

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**Departamento de Protección Agrícola y Forestal**



**Trabajo de Diploma**

***Efecto de diferentes niveles de insumos y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café, ciclo 2006-2007.***

**Autores:**

**Br. Ruddy Gómez Gómez.**

**Br. Walter Guerrero Montenegro.**

**Asesor: Ing. Msc. Arnulfo Monzón C.**

**Managua, Noviembre, 2007.**

## DEDICATORIA

Primeramente y de manera muy especial a **Dios** padre todo poderoso dador de vida y sabiduría por haberme brindado el don de la vida y por brindarme la fuerza y sabiduría durante esta etapa tan importante de mi vida.

Con mucho cariño y amor a mis padres, de una manera muy pero muy especial a mi madrecita querida **Ethelvina Gómez Guevara** por guiarme por los caminos del bien, inculcarme valores éticos, morales y espirituales y que con muchos sacrificios me ha apoyado de manera incondicional durante toda mi vida, a mi papa **Carlos Gómez** por haberme apoyado durante toda esta etapa tan importante. Gracias por ser las personas más importantes en mi vida.

Muy especialmente a mi hermano **Axel Herrera Gómez** por brindarme su apoyo y cariño de hermano.

De manera muy especial al **Sr. Emigdio Herrera** por haberme brindado su apoyo incondicional durante las etapas más difíciles de mi vida, siempre le estaré agradecido.

A mis abuelos maternos **Martín Gómez** y principalmente a mi abuelita querida **Herminia Guevara**, que con su amor y apoyo tanto moral como espiritual me han ayudado a salir adelante en todas mis etapas de vida.

A mis abuelos paternos **Juan Gómez** y **Estela Calderón** por su apoyo moral y espiritual que me han brindado. A todos mis primos (as), tíos (as) que de una u otra manera me han servido como fuente de apoyo incondicional para realizarme en la vida. A todos mis **amigos** de Condega que de una u otra forma me ha brindado su amistad y apoyo incondicional.

**Ruddy Misael Gómez Gómez**

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico especialmente a **Dios** nuestro padre celestial por darme la fuerza y sabiduría para culminar mi profesión.

Dedico este trabajo a mis padres **Juan Francisco Guerrero Vallecillo, Martha Adriana Montenegro Cruz**, por haberme brindado su ayuda y comprensión a lo largo de mis estudios.

A mis hermanos **Edwin, Joao, Martín, Kells**.

A toda mi familia que de una u otra manera me instaron a terminar.

A mi padrino **Carlos Tercero** por brindarme su ayuda en momentos difíciles de mis estudios.

**Walter Francisco Guerrero Montenegro**

## **AGRADECIMIENTO**

Damos gracias a **DIOS** por habernos dado la vida y por darnos la fuerza y sabiduría para llegara hasta esta etapa de nuestra vida y por estar a nuestro lado en todos los momentos.

Muy especialmente a nuestro asesor **Ing. ARNULFO MONZON** por su apoyo incondicional durante el proceso de realización de esta investigación.

Al personal docente de la **UNA**, en especial a la facultad de **Agronomía** por habernos brindado sus conocimientos en nuestra formación profesional.

Al **CATIE, INTA y UNICAFE** por ser los precursores de este proyecto y permitirnos realizar nuestro estudio de tesis.

De manera especial a los miembros del **CATIE** los “cheles” **LEDYS y ELVIN** por habernos brindado su ayuda durante toda la etapa de campo de nuestro estudio.

También de manera especial a todos nuestros compañeros (as) de clase.

**Ruddy M. Gómez Gómez**  
**Walter F. Guerrero Montenegro**

## INDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA.....   | I    |
| AGRADECIMIENTO.....  | III  |
| INDICE GENERAL.....  | IV   |
| INDICE DE FIGURAS.....   | VIII |
| INDICE DE TABLAS.....  | IX   |
| RESUMEN.....   | X    |
| I. INTRODUCCION.....   | 1    |
| II. OBJETIVOS.....   | 4    |
| 2.1. Objetivo general.....   | 4    |
| 2.2. Objetivos específicos.....  | 4    |
| III. MARCO TEORICO.....  | 5    |
| 3.1. Condiciones agro ecológicas para el cultivo del café.....                 | 5    |
| 3.2. Factores limitantes para el cultivo.....                                  | 5    |
| 3.2.1. Condiciones climáticas y características de suelo.....                  | 6    |
| 3.2.2. Plagas y enfermedades del café.....                                     | 7    |
| Mancha de Hierro ( <i>C. coffeicola</i> , Berk y cooke).....                   | 7    |
| Roya del Café ( <i>H. vastatrix</i> Berk).....                                 | 8    |
| Antracnosis ( <i>Collectotrichum</i> spp.).....                                | 9    |
| Minador de la hoja ( <i>L. coffeella</i> ).....                                | 10   |
| Broca del Café ( <i>H. hampei</i> ).....                                       | 11   |
| 3.3. Sistemas de manejo de los cafetos.....                                    | 12   |
| 3.3.1. Sistema tradicional.....  | 12   |
| 3.3.2. Sistema tecnificado.....  | 14   |
| IV. MATERIALES Y METODOS.....  | 16   |
| 4.1. Ubicación del ensayo.....   | 16   |
| 4.2. Descripción del ensayo.....   | 16   |
| 4.3. Metodología de muestreo.....  | 16   |
| 4.4. Tratamientos evaluados.....   | 17   |
| Tabla 1. Descripción de los tratamientos resultantes de la combinación de..... | 17   |
| sombra y nivel de insumo, establecidos en el experimento de sistemas.....      | 17   |
| (Masaya y Carazo, Nicaragua).....  | 17   |

|   |    |
|---|----|
| 4.4.1. Descripción de las especies de sombra.....                                     | 18 |
| 4.5. Estimación de cosecha.....   | 19 |
| 4.6. Variables evaluadas.....   | 20 |
| 4.7. Manejo de los sistemas.....  | 20 |
| 4.8. Análisis estadístico.....  | 22 |
| V. RESULTADOS y DISCUSION.....  | 23 |
| 5.1. Incidencia de Mancha de hierro.....  | 23 |
| Figura 1. Incidencia de mancha de hierro en el período Febrero 2006 - Enero.....      | 23 |
| 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....                            | 23 |
| Tabla 2. Promedios de incidencia de mancha de hierro y resultados de la.....          | 25 |
| separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; .....               | 25 |
| $\alpha=0.05$ ). .....  | 25 |
| Figura 2. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de mancha de.....      | 26 |
| hierro en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de.....             | 26 |
| sistemas, Masatepe, Masaya. ....  | 26 |
| 5.2. Incidencia de roya.....  | 26 |
| Figura 3. Incidencia de roya en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el.....      | 27 |
| experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....  | 27 |
| Tabla 3. Promedios de incidencia de roya y resultados de la separación de.....        | 28 |
| medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....            | 28 |
| Figura 4. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de roya en el.....     | 29 |
| período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, .....               | 29 |
| Masatepe, Masaya.....   | 29 |
| 5.3. Incidencia de Antracnosis.....   | 30 |
| Figura 5. Incidencia de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en.....  | 30 |
| el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....                                     | 30 |
| Tabla 4. Promedios de incidencia de antracnosis y resultados de la separación.....    | 31 |
| de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                          | 31 |
| Figura 6. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de antracnosis en..... | 32 |
| el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, .....            | 32 |
| Masatepe, Masaya.....   | 32 |

|  |    |
|--|----|
| 5.4. Severidad de Antracnosis.....   | 32 |
| Figura 7. Severidad de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el.....         | 33 |
| experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 33 |
| Tabla 5. Promedios de severidad de antracnosis y resultados de la separación .....             | 34 |
| de medias por tratamiento y por muestreo (Tukey; 0.05). .....                                  | 34 |
| Figura 8. Área debajo de la curva de progreso de la severidad de antracnosis en .....          | 34 |
| el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, .....                     | 34 |
| Masatepe, Masaya.....  | 34 |
| 5.5. Incidencia de chasparria.....   | 35 |
| Figura 9. Incidencia de Chasparria en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el.....         | 35 |
| experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 35 |
| Tabla 6. Promedios de incidencia de chasparria y resultados de la separación .....             | 36 |
| de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                  | 36 |
| Figura 10. Área debajo de la curva de progreso de chasparria en el período .....               | 37 |
| Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe,.....                       | 37 |
| Masaya.....  | 37 |
| 5.6. Incidencia de Minador de la hoja del café.....  | 37 |
| Figura 11. Incidencia de minador en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el.....           | 38 |
| experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 38 |
| Tabla 7. Promedios de la incidencia de <i>L. coffeella</i> y resultados de la separación ..... | 38 |
| de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                                   | 38 |
| 5.7. Incidencia de Broca del café.....   | 39 |
| Figura 12. Incidencia de Broca en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el.....             | 40 |
| experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 40 |
| Tabla 8. Promedios de la incidencia de <i>H. hampei</i> y resultados de la separación.....     | 40 |
| de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                                   | 40 |
| 5.8. Rendimiento ciclo 2006-2007.....  | 41 |
| Figura 13. Rendimiento de los tratamientos en kilogramos por hectárea para el.....             | 42 |
| ciclo productivo 2006-2007, Masatepe, Masaya. ....   | 42 |
| Figura 14. Rendimiento por réplicas, en kilogramos por hectárea para el ciclo .....            | 43 |
| productivo 2006/2007, Masatepe, Masaya.....  | 43 |

