

**EFEECTO DE UN CALDO MICROBIAL EN EL DESARROLLO DE GOTA
(*Phytophthora infestans*) EN EL CULTIVO DE PAPA, PASTO***

**EFFECT OF APPLICATION OF MICROBIAL BROTH ON THE DEVELOPMENT
OF LATE BLIGHT (*Phytophthora infestans*) IN POTATO CROP , PASTO
MUNICIPALITY .**

Jorge Armando Tulcán Timarán¹

Carlos Betancourth²

RESUMEN

El presente ensayo se desarrollo en el Corregimiento de Mapachico, en los meses de Enero a Julio del año 2004, se evaluó la efectividad de caldo microbial, en el control de gota (*Phytophthora infestans*) y su efecto en los componentes de rendimiento, con la variedad Diacol Capiro. Se evaluaron ocho tratamientos consistentes en un Testigo (sin tratamiento), Caldo Microbial, Mancozeb + Caldo Microbial, Caldo Microbial preventivo + Cymoxanil, Caldo microbial preventivo + Propamocard, Mancozeb + Cymoxanil, Mancozeb + Propamocarb y Mancozeb + Oxadacil, bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones; los resultados obtenidos se interpretaron a partir de un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey al 95%. Se evaluó la severidad de la gota en el cultivo y su efecto en el rendimiento, y luego se calculó la tasa de desarrollo. Se determinó que las aplicaciones con caldo microbial presentaron un efecto marcado sobre el patógeno hasta el día 56 después de germinado el cultivo, perdiendo su efecto en las etapas finales, razón por la cual se puede decir que tiene un efecto preventivo para el control de *Phytophthora infestans*. A nivel económico se estableció que la mezcla de cymoxanil + mancozeb fue la mejor alternativa, aunque el caldo microbial + cymoxanil, puede ser utilizada por los agricultores como una alternativa rentable a un manejo integrado del cultivo, obteniendo similares beneficios económicos que la aplicación de cymoxanil + mancozeb, pero con efectos agregados de inocuidad sobre el ambiente y el consumidor final.

* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. 2009.

¹ Estudiante tesista, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E mail: jatt1110@yahoo.es

² Profesor Asociado. I. A. Msc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

Palabras claves: caldo microbial, *Phytophthora infestans*, gota, papa.

ABSTRACT

The assay was carried out since January to July 2004 in Mapachico small town in order to evaluate the effectiveness of microbial broth, in late blight control (*Phytophthora infestans*) and its effect on yield components, with the Diacol Capiro cultivar. Eight treatments were evaluated consisting in a Control (without treatment), Microbial Broth, Mancozeb + Microbial Broth, Preventive Microbial Broth + Cimoxanil, Preventive Microbial Broth + Propamocarb, Mancozeb + Cimoxanil, Mancozeb + Propamocarb y Mancozeb + Oxadacil. A Randomized Block Design were used with four repetitions. The results obtained were interpreted from a variance analysis and Tukey comparison test at 95%. The severity of the late blight was evaluated and its effect in the yield, and then the development rate was calculated. It was possible to determine that the applications with microbial broth had a marked effect over the pathogen until day 56 after germinated the crop, losing its effect in crop final stages, reason why is possible to affirm that had a preventive effect on *Phytophthora infestans* control. The finds allow to establish that cymoxanil + mancozeb mixture was the best alternative at an economic point of view, but cymoxanil + microbial broth can be used by farmers as a profitable alternative to an integrated managing of crop, obtaining similar economic benefits than application of cymoxanil + mancozeb, but with favorable harmless effects on the environment and the final consumer.

Key words: microbial broth, *Phytophthora infestans*, late blight, potato.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el cultivo de la papa es una de las actividades agrícolas más importantes de la región andina, desarrollada por cerca de 90.000 familias en 170.000 ha al año, en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia. (CEVIPAPA, 2008). El problema más limitante que se presenta en este cultivo es la gota de la papa, causado por *Phytophthora infestans*, que cada vez se presenta con mayor poder destructivo en todas las zonas paperas del país. La Dirección de Desarrollo Sostenible (2004), afirma que la

utilización frecuente e intensiva de fungicidas con intervalos de 5 a 10 días para el control de esta enfermedad sin la adecuada rotación de productos ha generado la aparición de aislamientos resistentes a los fungicidas más utilizados, aumentando entre 8 y 12 % los costos de producción total del cultivo, además de los riesgos en el medio ambiente, en la salud del agricultor y del consumidor final.

Por otra parte, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como forma de conservación de los recursos naturales buscan mitigar el impacto negativo que el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) provoca al medio ambiente, a la salud de los trabajadores y consumidores, afirma Jaramillo (2003). Además de asegurar la competitividad de los productores en los mercados globalizados a partir de la calidad de los mismos mediante la reducción de los costos de producción con la utilización y reciclaje de los recursos orgánicos, llevando los enfoques de manejo agronómico a la conservación de los recursos productivos y la preservación del medio ambiente (Sañudo *et al*, 2001). La búsqueda de alternativas biológicas para el control de *Phytophthora infestans* con extractos vegetales, cultivo líquido de microorganismos en algunos casos enriquecidos con fuentes minerales, se han convertido en una herramienta con efectos favorables sobre el crecimiento, sanidad de los cultivos y estimulación de los mecanismos de defensa de la planta, (Weltzien, 1990) con la utilización de residuos orgánicos propios de la finca (Paredes, 1997).

Ante la problemática de esta situación, la presente investigación buscó estudiar el efecto de un caldo microbial en el control de la gota (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y sus efectos en el rendimiento de la variedad Diacol Capiro.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló entre los meses de Enero a Julio del año 2004 en el corregimiento de Mapachico. Esta ubicado a 1^o 15'00" norte y 77^o 18' 00" , a 2750 m.s.n.m., temperatura de 13°C, una precipitación pluvial promedio anual de 1000 mm, según Holdridge la formación vegetal es bosque seco montano bajo (B-S-mb) y una humedad relativa e 70% (IDEAM, 2004). Los suelos son derivados de cenizas volcánicas, de fertilidad moderada, que cambia de profundidad según las localidades sus características edáficas no están totalmente

definidas. El corregimiento de Mapachico se caracteriza por tener una topografía montañosa, de relieve ondulado, sus suelos van de franco arcillosos con pH entre 5,5 y 6,5 ácidos o ligeramente ácidos con alta fijación de fósforo (IGAC, 1996, 570).

