
Biol Mn, Cu, K, Ca y B	0	0	0

Cuadro 3: evaluación de la concentración en micro-organismos en los diferentes estañones que constituyen la UFC/mL en 3 medios de cultivos especifico (Potato Dextrose Agar, Actinomycete isolation agar y Agar Nutriente)

A) Descripción de las bioles por morfotipos

	Potato Dextrose Agar	Actinomycete isolation agar	Agar Nutriente
Biol sin minerales	B	R, B, F	B, F
Biol de dolomita	R, B, P	R, B, F	B, F
Biol de roca fosforica	B	R, B, V, P, F	B, F
Biol Mn y CuSO4	-	-	-
Biol BSO4	B	F	B, F

B) Caracterización de los morfotipos

Caracteristicos	**R**	**B**	**P**	**V**	**F**
Forma	Circular	Circular	Puntiforme	Circular	Filamentosa
Elevacion	Chata	Chata	Chata	Chata	Chata
Borde	Entero	Ondulado	Entero	Entero	Filamentoso
Color	Rojo	Blanco	Blanco	Verde	Blanco

Cuadro 4: descripción de las poblaciones de MO en los diferentes bioles respecto a los morfotipos encontrados en varias medio de cultivo (Potato Dextrose Agar, Actinomycete isolation agar y Agar Nutriente) (A) y descripción de los morfotipos (B)

Los índices de diversidad de Shannon que arrojaron los análisis moleculares indican que la diversidad de microorganismos en los bioles es alta (cuadro 2), pero al cuantificar el crecimiento de microorganismos en medios de cultivo (cuadro 3) se puede apreciar que la viabilidad de estos puede ser afectada de manera severa debido al proceso de fermentación. Es importante señalar que los MM utilizados para inocular este biol si presentaron crecimiento de microorganismos, es decir, el proceso de fermentación que conlleva la inclusión de sales minerales afecta negativamente la población microbial en los biofermentos. De manera particular, aquellas muestras a las que se añadió alguna fuente de cobre. Es sabido que dicho elemento tiene efecto fungicida y bactericida, y tal vez quienes estén a cargo de elaborar bioles agreguen este elemento con la finalidad de que al momento de ser usados en los cultivos, los bioles ejerzan un control de enfermedades a nivel de campo pero inconscientemente están eliminando la población microbial, por la que supuestamente son atractivos los biofermentos para la sanidad de cultivos. Recientemente, Xiu (2017) reportó una disminución en la diversidad genética de bioles en comparación con los MM utilizados para su inoculación. El autor menciona que dicha disminución pudo ser debida a la adición de sales minerales durante el proceso de fermentación. Si la cantidad de microorganismos es tomada como indicador de calidad de un biol (García 2006), la adición de fertilizantes sintéticos no debería ser contemplada durante el proceso de fermentación.

3.3. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la composición química de las hojas de café y de su nivel de fertilidad.

Los resultados de la análisis de varianza (cuadro 5) muestran primero que el tipo de manejo (convencional o orgánica) tiene un efecto significativo sobre la composición química de las hojas (C, K, Ca, Mg, Cu, Mn), segundo que el tratamiento (30CM, 30SM y T) tiene también un efecto significativo sobre la concentración en las hojas de Fe y Mg, y tercero que hay un efecto de interacción entre el manejo y en tratamiento sobre el contenido en Zn.

Se puede observar en la figura 5 que las matas de café en parcelas que están manejando de forma orgánica tienen menos C, Ca, Mg, y Mn pero más K que las manejando de forma convencional, y eso bajo todos los tratamientos.

La figura 5 indica también que en el tratamiento 30 días sin minerales la concentración de Fe es más baja y la de Mg más alto respecto al testigo (T) que no recibió ningún tratamiento y el tratamiento 30 días con minerales. Finalmente, se puede ver que la interacción significativa entre el manejo y el tratamiento se traduce con una inversión de la concentración de Zn entre el testigo donde hay más Zn bajo manejo convencional que orgánico, aunque al contrario en los tratamientos 30CM y 30 SM hay más Zn bajo manejo orgánico que convencional.

variable	unidad		Manejo		Tratamiento		Manejo*Tratamiento	
C	%	F-value	27.82	***	0.83	NS	0.80	NS
N	%	F-value	2.90	NS	0.30	NS	0.65	NS
Fe	mg/Kg	F-value	0.22	NS	3.05	*	0.43	NS
K	%	F-value	20.71	***	1.59	NS	0.18	NS
Ca	%	F-value	7.77	**	1.45	NS	0.63	NS
Mg	%	F-value	12.03	***	4.48	**	0.63	NS
Cu	mg/kg	F-value	23.89	***	1.46	NS	0.56	NS
P	%	F-value	0.41	NS	0.46	NS	1.40	NS
Zn	mg/kg	F-value	1.84	NS	0.95	NS	4.10	*
Mn	mg/kg	F-value	12.07	***	0.10	NS	1.62	NS
grado de libertad		inter-grupos	1		2		2	
		intra-grupos	69		69		67	

*Cuadro 5 : resultado de ANOVA de las análisis químicas de la hojas realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM) están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización del suelo estan anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

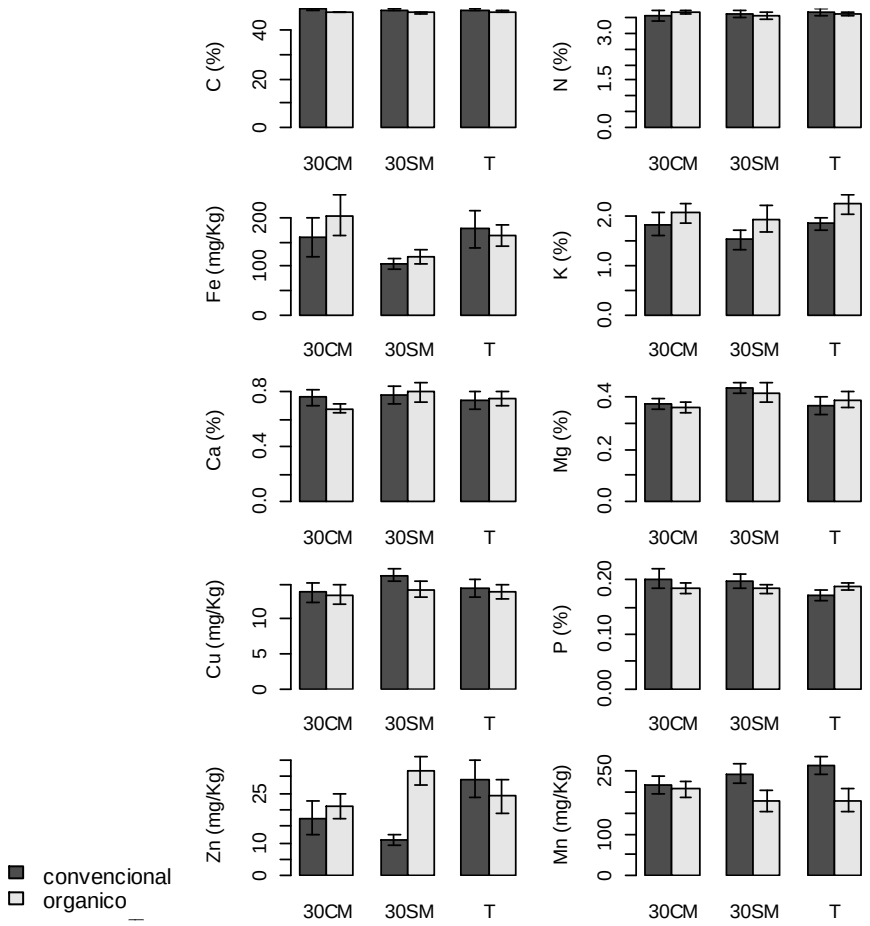


Figura 5: Valores promedio y variación estándar (barras de errores) de las análisis químicas de la hojas, por cada Manejo (convencional (en gris oscuro) y orgánico (gris claro)) tratamientos (T= testigo, 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales).

Los resultados presentados en el cuadro 6 permiten ir más a fundo y identificar si los efectos significativos del tratamiento observados cuadro 5 viene de la presencia de los MO o de los minerales. Así se puede observar cuadro 6 que son los minerales que explican las diferencias observadas por el Fe y el Mg y no la presencia de MO.

variable	unidad		Manejo		MO		Minerales	
C	%	F-value	27.67	***	0.16	NS	1.48	NS
N	%	F-value	2.91	NS	0.36	NS	0.25	NS
Fe	mg/Kg	F-value	0.22	NS	0.50	NS	5.57	*
K	%	F-value	20.51	***	1.94	NS	1.21	NS
Ca	%	F-value	7.80	**	0.04	NS	2.88	NS
Mg	%	F-value	11.89	**	0.62	NS	8.25	**
Cu	mg/kg	F-value	23.67	***	0.17	NS	2.72	NS
P	%	F-value	0.41	NS	0.92	NS	0.01	NS
Zn	mg/kg	F-value	1.83	NS	1.27	NS	0.62	NS
Mn	mg/kg	F-value	12.45	***	0.10	NS	0.09	NS

grado de libertad	inter-grupos	1	1	1
	intra-grupos	68	68	68

*Cuadro 6: resultado de ANOVA de las análisis químicos de la hojas realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico), la presencia de MO como la presencia de los Minerales están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos fijos sobre las variables de caracterización del suelo están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

Los resultados presentados cuadro 7 y figura 6 indican que las mediciones de SPAD, que son indicadores del contenido de clorofila de las hojas y entonces de su funcionamiento (buena acumulación de nitrógeno) no está influenciada por el manejo (orgánico o convencional) pero está influenciado de manera significativa por el Tratamiento. En el cuadro 8, podemos ver que es la presencia de minerales y no de MO que impacta los valores de SPAD, con valor promedio de SPAD más baja en presencia de los minerales (49.5 de promedio contra 51.7 sin minerales).

	grados de libertad		F-value	p-value
	inter-group	intra-grupos		
Tratamiento	4	1447	3.2645	*
Manejo	1	1447	0.5871	NS
Tratamiento x Manejo	4	1447	2.5474	*

*Cuadro 7 : resultado de ANOVA de las mediciones de SPAD realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM) están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización del suelo estan anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

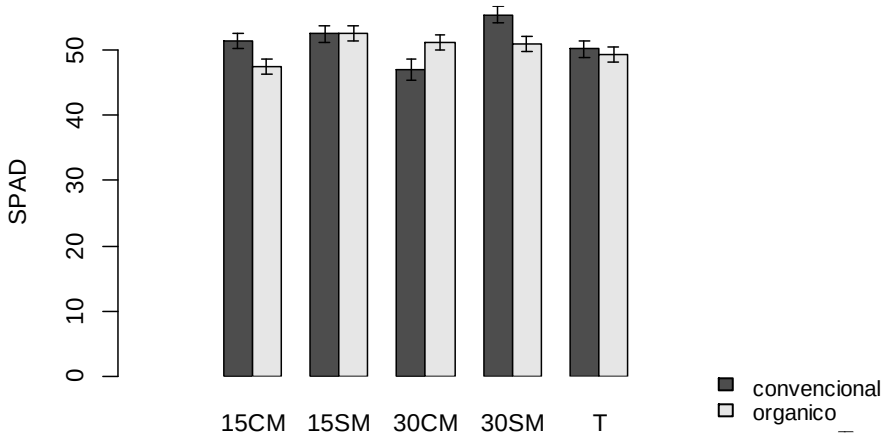


Figura 6: Valores promedio y variación estándar (barras de errores) de los valores de SPAD, por cada Manejo (convencional (en gris oscuro) y orgánico (gris claro)) tratamientos (T= testigo, 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales).

	grados de libertad		F-value	p-value
	inter-group	intra-grupos		
Manejo	1	1452	1.1271	NS
MO	1	1452	0.0121	NS
Min	1	1452	11.8984	***

*Cuadro 8: resultado de ANOVA de las mediciones de SPAD realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico), la presencia de MO como la presencia de los Minerales están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos fijos sobre las variables de caracterización del suelo están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

En resumen:

- El manejo convencional aumenta C, Ca, Mg, Cu y Mn y reduce el K. Eso es la consecuencia del uso de fertilizante convencional. Por lo tanto, no se ve diferencias al nivel del funcionamiento de las hojas, tampoco una mejor fijación del Nitrógeno en sistemas convencional, como lo indica la ausencia de diferencias por las valores de SPAD entre los dos manejos.
- El tiempo de fermentación no tiene ningún efecto
- Los MO tienen efecto solo
- la ausencia de minerales disminuye el Fe y aumenta el Mg, y aumenta el funcionamiento de las hojas con valores de SPAD más alta.

3.4. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la composición química del suelo.

Los resultados del análisis de varianza (cuadro 9) muestran primero que el tipo de manejo (convencional o orgánico) tiene un efecto significativo sobre la composición química del suelo. Como se puede observar en la figura 7, los suelos convencionales tienen concentración menor en K, Ca, Mg y Zn que los suelos de parcelas orgánicas y están también más acido (4.2 respecto a 4.7). Segundo hemos evidenciado (cuadro 9) que el tratamiento (15CM, 15SM y T , 30CM, 30SM y T) tiene también un efecto significativo sobre la concentración en el suelo del K, que viene del efecto de los minerales.