|   |    |
|---|----|
| Tabla 9. Separación de Medias por réplica para la variable rendimiento (kg oro/ha)..                                    | 43 |
| (Tukey; $\alpha=0.05$ ).  | 43 |
| VI. CONCLUSIONES.....   | 45 |
| VII. RECOMENDACIONES.....   | 46 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA .....  | 47 |
| IX. ANEXOS.....   | 55 |
| Anexo 1: Réplica: El Nispero (Jardín Botánico).....   | 55 |
| Anexo 2: Réplica: El Mamón (Jardín Botánico).....   | 56 |
| Anexo 3: Réplica: Campos Azules.....  | 57 |
| Anexo 4. Manejo fitosanitario y fertilización de los tratamientos en el 2006.....                                       | 58 |
| Anexo 5. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de Mancha de hierro ( <i>C. coffeicola</i> )..... | 59 |
| Anexo 6. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de Roya ( <i>H. vastatrix</i> ).....              | 59 |
| Anexo 7. Análisis de varianza de medidas repetidas para incidencia de Antracnosis ( <i>Collectotrichum spp</i> ).....   | 60 |
| Anexo 8. Análisis de varianza de medidas repetidas para incidencia de Minador ( <i>L. coffeella</i> ).....              | 60 |
| Anexo 9. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de broca del café ( <i>H. hampei</i> ).....       | 61 |
| Anexo 10. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de chasparria ( <i>C. coffeicolla</i> ).....     | 61 |
| Anexo 14: Análisis de varianza por medidas repetidas para rendimiento en kg/ha ciclo productivo 2006/2007. ....         | 61 |
| Anexo 15: Comportamiento de la temperatura y humedad relativa durante el período de estudio. Masatepe, Masaya.....      | 62 |
| Anexo 16: Comportamiento de precipitación durante el periodo de estudio. Masatepe, Masaya. ....                         | 62 |



## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Incidencia de mancha de hierro en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 23 |
| Figura 2. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de mancha de hierro en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya..... | 26 |
| Figura 3. Incidencia de roya en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 27 |
| Figura 4. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de roya en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....             | 29 |
| Figura 5. Incidencia de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....  | 30 |
| Figura 6. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....      | 32 |
| Figura 7. Severidad de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 33 |
| Figura 8. Área debajo de la curva de progreso de la severidad de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....       | 34 |
| Figura 9. Incidencia de Chasparria en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya .....  | 35 |
| Figura 10. Área debajo de la curva de progreso de chasparria en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....                       | 37 |
| Figura 11. Incidencia de minador en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 38 |
| Figura 12. Incidencia de Broca en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.....   | 40 |
| Figura 13. Rendimiento de los tratamientos en kilogramos por hectárea para el ciclo productivo 2006/2007, Masatepe, Masaya.....  | 42 |
| Figura 14. Rendimiento por réplicas, en kilogramos por hectárea para el ciclo productivo 2006-2007, Masatepe, Masaya.....  | 43 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Descripción de los tratamientos resultantes de la combinación de sombra y nivel de insumo, establecidos en el experimento de sistemas (Masaya y Carazo, Nicaragua)..... | 17 |
| Tabla 2. Promedios de incidencia de mancha de hierro y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                 | 25 |
| Tabla 3. Promedios de incidencia de roya y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; $\alpha=0.05$ ).....                               | 28 |
| Tabla 4. Promedios de incidencia de antracnosis y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ).....   | 31 |
| Tabla 5. Promedios de severidad de antracnosis y resultados de la separación de medias por tratamiento y por muestreo (Tukey; 0.05). .....                                       | 34 |
| Tabla 6. Promedios de incidencia de chasparria y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                       | 36 |
| Tabla 7. Promedios de la incidencia de <i>L. coffeella</i> y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                            | 38 |
| Tabla 8. Promedios de la incidencia de <i>H. hampei</i> y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey; $\alpha=0.05$ ). .....                               | 40 |
| Tabla 9. Separación de Medias por réplica para la variable rendimiento (kg oro/ha) (Tukey; $\alpha=0.05$ ).....  | 43 |

## RESUMEN

El estudio se realizó en parcelas experimentales establecidas en el centro experimental “Jardín Botánico”, UNICAFE y en el centro experimental “Campos Azules”, INTA, ubicados en Masatepe, Masaya en el periodo comprendido de Febrero 2006 a Enero 2007. El objetivo fue estudiar el efecto de las interacciones de cuatro combinaciones de árboles de sombra (*Simarouba glauca*, *Tabebuia rosea*, *Inga laurina* y *Samanea saman*) y pleno sol, con cuatro niveles de insumo (convencional intensivo, convencional extensivo, orgánico intensivo y orgánico extensivo), sobre el comportamiento de las principales plagas y enfermedades y su influencia sobre el rendimiento del cultivo del café. En total se evaluaron 14 tratamientos, en cada parcela se evaluaron 15 plantas distribuidas en 3 sitios de 5 plantas cada uno. Los muestreos se realizaron mensualmente y las variables evaluadas fueron incidencia de mancha de hierro, roya, antracnosis (hoja y bandola), incidencia de minador, broca, chasparria y rendimiento. Los resultados obtenidos demostraron que la enfermedad que tuvo mayor incidencia fue mancha de hierro que alcanzó incidencia entre 8.9% y 11.8% en los meses de Agosto y Octubre en los tratamientos convencional intensivo y convencional extensivo a pleno sol; los tratamientos menos afectados por la enfermedad fueron orgánico intensivo con sombra de *I. laurina* más *S. glauca* y con sombra de *T. rosea* y *S. glauca*. Otra enfermedad importante fue antracnosis y los tratamientos que presentaron mayor incidencia fueron los mismos más afectados por mancha de hierro, los tratamientos de menor incidencia fueron orgánico extensivo e intensivo con sombra de *I. laurina* y *S. saman*. La roya se presentó en época seca y aproximadamente 50 días después de la época lluviosa, los tratamientos menos afectados fueron convencional intensivo y extensivo a pleno sol. La chasparria presentó su mayor incidencia en los meses de Septiembre y Octubre y los tratamientos que presentaron menor incidencia fueron orgánico intensivo con sombra de *I. laurina* más *S. glauca* y con sombra de *T. rosea* más *S. glauca*. El minador (*Leucoptera coffeella* Guérin-Ménéville) se presentó en la época seca y la broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en época de lluvias, para ambos no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. El rendimiento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ni entre réplicas.

## I. INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L) es un planta originaria de las tierras altas de Etiopia y Sudán, donde se desarrolla de forma silvestre a alturas de 1000 a 2000 metros sobre el nivel del mar y a temperaturas de entre 10°C y 20°C. La llegada del café a Nicaragua ocurrió en la década de los cuarenta del siglo XIX con procedencia de Costa Rica, siendo el último país en Centroamérica, que se inició en esta actividad. La siembra de este cultivo se inició en la zona de Jinotepe, Carazo, de donde luego se expandió a las sierras de Managua y luego hacia el norte del país. La mayor expansión del cultivo en la zona norte ocurrió durante las décadas de los setenta, ochenta y noventa, primero en la zona de Matagalpa, luego en Jinotega y las Segovias (Guharay et al. 2000). Para Nicaragua este cultivo es una fuente principal de ingreso interno, generador de empleo para el bienestar social en el campo y base para el desarrollo futuro de nuestra economía (UNICAFE 1996).

Los departamentos de Matagalpa y Jinotega representan el 78% de la producción de café del país, mientras que el resto de departamentos que producen café, como nueva Segovia, Estelí, Boaco, Carazo, Managua, Granada, Masaya y Chinandega, producen el restante 22% de la producción (MAGFOR 2006). En Nicaragua existen aproximadamente 43,183 fincas cafetaleras las cuales generan aproximadamente 200 mil empleos temporales y 45 mil empleos permanentes, lo que representa aproximadamente el 35% de la fuerza laboral agrícola y el 11% de la nacional (IICA 2001). El área sembrada en el año 2005 fue de 181,965 manzanas generando una producción total de 2,100, 000 quintales oro. Con un rendimiento promedio de 11.5 quintales por manzana, reflejando un incremento del 65.9% en el volumen de producción con respecto al año anterior (INFOAGRO 2006). Según MAGFOR (2006) el rendimiento de la producción nacional en los últimos años ha sido de 11 quintales de grano de excelente calidad por manzana.