El cultivo se estableció en un lote de 28 m de ancho x 39.4 m de largo, con área experimental de 1103.2m², donde se dispusieron cuatro bloques de 39.4 m de largo x 6 m de ancho con ocho tratamientos cada uno separado a un metro; la unidad experimental de 6 m por 4.8 m estaba compuesta por cuatro surcos separados a 1,20 m entre sí y 0,40 m entre sitios de siembra con 15 sitios cada uno para una densidad de siembra de 20833,33 plantas/ha separadas entre sí a un metro, en los cuales se utilizó una parcela útil de 14.4 m² de los dos surcos centrales. El material utilizado para el montaje del ensayo fue la variedad comercial Diacol Capiro descrita por Alvarado (1992), debido a su alta aceptación en los mercados nacionales y principalmente a la alta susceptibilidad al ataque de gota (*Phytophthora infestans*).

El ensayo utilizado fue un diseño experimental de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, realizando 12 aplicaciones a cada tratamiento en el ciclo del cultivo con una frecuencia de 8 días, los tratamientos fueron:

- T1: Testigo, ningún tipo de control de la enfermedad.
- T2: Aplicación del Caldo Microbial en dosis de 60 lt/ha desde la emergencia total y luego cada 8 días.
- T3: Control preventivo: Mancozeb (3 kg/ha) desde la emergencia y cada ocho días; con la aparición de síntomas de la enfermedad se aplicó en mezcla con Caldo Microbial en dosis de 60 lt/ha.
- T4: Control preventivo con Caldo Microbial (60 lt/ha) desde la emergencia cada 8 días; con la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad se aplicó en mezcla Cymoxanil (1.5 kg p.c./ha) como curativo cada 8 días.
- T5: Control preventivo con Caldo Microbial (60 lt/ha) desde la emergencia cada 8 días; con la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad se aplicó en mezcla con Propamocard (1,5 lt p.c./ha) como curativo.

- T6: Control preventivo con Mancozeb (3 kg/ha p.c.) desde la emergencia cada 8 días; con la aparición de los primeros síntomas en mezcla con Cymoxanil (1.5 kg p.c./ha).
- T7: Control preventivo con Mancozeb (3 kg p.c./ha) desde la emergencia cada 8 días; con la aparición de los primeros síntomas en mezcla con Propamocarb (1.5 lt p.c./ha).
- T8: Control preventivo con Mancozeb (5 kg p.c./ha) desde la emergencia cada 8 días; con la aparición de los primeros síntomas en mezcla con Oxadacil (1.5 kg p.c./ha).

La preparación del caldo microbial se realizó así: en 25 lt de agua se mezclaron 10 kg de estiércol fresco de ganado, 5 kg de suelo de mantillo de bosque, 2 lt de leche cruda, 2 kg de melaza, 2 kg de KNO₃, 2 kg de roca fosfórica. Se agitó la mezcla y se adicionaron 200 cc de agua oxigenada, llevándose esta mezcla a un volumen de 200 lt con agua, se tapó con un plástico para luego dejar fermentar por 10 días. Se procedió filtrar el biopreparado para luego ser aplicado por una bomba espaldera con capacidad de 20 lt y boquillas de cono. (Sañudo *et al*, 1999).

VARIABLES EVALUADAS

Porcentaje de Severidad: se tomó una muestra correspondiente a diez plantas al azar de los dos surcos centrales de cada parcela, las cuales se marcaron debidamente, tomándose como referencia para posteriores evaluaciones de severidad, con la escala gráfica propuesta por James Clive (1970), realizando seis lecturas a partir de los 60 días después de la germinación, con intervalos de 15 días entre lecturas.

Producción: se realizó la clasificación de los diferentes tipos de tubérculos de acuerdo al diámetro: primera (>6cm), segunda (4-5cm) y tercera (<3cm)) realizando los pesajes correspondientes a cada una de las categorías y su respectiva producción total para cada uno de los tratamientos.

Análisis Estadístico: los datos obtenidos en componentes de rendimiento se interpretaron a partir de un análisis de varianza, y para la evaluación de su significancia se aplicó la prueba de medias de Tukey al P<0.05. Los resultados de porcentaje de severidad fueron transformados con la fórmula $\arcseno\sqrt{\%}$, según Steel y Torrie (1992), y comparados con la

tasa de desarrollo de la enfermedad se calculó a partir de la ecuación propuesta por Vanderplank, 1963 como un parámetro cuantitativo que permite diferenciar genotipos resistentes y susceptibles, donde:

$$r = \frac{1}{t_1 - t_0} \left(\text{Log}_e \frac{X_1}{1 - X_1} - \text{Log}_e \frac{X_0}{1 - X_0} \right)$$

Donde: r = Tasa de desarrollo
 $\text{Log } e$ = Logaritmo natural
 X_1 = Enfermedad final.
 t_1 = Tiempo final
 X_0 = Enfermedad inicial.
 t_0 = Tiempo inicial

Y se realizó la comparación de la tasa de desarrollo

$r = 0,162$ cultivares moderadamente resistentes = control adecuado
 $r = 0,21$ cultivar susceptible = control intermedio
 $r = 0,41$ cultivar muy susceptible = no hay control

Análisis Económico: se utilizó la metodología de presupuesto parcial (Perrin *et al*, 1976) la cual busca examinar cambios que se efectúan debido a una nueva recomendación, considerando constantes las demás prácticas y costos del cultivo. Se realizó un formato para organizar la información de los diferentes costos; se tuvo en cuenta el precio del producto a nivel nacional en el momento siendo 480 pesos/kg de producto. Se calculó el Beneficio Neto, la Rentabilidad y la tasa de retorno Marginal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (**Tabla 1**), muestra diferencias altamente significativas para todas las evaluaciones exceptuando la segunda que fue significativa; por lo anterior se puede establecer que la severidad de la gota (*Phytophthora infestans*), fue afectada por la aplicación de los tratamientos (químicos y en mezcla con caldo microbial).