Se puede observar en la figura 7 que el suelo en las parcelas que están manejando de forma orgánica contiene más K, Ca, Mg, Zn pero menos Cu que las manejando de forma convencional, y eso bajo todos los tratamientos. El pH es más bajo en manejo convencional indicando que el suelo es más acido que en manejo orgánico.

La figura 7 muestra que en el tratamiento 15 días con minerales y el testigo hay más K en el suelo que en los otros tratamientos.

El manejo convencional tiene suelo más rico en K, Ca, Mg, Mn pero más acido

La aplicación de los bioles (MO solo y con minerales) no tiene efecto evidente sobre el suelo.

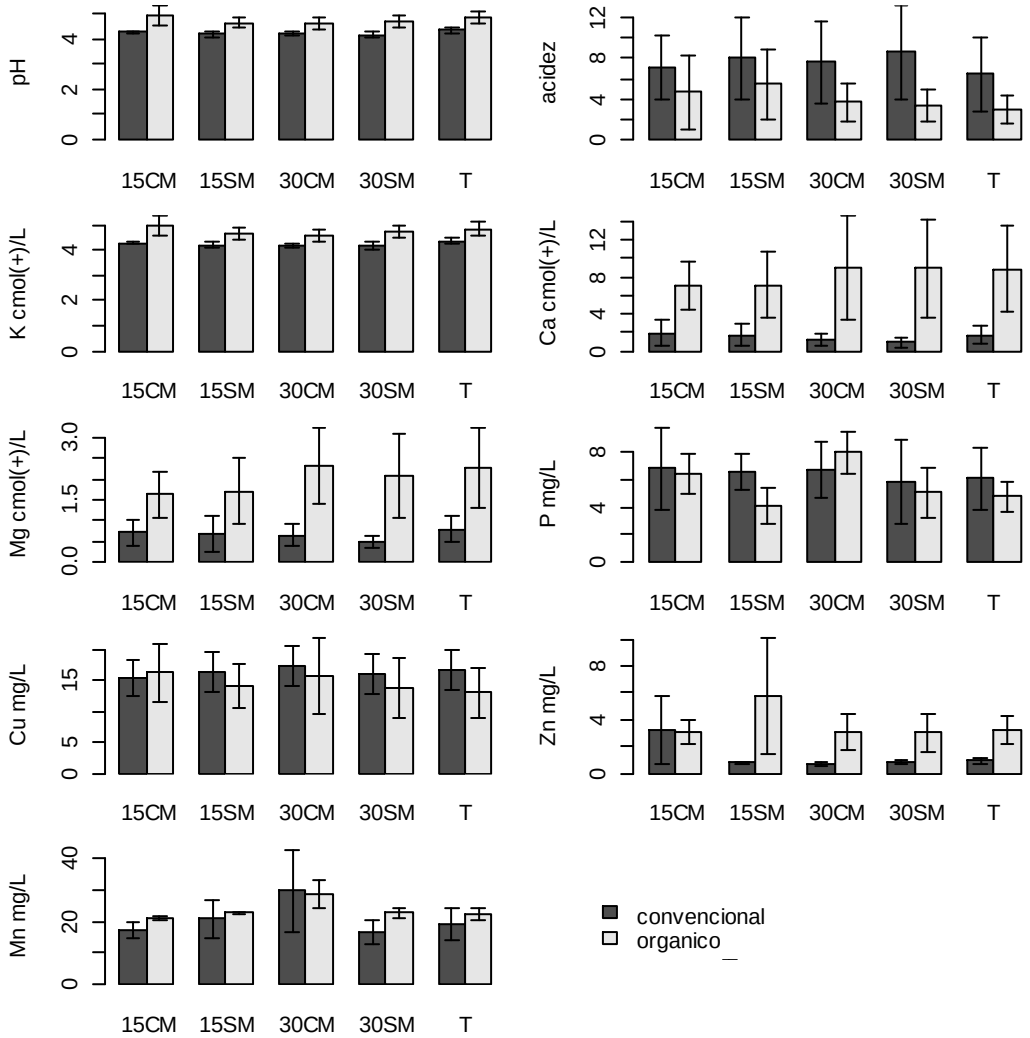


Figura 7: Valores promedio y variación estándar (barras de errores) de las análisis químicas de suelo, por cada Manejo (convencional (en gris oscuro) y orgánico (gris claro)) tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales).

variable	unidad		Manejo		Tratamiento		Manejo*Tratamiento	
pH	-	F-value	28.08	***	0.92	NS	0.2722	NS
acidez	cmol(+)/L	F-value	12.76	**	0.42	NS	0.2765	NS
K	cmol(+)/L	F-value	5.90	*	4.68	**	2.4531	NS
Ca	cmol(+)/L	F-value	27.51	***	0.07	NS	0.2248	NS
Mg	cmol(+)/L	F-value	37.11	***	0.44	NS	0.4928	NS
P	mg/L	F-value	2.58	NS	0.33	NS	0.4735	NS
Cu	mg/L	F-value	0.50	NS	0.58	NS	0.3315	NS
Zn	mg/L	F-value	7.05	*	0.47	NS	0.8594	NS
Mn	mg/L	F-value	0.75	NS	1.32	NS	0.1383	NS
grado de libertad		inter-grupos	1		4		4	
		intra-grupos	18		18		18	

*Cuadro 9: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) de las análisis químicas de suelo realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización del suelo estan anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

			Manejo		MO		Minerales	
variable	unidad							
pH	-	F-value	30.96	***	1.27	NS	0.62	NS
acidez	cmol(+)/L	F-value	14.08	**	1.27	NS	0.29	NS
K	cmol(+)/L	F-value	6.53	NS	1.42	NS	10.90	**
Ca	cmol(+)/L	F-value	30.60	***	0.14	NS	0.01	NS
Mg	cmol(+)/L	F-value	39.08	***	0.84	NS	0.11	NS
P	mg/L	F-value	2.88	NS	0.32	NS	0.97	NS
Cu	mg/L	F-value	0.57	NS	0.35	NS	2.04	NS
Zn	mg/L	F-value	7.37	*	0.19	NS	0.01	NS
Mn	mg/L	F-value	0.86	NS	0.20	NS	1.13	NS
grado de libertad		inter-grupos	1		1		1	
		intra-grupos	21		21		21	

*Cuadro 10: resultado de ANOVA de las análisis químicas del suelo realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico), la presencia de MO como la presencia de los Minerales están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos fijos sobre las variables de caracterización del suelo están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.5. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre la productividad de las matas de café

En 2016, el manejo tiene un efecto significativo sobre el tamaño del eje principal (plantas mal altas en orgánico que en convencional), el número de ejes productivos (en promedio 2.9 en convencional mientras 2.3 en orgánico), y el porcentaje de ramas muertas (59% en convencional mientras solamente 44% en orgánico). EL tratamiento no tiene efecto sobre la productividad de las plantas.

variable	unidad		Manejo		Tratamiento		Manejo*Tratamiento	
Altura del eje principal	cm	F-value	9.30300	**	0.71344	NS	1.16152	NS
Numero de ejes productivos		F-value	13.73565	***	1.72298	NS	1.79082	NS
Numero de ramas productivas		F-value	0.30177	NS	1.66649	NS	0.14919	NS
Numero de nudos fructiferos		F-value	0.41265	NS	0.52124	NS	0.46066	NS
Numero de ramas muertas		F-value	3.23716	NS	0.86253	NS	1.82912	NS
Pourcentage de ramas muertas	%	F-value	6.82087	*	1.25245	NS	0.72069	NS
grado de libertad		inter-grupos	1		4		4	
		intra-grupos	124		124		124	

*Cuadro 11: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) de las variables describiendo la productividad de las matas de café en 2016 realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

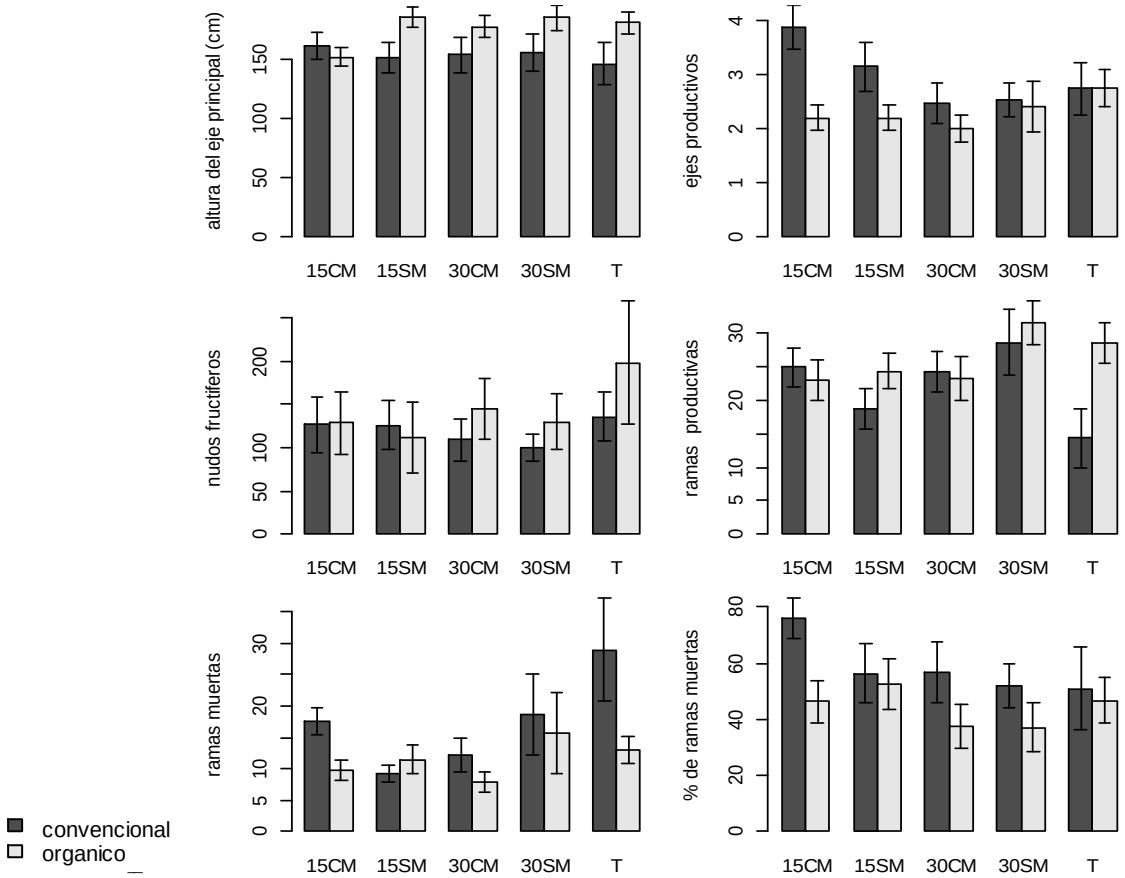


Figura 8: Valores promedio y variación estándar (barras de errores) de las variables describiendo la productividad de las matas de café en 2016, por cada Manejo (convencional (en gris oscuro) y

orgánico (gris claro)) tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales).

En 2017, la productividad es más alta bajo manejo convencional que bajo manejo orgánico. En el cuadro 12, se puede ver que el manejo tiene un efecto significativo sobre el número de ejes productivos (en promedio 87% en convencional mientras 20% en orgánico) el número de ramas productivas (en promedio 14 ramas productivas en el eje principal mientras 7 en orgánico), el número de frutos fructíferos por planta (en promedio 130 en convencional mientras solamente 17 en orgánico) y el número (en promedio 8 por planta en convencional mientras 4 en orgánico). El tratamiento no tiene ningún efecto sobre la productividad de las plantas de café.

variable	unidad		Manejo		Tratamiento		Manejo*Tratamiento	
Altura del eje principal	cm	F-value	3.10753	NS	0.78003	NS	0.76720	NS
Numero de ejes productivos		F-value	24.03235	***	1.08366	NS	1.97764	NS
Numero de ramas productivas		F-value	21.77282	***	0.92222	NS	1.08049	NS
Numero de nudos nuevos/rama		F-value	0.00059	NS	1.54520	NS	0.71759	NS
Numero de nudos fructiferos		F-value	30.14426	***	0.63189	NS	0.96267	NS
Numero de ramas muertas		F-value	20.32521	***	0.64821	NS	1.43304	NS
Pourcentage de ramas muertas	%	F-value	1.67075	NS	0.79686	NS	1.74510	NS
grado de libertad		inter-grupos	1		4		4	
		intra-grupos	99		99		99	

*Cuadro 12: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) de las variables describiendo la productividad de las matas de café en 2017 realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