Uno de los principales problemas del cultivo del café, es el rendimiento por unidad de área de producción. Este se ve afectado por diversos factores como: la inestabilidad de los precios, provocando altas y bajas en la economía de los productores, lo que reduce su capacidad de atender adecuadamente el cultivo; la falta de infraestructura, permitiendo un inadecuado manejo, afectando así la calidad del producto; otro factor muy importante lo constituyen las plagas que afectan el cultivo, causando grandes pérdidas económicas en la caficultura nacional; entre las plagas que tienen mayor incidencia están: La roya (*Hemileia vastatrix* Berk (Uredinales: Puccineaceae), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y Cook (Monileales: Dematiaceae), antracnosis (*Colletotrichum* spp Noack) (Melanconiales: Melanconeaceae), minador (*Leucoptera coffeella* Guérin-Ménéville (Lepidoptera: Lyonetiidae) y broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae) (IICA 1999 ; Noyd 2000).

En Nicaragua el café se produce bajo varios sistemas de producción, entre los que sobresalen el sistema tradicional y el sistema tecnificado, los cuales representan los dos extremos del uso de tecnología, incluyendo el uso de variedades e insumos (Cardona et al 2006). El sistema tradicional se caracteriza por la asociación del café con árboles de sombra, el inconveniente de este sistema es que se obtienen bajos rendimientos pero se logra una reducción de los costos de producción, relacionados al control de plagas y enfermedades las cuales se ven afectadas por las diferentes condiciones que brinda este sistema (UNICAFE 1996). El sistema tecnificado se identifica por ser un monocultivo, mediante el cual se obtiene una alta producción debido a que crece a pleno sol, pero esto provoca deficiencias nutricionales en las plantas después de cada cosecha lo que trae como consecuencia el uso excesivo de fertilizantes químicos para su nutrición (IICA 1999).

Tomando en cuenta la problemática del bajo rendimiento, así como la sostenibilidad del cultivo del café y su relación con la tecnología de producción, se estableció un experimento a largo plazo en el municipio de Masatepe departamento de Masaya, Nicaragua. El experimento es llamado experimento de sistemas y se estableció con el propósito de evaluar las interacciones entre diversas especies de sombra y diferentes

niveles y tipos de insumos para el manejo de plagas y enfermedades así como la nutrición en sistemas agroforestales con café.

El presente estudio se realizó en las parcelas del experimento de sistemas, con el objetivo de evaluar la influencia de las interacciones entre cuatro niveles de insumos y cuatro especies de sombra, así como con pleno sol, sobre las principales plagas del cultivo, cinco años después de haberse establecido dichos sistemas.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento de las principales plagas y sobre el rendimiento del cultivo de café cultivado con diferentes niveles de insumos y bajo diferentes condiciones de sombra.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de diferentes niveles de insumos químicos sintéticos y naturales sobre el comportamiento de los principales insectos plagas y enfermedades del café.
- Analizar el efecto de la interacción de las distintas especies arbóreas con los diferentes niveles de insumos sobre la dinámica de las principales plagas del café.
- Comparar el efecto de sistemas de café a pleno sol con sistemas bajo sombra, sobre la incidencia de las principales plagas y enfermedades del cultivo.

### **III. MARCO TEORICO**

#### **3.1. Condiciones agro ecológicas para el cultivo del café**

El café se desarrolla óptimamente a alturas entre 900 y 1000 metros sobre el nivel del mar (m,s,n,m) (Guharay y Monterrey 2000). Las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo son: temperaturas de 17 a 23°C, humedad relativa entre 70 y 85%, así como precipitaciones entre 1600 y 1800mm bien distribuidos durante todo el año, con un periodo seco bien definido no mayor de 3 meses. Temperaturas menores de 16°C afectan el crecimiento, lo que provoca enanismo en la planta; así mismo, temperaturas mayores de 23°C aceleran el crecimiento vegetativo limitando la floración y fructificación (UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000). Precipitaciones anuales inferiores a 1000mm o mayores de 3000mm afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y de los frutos en particular (UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000).

Los suelos óptimos para el cultivo de café son los francos, bien drenados, con una profundidad efectiva no menos de un metro, buena retención de humedad, ricos en humus y potasio asimilable, pH de 5 a 6.5 y pendiente entre 1 y 15% (Haarer 1969; UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000; SCC et al. 2000). Los factores ecológicos como clima y suelo ejercen una influencia muy notable sobre el cultivo de café, a tal punto que no es posible su cultivo si no se cumplen ciertas condiciones lo que se puede considerar como factores vitales limitantes (Coste 1975).

#### **3.2. Factores limitantes para el cultivo.**

Los principales factores que limitan el desarrollo del cultivo de café son: el clima, las características del suelo así como también los problemas de plagas y enfermedades como la roya (*H. vastatrix*); mancha de hierro (*C. coffeicola*); antracnosis (*Collectotrichum* spp); broca (*H. hampei*) y minador (*L. coffeella*).



### **3.2.1. Condiciones climáticas y características de suelo.**

En Nicaragua el cultivo de café se cultiva tanto en zonas bajas como en zonas altas. Las zonas bajas se encuentran principalmente en la región del pacífico, con alturas por debajo de los 600msnm (200-600msnm), precipitaciones anuales entre 1400 y 1600mm y temperatura promedio de 28°C con suelos profundos, moderadamente planos (UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000). De manera general estas zonas se ven afectadas por las irregularidades en las precipitaciones, las cuales pueden llegar a ser insuficientes para cubrir los requerimientos del cultivo; también en algunas épocas del año se pueden presentar, temperaturas altas, las que también son consideradas como limitantes para el cultivo (Guharay et al. 2000).

Las zonas altas se encuentran en las regiones norte y central del país, ubicadas entre 600 a 1,500 m.s.n.m. Estas zonas normalmente tienen suelos de topografía quebrada, no muy profundos, temperaturas promedios entre 20 y 22°C. También hay zonas altas y húmedas con precipitaciones anuales de hasta 1,600mm y zonas altas consideradas secas, con precipitaciones anuales entre 800 y 1000mm. Zonas muy altas arriba de los 1,200msnm presentan bajas temperaturas, en algunas épocas del año lo que se considera una limitante para el cultivo. Estas zonas abarcan los departamentos de Matagalpa, Jinotega, Estelí, Nueva Segovia y Boaco (UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000).

En general las plantaciones de café en zonas altas presentan menos limitantes para la producción cafetalera, en cuanto a temperatura y lluvias, aunque los suelos y pendiente de estas zonas pueden presentar ciertas limitaciones. Sin embargo existen zonas altas cafetaleras en lugares como Pueblo Nuevo y Estelí, donde la precipitación puede ser un factor limitante para el cultivo del café. Las plantaciones de café en zonas bajas ubicadas en el pacífico son mayormente privilegiadas por la calidad de los suelos y pendientes más adecuadas. Sin embargo, estas zonas presentan limitaciones de altura y lluvia. Por otro lado zonas bajas como El Cuá en Jinotega, o Nueva Guinea, tienen limitaciones en cuanto al suelo y fertilidad, pero no en cuanto a precipitaciones (Guharay et al. 2000).

### 3.2.2. Plagas y enfermedades del café.

#### **Mancha de Hierro (*C. coffeicola*, Berk y cooke)**

La mancha de hierro es una enfermedad de amplia distribución en todas las zonas cafetaleras; ataca el café en cualquier estado de desarrollo, afectando tanto hojas como frutos en diferentes estados de desarrollo (Robleto 2000; Fisherworrying et al. 2001; Marín 2003; INFOAGRO 2006). Las lesiones en las hojas provocan la caída de estas, llegando a ocasionar defoliación total (IHCAFE 1990; Castillo 1997; Guharay et al. 2000). El ataque en frutos ocasiona manchado del pergamino y adhesión de la pulpa al grano, provocando maduración prematura y caída de frutos afectando su beneficiado (Penagos 1978; Guharay et al. 2000; Robleto 2000; Marín 2003), teniendo consecuencias en la disminución de la calidad y producción del café (Castillo 1977).

Las plantaciones con manejo intensivo son las más afectadas debido que esta enfermedad se desarrolla mejor en cafetales a plena exposición solar aun cuando se haga uso de insumos químicos. En cambio en plantaciones con sistemas tradicionales con sombra esta enfermedad se ve con menor incidencia ya que la deficiencia de luz no favorece su desarrollo (UNICAFE 1996; IICA 1999). Alta humedad relativa y temperaturas de 20 a 26°C favorecen el desarrollo de la enfermedad. Por lo que la enfermedad aumenta en los meses de Agosto y Septiembre, cuando las temperaturas promedian de 23 a 25°C y la humedad relativa de 80% (Blandón y Ruiz 2003; Benavides y Romero 2004).