Tabla No 1. Análisis de varianza para las seis evaluaciones de severidad.

F de V	GL	1ªEvalu CM	2ªEvalu CM	3ªEvalu CM	4ªEvalu CM	5ªEvalu CM	6ªEvalu CM	¹ ABPC CM
BLOQ	3	0,00007NS	0,027*	0,0253NS	0,063NS	0,0470NS	0,059NS	704281,03NS
TRAT	7	0,01209**	0,020*	0,037**	0,1685**	0,396**	0,431**	3262256,31**
ERROR	21	0,00007	0,004	0,005	0,018	0,016	0,016	184776,650
R2		0,98	0,71	0,77	0,78	0,90	0,90	0,87
CV		44,06	35,84	30,58	31,05	30,89	26,73	16,23

Comparador de Tukey (0,05%) = 4,75
 NS = No significativo

¹ ABCPE: Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad
 * = Significativo

**= altamente significativo

En la comparación de prueba de medias (**Tabla 2**), se encontró que el testigo difiere de los demás tratamientos para el porcentaje de severidad en gota (*Phytophthora infestans*). Sin embargo, en todos los tratamientos (Caldo Microbial (T2), Caldo Microbial más Mancozeb (T3), Caldo Microbial más Cymoxanil (T4), Caldo Microbial más Propamocarb (T5), Mancozeb más Cymoxanil (T6), Mancozeb más Propamocarb (T7) y Mancozeb más Oxadicyl (T8)) existe la misma tendencia hasta la cuarta evaluación, por que no se presentaron diferencias significativas a través del tiempo.

Esto indica que la aplicación de caldo microbial es igual a las mezclas de a los comparativos químicos (T6, T7 Y T8), utilizados tradicionalmente por el agricultor para el control de esta enfermedad.

Tabla No 2. Prueba de significancia para Porcentaje de severidad de la gota (*Phytophthora infestans*).

TTO	Evaluación I	Evaluación II	Evaluación III	Evaluación IV	Evaluación V	Evaluación VI	ABCPE*
T1	2,44 a	12,04 a	20,13 a	50,86 a	77,72 a	98,35 a	203,53a
T2	0 b	5,25 b	7,5 b	15,96 b	32,34 b	53,59 ab	105,18b
T3	0 b	3,75 b	6,19 b	7,69 b	21,65 bc	32,38 bc	84,18bc
T4	0 b	2,25 b	3,38 b	5,25 b	6 c	9,75 cd	40,6c
T5	0 b	2,81 b	4,13 b	5,25 b	5,06 c	6,75 d	47,6bc
T6	0 b	2,81 b	3,19 b	4,5 b	4,5 c	6 d	33,6c
T7	0 b	2,63 b	2,63 b	3,94 b	3,94 c	7,69 d	31,68c
T8	0 b	2,06 b	2,44 b	3,56 b	4,5 c	5,06 d	28,18c

Significancia de Tukey Pr>F 0.05 * ABCPE: Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad

En la quinta y sexta evaluación el Caldo Microbial (T2) perdió su eficiencia en el control de gota, en comparación con los tratamientos químicos. Estas observaciones determinaron un efecto preventivo del Caldo Microbial, pero no el efecto curativo sobre el progreso de la enfermedad, Mesén (2000) afirma que los fungicidas orgánicos como caldos microbiales, extractos de plantas y controles biológicos (actúan sobre la esporulación) son normalmente preventivos, es decir que deben aplicarse antes de la aparición de la enfermedad para proteger las plantas, por tal razón se denominan fungistáticos ya que inhiben primordialmente la germinación de esporas del hongo.

Agrios, (2004) afirma que numerosas bacterias, la mayoría de ellas gran-negativas saprófitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, y un menor número de los géneros Gram- positivos *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Corynebacterium*, existen sobre la superficie de las plantas. En algunos casos, la aspersion de superficie foliar con preparación de bacterias saprófitas o bien con cepas avirulentas de bacterias patógenas, ha reducido de manera considerable el número de infecciones que causan las bacterias y hongos patógenos. Paredes (1997), reporta que los tratamientos de control biológico de gota con extractos vegetales y cultivos líquidos de microorganismos son favorables en la inhibición del desarrollo del patógeno en los primeros estados del cultivo.

Posiblemente las bondades del biofertilizante en su composición rica en diversidad de microorganismos descomponedores del género *Lactobacillus sp.* y *Saccharomyces sp* (**Tabla 3**) y fuentes nutricionales en forma orgánica (**Tabla 4**), sean la causa de estimular el fortalecimiento del cultivo y el crecimiento de la microbiota que rodea la planta, lo cual estimulan las defensas, similar a Mantilla (2007) y Martínez (2002), quienes afirman que los biopreparados líquidos son productos que contienen células vivas o latentes de microorganismos, fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y potencializadoras de diversos nutrimentos aumentando la cantidad de nutrimentos asimilados por la planta y se aceleran los procesos fisiológicos que influyen en el desarrollo y el rendimiento de los cultivos, además de crear relaciones antagónicas y de competencia con diferentes microorganismos fitopatógenos, colaborando de esta forma en la prevención y combate de enfermedades en las plantas, en este caso a pesar de que no hay reportes de efecto específico contra la gota (*Phytophthora infestans*), se alcanzó un control preventivo en los primeros estados de desarrollo del cultivo evidenciado en el porcentaje de severidad de los tratamientos con caldo microbial, estadísticamente similares a los tratamientos químicos en las primeras evaluaciones.