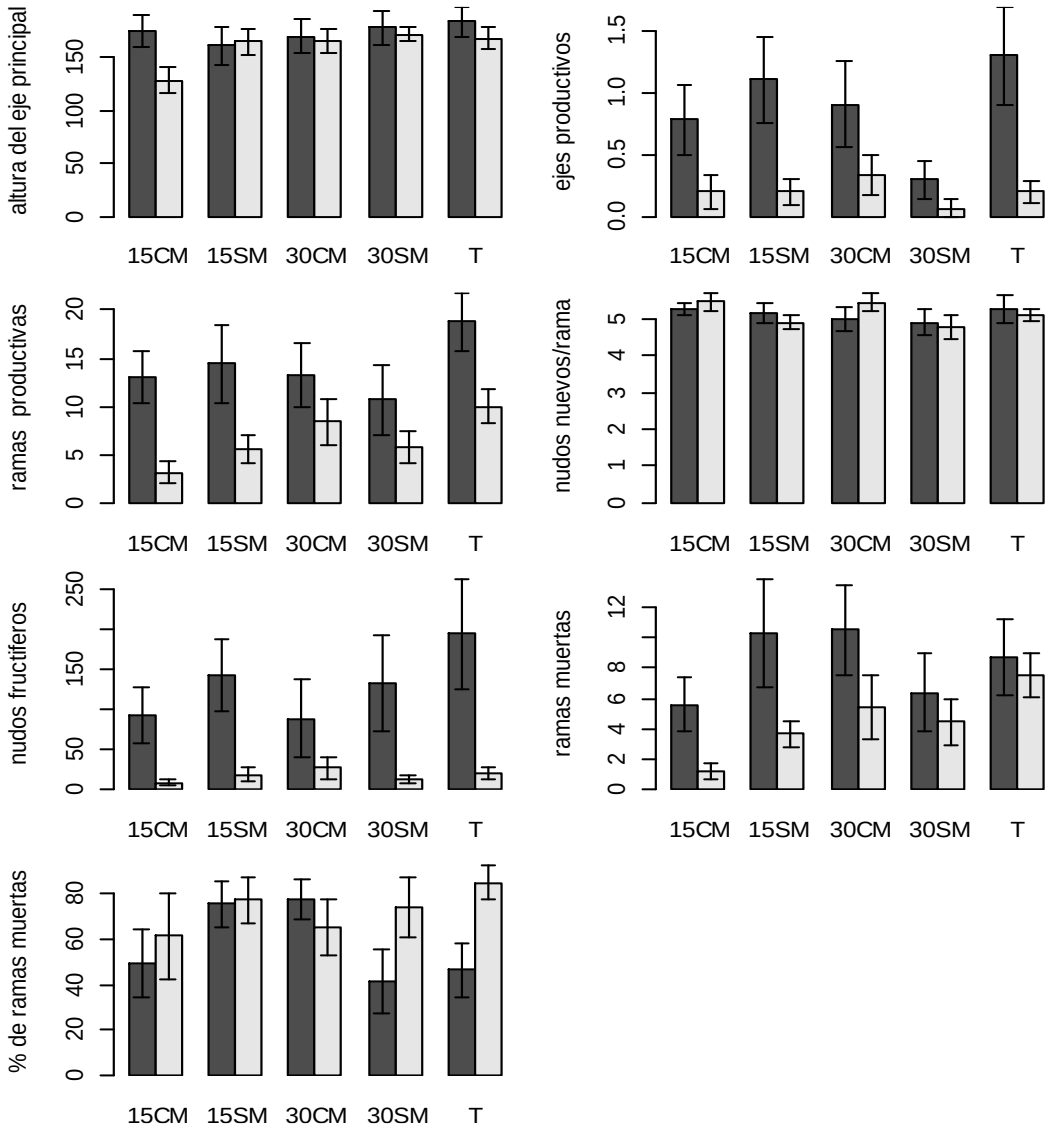


Figura 9: Valores promedio y variación estándar (barras de errores) de las variables describiendo la productividad de las matas de café en 2017, por cada Manejo (convencional (en gris oscuro) y orgánico (gris claro)) tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales).

Entre 2016 y 2017, la productividad de las plantas en los sistemas orgánicos bajo bastante, con una reducción fuerte del número y de ejes productivos y por lo tanto del número de nudos fructíferos. De hecho, los productores realizaron una poda drástica debido a la epidemia de roya que ocurrió en 2016.

3.6. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre las plagas y enfermedades foliares del café

3.6.1.Efecto sobre la incidencia de la Roya del café

En mayo 2016, la incidencia de Roya fue más baja que durante las seis otras mediciones (figura 9). La incidencia de roya paso de 24% en mayo 2016 hasta 58% en agosto 2016 indicando que epidemia de Roya empezó en agosto 2016. En 2016, la incidencia de roya fue más alta en sistemas orgánicos, con una diferencia significativa de 5% en octubre 2016 (cuadro 13). En 2017, podemos observar figura 10, que la dinámica de la incidencia de roya fue diferente entre los sistemas orgánico y convencional, con una diminución constante de la incidencia de roya entre los meses de mayo (49%) y de octubre (36%) en sistemas convencional, mientras en orgánico, subo en agosto (55%) respecto a mayo (43%) y disminuyó en octubre (19%). Así hay más roya bajo manejo orgánico que convencional en mayo y octubre pero más en agosto.

Cuanto al efecto de los tratamientos de los bioles, solo se puede evidenciar un efecto significativo en mayo 2017 (cuadro 13), donde la incidencia de roya es más baja en el tratamiento 15SM, que sea en sistemas orgánico como convencional (figura 9).

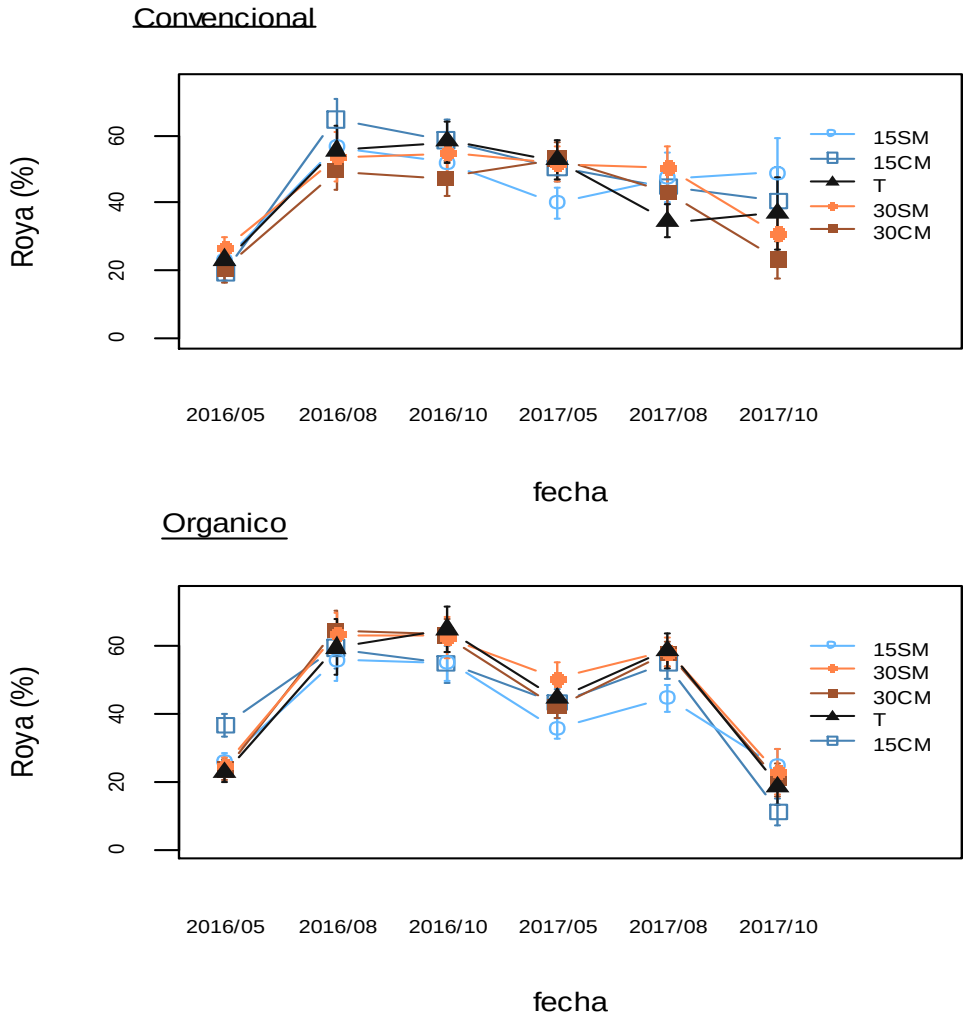


Figura 10: Curvas de evolución de la incidencia de Roya (porcentaje de hojas afectadas) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los

cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
incidencia de Roya (% hojas afectadas)	mayo 2016	Tratamiento	4	353	2.267	NS
		Manejo	1	353	3.663	NS
		Tratamiento * Manejo	4	353	3.022	*
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	0.570	NS
		Manejo	1	252	1.886	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	0.163	NS
		Manejo	1	255	3.911	*
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	2.810	*
		Manejo	1	362	7.891	**
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	1.185	NS
		Manejo	1	278	5.854	*
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	1.876	NS
		Manejo	1	180	8.553	**

*Cuadro 13: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por la incidencia de Roya en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y organico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.6.2.Efecto sobre la incidencia de la mancha de hierro

En los dos años 2016 y 2017, podemos observar el mismo perfil de dinámica de la incidencia de mancha de hierro, con una incidencia más baja en mayo, un pico en agosto y una diminución en octubre (figura 11). Existen unas diferencias significativas entre los manejos convencional y orgánico en mayo 2017 y octubre 2017, donde la incidencia de mancha de hierro es 16% menos en orgánico que en convencional.

Aunque no hemos evidenciado ningún efecto significativo de los tratamientos (cuadro 14), existe una interacción entre los tratamientos y el manejo significativo en los de meses de mayo de 2016 y 2017 (cuadro 14). Eso significa que los diferentes tratamientos no responden de la misma forma bajo el manejo convencional que bajo el manejo orgánico. De hecho, en sistema convencional, el testigo (que no recibió ningún tratamiento) es el dónde hay lo menos de mancha de hierro. También el tratamiento 30CM es el dónde se puede observar lo mas de mancha de hierro y el 30SM lo menos, mientras en orgánico es el 30SM donde se puede observar lo mas de mancha de hierro.

En sistema convencional hay más de mancha de hierro con bioles que sin bioles (con y sin minerales),

No diferencia entre los tratamientos de bioles, no podemos evidenciar efecto significativo del tiempo de fermentación como de la presencia o no de los minerales sobre la incidencia de mancha de hierro

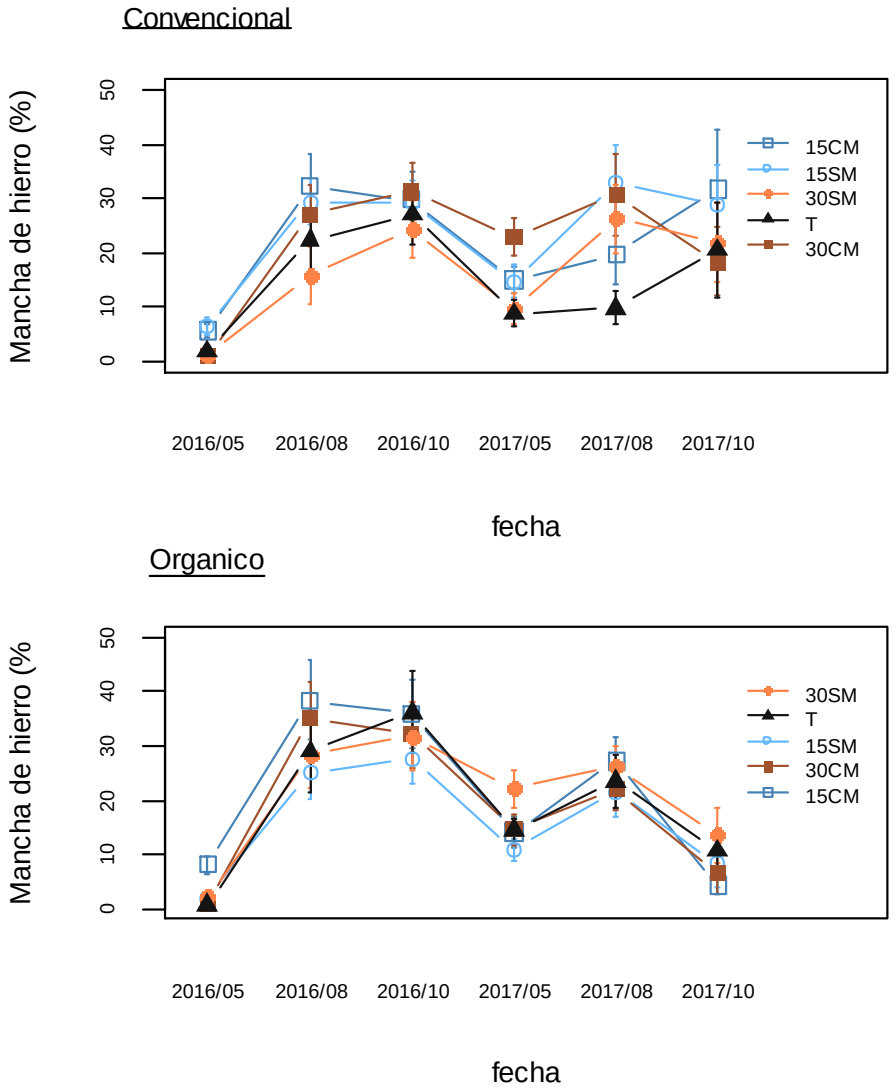


Figura 11: Curvas de evolución de la incidencia de mancha de hierro (porcentaje de hojas afectadas) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
incidencia de Mancha de hierro (% hojas afectadas)	mayo 2016	Tratamiento	4	353	13.080	***
		Manejo	1	353	0.221	NS
		Tratamiento * Manejo	4	353	3.226	*
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	2.043	NS
		Manejo	1	252	1.584	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	0.443	NS
		Manejo	1	255	0.758	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.947	NS
		Manejo	1	362	6.327	*
		Tratamiento * Manejo	4	362	4.598	**
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	1.227	NS
		Manejo	1	278	2.851	NS
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	0.784	NS
		Manejo	1	180	17.039	***

*Cuadro 14: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por la incidencia de mancha de hierro en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.6.3.Efecto sobre la incidencia de la antracnosis

El antracnosis es una enfermedad menor respecto a la roya o a la mancha de hierro, tiene menos de 5% de incidencia, excepto en agosto 2017 en sistema convencional y en octubre 2016 en orgánico. Por la antracnosis, solo se puede observar cuadro 16 una diferencia significativa entre los manejos convencional y orgánico, con más antracnosis en octubre 2016 en orgánico que en convencional, y al contrario, más antracnosis en convencional que en orgánico en 2017. Los tratamientos con bioles no tienen ningún impacto sobre la incidencia de antracnosis.