Para el manejo de mancha de hierro se recomienda regulación adecuada de sombra, tanto en viveros como en plantaciones establecidas, evitando la plena exposición de las plantas a la luz solar (Castillo 1977; Penagos 1978; UNICAFE 1996; IICA 1999; Marín 2003). Otra forma de prevenir esta enfermedad es mediante una adecuada fertilización para fortalecer las plantas para tolerar el daño de la enfermedad (Abrego 1977; INFOAGRO 2006); así como el control de malezas con el fin de eliminar huéspedes

alternos que sirvan como fuente de inóculo adicional en el cafetal (Castillo 1977). Además se recomienda el uso de fungicidas como oxiclóruo de cobre, caldo bordelés y caldo viscosa de forma preventiva, tanto en viveros como en plantaciones adultas (Penagos 1978; INFOAGRO 2006).

### **Roya del Café (*H. vastatrix* Berk).**

La roya del café es considerada una de las enfermedades más importantes del cafeto, debido al daño que causa y su distribución en las áreas cafetaleras (Coste 1975; Loáisiga 1993). Esta enfermedad se presenta en todas las áreas cafetaleras (Guharay et al. 2000; Marín 2003), y según González (1998) afecta al cultivo de café en toda el área latinoamericana a tal grado que ataques severos generan una reducción mayor al 30% de la producción. El daño consiste en severa defoliación tanto en cafetales a pleno sol como cafetales bajo sombra, provocando disminución del área fotosintética, por lo que las hojas se secan al igual que el fruto, resultando en menos ramas fructíferas, incidiendo en el detrimento de la producción en los años siguientes y por ende en la baja capacidad productiva del cafeto (Haarer 1969; Abrego 1977; Coste 1975; Penagos et al. 1978; UNICAFE 1996; Guharay et al. 2000; Marín 2003).

La roya se desarrolla mejor en ambiente sombreado por que proporciona las condiciones de temperatura y oscuridad favorables para su desarrollo. El hongo es favorecido por temperaturas de 22 a 24°C y humedad de 90% o más; la germinación del hongo ocurre con mayor frecuencia de noche, aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra (Penagos et al. 1978; Guharay et al. 2000; Fisherworrying et al. 2001).

Para el manejo de esta enfermedad se recomienda regular la sombra, de modo que permita la entrada de luz, evitando el exceso de humedad en el cafetal. Otra forma de manejar esta enfermedad es a través del control biológico usando hongos como *Verticillium* sp y la larva de la mosquita cecidomyiidae que se alimenta de las esporas de la roya (Guharay et al. 2000; Fisherworrying et al. 2001; Marín 2003). La fertilización oportuna del cafetal y aplicación de preparados biológicos después de una abundante

cosecha ayudan a fortalecer el árbol contra ataques de roya (Fisherworrying et al. 2001). Las variedades tolerantes como Timor, tienen tolerancia a roya, pero parecen ser susceptibles a mancha de hierro (Marín 2003). Para el control químico se recomiendan tanto productos preventivos como productos sistémicos (Javed 1987; Valencia 2001).

### **Antracnosis (*Collectotrichum* spp.).**

La antracnosis (*Collectotrichum* spp) es una enfermedad que se presenta tanto en zonas bajas y secas como en zonas altas, frías y con abundante precipitación, así como también en cafetales con diferentes niveles de tecnología (IICA 1999; Guharay et al. 2000; Fisherworrying et al. 2001; Marín 2003). El hongo penetra en la planta a través de daños en los tejidos, ocasionados por insectos o por heridas causadas en las labores culturales (Fisherworrying et al. 2001). El hongo afecta los diferentes órganos de la planta y en cualquier etapa de desarrollo, provocando defoliación y reduciendo hasta el 70% de la capacidad productiva de la planta, llegando hasta a causar su muerte (IICA 1999; Guharay et al 2000; Fisherworrying et al. 2001; Marín 2003).

Los cafetales con sombra mayor al 70 % favorecen el desarrollo de la enfermedad al propiciar mucha humedad. También, en cafetales a pleno sol, las plantas sufren estrés debido a la mayor carga productiva que se da en esta condición, lo que predispone a la planta al ataque de la enfermedad, Por lo tanto se debe mantener un nivel de sombra adecuado en el cafetal (Mendoza et al. Sin fecha). Temperaturas de 20 a 30°C y humedad relativa del 80%, vientos fríos, abundantes lluvias, así como suelos compactados que no permiten buena explotación del sistema radicular de la planta, son factores que favorecen esta enfermedad (UNICAFE 1996; Fisherworrying et al. 2001; Marín 2003).

La incorporación de materia orgánica (compost y estiércol), así como la realización de podas sanitarias y regulación de sombra, son alternativas de manejo de esta enfermedad (UNICAFE 1996; Marín 2003). Otra forma de manejar esta enfermedad es a través del uso de insumos químicos y orgánicos, preventivos y sistémicos (UNICAFE 1996; INFOAGRO 2006).

### **Minador de la hoja (*L. coffeella*)**

El minador del café, es una de las plagas más importantes de las hojas del cafeto. Se presenta tanto en plantas jóvenes como en cafetales en producción, principalmente en zonas bajas, principalmente en cafetales sin sombra (De la Ilana 2000). *L. coffeella* tiene un ciclo de vida completo: huevo, larva, pupa y adulto. El adulto es una mariposa muy pequeña, la hembra vive de 5 a 7 días y oviposita en la parte superior de las hojas (Haarer 1969). En verano los huevos eclosionan en un 96% y en invierno en un 77%, la población crece rápidamente en condiciones de humedad relativa entre 70 y 90 % y temperaturas entre 22°C y 25°C con buena aireación y penetración de luz. (Guharay et al. 2000; Fischersworrning et al. 2001). Las larvas atacan las hojas, y se alimentan del parénquima, afectando así su nutrición, induciendo a la caída de las hojas y reduciendo la capacidad fotosintética de la planta, lo que puede presentar efectos sobre la cosecha (Haarer 1969; De la Ilana 2000; Fischersworrning et al. 2001). El manejo de las poblaciones de *L. coffeella* se puede dar de manera natural o a través de prácticas culturales mediante la siembra de árboles de sombra para permitir un ambiente húmedo del suelo, evitar la resequead de las hojas y reducir la velocidad del viento para desfavorecer el desarrollo de la plaga. También se puede hacer uso de insumos químicos u orgánicos de manera localizada (Marín 2003; Fischerworrning et al. 2001) o de productos bioplaguicidas como el aceite o te de Nim (Guharay et al. 2000).

El control biológico del minador es ejercido por un complejo de parasitoides: *Zagrommosoma* sp, *Closterocerus Caffeellae* (Thring), *Mirax insulares*, *Stiropius* sp. *Zagrommosoma* sp es uno de los parasitoides más importantes del minador en Costa Rica (Campos 1972). En la meseta de Carazo, Nicaragua, De la Ilana (2000), encontró como principales parasitoides a *Zagrommosoma* sp. , *Closterocerus coffeella*, *Stiropius* sp. En Nicaragua tradicionalmente los productores han usado insecticidas para el control del minador (Monterrey 1990; De la Ilana 2000).

### **Broca del Café (*H. hampei*)**

La broca del café es considerada la plaga de mayor importancia y la mayor amenaza económica para el cultivo del café, llegando a causar pérdidas entre 60 y 80% de la cosecha. El daño es ocasionado por las larvas y adultos, principalmente las hembras (Monzón 2004). Las hembras penetran en el fruto del café por un agujero circular que hacen generalmente en su parte inferior excavando hacia los granos y haciendo galerías donde ovipositan; las larvas se alimentan del grano; como resultado del daño ocurre la caída del fruto, reducción de peso del fruto que no cae, pérdida de calidad, aumento de los costos de producción y reducción del rendimiento (Le pelley 1973, MIDINRA 1988; UNICAFE 1996; Marín 2003). *H. hampei* puede ser encontrada en cafetales localizados a diferentes alturas, sin embargo su población es menor en cafetales ubicados a alturas mayores de 1000 metros sobre el nivel del mar (Monzón 2004). La plaga es más activa en ambiente sombrío y de alta humedad, con temperaturas medianamente altas (24 °C) (Le pelley 1973; Fischersworrning et al. 2001).

La regulación adecuada de sombra y deshierbe, favorecen el secado de los frutos residuales tanto en el suelo como en la rama del café, afectando la supervivencia de la plaga. Otras prácticas culturales muy importantes para el manejo de la broca son: graniteo, pepena y control de malezas (Le pelley 1973; Marín 2003). En Nicaragua el control biológico más importante es el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, el que controla entre 40 y 50% de la población. Este hongo debe ser aplicado dos veces al año y el mejor momento de aplicación es en los meses de Junio o Julio (120 días después de la floración), y en septiembre (Monzón 2004).

Los parásitos que atacan generalmente a la broca son Himenópteros de familia Eulophidae, los principales son: *Phymastichus coffea*, *Prorops nasuta*, *Heterospilus coffeicola*, sin embargo el más importante y mas estudiado es la avispa *Cephalonomia stephanoderis*, que ataca las larvas (Bustillo y Villacorta 1994; Marín 2003). Para el control de la plaga también se han recomendado insecticidas como endosulfan e insecticidas fosforados (MIDINRA 1988; Valencia et al. 2001).