Tabla No. 3 Análisis de microorganismo presentes en la caldo microbiano de estiércol de vaca

	Microorganismos	Estiércol de vaca
<i>Lactobacillus sp.</i>	Bacilos Gram positivos en empalizada	+
<i>Saccharomyces sp.</i>	Células Gram positivas	+

Laboratorio de microbiología de la Universidad de Nariño

Fornasero *et al* (2007) afirman que la mezcla de los géneros bacteriales *Saccharomyces*, *Lactobacillus* y *Pseudomonas* obtienen biofermentados que producen ácidos orgánicos promotores de la descomposición de material vegetal, sustancias antimicrobiales, sustratos útiles estimuladores del crecimiento de las plantas y microorganismos, convirtiéndose en un inóculo microbiano que permite restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema.

Tabla No. 4 Análisis Bromatológico de Caldo Microbiano de estiércol de vaca

ANALISIS	Caldo microbiano: Estiércol de vaca
Carbono (%)	3.12
Nitrógeno (%)	0.17
Relación C/N	17.92
Calcio (%)	0.26
Fósforo (%)	0.03
Magnesio (%)	0.07
Potasio (%)	0.36
Azufre (%)	0.14
Cobre (ppm)	0
Manganeso (ppm)	15
Zinc (ppm)	3
Hierro (ppm)	36
pH	3.9

*Laboratorio de bromatología de la Universidad de Nariño

En general, Restrepo (2000), afirma que las plantas que reciben una nutrición equilibrada, tienen una mayor capacidad para protegerse de infecciones y limitar las ya existentes, mientras que las plantas que presentan deficiencias o toxicidad por uno o más nutrientes son más vulnerables. Martínez (2002) afirman que los biofertilizantes representan la adición de nutrientes en todas sus formas, microorganismos y sus metabolitos orgánicos e inorgánicos afectan el desarrollo de la planta y sobre la comunidad microbiana de la hoja y del suelo, especialmente los fitopatógenos se ven afectados por la presencia de sustancias antimicrobiales, como por la acción directa de estos organismos sobre el patógeno y sobre el hospedante. En relación con los microorganismos, las interacciones antagónicas que involucran hongos levaduriformes filamentosos y bacterias con los patógenos, ocurren básicamente debido al parasitismo, a la competición, a la antibiosis y a la inducción de resistencia dando el efecto de biocontrol a los biofertilizantes.

En el caso específico de la presencia de *Lactobacillus sp.*, Chavez y Mc Donal (1995), afirman que son bacterias que producen a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras, el ácido láctico; un compuesto altamente esterilizante que suprime microorganismos nocivos y mejora la descomposición de la materia orgánica mediante la fermentación y descomposición de materiales como lignina y celulosa. Según Quiroz *et al* (2004) se han observado efectos supresivos sobre *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia sp.* en tomate. Obregón (2000) afirma que la inhibición de *Erwinia sp* se podría deber al efecto de la nisina que es un antibiótico producido por algunas bacterias lácticas razón por la cual se pudo observar el efecto preventivo del caldo en estudio.

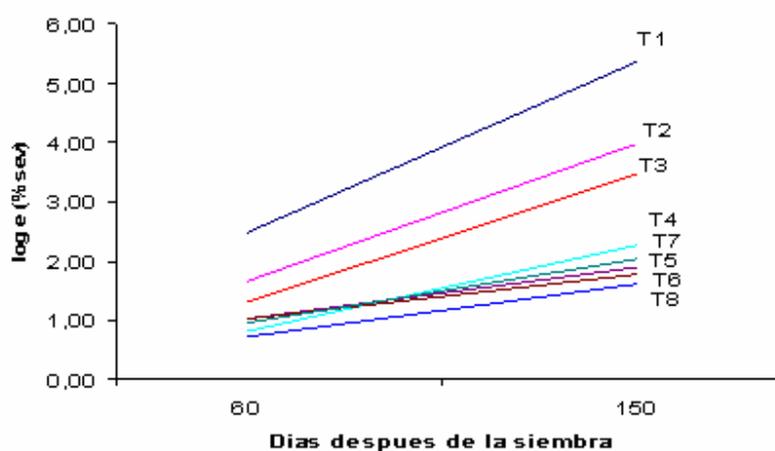
Según Albertín *et al* (2004) y Okumoto (2003), afirman que los microorganismos encontrados en el caldo microbial en estudio como son *Lactobacillus sp.* y *Saccharomyces sp.* están presentes en diversos productos biológicos como el Edafón Raíz, Bacthon, entre otros que hacen parte de los denominados Microorganismo Eficientes (E. M.). Los E. M. son inóculos microbianos que contienen especies seleccionadas de levaduras, bacterias ácido lácticas, en menor cantidad, bacterias fotosintéticas y hongos actinomicetos, estos microorganismos son compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido. Tiene diversos usos en agricultura no solo para mejorar el suelo o para la producción y protección de plantas, afirma Gigena y Tribaldos (1998).

Zatarin *et al.* (2005) demostraron la eficiencia de la leche en controlar el oídio del calabacín en condiciones de campo recomendando su utilización en forma preventiva, preferible en mezcla con caldos foliares. La adición de la leche de vaca cruda y estiércol de ganado, por ser una fuente con gran riqueza de microorganismos (*Lactobacillus sp.*), es una buena alternativa como componentes del caldo microbial y mediante una adecuada fermentación (biofertilizantes, supermagro), se ha observado que su aplicación a las plantas disminuye el ataque de algunas enfermedades foliares (Weltzien, 1990), incentivando los mecanismos de defensa de la planta, los microorganismos y sustancias presentes en el preparado para afectar negativamente a varios patógenos. Además Weltzien (1990) y Arauz (2003) encontraron que los abonos líquidos derivados de estiércol son más eficaces para el combate de enfermedades foliares que los derivados de residuos vegetales (Arauz 2003).