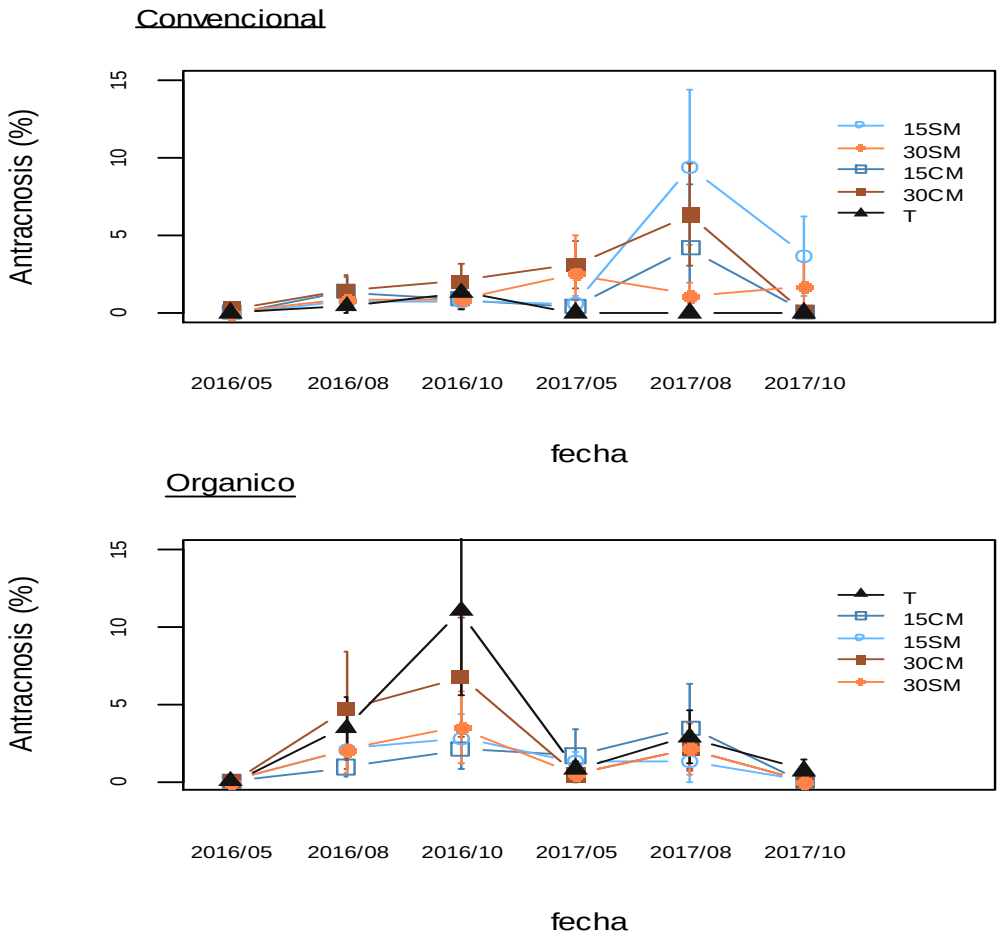


Figura 12: Curvas de evolución de la incidencia de antracnosis (porcentaje de hojas afectadas) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
incidencia de Antracnosis (% hojas afectadas)	mayo 2016	Tratamiento	4	353	0.973	NS
		Manejo	1	353	1.536	NS
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	0.407	NS
		Manejo	1	252	1.519	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	1.280	NS
		Manejo	1	255	5.290	*
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	0.250	NS
		Manejo	1	362	0.305	NS
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	0.547	NS
		Manejo	1	278	2.660	NS
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	1.051	NS
		Manejo	1	180	4.925	*

*Cuadro 15: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por la incidencia de antracnosis en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.6.4.Efecto sobre la incidencia de minadora

La minadora es una plaga que tiene una incidencia menor, con menos de 5% de incidencia en promedio, que sea en sistema convencional como orgánico (figura 13). Solo podemos observar en nuestros resultados un efecto significativo de la interacción entre tratamiento y manejo en mayo 2017. De hecho, en sistemas convencionales, la minadora tiene una incidencia más fuerte en las parcelas que no recibieron ningún tratamiento (testigo), mientras en sistemas orgánicos, las parcelas testigos (T) son las que tienen menor incidencia de minadora.

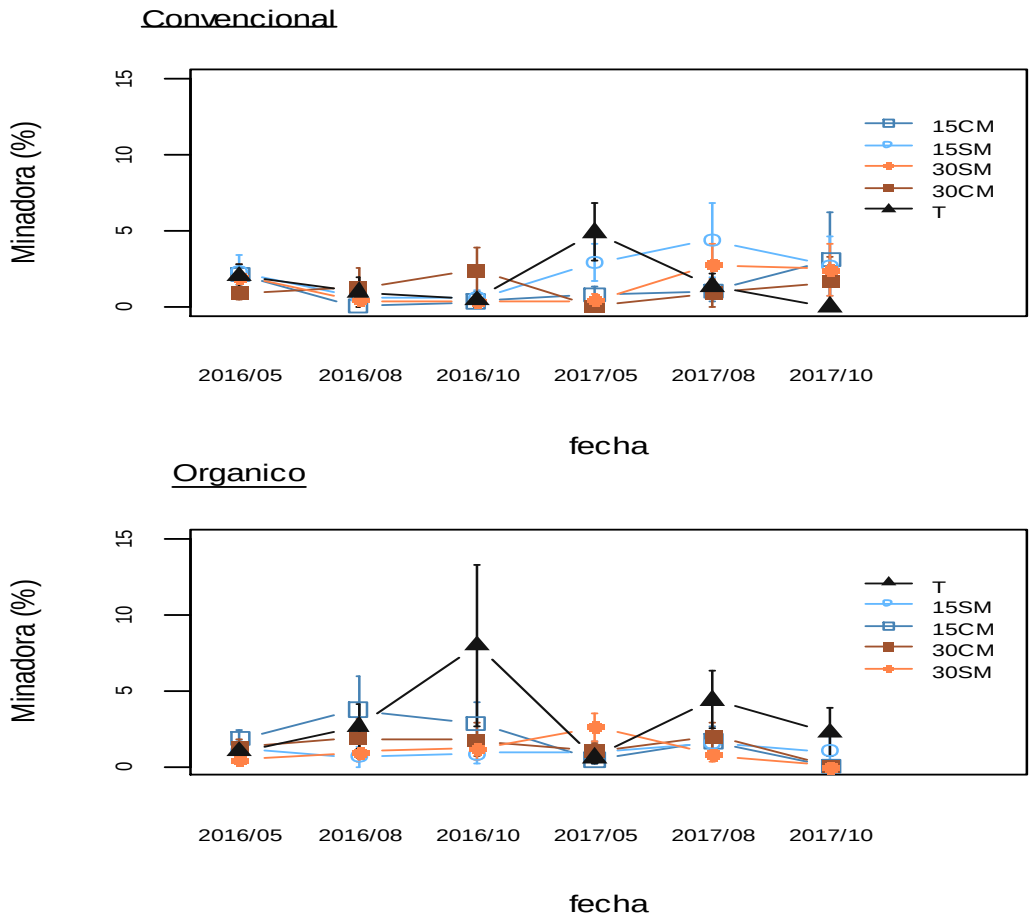


Figura 13: Curvas de evolución de la incidencia de minadora (porcentaje de hojas afectadas) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
incidencia de Minadora (% hojas afectadas)	mayo 2016	Tratamiento	4	353	0.743	NS
		Manejo	1	353	3.482	NS
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	0.754	NS
		Manejo	1	252	1.193	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	1.333	NS
		Manejo	1	255	1.492	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.780	NS
		Manejo	1	362	1.638	NS
		Tratamiento * Manejo	4	362	4.768	***
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	0.892	NS
		Manejo	1	278	0.006	NS
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	0.446	NS
		Manejo	1	180	1.172	NS

*Cuadro 16: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por la incidencia de minadora en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.6.5.Efecto sobre la severidad del conjunto de las plagas y enfermedades foliares

Nuestros resultados indican que el porcentaje de área foliar dañado (severidad), aumenta con el uso de los bioles. Así se puede ver en la figura 14 que el tratamiento T es el donde se observó lo menos de severidad, en sistemas convencional como orgánico, lo que está confirmado en agosto 2018 en el cuadro 17 con el efecto significativo de la interacción manejo x tratamiento.

La severidad es significativamente más alta en orgánico que en convencional en mayo y agosto 2017 (cuadro 17)

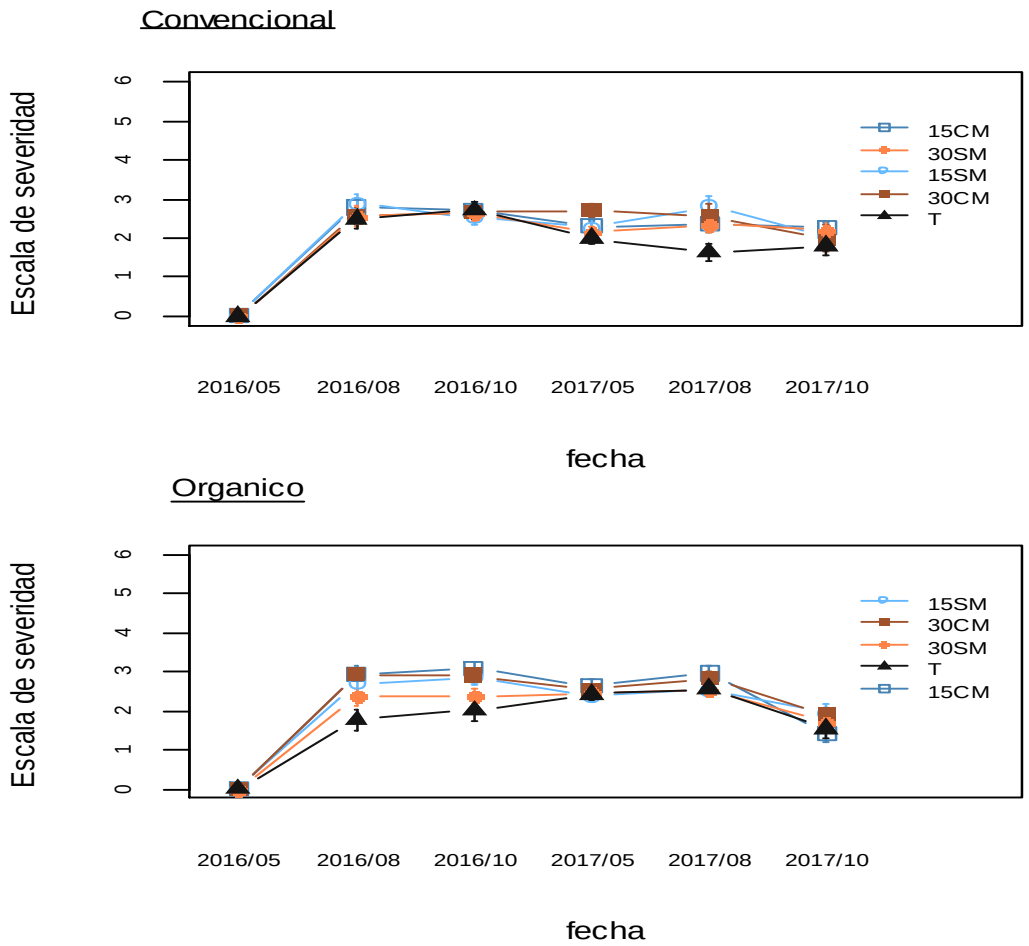


Figura 14: Curvas de evolución de la severidad global del conjunto de plagas y enfermedades foliares (porcentaje de área foliar afectadas) evaluada por medio de una escala (0-6) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