### **3.3. Sistemas de manejo de los cafetos**

En Nicaragua, el café se cultiva bajo diferentes sistemas de acuerdo al nivel de tecnología. Los sistemas se diferencian entre sí en el uso de insumos, manejo de sombra, uso de variedades, etc., a su vez estos factores están asociados a la productividad del cafetal (rendimiento por área) y a su sostenibilidad. Aunque los sistemas de manejo pueden ser diversos, en general, los dos sistemas más utilizados son, el sistema tradicional y el sistema tecnificado.

#### **3.3.1. Sistema tradicional**

Este sistema se caracteriza por el uso de árboles de sombra dentro del cafetal; es conocido que los agrosistemas tradicionales de café basados en la diversidad vegetal, son por lo general, menos productivos, pero más estables y sostenibles que el monocultivo de café sin sombra. Esto se debe a los efectos benéficos de los árboles de sombra para conservar materia orgánica y reciclar nutrientes a través de la hojarasca y forraje del suelo, así como limitar el estrés ambiental y los desbalances nutricionales del café y para regular el crecimiento y la productividad del cultivo (Beer et al. 1998). Los árboles pueden generar muchos ingresos por sus productos, sobre todo la madera, frutos, leña y reducir los costos por sus efectos ecológicos (Muschler 2000).

El tipo de sombra determina el contenido de nitratos de los tejidos del cafeto, hace que los entre nudos del tallo y de las ramas se alargan, y la cosecha de cualquier nudo se incrementa en un 80% y también el área total de las hojas, provocando que los cafetos con sombra produzcan cerezas más grandes que los cultivados a pleno sol. En general se recomienda un nivel de sombra que permita pasar del 40- 50% de la luz al cafetal, seleccionando especies de árboles de sombra, de raíces profundas, para que recobren los elementos del suelo y los devuelvan a la superficie en provecho integro con el cafeto (Revista Tierra 1952). Entre los árboles que más se utilizan como sombra en los cafetales están diversas especies del género Inga, ya que son árboles de crecimiento rápido y que el nivel de sombra que proporcionan puede ser fácilmente regulado mediante la poda (IICA/PROMECAFE 1991).

La alta humedad producida por la sombra ha sido relacionada con mayor incidencia de enfermedades como la roya y el ojo de gallo, pero también puede contrarrestar el desarrollo de la chasparria (Muschler 2000). Los sistemas de cultivos asociados con árboles de sombra son más eficientes para mantener la fertilidad del suelo y entre sus beneficios está la fijación de nitrógeno por especies leguminosas (Cardona et al. 2006). Además estos suelos poseen mejores condiciones de retención de humedad, densidad, porosidad, estabilidad y permeabilidad que aquellos con cultivos a libre exposición solar, los cuales a su vez, muestran mayor acidez (Sadeghian et al. 1998); la sombra también provoca aumento de nitrógeno, potasio y calcio pero reduce los azúcares y almidones (Mushler 1999). La sombra además sirve de protección de los cafetales del calor excesivo y de la fuerte insolación, sobre todo durante la estación seca, mejorando el microclima y generando un ciclo agro ecológico más próximo al del bosque original, prolongando la vida del cafetal (Samper 1999).

El sistema tradicional no solamente conserva en una manera similar a un bosque, una gran diversidad de plantas y animales, sino que son capaces de controlar malezas y reducir la erosión. Los árboles de sombra pueden abrigar en su follaje agentes de control biológico o suministrar condiciones ambientales favorables para su desarrollo y permanencia (Vaast y Snoeck 1999); por lo tanto es posible que una gran diversidad microbiana pudiera contribuir en el control biológico de plagas y enfermedades (Fernández y Muschler 1999; Farfán et al. 2004).

La sombra es un factor primordial para normalizar las cosechas y obtener mejor maduración. El nivel de sombra se establece de acuerdo a la altitud de la plantación, en cafetales a baja altura bastante sombra, a media altura menos sombra y a más altura menos sombra que la media altura (Ramos 1956). Se ha encontrado que parcelas bajo sombra homogénea de 40 a 60% producida por *Eritrina poeppigiana* podada tres veces al año produce los mismos rendimientos totales que parcelas a sol, así como granos de mayor tamaño y con mejor calidad organoléptica (Muschler 1997).



Los árboles de sombra, también pueden tener efecto negativo, tales como la acidificación del suelo por la absorción de bases, acumulación de sustancias tóxicas alelopáticas para el cultivo y la competencia por agua y nutrientes, aunque después de muchos años pueden incrementar el contenido de materia orgánica y mejorar la capacidad de intercambio catiónico. La sombra también puede afectar la velocidad de maduración y así la temporada de mayor demanda de mano de obra, pero puede retener mejor sus frutos bajo lluvias fuertes (Muschler 2000). Además, los cultivos leguminosos asociados también pueden ser hospederos alternos de plagas y enfermedades del café y por ello aumentar la presión del parasitismo (Vaast y Snoeck 1999). La sombra también provoca un efecto negativo sobre la acidez de la bebida de café, ya que la sombra en altitudes entre los 1500-1600 metros sobre el nivel del mar dificulta posiblemente la maduración del café uva, lo que repercute en la calidad de la bebida (Avelino 2004).

### **3.3.2. Sistema tecnificado**

Estos sistemas de café intensivos son sumamente funcionales para agricultores agro-industriales, ya que ellos responden bien a entradas externas y tienen objetivos exclusivos de mercado (Moguel y Toledo 1996; Muschler 1997); este tipo de plantaciones, sin embargo, requieren más mantenimiento, de ahí que no son económicamente viables (Perfecto et al. 1996). Este sistema se caracteriza por ser un monocultivo, con uso de agroquímicos, tales como fertilizantes y plaguicidas y con un manejo intensivo enfocado en la alta productividad por área, lo que ha traído consigo una mayor contaminación ambiental (Fernández y Muschler 1999).

Este sistema, debido a la menor diversidad de plantas que presenta permite uniformar más las labores de atención al cafetal y en el corto plazo se logra usualmente una mayor producción de café. Desde el punto de vista agro ecológico se reduce inmediatamente los efectos positivos de la diversidad de plantas hospederas en el control biológico de plagas y enfermedades (Samper 1999). La eliminación, tanto de malezas como árboles de sombra provoca una disminución de especies y probablemente de microorganismos (Fernández y Muschler 1999).

En los suelos sin limitaciones de nutrientes, humedad y sin barreras para enraizamiento, el máximo de producción es más pronunciado en café a pleno sol que para café bajo sombra. No obstante en zonas con elevaciones menores la producción de café al sol, baja fuertemente debido al estrés de las plantas por las altas temperaturas y posibles daños por el viento (Muschler 1999).

Los cafetos cultivados a plena exposición solar presentan un fuerte estímulo de su fotosíntesis y por tanto producen cosechas anormales, lo que a su vez aumenta el consumo de alimentos por la planta. Lo que trae como consecuencia el debilitamiento del cafeto, así como la proliferación de plagas y enfermedades por lo que es preciso abonar y establecer una sombra para normalizar el funcionamiento del cafeto (Revista Tierra 1952). La fertilidad natural del suelo se agota más rápido, por lo que es indispensable aplicar grandes cantidades de abonos para su crecimiento y desarrollo fisiológico normal y para mantener la producción, de lo contrario pierden su vigor y productividad (Amaya 1976; Samper 1999).

Las plagas y enfermedades del café en plena exposición solar suelen ser muy severas, particularmente si la fertilización es deficiente o excesiva. Se sospecha que el uso de herbicidas contribuye al aumento de los problemas causados por nematodos (Fernández y Muschler 1999). No obstante en las plantaciones a pleno sol la incidencia de algunas plagas como la broca suele ser menor en comparación con las plantaciones bajo sombra (Guharay et al. 1999).

Las plantaciones de café sin sombra y con alta densidad, se caracterizan usualmente por una mala protección del suelo, baja restitución de materia orgánica, bajo reciclaje de nutrimentos, lo cual lleva a los productores a depender considerablemente de los fertilizantes sintéticos e insumos químicos externos (Vaast y Snoeck 1999).

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

El estudio se realizó durante el periodo de Febrero de 2006 a Enero de 2007, en las parcelas del experimento de sistemas, establecido en Masatepe por CATIE, en conjunto con instituciones nacionales como UNA, UNICAFE e INTA.

### **4.1. Ubicación del ensayo.**

El experimento de sistemas está establecido en el centro experimental Jardín Botánico de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE) y en el centro experimental Campos Azules del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) Masatepe, Masaya, Nicaragua. Las coordenadas de la zona son 11° 54' Latitud Norte y 86° 09' Longitud Oeste. El clima de la zona es seco, bien marcado de 5 a 6 meses, con una altura de 470 msnm, y precipitación anual de 1400 mm, presenta una temperatura promedio anual de 24° C y humedad relativa de 70-80 %.