Mendez y Viteri (2007) afirman que la menor incidencia de enfermedades se presentó significativamente en los tratamientos bocashi bovinaza + caldo super cuatro + fertilizante, y bocashi bovinaza + caldo super cuatro + caldo rizósfera + fertilizante debido al aporte de una gran cantidad y diversidad de microorganismos benéficos que son importantes para la nutrición balanceada de la planta y su defensa contra los fitopatógenos en la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) especialmente del complejo mildew (*Peronospora destructor*), amarillera (*Alternaria porri* y *Stemphyllium sp.*) denominado por Chaboussou citado por Restrepo (2004) como la “Teoria de la Trofobios”.

Tasa de Desarrollo de la Enfermedad: se encontró que los menores crecimientos en la tasa de desarrollo de la enfermedad fueron para los tratamientos Mancozeb + cymoxanil (T6), Caldo microbial (preventivo) + Propamocarb (T5), Mancozeb + Oxadicil (T8), Mancozeb + Propamocarb (T7) con valores de 0.008, 0.010, 0.010 y 0.012 unidades/día, respectivamente. Cabe resaltar que los tratamientos T5 y T8, presentaron perfiles bajos con etapas exponenciales menos pronunciadas de crecimiento similar (0.10), observándose que la aplicación del Caldo Microbial acompañado con Propamocarb (T5) fue una alternativa comparable con un control químico tradicional Mancozeb +Oxadicil (T8), Figura 1.

Figura 1: Tasa de Desarrollo de (*Phytophthora infestans*) en los tratamientos de caldo microbial y fungicidas químicos.



El tratamiento Mancozeb + Caldo Microbial curativo (T3) mostró una tasa de desarrollo de 0,24 Unidades/día, superando ampliamente la tasa de desarrollo del tratamiento con Caldo

Microbial + Cimoxanil (T4) con valor de 0,16 unidades/día, que equivale a la tasa aceptada para un cultivar moderadamente resistente (0.16), siendo 0.21 la establecida para cultivares susceptibles y 0,42 unidades/día para un cultivar muy susceptible al tizón tardío (Vanderplank 1963, Zadocks y Schein 1979).

Según Sañudo (2001) aplicaciones de caldos microbiales enriquecidos con fuentes simples ricas en elementos mayores y menores, logran mejorar la nutrición de la planta, logrando mejor desarrollo foliar, resistencia a déficit hídrico y ataques de fitopatógenos y aumenta rendimiento de brócoli (estimula enraizamiento, teniendo acción fitoreguladora y protectora sobre el follaje); obteniendo resultados significativos en dosis de 2000 cc por bomba aplicado cada 15 días, siendo Nitrógeno y Potasio y Fósforo los elementos de mayor concentración.

Componentes de rendimiento: en el análisis de varianza mostrado en la **Tabla 5**, puede observarse diferencias altamente significativas para las variables, tubérculos de primera, segunda, tercera y rendimiento para los tratamientos aplicados. En el análisis de significancia se encontró que en los tubérculos de primera el caldo microbial en sus diferentes aplicaciones: Caldo microbial curativo + Mancozeb (T3), Caldo microbial (T2), Caldo microbial preventivo + Cimoxanil (T4) y Caldo microbial preventivo + Propamocard (T5), no fueron efectivos para la obtención de mayores pesos en esta categoría, los mejores rendimientos 17.3, 14.99 y 14.83 ton/ha se obtuvieron con las aplicaciones químicas tradicionales, tratamientos 7, 8 y 6, respectivamente, con comportamiento estadístico similar (**Tabla 6**).

Tabla No 5. Análisis de varianza para componentes de rendimiento, (tubérculos de primera, segunda, tercera y rendimiento).

TUBERCULOS ►		Primera	Segunda	Tercera	Rendimiento
F de V	GL	CM	CM	CM	CM
BLOQ	3	4,855NS	1,97311NS	0,15855*	12,892*
TRAT	7	122,106**	26,032343**	0,493829**	115,866**
ERROR	21	1,817	0,871	0,049	3,697
R2		0,957	0,911	0,792	0,916
CV		13,133	19,614	14,232	11,596

Comparador de Tukey (0,05%) = 4,75
NS = No significativo

¹ ABCPE: Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad
* = Significativo

**= altamente significativo

En cuanto a tubérculos de segunda se encontró que los T3, T5 y T4; obtuvieron los mejores promedios, 7.74, 6.75 y 6.58 ton/ha, comportándose estadísticamente de forma similar; se observó que el caldo microbial aplicado en estos tratamientos empezó a mostrar sus efectos en el aumento en este tipo de tubérculos. Los pesos más bajos en esta categoría fueron para los tratamientos T1, T8 y T7 con promedios correspondientes a valores de 1.84, 2.18 y 2.17 ton/ha. (Tabla 6).

Tabla No 6. Prueba de significancia de Tukey para Rendimiento y Clasificación.

PRIMERA			SEGUNDA			TERCERA			RENDIMIENTO		
GRUPO	PROM	TRAT	GRUPO	PROM	TRAT	GRUPO	PROM	TRAT	GRUPO	PROM	TRAT
A	17,33	T7	A	8,7475	T3	A	1,9575	T1	A	20,83	T6
A	14,9975	T8	AB	6,75	T5	AB	1,935	T2	AB	20,748	T7
A	14,8325	T6	ABC	6,5825	T4	AB	1,9175	T8	AB	19,83	T5
B	11,5825	T5	BC	5,3175	T2	ABC	1,5	T5	AB	19,078	T8
BC	9,3325	T4	C	4,5025	T6	ABC	1,5	T6	ABC	16,915	T4
CD	7,25	T2	D	2,1675	T7	BC	1,42	T3	BC	16,248	T3
D	6,085	T3	D	2,1675	T8	C	1,2525	T7	C	14,5	T2
E	0,7075	T1	D	1,835	T1	C	0,9975	T4	D	4,498	T1