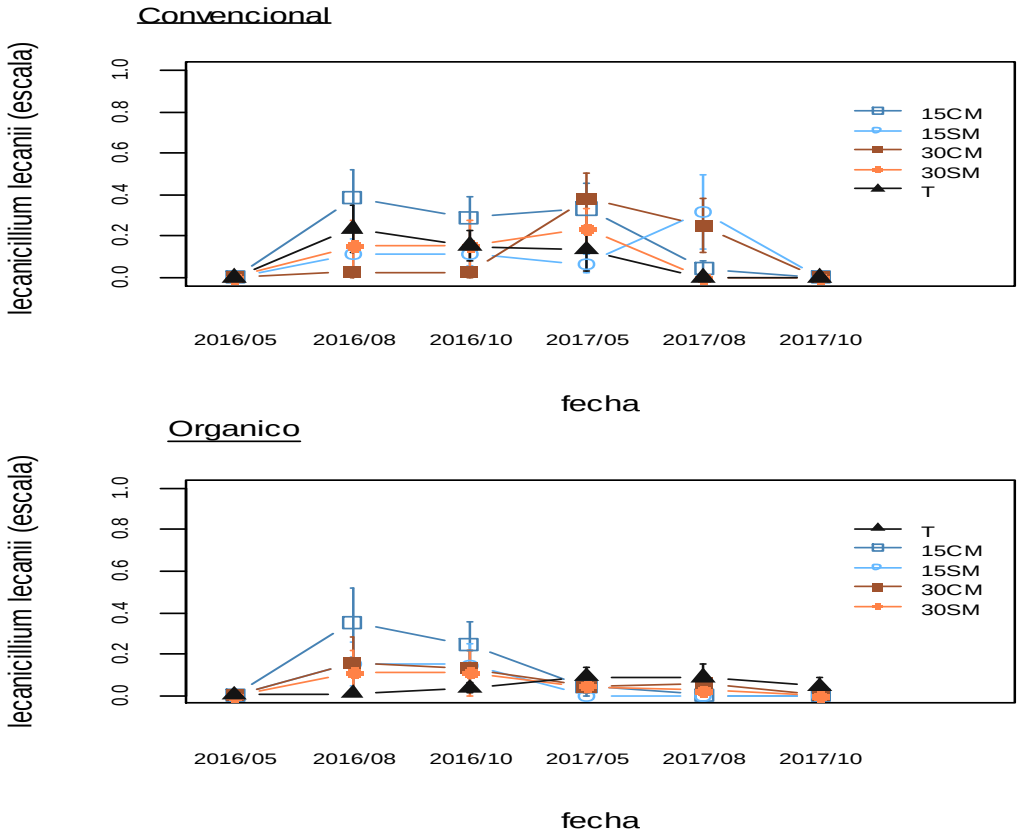
variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
Escala de severidad (% area foliar afectada)	agosto 2016	Tratamiento	4	252	2.966	*
		Manejo	1	252	0.148	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	2.284	NS
		Manejo	1	255	2.470	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.662	NS
		Manejo	1	362	4.313	*
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	2.453	*
		Manejo	1	278	7.773	**
		Tratamiento * Manejo	4	278	2.425	*
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	1.049	NS
		Manejo	1	180	3.616	NS

*Cuadro 17: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por la severidad global del conjunto de plagas y enfermedades foliares severidad global del conjunto de plagas y enfermedades foliares, en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.7. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre el hongo Lecanicilium Lecanii

3.7.1.Efecto sobre el porcentaje de área foliar afectada por Lecanicilium Lecanii

Nuestros resultados (figura 15 y cuadro 18) muestran que hay un efecto significativo del manejo en mayo 2017 y agosto 2017: la severidad es más alta bajo manejo orgánico que en convencional (P07, Antes de la cosecha, efecto también del Tratamiento.



No hay efecto de los tratamientos solo.

Interacción en agosto 2017, donde el tratamiento donde hay el mas de LL es el Testigo en orgánico mientras es el dónde hay el mas de LL en convencional.

Figura 15: Curvas de evolución del porcentaje de área foliar afectadas con lecanicilium lecanii evaluada por medio de una escala (0-6) entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de

fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
Escala de Lecanicilium Lecanii (% area foliar afectada)	agosto 2016	Tratamiento	4	252	2.209	NS
		Manejo	1	252	0.004	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	1.594	NS
		Manejo	1	255	0.086	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.629	NS
		Manejo	1	362	16.028	***
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	1.524	NS
		Manejo	1	278	4.551	*
		Tratamiento * Manejo	4	278	3.973	**
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	1.008	NS
		Manejo	1	180	0.891	NS

*Cuadro 18: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por del porcentaje de área foliar afectadas con lecanicilium lecanii evaluada por medio de una escala (0-6) , en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.7.2.Efecto sobre la incidencia de Lecanicilium Lecanii

Respecto al ciclo de desarrollo natural de lecanicilium lecanii (donde el pico de desarrollo es generalmente a partir de agosto), las mediciones las más relevantes son las de agosto y noviembre. Nuestros resultados evidencian un efecto de los tratamientos en agosto 2016, donde se puede observar en convencional como en orgánico una incidencia más alta de Lecanicilium lecanii con el tratamiento 15 CM. En agosto 2017, existe una interacción entre los tratamientos y el manejo, ilustrando que en convencional es el testigo que tiene lo menos de lecanicilium Lecanii y el tratamiento 15SM lo más mientras en orgánico es el contrario, el testigo tiene lomas de Lecanicilium Lecanii y el 15SM lo menos.

En convencional, los bioles con minerales (15 dias y 30 dias de fermentación) aumentan la cuantidad de lecanicilium lecanii respecto al testigo.

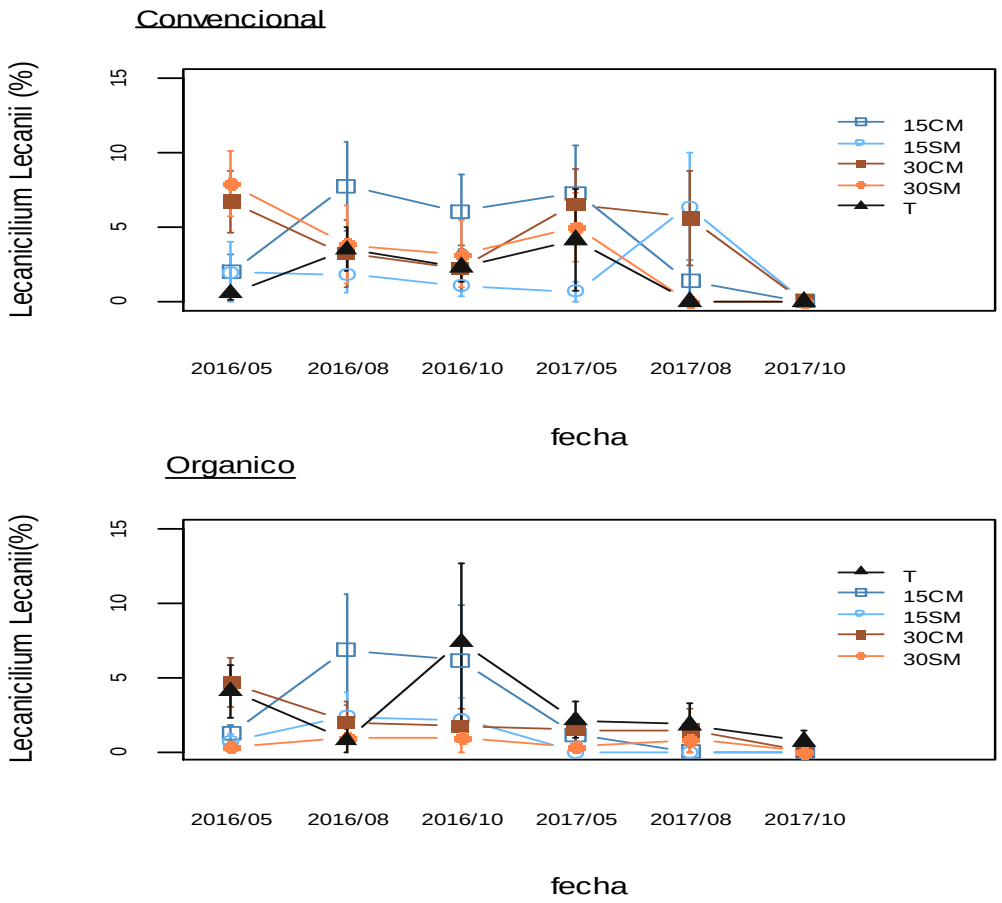


Figura 16: Curvas de evolución del porcentaje de hojas afectadas con lecanicilium lecanii entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
incidencia de Lecanicilium Lecanii (% hojas)	mayo 2016	Tratamiento	4	353	3.070	*
		Manejo	1	353	3.724	NS
		Tratamiento * Manejo	4	353	3.685	**
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	2.428	*
		Manejo	1	252	0.518	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	1.620	NS
		Manejo	1	255	0.127	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.400	NS
		Manejo	1	362	10.641	**
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	1.088	NS
		Manejo	1	278	3.595	NS
		Tratamiento * Manejo	4	278	3.020	*
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	1.008	NS
		Manejo	1	180	0.891	NS

Cuadro 19: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por el porcentaje de hojas afectadas con lecanicilium lecanii en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos

*(factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.8. Efecto del manejo y de los tratamientos sobre el número de hojas

Se observó una reducción muy fuerte del número de hojas entre mayo 2016 y agosto 2016, muy probablemente debido a la epidemia de roya que ocurrió a este momento.

Observamos une efecto significativo del manejo en mayo 2017 (cuadro 20), con más hojas en orgánico (7.8) que en convencional (7.7). En agosto 2017, hay una interacción significativa: el testigo (T) es el que tiene más hojas y el 30CM menos hojas en convencional, mientras es el contrario en orgánico.

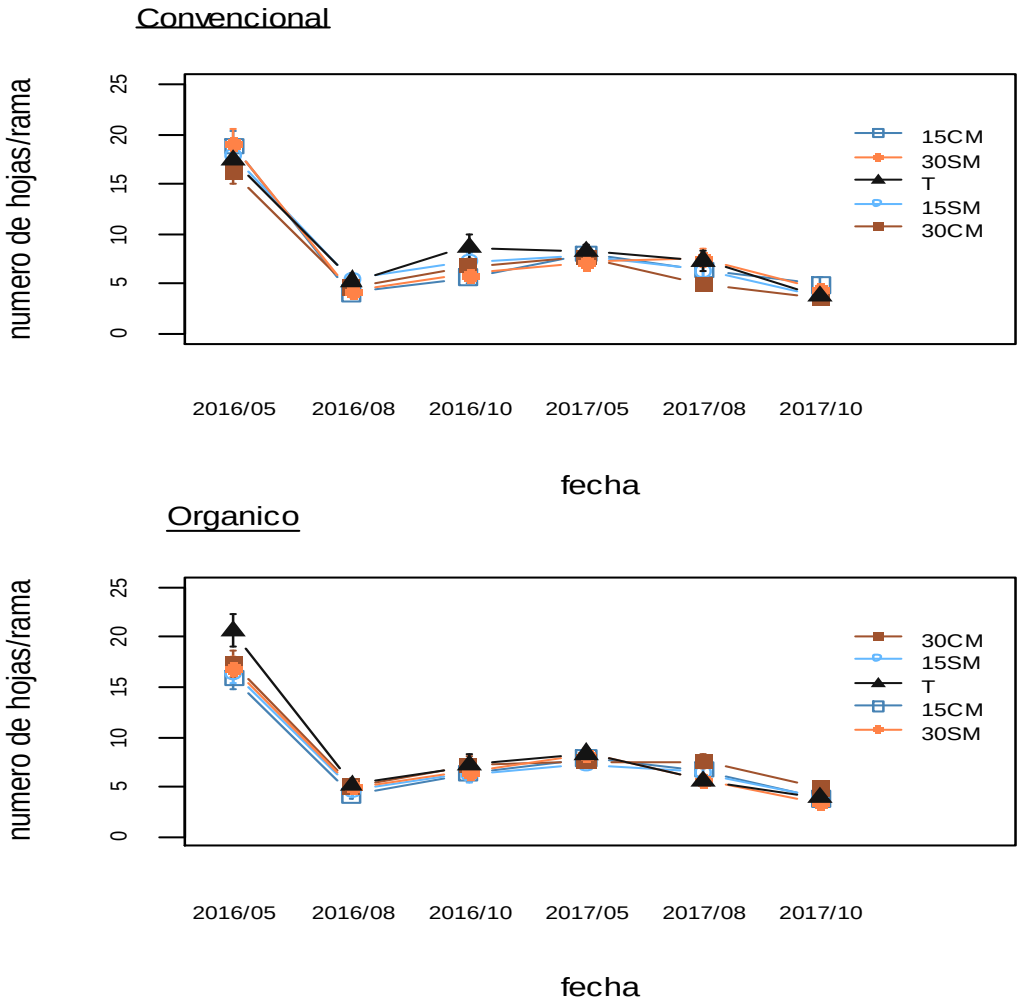


Figura 17: Curvas de evolución del número promedio de hojas por rama entre mayo 2016 y octubre 2017, bajo sistemas convencional (arriba) y orgánico (abajo) en cada de los cinco tratamientos (T= testigo, 15CM= 15 días de fermentación con minerales, 15SM= 15 días de fermentación sin minerales 30CM= 30 días de fermentación con minerales, 30SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

variable	fecha	factor	grado de libertad		F-value	p-value
			inter-grupos	intra-grupos		
numero de hojas / rama	mayo 2016	Tratamiento	4	353	1.456	NS
		Manejo	1	353	0.269	NS
	agosto 2016	Tratamiento	4	252	0.932	NS
		Manejo	1	252	0.011	NS
	octubre 2016	Tratamiento	4	255	1.102	NS
		Manejo	1	255	0.227	NS
	mayo 2017	Tratamiento	4	362	1.082	NS
		Manejo	1	362	6.247	*
	agosto 2017	Tratamiento	4	278	0.079	NS
		Manejo	1	278	1.134	NS
		Tratamiento:Manejo	4	278	2.904	*
	octubre 2017	Tratamiento	4	180	0.848	NS
		Manejo	1	180	0.718	NS
		Tratamiento:Manejo	4	180	2.391	NS