### **4.2. Descripción del ensayo**

El ensayo cuenta con tres réplicas, dos en Jardín Botánico (I y II) y una en Campos azules (III). Las réplicas I y II fueron establecidas en el año 2000 y la réplica III en el 2001. Cada réplica tiene un área aproximada de 10,477 m<sup>2</sup>. En cada réplica están establecidas 14 parcelas, correspondiente a los tratamientos, las que tienen un área promedio de 478 m<sup>2</sup>. Cada parcela tiene como promedio 308 plantas distribuidas en 16 surcos. La densidad de sombra presente en el ensayo es de 40% a 60 %.

### **4.3. Metodología de muestreo**

En cada parcela se delimitó una parcela útil de 258 m<sup>2</sup>, compuesta de 114 plantas distribuidas en 11 surcos donde se realizaron las actividades de muestreo, una vez por mes. El método de muestreo que se utilizó fue una modificación del método de recuento integral de plagas. En cada parcela se seleccionaron al azar tres sitios de muestreo, compuestos de 5 plantas cada uno. En total se seleccionaron 15 plantas distribuidas en 3 surcos en cada parcela. En cada planta se seleccionaron al azar 4 bandolas, dos del estrato inferior y dos del estrato superior, ubicadas de forma opuesta

en cada planta. Las bandolas se marcaron con cintas plásticas de color rosado y se mantuvieron fijas durante todo el periodo de estudio.

#### 4.4. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados corresponden a las combinaciones resultantes de cada condición de sombra con cada nivel de insumo (Tabla 1).

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos resultantes de la combinación de sombra y nivel de insumo, establecidos en el experimento de sistemas (Masaya y Carazo, Nicaragua).**

| Condición de sombra                             | Nivel de insumo (Manejo) |                        |                    |                    |
|---|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
|   | Convencional Intensivo   | Convencional Extensivo | Orgánico Intensivo | Orgánico Extensivo |
| <i>Inga laurina</i> + <i>Samanea saman</i>      | ILSS-AC                  | ILSS-MC                | ILSS-MO            | ILSS-BO            |
| <i>Tabebuia rosea</i> + <i>Simarouba glauca</i> | TRSG-AC                  | TRSG-MC                | TRSG-MO            | TRSG-BO            |
| <i>Tabebuia rosea</i> + <i>Samanea saman</i>    |                          | TRSS-MC                | TRSS-MO            |                    |
| <i>Inga laurina</i> + <i>Simarouba glauca</i> + |                          | ILSG-MC                | ILSG-MO            |                    |
| Pleno sol                                       | PS-AC                    | PS-MC                  |                    |                    |

*I. laurina*: Especie de sombra, perennifolia, fijadora de nitrógeno; *S. glauca*: Especie maderable, perennifolia; *T. rosea*: Especie maderable, caducifolia; *S. samans*: Especie maderable, caducifolia, fijadora de nitrógeno.

Los tipos de sombra consistieron en la combinación de especies fijadoras o no de nitrógeno, de diversos usos y de tipo caducifolio o perennifolia, así como plena exposición solar. Los niveles de insumo incluyeron en el orgánico intensivo, retorno de pulpa y manejo mínimo de plagas; el orgánico extensivo entradas de nutrientes orgánicos mayor a salidas, manejo de plagas con productos biológicos y prácticas culturales; el convencional extensivo, la entrada de nutrientes orgánicos y químicos fue mayor a salidas, y el manejo de plagas se hizo con uso limitado de plaguicidas comerciales; en el convencional intensivo se hizo uso intensivo de fertilizantes químicos y plaguicidas.

#### 4.4.1. Descripción de las especies de sombra

***Simarouba glauca* (Acetuno, aceituno, negrito; Familia: Simaroubaceae).** Es un árbol de porte mediano a grande, de crecimiento rápido, que alcanza 25-27 m de altura y 40-50 cm de diámetro, a menudo con un fuste cilíndrico limpio hasta los primeros 9 m. La copa es estrecha, hojas con haz verde oscuro brillante. Se adapta a una gran variedad de ambientes, en climas secos y húmedos (Cordero y Boshier 2003). Puede usarse en restauración ecológica y en plantaciones de enriquecimiento del bosque natural. Se usa también como sombra para el café en el pacífico de Nicaragua y El Salvador. Su importancia radica principalmente en la producción de madera usada para construcciones (Cordero y Boshier 2003).

***Tabebuia rosea*. (Falso roble, macuelizo, roble sabanero; Familia: Bignoniaceae).** Es un árbol caducifolio de porte mediano a grande, de crecimiento rápido o lento dependiendo del sitio, crece hasta 28-37m de altura, con 50 a 100 cm de DAP. Tiene una copa estrecha que puede ser cónica o irregular con follaje abierto liviano. Hojas compuestas, frutos son vaina linear dehiscente con muchas semillas. Crece en sitios con precipitaciones entre 1,500 y 2,000 mm anuales, se desarrolla en temperaturas mayores a 26 °C (Cordero y Boshier 2003). Se usa en plantaciones y ensayos de enriquecimiento, en sistemas silvopastoriles, linderos, como sombra ornamental y como sombra para café, en proyectos de restauración ecológica en zonas secas, es fuente de alimento y albergue de animales, es utilizado en formulaciones medicinales que promueven como agentes anticancer, antihongos y antiviral y contra efectos de venenos de serpientes. Su importancia radica principalmente en la producción de madera usada extensivamente en construcción liviana, botes, equipos deportivos, pisos, chapadas, leña, carbón. Puede ser atacado por insectos defoliadores como hormigas o zompopos (*Atta sp*), (MARENA 2002).

***Samanea saman*. (genízaro, guachapali, carrito negro; Familia: Mimosaceae).** Es una especie de gran tamaño, de crecimiento inicial moderadamente rápido, y puede alcanzar desde 25 – 30 m hasta 45 – 50 m de altura, y hasta 50 cm. de DAP, con un tronco corto de 2 – 3 m de DAP. Copa ancha, baja, extendida en forma de sombrilla

soportada por ramas horizontales. Hojas grandes (6 – 25 cm. de largo) y bipinnadas, son ligeramente sensibles a la luz y se cierran por la noche (Cordero y Boshier 2003). Se usa como árbol de sombra en potreros o pastizales. Las legumbres largas y negras son muy apreciadas para forraje, la madera es de alta calidad para muchos propósitos, además proporciona leña y carbón de buena calidad. Es una especie pionera que forma parte de bosques caducifolios y estacionalmente secos, coloniza claros y campos abandonados, mejora las propiedades del suelo y contribuye a proporcionar nitrógeno (N) a otras plantas a través de la fijación biológica (MARENA 2002).

***Inga laurina*. (Guaba, guabillo y cuajiniquil; Familia: mimosaceae).** Es una especie de rápido crecimiento, adaptabilidad a una amplia variedad de suelos, producción de mulch de lenta descomposición (control de maleza, liberación lenta de nutrientes y conservación de la humedad del suelo). Los productos obtenidos de esta especie tienen múltiples usos como: madera para poste, leña, carbón y a veces en muebles rústicos de baja calidad. También proporciona excelente sombra a cultivos perennes, debido a la arquitectura de su copa en forma de sombrilla o plana. Como árbol de servicio es utilizado en cultivos perennes para controlar erosión, dar sombra y fijar Nitrógeno. Es utilizado en asocio con café y diversos sistemas agroforestales debido a la sombra que produce, Se prefiere esta especie cuando se quiere una sombra ligera, proporcionada por su copa extendida. También se usa en lugares con estaciones marcadas, de hasta 6 meses secos, típico de las zonas del pacífico (Cordero y Boshier 2003). Los árboles viejos pueden ser atacados por las hormigas *Myrmelabista*, que orada las partes leñosas, el escarabajo perforador *Platypus ratzerburgi*; o por el defoliador *Tetralopha scabridella*. Es muy susceptible a la podredumbre, no sirve para estar en contacto con el suelo (Cordero y Boshier 2003).

#### **4.5. Estimación de cosecha**

En cada parcela se seleccionaron 10 plantas, se contó el número de bandolas productivas en cada planta y en cada planta se seleccionaron tres bandolas (estrato alto, estrato medio y estrato bajo). En cada bandola seleccionada se cuantificó el número de frutos y se obtuvo el promedio de frutos por bandola. El promedio por

bandola en cada planta se multiplicó por el número de bandolas productivas de la planta y se obtuvo el rendimiento por planta; a partir del valor obtenido en cada una de las 10 plantas, se obtuvo el promedio de frutos por planta de la parcela. Con base en la distancia de siembra, se estimó el número de plantas por manzana. El promedio de frutos por planta se dividió entre 300 (equivalente al número de frutos por libra), luego este valor se multiplicó por el número de plantas por manzana, para encontrar el rendimiento en libras uva por manzana, luego se obtuvo el rendimiento en quintales por manzana, este valor se dividió entre 5 (equivalente a la relación café uva/café oro) y se encontró el rendimiento en quintales oro por manzana. (Aguilar 2006).