Significancia de Tukey $Pr > F 0.05$

Para tubérculos de tercera, el caldo microbial solo (T2) y los tratamientos T8, T5 y T6, son iguales que el testigo (T1), con los promedios más altos. Los promedios más bajos en esta categoría fueron para los tratamientos T4, T7, T3, T6 y T5. Tabla No. 6. Los resultados en cuanto a rendimiento (Tabla No. 4), puede observarse que el tratamiento seis (Mancozeb mas Cymoxanil, presenta el mejor promedio (20.83 ton/ha) comportándose estadísticamente igual que los tratamientos químicos (T7, T8) y los de caldo microbial en mezcla con químicos (T5, T4) con promedios entre 20.83 ton/ha a 16.915 ton/ha. Esto posiblemente se deba a que el rendimiento está muy relacionado a los ataques de gota, observándose que la significancia en los porcentaje de severidad a través del tiempo (ACBPE), fueron mas efectivos cuando se utilizó productos erradicantes en aplicaciones repetidas. Estos resultados sugieren que las aplicaciones de caldo microbial son netamente preventivas y debe ir acompañado del control químico curativo para lograr buenos rendimientos. Como los obtenidos por Solano (2002) con tratamientos químico tradicional con cymoxanil, con biofungicidas como cola de caballo

más cal más ceniza y cola de caballo con ceniza, comportándose estadísticamente igual entre estos tratamientos evaluados posiblemente por el contenido de nutrientes de la ceniza.

En el análisis de correlación del rendimiento vs. porcentaje de severidad se encontró una correlación -0.83^* lo cual indica que el rendimiento se ve influenciado en una gran proporción por la severidad de la enfermedad. Por lo anterior puede concluirse que posiblemente los resultados obtenidos por el tratamiento seis, se deban a la participación de ataques de gota y se presente igual significancia estadística en los tratamientos T7, T5 y T8 en los cuales se presentaron los mejores rendimientos de este grupo. Portilla y Salas (2007), afirman que el rendimiento en diferentes cultivares de papa se ve influenciado por los ataques de gota con un valor de correlación de 0.64, confirmando lo expuesto anteriormente.

De otra parte, Nuninger *et al* (1995), afirman que limitan a 2 o 3 aplicaciones de las fenilaminas para evitar la resistencia de *Phytophthora infestans*, y evitar que estos productos interfieran negativamente en la producción; evidenciada en la presente investigación en el tratamiento con Oxadicil (T8) donde se observa la falta de llenado de tubérculos en comparación con los otros químicos. Molina, 1982 afirma que productos químicos erradicantes, utilizados periódicamente en el cultivo interfieren en el engrose del tubérculo por exceso de aplicaciones en etapa de madurez fisiológica.

Realizando una comparación entre el rendimiento en cuanto a la calidad de la producción se evidencia que a pesar de la baja concentración de elementos en el caldo microbial aportados por fuentes simples que se utilizaron como Nitrato de potasio, Roca Fosfórica y los elementos que aportan los materiales orgánicos, su constante uso, posiblemente logró un desarrollo adecuado de los procesos fisiológicos de la planta, logrando reducir el efecto de la severidad en el rendimiento reflejado estadísticamente en la igualdad con los tratamientos químicos en la producción total, y en la clasificación por tamaño de los tubérculos obteniendo rendimientos medios.

Mendez y Viteri (2007) obtuvieron diferencias entre tratamientos en cuanto al número de bulbos y peso de bulbos de cebolla enfermos y sanos no fueron significativas; sin embargo, desde el punto de vista de producción llama la atención el hecho que el mayor peso de bulbos

sanos se obtuvo en los tratamientos correspondientes a cada uno de los bocashis suplementado con caldo súper cuatro, caldo rizósfera y fertilizante, con una diferencia frente al testigo regional de alrededor de 10 t·ha⁻¹, permitiendo inferir que el bocashi gallinaza o bovinaza, suplementado con caldo rizósfera y caldo súper cuatro, constituye una alternativa tecnológica con mucho potencial para la producción sostenible de cebolla de bulbo particularmente en Cucaita y, en general, para la reorientación del enfoque de la producción agrícola de acuerdo con los principios agroecológicos planteados por Altieri y Nicholls (2000).

Análisis Económico

Para este análisis se utilizó la metodología de presupuesto parcial de Perrin *et al* (1976) y los precios de la papa Diacol Capiro en el 2004, Sipsa (2005) y Quintero y Acevedo (2004). En la Tabla 7 se observan que la mayor rentabilidad la presentó el tratamiento Mancozeb+Cymoxanil (T6) con 53,3 % y en el Beneficio Neto seguido de los demás tratamientos químicos, quedando en tercer lugar la mezcla Caldo Microbial+Cymoxanil (T5). El mayor beneficio se obtuvo con la aplicación de Mancozeb + Cymoxanil (T6) con un valor de 7.178.084 pesos/ha, seguido por la aplicación de Mancozeb + Propamocarb (T7), luego el Caldo microbial + Propamocarb y luego Mancozeb+ Oxadicil (T8) (Tabla 5).

Tabla 7. Presupuesto parcial del Caldo Microbial vs. Productos Químicos en el control de la gota (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa var. DIACOL CAPIRO

TRAT	COSTO INSUMOS - MANO DE OBRA	COSTOS COSECHA (CC)	TOTAL COSTO VARIABLE (TCV)	DEMÁS LABORES	COSTOS TOTALES(CT)	PROD TON/ha	(IB) INGRESO BRUTO (\$480 kg papa)	INGRESO NETO (IN) (IB - CT)	RENTA BILIDAD (IN/CT) *100	BENEFICIO NETO (BN): (IB- TVC)
T7	695.250	1.120.392	1.815.642	4.063.720	5.879.362	18,72	8.944.004	3.064.642	52,13	7.128.362
T6	654.000	1.124.820	1.778.820	4.063.720	5.842.540	18,75	8.956.904	3.114.364	53,30	7.178.084
T5	660.500	1.070.820	1.731.320	4.063.720	5.795.040	17,82	8.514.004	2.718.964	46,92	6.782.684
T8	670.000	1.030.212	1.700.212	4.063.720	5.763.932	17,19	8.213.004	2.449.072	42,49	6.512.792
T4	603.000	913.410	1.516.410	4.063.720	5.580.130	15,21	7.267.003	1.686.873	30,23	5.750.593
T3	615.600	877.392	1.492.992	4.063.720	5.556.712	14,49	6.923.003	1.366.291	24,59	5.430.011
T2	428.000	783.000	1.211.000	4.063.720	5.274.720	13,05	6.235.003	960.283	18,21	5.024.003
T1	0	242.892	242.892	4.063.720	4.306.612	4,05	1.935.001	-2.371.611	-55,07	1.692.109