*Cuadro 20: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por el numero promedio de hojas por rama en 6 fechas, realizado sobre modelos lineares donde el manejo (convencional y orgánico) como los tratamientos (T, 30SM, 30CM, 15SM, 15CM) están en efectos (factor) fijos y la zona en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad los efectos Manejo, Tratamiento y su interacción (Manejo*Tratamiento) sobre las variables de caracterización de la productividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

3.9. Evaluación de los bioles (con minerales y sin minerales) en plantitas de 1 ano.

En las plantitas de 1 ano, donde fue aplicado durante 6 meses los bioles, se midió en 2017 varias variables de crecimiento (número de ramas total, numero de nudos total, numero de nudos por rama, porcentaje de hojas caídas), como la incidencia de las 2 enfermedades mayores (roya y mancha de hierro) y de la plaga minadora (figuras 18 y 19). No se puede observar ningún efecto de los tratamientos después de 5 meses de tratamientos.

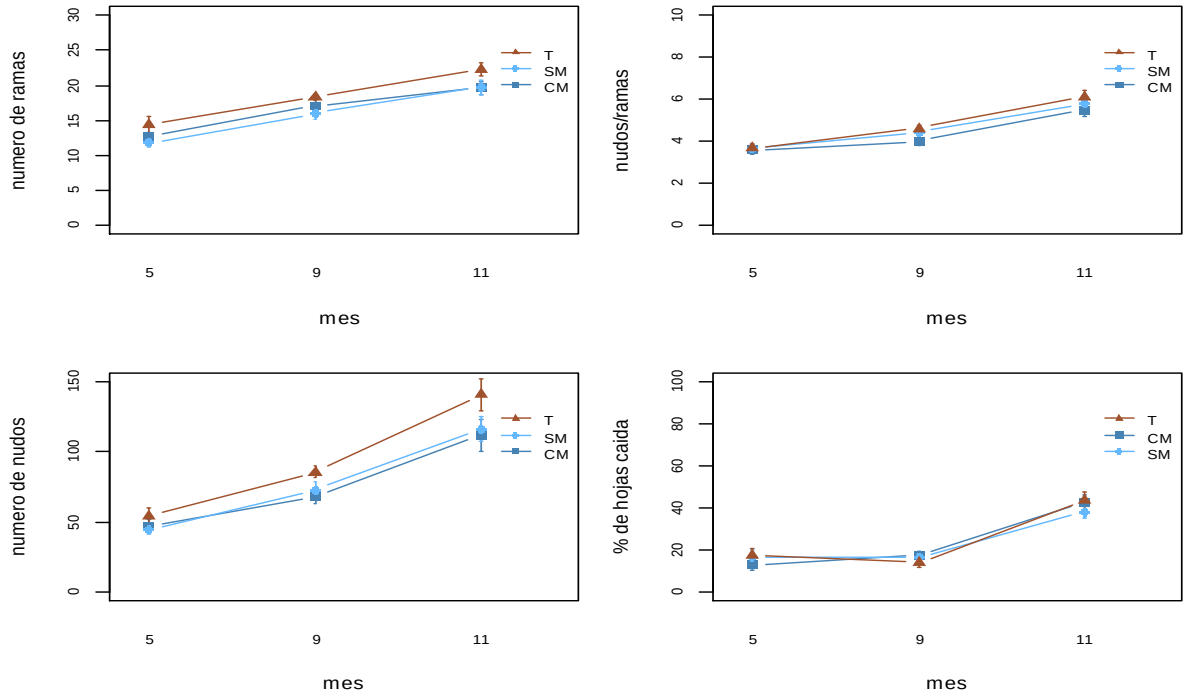


Figura 18: Curvas de evolución de los característicos de crecimiento (número de ramas, numero de nudos por ramas, numero de nudo total, porcentaje de hojas caídas) entre mayo 2017 (5) y noviembre 2017 (11), en plantitas de 1 ano en cada de los tres tratamientos (T= testigo CM= 30 días de fermentación con minerales, SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

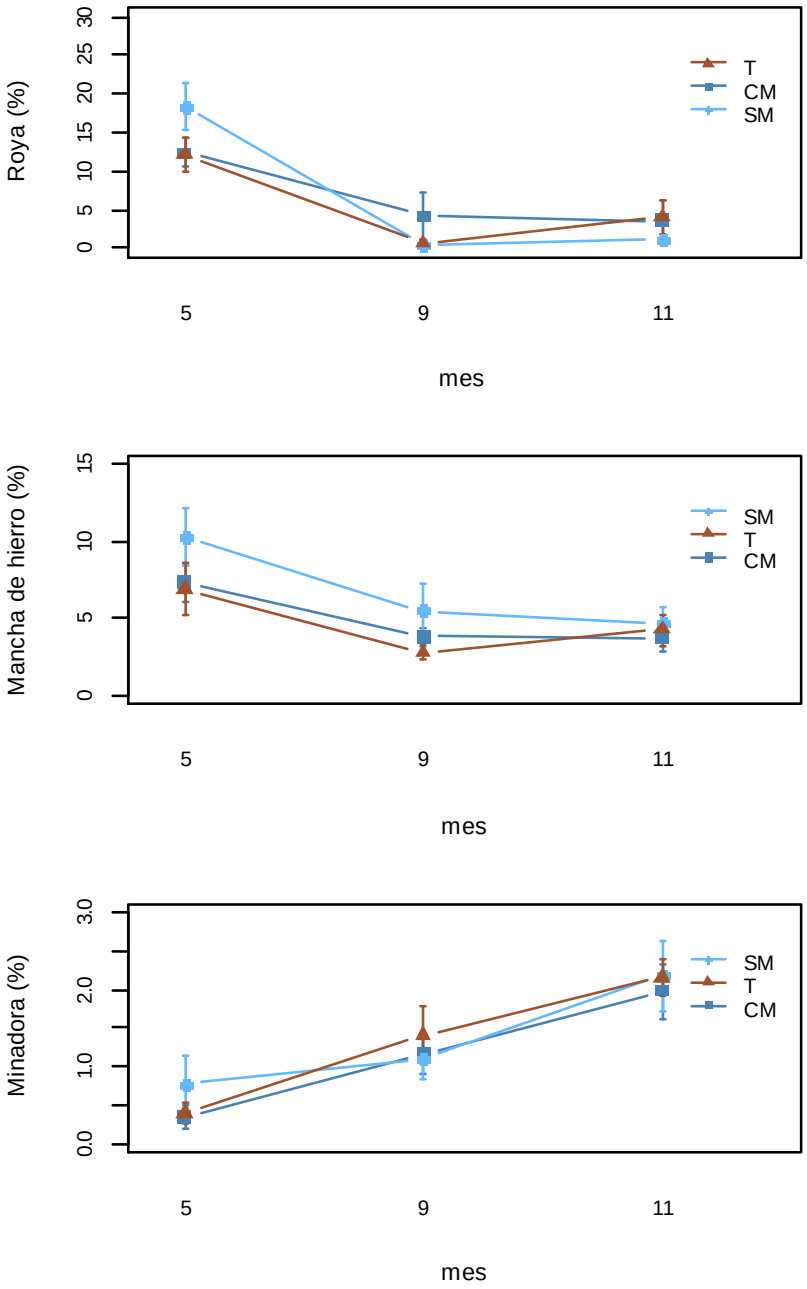


Figura 19: Curvas de evolución de la incidencia de la Roya, la mancha de hierro y la minadora entre mayo 2017 (5) y noviembre 2017 (11), en plantitas de 1 ano en cada de los tres tratamientos (T= testigo CM= 30 días de fermentación con minerales, SM= 30 días de fermentación sin minerales). Los símbolos representan los valores promedio y las barras de errores las variaciones estándar.

Variable	Fecha	grado de libertad inter-grupos	grado de libertad intra-grupos	F-value	p-value
Numero de Ramas	mayo	2	6	0.652	NS
	setiembre	2	6	1.055	NS
	noviembre	2	6	0.795	NS
Numero de Nudos/rama	mayo	2	6	0.058	NS
	setiembre	2	6	2.381	NS
	noviembre	2	6	0.257	NS
Numero de Nudo	mayo	2	6	0.335	NS
	setiembre	2	6	1.882	NS
	noviembre	2	6	0.523	NS
% hojas caidas	mayo	2	6	0.213	NS
	setiembre	2	6	0.208	NS
	noviembre	2	6	0.409	NS
Incidencia de Roya (% hojas afectadas)	mayo	2	6	0.530	NS
	setiembre	2	6	1.528	NS
	noviembre	2	6	1.114	NS
Incidencia de macha de hierro (% hojas	mayo	2	6	0.458	NS
	setiembre	2	6	0.634	NS
	noviembre	2	6	0.568	NS
Incidencia de Minadora (% hojas afectadas)	mayo	2	6	0.462	NS
	setiembre	2	6	0.522	NS
	noviembre	2	6	0.326	NS

*Cuadro 21: Resultado de análisis de la varianza (ANOVA) por los característicos de crecimiento y por la incidencia de plagas y enfermedades en 3 fechas, realizado sobre modelos lineares los tratamientos (T, SM, CM) están en efectos (factor) fijos y las parcelas en efecto aleatorio. Los niveles de significatividad están anotados NS (no significativo), * (p-value<0.5), ** (p-value<0.01) y *** (p-value<0.001).*

Por errores de mediciones no se puede analizar los datos de crecimiento como el número de nudos par rama.

4. CONCLUSIONES Y RECOMMENDACIONES

Los bioles producidos en esta experimentación presentan un alto nivel de diversidad de microorganismo, indicando que la receta usada permite un buen desarrollo de los microorganismos eficiente. Los análisis realizados después de unos meses permitieron ajustar la receta, cambiando unos ingredientes con impacto negativo sobre la cualidad del producto final (quitar el $CuSO4$).

Por su fabricación artesanal, el producto final es muy variable, de un mes sobre el otro. Esa variabilidad, que no hemos evaluado con mediciones y análisis química de a cada preparación, puede explicar la grande variabilidad observada en los resultados, y el hecho que no hemos evidenciado efectos mayores de los bioles, tanto en la producción et crecimiento de café como en la regulación de las plagas y enfermedades.

Las diferencias entre orgánico y convencional:

Por el uso de fórmulas completas químicas, los cafetales convencionales presentan niveles de nutrientes más alto que en orgánico, con concentración en el suelo más alta en K, Ca, Mg, Mn lo que impacta la acidez del suelo que es más alta (pH más bajo) en convencional.

El manejo convencional permite aumentar la producción (figura 8 y 9), influyendo sobre varias variables que determinan el rendimiento: más ejes productivos, más ramas productivas, más nudos fructíferos. Eso es más visible en 2017, después que la mayoridad de los productores orgánicos podó drásticamente sus cafetales debido a la epidemia de roya que ocurrió en 2016.

La acidez del suelo es un factor importante que impacta el desarrollo de la roya, más el suelo es acidez, más hay roya (ref Avelino).

El papel de los bioles como biofertilizantes:

Los bioles tienen un impacto significativo como fertilizante foliar, eso por medio de la presencia de los microorganismos y no de la presencia de los minerales. Así se puede observar figura 5, cuadros 6 y 7 con el tratamiento de los bioles sin minerales (SM), una reducción de la concentración en Fe en las hojas mientras un aumento de la concentración en Mg. Los bioles sin minerales aumentan también la concentración de Zn solo en sistemas orgánicos, donde se observó en el testigo menos Zn que en convencional. Esta misma modificación en la concentración de Zn se puede ver también al nivel del suelo (figura 7 y cuadros 9 y 10).

Eso tiene consecuencia sobre el funcionamiento fotosintético de las hojas, que tienen más clorofilas como lo indica los valores de SPAD más altas en los tratamientos de bioles sin minerales respecto al testigo.

Sin embargo, nuestros resultados muestran que el uso de los bioles no tiene ningún efecto sobre el crecimiento de las matas de café ni sobre la producción de café.