#### **4.6. Variables evaluadas**

- Número de hojas por bandola.
- Número de nudos productivos por bandola.
- Total de frutos por bandola.
- Total de hojas con roya, mancha de hierro y antracnosis.
- Severidad de antracnosis en bandolas expresadas en porcentajes.
- Total de hojas con minador.
- Total de frutos brocados.
- Total frutos chasparriados
- Rendimiento por parcela

#### **4.7. Manejo de los sistemas**

**Uso bajo de insumos u orgánico extensivo (BO):** Se realizó poda fitosanitaria y aplicación de cal para marchitez lenta en los meses de Junio- Julio. En el manejo de plagas se realizó la aplicación de torta de nim en el golpe de resiembra. Se realizó la pepena y graniteo, así como trampeo para combatir broca de café, a través de trampas tradicionales usando mezcla de metanol con etanol a relación de 3:1.

**Uso intermedio de insumos orgánicos u orgánico intensivo (MO):** Para el manejo de enfermedades se realizaron 3 aplicaciones de caldo sulfocálcico en dosis de 1 L por

bomba equivalente a 12 litros de caldo por mz, en los meses de Julio y Septiembre. Para el manejo de Marchitez lenta se realizó poda de saneamiento y aplicación de cal en los meses de Junio a Julio. Además se aplicó torta de nim para el control de gallina ciega, también se realizaron 2 aplicaciones de *Beauveria bassiana*, la primera entre los meses de Junio a Julio y la segunda aplicación en los meses de agosto a septiembre respectivamente, así como también se realizó graniteo o pepena.

**Uso intermedio de insumos sintéticos o convencional extensivo (MC):** Para el manejo de las enfermedades se realizaron 3 aplicaciones de oxiclورو de cobre; la primera en el mes de junio; las siguientes se realizaron en base a los criterios de aplicación cuando los niveles fueron del 10% de incidencia en los meses de Junio a Julio. Y también se realizó poda de saneamiento y aplicación de cal (Junio – Julio). Para manejo de broca se realizaron aplicaciones de Endosulfan en el mes de julio, y uso de trampas. Para el manejo de gallina ciega se aplicaron 5g de Terbufos en el golpe de resiembra.

**Uso intensivo de insumos sintéticos o convencional intensivo (AC):** En este sistema se realizó una aplicación de oxiclورو de cobre entre los meses de Mayo a Junio y dos aplicaciones de anvil (Hexaconazol), una entre los meses de Agosto y Septiembre y la otra entre Octubre y Noviembre. También se realizó poda de saneamiento y aplicación de Carbendazin 50% WP (Carbendazin) en los meses de junio a julio con un 50% de incidencia de Mancha de hierro. Para el manejo de broca se aplicó Endosulfan 75cc/ 200 L de agua, entre los meses de julio a Septiembre; también se hizo uso de trampas. Para el manejo de gallina ciega se aplicaron 5g de Terbufos en el golpe de resiembra.



## **Manejo de sombra**

En el manejo de sombra se realizaron podas de formación y raleo hasta de un 50%, así mismo elevación de sombra en el periodo de canícula en las cuatro especies existentes en el sistema.

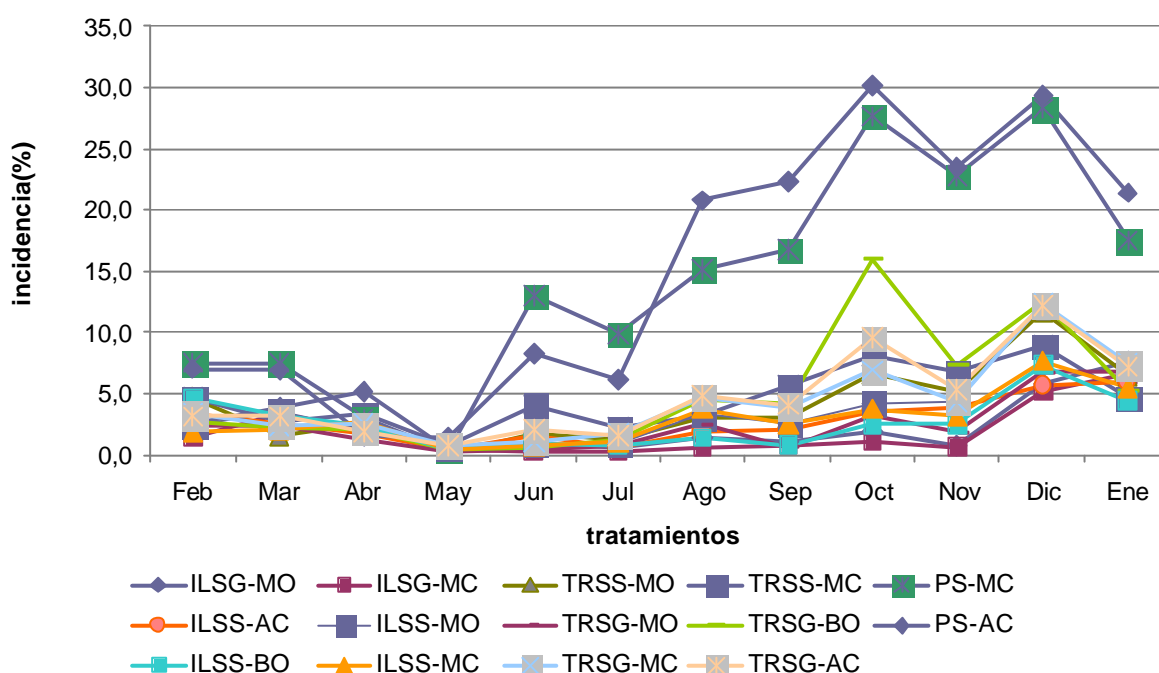
### **4.8. Análisis estadístico**

Los datos de incidencia de plagas y enfermedades recopilados en el experimento fueron analizados mediante el análisis de varianza de medidas repetidas, considerando las fechas como la parcela grande y los tratamientos como la parcela pequeña, a estos se les hizo separación de medias mediante la prueba de tukey, tanto para fecha como para tratamiento. También se estimó el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ADCPE) para todos los tratamientos en cada repetición, a este parámetro también se le realizó análisis de varianza y separación de medias por Tukey. Los datos de rendimiento fueron analizados mediante análisis de varianza y separación de medias según Tukey.

## V. RESULTADOS y DISCUSION

### 5.1. Incidencia de Mancha de hierro

La mancha de hierro se presentó en todas las parcelas en todo el período de estudio, sin embargo alcanzó su mayor incidencia en los meses de Octubre y Diciembre, con una incidencia superior del 5%, en la mayoría de los tratamientos. Los niveles de incidencia más bajos se presentaron en los meses de Febrero a Junio 2006 (Figura 1, tabla 2).



**Figura 1. Incidencia de mancha de hierro en el período Febrero 2006- Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

El análisis de varianza realizado indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P=0.0001$ ) y entre fechas de muestro ( $P=0.0001$ ). La mayor incidencia de la enfermedad se presentó en el tratamiento convencional intensivo pleno sol (PS-AC), con 14.9% de incidencia, seguido por el tratamiento convencional extensivo a pleno sol (PS-MC). La incidencia más baja fue de 1.9% y se encontró en el tratamiento convencional extensivo con sombra de *I. laurina* y *S. glauca* (ILSG-MC), seguido del tratamiento orgánico intensivo con sombra de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-MO) con 2.4% (Tabla 2). Esto confirma que la enfermedad se ve favorecida por las condiciones

de luz y temperatura presentes en cafetales sin sombra. Guharay et al. (2002) expresa que en fincas tradicionales con sombra, la incidencia de la enfermedad es menor; estos resultados también pueden deberse a que el tipo de sombra es fijadora de nitrógeno y por tanto un aumento de la fertilización nitrogenada mejora la tolerancia de la planta a la enfermedad (Pozza et al. 2001). Según UNICAFE (1996) e IICA (1999), las plantaciones con manejo intensivo son más afectadas por mancha de hierro, debido que esta enfermedad se presenta cuando el café está a plena exposición solar aun cuando a las plantaciones se aplique insumos químicos. En cambio en plantaciones con sistemas tradicionales (con sombra), la incidencia de la enfermedad es menor, ya que la enfermedad necesita luz solar para su desarrollo. Las altas incidencias del hongo son típicas en cafetales a pleno sol y en este tipo de sistemas es considerada la enfermedad de mayor importancia. Por lo tanto el uso de sombra puede permitir el manejo de esta enfermedad, la cual en cafetales convencionales requiere de la aplicación de fungicidas y fertilizantes (Jaramillo 1982; Mushler 1997).

Monterroso (1999) en un estudio realizado en cafetales con sombra y a pleno sol, encontró que al reducir el nivel de sombra incrementó la incidencia de la enfermedad. Así mismo expresa que esta enfermedad es muy importante ya que se desarrolla en el estrato superior de la planta donde se concentra la mayor actividad metabólica. Esto indica que el mayor efecto sobre el desarrollo de la enfermedad lo ejerce la condición de luz (sombra) que el nivel de insumo que se utiliza. Los resultados encontrados en este estudio, son similares a los encontrados por Benavides y Romero (2004) donde los tratamientos TRSG-MO y ILSG-MC fueron más efectivos que los tratamientos PS-AC y PS-MC.