Fuente: esta investigación

Sin embargo, la mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con la aplicación del Caldo Microbial en mezcla de los químicos curativos con 1369 % para Caldo Microbial + Cymoxanil (T4) y 868 % para Caldo Microbial + Propamocarb (T5), por tener un costo más bajo en el control de la gota (*Phytophthora infestans*). (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis económico de retorno marginal

TRATAMIENTOS	TOTAL COSTOS VARIABLES	COSTO MARGINAL	BENEFICIO NETO	BENEFICIO NETO MARGINAL	TRM % (BNM/CM)*100
T1	446.892		1.488.109		
T2	1.211.000	764.108	5.024.003	3.535.894	463
T3	1.492.992	281.992	5.430.011	406.008	144
T4	1.516.410	23.418	5.750.593	320.582	1.369
T8	1.700.212	183.802	6.512.792	762.198	415
T5	1.731.320	31.108	6.782.684	269.892	868
T6	1.778.820	47.500	7.178.084	395.400	832

Fuente: esta investigación

CONCLUSIONES

Se encontró que es conveniente hacer aplicaciones de caldo microbial en el cultivo de la papa, pero de una manera preventiva y como aporte a otros tipos de control tradicional como el uso de fungicidas sistémicos.

La aplicación de productos químicos en mezcla de preventivos y curativos sigue siendo el mejor control de la gota (*Phytophthora infestans*) reflejado en la menor tasa de desarrollo para Mancozeb+ Cymoxanil (T6) con 0.008 unidades/día, en la mejor producción, que se obtuvo con los tratamientos químicos, el mejor fue de 20,83 ton/ha para el Mancozeb+ Cymoxanil (T6), seguido de Mancozeb + Propamocarb (T7), Caldo microbial + Propamocarb (T5) y Mancozeb + Oxadicil (T8), y siendo económicamente los tratamientos más rentables.

BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. 2004. Plant pathology. 5 ed. México: Ed. Limusa, 826p.

ALTIERI, M. y NICHOLLS, C. 2000. Agroecología: teoría y prácticas para una agricultura sustentable. 1ª. Edición. PNUMA, México DF. 43 p.

ALVARADO, L. F. 1992. Descripción de las primeras variedades cultivadas en Nariño. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Cartilla Divulgativa No 58. Pasto, Noviembre. p15.

ALBERTÍN, A., BLAZQUEZ, M. y QUIRÓS, A. 2004. Elabore sus propios abonos, insecticidas y repelentes orgánicos. Instituto Nacional de Aprendizaje, Organización Para Estudios Tropicales. In: Proyecto: Integrando la agricultura ecológica en el desarrollo sostenible en la Cuenca Baja del río Tempisque. Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. 40 p.

ARAUZ, L. F. 2003. Utilización de abonos orgánicos en el combate de enfermedad de plantas. In: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Memoria. San José, Costa Rica. p 81–93.

CAMPBELL, C. MADDEN, L 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons. New Cork. 532p.

CEVIPAPA. 2008. Centro virtual de investigación de la cadena agroalimentaria de la papa. [http:// www.cevipapa.org.co](http://www.cevipapa.org.co). P 2. Octubre 2008.

CHABOUSSOU, F. 1980. Les plantes maladies des pesticides. Bases nouvelles d'une prevention contre maladies et parasites. Éditions Debar: Paris, 271 p.

CHAVEZ y Mc DONALD 2005. Uso Práctico de Microorganismos Eficientes. ACCS, En: Extensión Agropecuaria. Quiroz A, Albertin A, Blázquez M. 2004.

CLIVE, J. 1970. A manual of diseases assessment keys plant diseases. Can. Departament Agriculture. 50p.

CHAVEZ Y Mc DONALD. 2005. Uso práctico de Microorganismos Eficientes. ACCS, Extensión Agropecuaria.

DIRECCION DE DESARROLLO SOSTENIBLE. 2004. Guía ambiental para el cultivo de la papa. Bogotá. Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial. p 55.

FORNASERO, L. V.; TONIUTTI, M.A.; GAMBAUDOY, S. P. y MICHELOUD, H. A. 2007. Fertilización Biologica: Bacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal. Catedra de Diagnóstico y Tecnología de Tierras. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNL.

GALLARDO LOPEZ, A. y TIMANA ALEGRIA, O. S. 2002. Evaluación de la repuesta del repollo (*Brassica oeraceae*) variedad bola verde en la aplicación del fermentado anaeróbico a base de alfalfa (*Medicago sativa*) en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, Nariño. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. 87 p.

GINENA, F. y TRIBALDOS, R. 1998. Análisis financiero y ambiental de la producción de bocashi a partir de excretas bovinas, fibra seca y microorganismos eficientes (EM), en las áreas de doble propósito y semiconfinamiento de la Herat, como sustituto del agua para lavado. Tesis Lic. Ing. Agro. Guácimo, CR, EARTH. 32 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. 2004. Información Meteorológica. Estación: 5204501. Est: Obonuco, Nariño: IDEAM, p 2. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI. Diccionario Geográfico de Colombia. Bogotá : IGAC. 1996. Tomo 3. 1302 p.

JARAMILLO VILLEGAS, S. 2003. Monografía sobre *Phytophthora infestans* (Mont) de bary. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín. p 95 – 109.