El papel de los bioles como regulador de plagas y enfermedades:

Los tratamientos no tienen efectos sobre el número de hojas (figura 17, cuadro 20), asi que las diferencias que podemos observar cuanto al porcentaje de hojas afectadas por cada plagas y enfermedades (incidencia) está relacionada al nivel de infección de las plantas. Las dos enfermedades foliares mayores observadas fueron la roya y la mancha de hierro.

Nuestra experimentación evidencia que después de 1 ano de tratamiento, el uso de bioles fermentado 15 días sin minerales permite reducir la incidencia de la roya (figura 10 cuadro13), en convencional como en orgánico, y de reducir también la incidencia de la mancha de hierro en orgánico (figura 11, cuadro 14). Este resultado es significativo en mayo, mes donde solamente

empieza las epidemias porque salemos de la época seca donde los hongos no se desarrollan. Eso el resultado del primer año de aplicación que permitió reducir el inocuo inicial de la roya como de la cercosporiose.

La aplicación de bioles en sistemas convencional permite aumentar la presencia de Lecanicilium lecani, hongo antagonista y regulador natural de la roya figura 16, cuadro 19).

La diminución de la incidencia de la roya y de la mancha de hierro puede estar en relación con la mejor fertilidad, induciendo una resistencia fisiológica de las plantas. Además, por lo de la regulación de la roya, puede estar también relacionada con el aumento de organismos benéficos como lecanicilium lecanii cuando se aplicó bioles.

Respecto a los objetivos iníciales, podemos concluir que el tratamiento con 15 días de fermentación sin minerales (15SM) es el que tiene más impacto sobre el cultivo, aumentando la fertilidad de las plantas como disminuyendo las enfermedades foliares roya y mancha de hierro.

Finalmente, el uso de los minerales parece tener un impacto negativo respecto a los testigos. Pero tendría que fortalecer este resultado.

Ahora, basado sobre solamente esta formulación (15SM), sería bueno evaluar la variabilidad de la fabricación cada vez que está preparado nuevos bioles.

5. EJECUCION PRESUPUESTARIA

A continuación, se presenta el detalle de los gastos realizados durante la realización del proyecto (resumen de los 3 años de ejecución).

Cabe indicar que unos saldos de partida se encuentran en negativo por lo que por algunas modificaciones de presupuesto por partida que se habían solicitado a lo largo del proyecto, especialmente debido a precios por análisis de laboratorio modificados.

DETALLE SUB_PARTIDAS	Presupuesto Inicial	Gastos Acumulados	Saldo Disponible
1.04.01 SERVICIOS MEDICOS Y DE LABORATOR	997 880,00	950 350,00	47 530,00
1.04.06 SERVICIOS GENERALES	365 000,00	415 000,00	-50 000,00
1.07.01 ACTIVIDADES DE CAPACITACION	144 000,00	83 700,00	60 300,00
2.02.04 ALIMENTOS PARA ANIMALES	190 290,24	198 519,00	-8 228,76
2.03.06 MATERIALES Y PRODUCTOS DE PLASTI	688 789,76	733 772,00	-44 982,24
2.05.01 MATERIA PRIMA	114 040,00	114 040,00	0,00
2.99.02 UTILES Y MAT. MEDICO, HOSPIT. IN			
TOTALES:	**2 500 000,00**	**2 495 381,00**	**4 619,00**

Como indicado en el cuadro, queda un saldo a favor de la Asociación de CRC 4.619 colones, los cuales no se estarán utilizando y quedarían a disposición de FITTACORI.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Uribe, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. In Meléndez, G; Soto,G; eds. Taller de Abonos Orgánicos. San Jose, Costa Rica, CATIE/UCR.

Urtecho, K. 2005. Elaboración de inoculo microbiológico MM. In Feria América Tropical. La sostenibilidad esta en tus manos (2005, EARTH). Memorias. EARTH, CR.

Campos V, DR y Meneses S, JM. 2008. Evaluación de fertilizantes biológicos (Bioles) líquidos reforzados aplicados al suelo en el cultivo de banano. Tesis Lic., Universidad Earth, Guácimo, Costa Rica

Restrepo R, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y Biofertilizantes foliares: experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San Jose, CR. IICA. 155 p.

Ten HOOPEN, G.M., REES, R., AISA, P., STIRRUP, T., KRAUSS, U., 2003. Population dynamics of epiphytic mycoparasites of the genera Clonostachys and Fusarium for the biocontrol of black pod (Phytophthora palmivora) and moniliasis (Moniliophthora roreri) on cocoa (Theobroma cacao). Mycological Research 107, 587-596.

Avelino, J., Zelaya, H., Merlo, A., Pineda, A., Ordoñez, M., Savary, S., 2006. The intensity of a coffee rust epidemic is dependent on production situations. Ecological Modelling 197, 431-447.

Ramos Arguero David y Terry Alfonso Elein, Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bokashi como alternativa nutricional para suelos y plantas, Cuba U, 2014

Toalombo Martha Cristina, Aplicación de Abonos organicos Liquidos tipo Biol al cultivo de Mora, Ecuador U, 2013

García Nevarez Gerardo, Evaluacion de calidad y Metodos de producción de Bioplaguicidas para el Manejo de enfermedades en plantaciones de Café, Costa Rica CATIE, 2015

Arshad Javaid, Foliar application of effective microorganisms on pea as a alternative fertilizer, ResearchArticle, INRAD, 2006

J. Jacob Parnell*, Randy Berka, Hugh A. Young, Joseph M. Sturino, Yaowei Kang, D. M. Barnhart and Matthew V. DiLeo , From the Lab to the Farm: An industrial perspective of Plant Beneficial Microorganismi, Review Frontiers in Plant Science,2016

7. ANEXOS

- **Metodología para la evaluación de la intensidad del ataque por plagas trama del complejo de plagas y enfermedades del café**
- **Manual de Elaboración de Bioles APOYA entregado a los productores durante día de Capacitación del 09 de diciembre del 2018**
- **Resumen Ejecutivo para la pagina web Fittacori**

Metodología para la evaluación de la intensidad del ataque por plagas trama del complejo de plagas y enfermedades del café

El objetivo es de medir los daños de todas las plagas y enfermedades que se encuentran en las parcelas de cafetales estudiados. Se mide la incidencia (porcentaje de hojas enfermas) como la severidad (porcentaje de área foliar dañado).

Forma de la parcela y número de plantas:

Se delimitarán parcelas útiles de 3 surcos por 4 plantas, sumando un total de 12 cafetos. A dentro de estos 12 plantas, se identificara 6 plantas representativas de la parcela. En estas mismas 6 plantas se realizara las mediciones de crecimiento y de productividad.

Número de visitas por parcela y recorrido de las parcelas:
Para tomar en cuenta la variabilidad en el tiempo de las diferentes enfermedades, las mediciones se llevará a cabo cuatro veces al años: antes de la temporada de lluvia (marzo-abril), antes de la cosecha (junio), pico de cosecha (agosto), al fin de la temporada lluviosa , después de la cosecha (octubre).

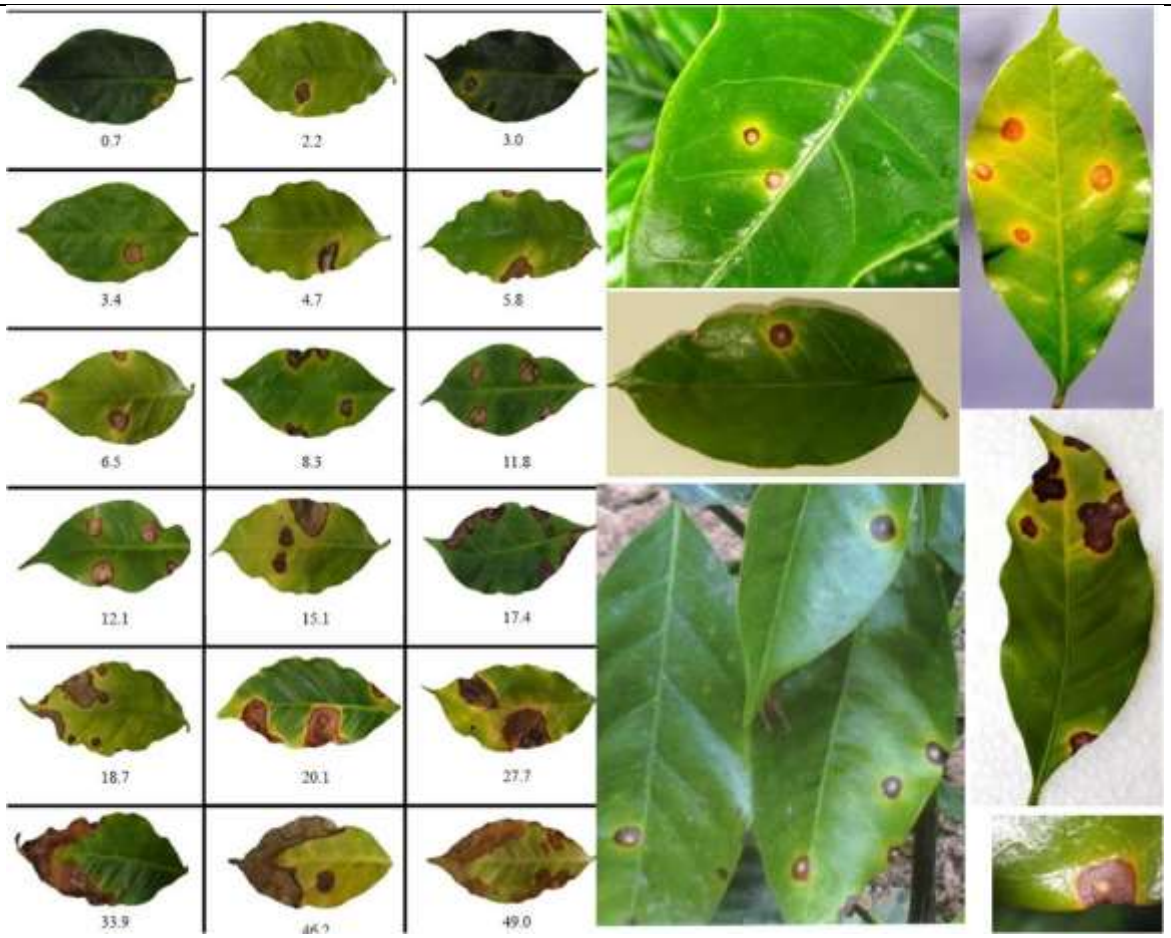
Medida por rama

Evaluación del impacto en tres ramas (producivas) * 6 plantas. El porcentaje de hojas dañadas (número de hojas con presencia de la enfermedad / número total de hojas x100) se calcula para cada enfermedad. De la misma manera para la broca, el porcentaje de grano dañados esta calculado.

Mancho de hierro

Cercospora coffeicola

La infección en las hojas se inicia a través de las estomas formando lesiones circulares con borde ladrillo obscuro, centro claro y en algunos casos está presente un halo clorótico. Inicialmente son pequeñas, pero pueden coalescer y/o aumentar en tamaño ocasionando eventualmente la caída prematura de las hojas. En los frutos la infección se inicia a través de heridas o exposición al sol formando lesiones similares a las de las hojas, pero que eventualmente dejan de ser circulares para tornarse alargadas y obscuras. En algunos casos estos frutos manifiestan una maduración prematura.



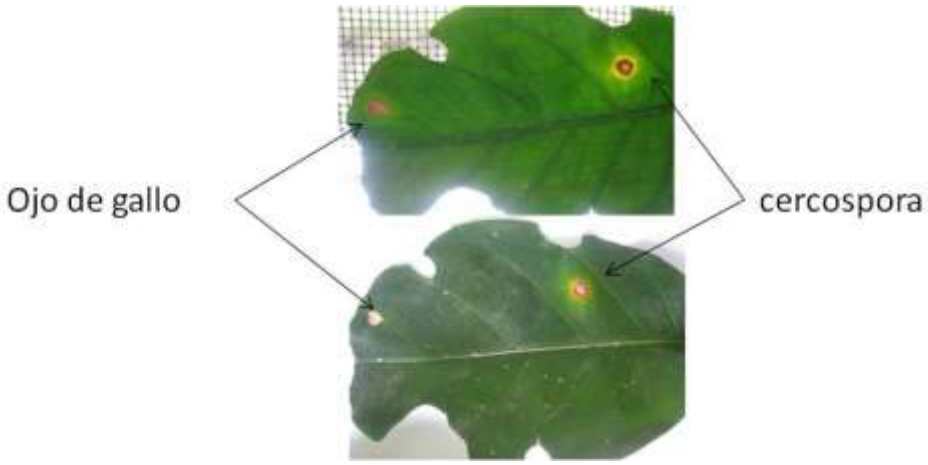
Ojo de gallo

Mycena citricolor

ocurre principalmente en las hojas del cafeto, pero puede ocurrir en las ramas y los frutos .

Los síntomas se manifiestan como lesiones circulares de color claro que en ocasiones muestran pequeños puntos. Estos son los cuerpos fructíferos del hongo que al observarlos bajo la lupa parecen alfileres.