KATIUSKA, A. V. 2002. Evaluación de abonos orgánicos y biofertilizantes líquidos para el desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo sistema de cultivo protegido en Panamá. CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 120 p.

MANTILLA CARDENAS, M. E. 2007. Evaluación de la acción de un bioinoculante sobre un cultivo de Crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* var. Yoko ono) en periodo de enraizamiento. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera de Microbiología Agrícola y veterinaria. Bogota D. C. p 21 – 38.

MARTINEZ, R. 2002. Características de los biofertilizantes y bioestimuladores en las regiones tropicales. La Habana, CU, INIFAT. 68 p.

MENDEZ, M. J y VITERI, S. E. 2007. Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyacá. Programa de Maestría en Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja e-mail: sviteri@tunja.uptc.edu.co. In: Agronomía Colombiana 25(1). p 168-175.

MESÉN, R. 2000. Manejo integrado del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) con extractos naturales y fungicidas químicos en el cultivo de la papa en Tierra Blanca de Cartago. *l Congreso de Agricultura Conservacionista, San José, 28-29 de noviembre* Costa Rica. <URL: [http://: rafamesen@yahoo.com](http://rafamesen@yahoo.com) Ministerio de Agricultura, Agencia de Servicios Agropecuarios de Tierra Blanca. p 4.

MOLINA, V. L. 1982. Enfermedades Fungosas y Bacteriales de la Papa. Tercer curso de actualización de conocimiento en el cultivo de la papa. Pasto, Colombia. p 82 - 104.

NUNINGER, C., STEDEN, C. y STAUB, T. 1995. The contribution of Metalaxyl-based fungicide mixtures to potato late blight control. Paginas 122 – 129. En: *Phytophthora infestans* 150. Dowley, L., Bañón, E., Keane, T., y O’Sullivan, e. eds, Boole Press Ltd. Dublín.

OBREGÓN, M. 2000. Estudio preliminar para evaluar las posibles aplicaciones del lactosuero en la agricultura. Tomado de Revista TECNIA. Octubre, Vol. 1. INA. San José Costa Rica.

OKUMOTO, S. 2003. Uso de inoculante microbiano para la elaboración de abono orgánico. Escuela de Agricultura de La Región Tropical Húmeda, Universidad EARTH, San José, Costa Rica. 2003. 10 p. In: In: Taller de Abonos Orgánicos. Proyecto NOS del CATIE, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. Marzo. 155 p.

PACHECO, F. 2005. Lactofermentos: Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados. Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. CATIE, ACCS. Costa Rica. 18 p.

PACHECO, F. 2003. Producción, utilización y algunos aspectos técnicos de los biofermentos. Abonos Orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. CIA UCR, CATIE, ACCS.

PAREDES, M. 1997. Efecto de fungicidas biológicos en el control de *Phytophthora infestans* en cultivos de papa. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

PERRIN, R.; WINKELMAN y ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México: CYMMYT. 54p.

PORTILLA, A. E. y SALAS, H. A. 2007. Evaluación de la reacción de genotipos de papa *solanum tuberosum* al ataque de *phytophthora infestans* causante de gota. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, p. 52 -70.

QUINTERO, L. y ACEVEDO, X. 2004. Costos de producción de papa en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. En: Observatorio Agro cadenas Colombia. <http://www.agrocadenas.gov.co> 1p.; febrero 2008.

QUIROZ A, ALBERTIN A, BAZQUEZ M. 2004. Elabore sus propios abonos insecticidas y repelentes orgánicos. Organización de Estudios Tropicales, Instituto Nacional de Aprendizaje. AVINA. 36p.

RESTREPO, J. 2004. Teoría de la Trofobiosis. Preparado con base en los textos de Francis Chaboussou:(Dependencia entre la calidad nutricional de las plantas y sus parásitos), SENA. 26 p.

RESTREPO, J. 2000. Material didáctico del X curso-taller latinoamericano sobre agricultura orgánica con énfasis en la preparación de biofertilizantes y caldos minerales para café, frutales y hortalizas. San José, CR, UNED. 135 p.

SAÑUDO, BENJAMIN, CHECA, OSCAR, y ARTEAGA, GERMAN. 1999. Manejo agronómico de leguminosas en zonas cerealistas. Pasto: Produmedios, 98p.

SAÑUDO, Benjamín; ARTEAGA, German; CHAVEZ, German y VALLEJO, Walter. Introducción al manejo de frutales andinos. Pasto: UNED, 2001. 118 p.

SAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA, G. 2001. Perspectivas Para el Desarrollo Agrícola de la Zona Triguera de Nariño. Pasto: Corpotrigo – Universidad de Nariño. 214p.

SISTEMA DE INFORMACION DE PRECIOS DEL SECTOR AGROPECUARIO (SIPSA). 2005. Precios de la papa en el 2004. In El Labriego. Bayer CropScience, Enero – febrero. No 32. 11 p.

SOLANO, N. 2002. Producción de Papa con Aplicación de Abonos Orgánicos. En: I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista. San José, 28-29 Noviembre. Llano Grande. Cartago, Costa Rica.

STEEL, R.; TORRIE, J. 1992. Bioestadística: Principios y procedimientos. Trad. R Martínez. 2da ed. México, McGraw-Hill. 621 p.

VAN DER PLANK, J. E. 1963. Plant diseases: epidemic and control. New York: Academic Press. 349p.

WELTZIEN, H. C. 1990. The use of composted materials for leaf disease suppression in field crops. In: Unwin, R. ed. Crop protection in Organic and Low Input Agriculture; Options for reducing agrochemical usage. BCPC Monograph No 45. The British Crop Protection Council, Farnham.

ZATARIN, M., CARDOSO, A. I. y HURTADO, E. L. 2005. Efeitos de tipos de leite sobre ódio em abóbora plantadas no campo, *Horticultura Brasileira* 23:198-201.

ZADOCKS, J y SCHEIN, R. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Oxford University Press. Oxford.