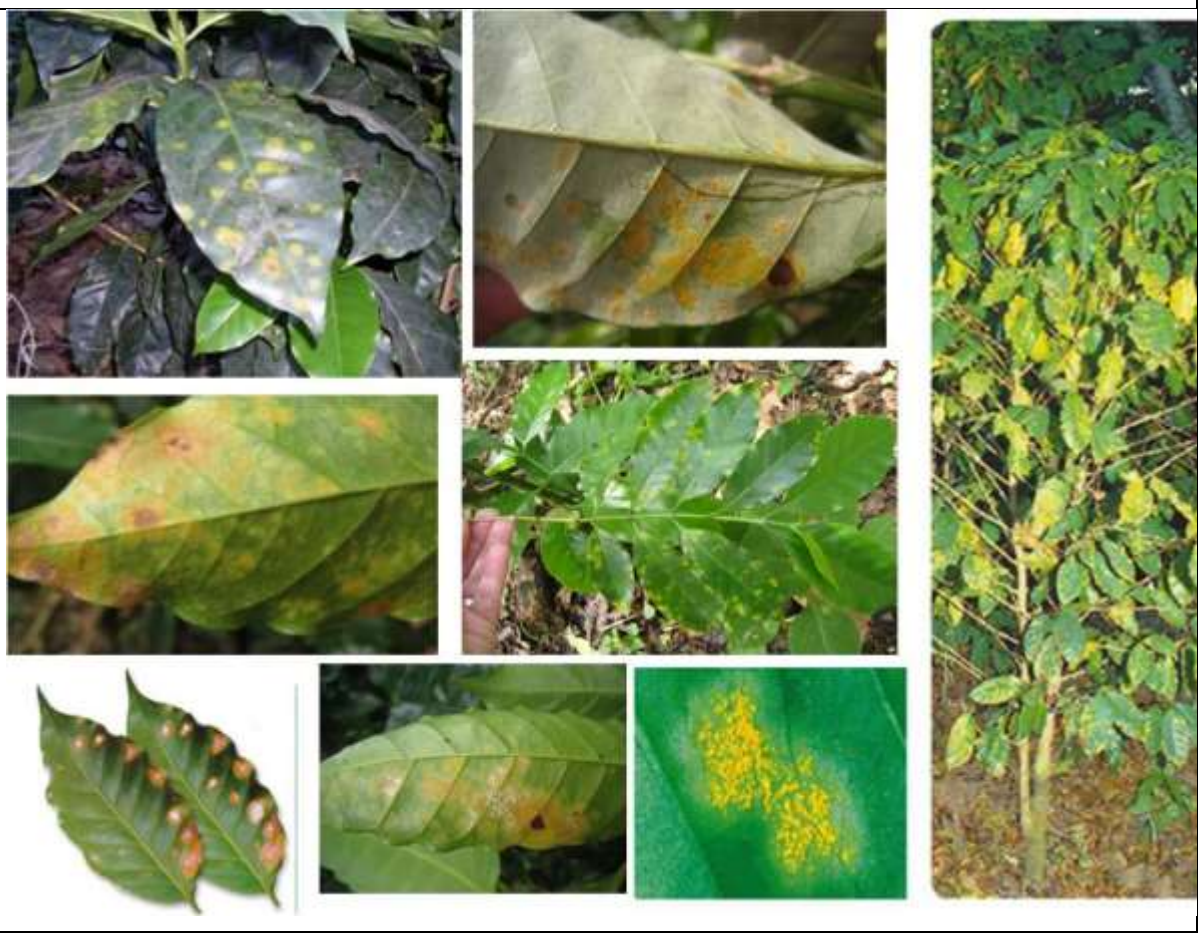
differencia etre Ojo de gallo y cercospora



Roya

Hemilia vastatrix

Se caracterizan por manchas localizadas de bordes difusos en el haz y en el envés asociado un polvillo amarillo-anaranjado. El hongo que la causa es un parásito obligado, lo que significa que solamente puede completar su ciclo de vida en las hojas del cafeto. La severidad de la infección se expresa en la defoliación de los cafetos afectados.



Anthracnosis

colletotrichum coffeanum

puede ocurrir en las hojas, las ramas y los frutos.

En las hojas forma manchas irregulares con anillos concéntricos, lesiones que generalmente se inician en los bordes.

En las ramas, ocurre lo que comúnmente se le conoce como muerte regresiva (dieback). Los síntomas iniciales son áreas obscuras en el nudo acompañadas de necrosis del pecíolo y de la parte basal de la hoja la cual gradualmente se va tornando clorótica y luego se cae. La porción de la rama, superior a la lesión del nudo, se va tornando necrótica y eventualmente muere.

En la fruta la enfermedad se manifiesta en lesiones ligeramente deprimidas de color obscuro. Dependiendo de la edad, la infección puede impedir su desarrollo culminando en frutos momificados.

Quema

Phoma costaricensi

En la hojas produce manchas necróticas de tamaño variable, dependiendo de la edad de las hojas atacadas. Las manchas en las hojas jóvenes son grandes y en muchos casos se extienden a toda la hoja, son de color café oscuro casi negro.

En hojas viejas las manchas son menos frecuentes; cuando aparecen son pequeñas, de color café claro, con picnidios en el haz y envés. En las hojas jóvenes tanto en la cara superior como en la inferior, se notan a menudo radiaciones producidas por el micelio del hongo que se extiende por debajo o muy cerca de la cutícula.

En tallos y ramas laterales (bandolas) la Quema progresa rápidamente en los tejidos tiernos, produciendo una "muerte descendente". La parte atacada toma una coloración café oscura casi negra y pronto se cubre de picnidios. A medida que progresa la enfermedad, las hojas en la parte afectada se marchitan y caen. Una vez que la necrosis alcanza la parte lignificada del tallo progresa lentamente y pronto se detiene. La muerte del ápice y los primeros entrenudos de las bandolas, estimula a menudo las yemas laterales.

En el fruto ataca el pedúnculo o la base de los frutos jóvenes, dando por resultado manchas semejantes en color a las que aparecen en los tallos y las hojas. Los frutos atacados generalmente se desprenden de la planta y caen al suelo.

Derrite

Dieback

Muerte Regresiva de las Ramas

La muerte regresiva de las ramas es un síntoma asociado a varias condiciones. Todo factor que afecte alguna porción de las ramas impidiendo la translocación de agua y minerales puede ocasionar la muerte regresiva.

Se caracteriza por la pérdida de las hojas incluyendo las del ápice de la rama la cual eventualmente se torna obscura y se seca.

Se caracteriza por una amarilleo repentino y progresivo del área foliar, la posición normal de la hoja se pierde y la planta presenta un aspecto general de tristeza. Posteriormente las hojas se caen, quedando desnuda la rama. Los frutos y las ramas se secan, posteriormente ennegrecen y en los casos severos la planta muere.

La pérdida de las hojas puede comenzar, indistintamente, en el tercio inferior y medio, o en el tercio medio y superior de la planta. Los cafetos afectados se pueden encontrar aislados, en grupos y en algunos casos un área extensa de la plantación puede ser afectada.

Corticium koleroga

Mal de hilacha

Se caracteriza por la presencia de hojas secas suspendidas en las ramas por un `hilo' compuesto por hifas del hongo. El patógeno puede permanecer en los tallos y cuando se activan las condiciones óptimas para su desarrollo invade las hojas ocasionándoles la muerte. La enfermedad puede ocurrir también en los frutos y puede afectar todo el glomérulo. Los síntomas se manifiestan como una necrosis seca que se inicia desde el pedúnculo progresando simétricamente por toda la superficie del fruto

Crespera

Xylella fastidiosa

Se presenta reducción del tamaño de las hojas, entrenudos cortos, quema de los bordes de las hojas más viejas y posterior caída de estas, muerte descendente de las bandolas, formación de grupos de hojas terminales pequeñas hojas deformadas y cloróticas, reducción del tamaño y cantidad de la fruta, debilitamiento general de las plantas más afectadas, y muerte en alguno casos. En las plantas afectadas se observa oscurecimiento del xilema en el eje central de la planta, así como en las bandolas.

Minador

Leucoptera coffeina

Las hojas afectadas muestran una o varias manchas irregulares de color café claro, a las cuales se les denomina lesiones o minas.

Al frotar con los dedos la superficie dañada de la hoja, ésta se separa en dos capas y, en los ataques nuevos, puede observarse entre ellas a un pequeño gusanito blanco de 2 a 5 mm. Las hojas con minas viejas pierden la parte afectada, observándose su superficie despellejada y con agujeros donde antes estaban las lesiones.

En ataques severos puede observarse caída de hojas.

broca

Hypothenemus Hampei

Los frutos verdes, maduros y secos atacados presentan generalmente un agujero en su parte apical; el agujero coincide con el centro o anillo del ostiolo del fruto. A través del agujero se puede observar la emisión de un aserrín o polvo obscuro, el cual es más notorio en café robusta. El corte de un fruto perforado puede mostrar uno ambos granos dañados.

Marchitez vascular *(Fusarium oxysporum F.Sp. Coffeae)*

Esta enfermedad ocurre en áreas localizadas en las plantaciones de árboles adultos. Cuando se manifiestan los síntomas es por que el grado de infección está muy avanzado y los cafetos ya no recuperarán. Generalmente los cafetos pueden estar infectados, pero no manifiestan síntomas, sin embargo bajo condiciones de estrés, como sequía o alta producción, se marchitan y mueren. El síntoma inicial es la clorosis de las hojas y eventualmente defoliación. Asociado a la marchitez se encuentra la decoloración de los haces vasculares que se expresa como estrías de color obscuro en la madera de las plantas enfermas. El hongo que causa esta enfermedad puede sobrevivir por períodos largos en el suelo y en la presencia de nemátodos fitoparasíticos la infección es particularmente severa.

A.P.O.Y.A

Manual de elaboración de bioles

Que son los bioles?

Los bioles son bio-insumos utilizados en agricultura orgánica y sostenible. Están compuestos de ingredientes naturales. Se aplican en los cultivos por aspersión. Los bioles presentados aquí fueron elaborados para enriquecer el suelo en microorganismos, fortalecer los cultivos frente a las enfermedades y mejorar la cosecha.

Preparación de la mezcla de microorganismos

Ingredientes

- 16 kg de MB
- 32 kg de MM
- 45 kg de semolina de arroz
- 10 kg de melaza
- Agua

NB: Esto constituirá 93 kg de materia seca pero casi 200 kg de materia húmeda (lo que servirá en la mezcla base)

Material

- Lona plástica
- 1 estañon aséptico
- 2 palas
- 1 codo + junta+ tubo
- 1 botella plástica
- pegamento

Receta

- Mezclar la semolina y los MM y MB poniéndoles en un suelo limpio o en una lona plástica.
- Añadir la melaza diluida en agua. Se debe llegar al 60 % de humedad (Cuando se toma y se presiona un puñado de mezcla no debe salir mucha agua y después debe desagregarse con facilidad)
- Ponerlo todo en el estañon apisonándolo.
- Cerrar el estañon y poner el tubo en una botella llena de agua.

NB: Si después de la próxima mezcla base queda un poco de la mezcla de microorganismos se puede dejar en el estañon, asegurándose de que no se contamine. Este se podrá utilizar para la próxima mezcla de microorganismos. Añadirle a la nueva mezcla disminuirá el tiempo de fermentación de 30 días a 22 días.

¡Cuidado! Esto no es pasto fermentado sino otra mezcla más adaptada para enriquecer el suelo en microorganismos. La idea es darles a las plantas nutrientes más accesibles.

Preparación de los bioles

Para realizar la mezcla base de los bioles se debe poner unos 8 kg de microorganismos, 1,5L de leche, 10 kg de compost, y 5 L de melaza en cada estañon de 220 L.

Seis días después se añade los minerales en cuatro estañones distintos. Esta mezcla debe fermentar durante 15 días.

Se recomienda no dejar fermentar los microorganismos con minerales pues se ha comprobado que el uso de minerales en bioles reduce la eficiencia del producto.

Receta para unos 100 L de bioles

		Insumo	Dosis	Unidad de medido
En un estañon de 220 L	**Mezcla de microorganismos**	MB MM semolina de arroz Melaza agua	16 32 45 10	Kilos Kilos Kilos Kilos
En cada estañõn de 50 L	**Mezcla base**	Leche Melaza Compost Mezcla de microorganismos	0,375 1,25 2,5 2	Litros Litros Kilos Kilos
	Estañon B (15 dias)	mezcla 6+7+8+9	27,5	Litros

Guía de uso

Almacenamiento

Un biol se puede almacenar hasta 6 meses si está en un lugar seco, protegido del sol y de la lluvia y en un contenedor tapado y con salida de gas.

Uso

Se aplica con una bomba de espalda que debe ser limpia y libre de agroquímicos.

Cultivo	Cantidad recomendada
Café	➢ Matas jóvenes : 20L x mes x Ha de biol puro diluido en 200 L de agua ➢ Matas con más hojas: 30 L x mes x Ha de biol puro diluido en 300 L de agua
Caña de Azúcar	2 aplicaciones x 100 L x 2,5 Ha de biol puro diluido en 500L de agua. ➢ Aplicación 1: 6-8 semanas después de sembrar ➢ Aplicación 2: 16-20 semanas después de sembrar
Hortalizas	4L x mes x Ha de biol puro diluido en 200 L de agua