El análisis estadístico realizado indica que la mayor incidencia fue de 11.8% y se presentó en el mes de Diciembre. La menor incidencia fue de 0.6 % y se presentó el mes de Mayo. La alta incidencia puede atribuirse al periodo seco ocurrido en el mes de Agosto (canícula) ya que esta enfermedad se ve favorecida cuando durante la época de lluvia ocurre un periodo seco corto (Somarriba 1992). La menor incidencia podría atribuirse a que en este periodo se da la defoliación natural de la planta, las hojas

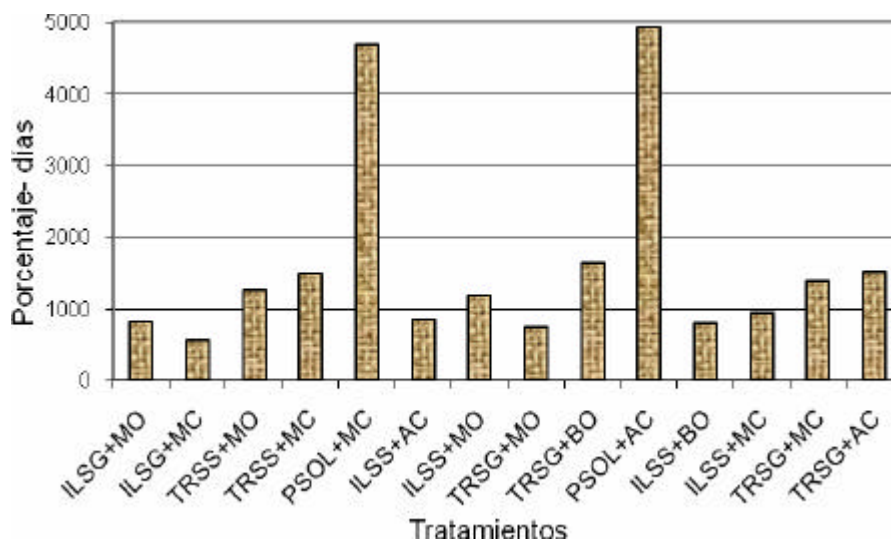
afectadas se caen y el patógeno espera el revestimiento de la planta para iniciar nuevamente la epidemia (Herrera et al. 2001). Estos resultados son similares a los encontrados por Somarriba (1992) quien encontró que las mayores incidencias de mancha de hierro ocurren en los meses de Septiembre a Diciembre; así como con los encontrados por Galeano (2006) quien encontró la mayor incidencia en el mes de Diciembre; Gutiérrez y Ñurinda (1996) encontraron que la mayor incidencia de la enfermedad se presentó en Enero.

**Tabla 2. Promedios de incidencia de mancha de hierro y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

| Tratamientos | Incidencia (%) | Categoría | Mes        | Medias | Categoría |
|--------------|----------------|-----------|------------|--------|-----------|
| PS-AC        | 14.9           | A         | Diciembre  | 11.8   | A         |
| PS-MC        | 14.1           | A         | Octubre    | 8.9    | B         |
| TRSG-BO      | 4.9            | B         | Enero      | 8.2    | B         |
| TRSG-AC      | 4.6            | B         | Noviembre  | 6.6    | BC        |
| TRSS-MC      | 4.5            | B         | Agosto     | 5.1    | CD        |
| TRSG-MC      | 4.3            | B         | Septiembre | 5      | CD        |
| TRSS-MO      | 3.9            | B         | Febrero    | 3.7    | DE        |
| ILSS-MO      | 3.7            | B         | Marzo      | 3.4    | DE        |
| ILSS-MC      | 2.9            | B         | Junio      | 2.6    | DEF       |
| ILSS-AC      | 2.8            | B         | Abril      | 2.4    | EF        |
| ILSG-MO      | 2.7            | B         | Julio      | 2.0    | EF        |
| ILSS-BO      | 2.6            | B         | Mayo       | 0.6    | F         |
| TRSG-MO      | 2.4            | B         |            |        |           |
| ILSG-MC      | 1.9            | B         |            |        |           |

El área debajo la curva de progreso de la incidencia de la enfermedad fue significativamente diferente entre los tratamientos ( $P= 0.0001$ ). El tratamiento PS-AC fue el que presentó la mayor ADCPE, seguido por el tratamiento PS-MC. Los

tratamientos ILSG-MC y TRSG-MO fueron los más efectivos, ya que presentaron la menor ADCPE (Fig. 2).

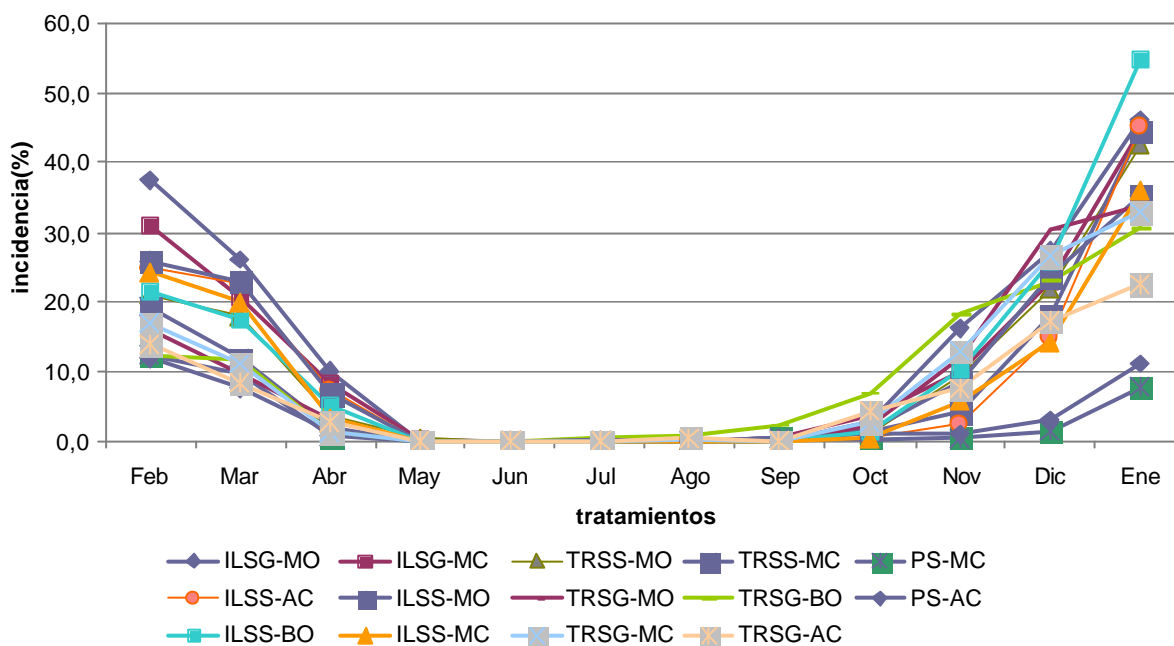


**Figura 2. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de mancha de hierro en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

## 5.2. Incidencia de roya

La roya afectó a todas las parcelas, pero con mayor intensidad a los tratamientos con sombra los cuales la incidencia fue mayor del 10%. La incidencia de roya fue significativamente diferente entre los tratamientos ( $P=0.0002$ ), así como entre las fechas de muestreo ( $P= <0.0001$ ). La mayor incidencia fue de 13.8% y se presentó en el tratamiento orgánico intensivo con sombra de *I. laurina* y *S. glauca* (ILSG-MO), seguido por el tratamiento convencional extensivo con sombra de *I. laurina* y *S. glauca* (ILSG-MC) con 11.8% de incidencia. La menor incidencia se presentó en los tratamientos convencional extensivo y convencional intensivo a pleno sol (PS-MC y PS-AC), con 2.8% y 3.2% de incidencia respectivamente. Probablemente esto se debe a la condición o efecto de la sombra ya que *Inga* es considerada un tipo de sombra densa (Muschler 1997), creando un ambiente favorable para el desarrollo del hongo. Algunos autores señalan que la incidencia es mayor en cafetales sombreados, condición

presente en el cafetal orgánico, lo que permite una menor cantidad de luz y mayores niveles de agua libre en el envés de las hojas que favorecen la germinación e infección de las esporas (Ribeiro 1978; Vargas y Mora 1984; Avelino et al. 1997) (Tabla 3).



**Figura 3. Incidencia de roya en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Benavides y Romero (2004) quienes encontraron mayor incidencia de la enfermedad en los tratamientos convencional extensivo y orgánico intensivo con sombra de *I. laurina* y *S. glauca*, en comparación con los tratamientos convencional intensivo y convencional extensivo a pleno sol.

Los resultados sobre las fechas demuestran que la enfermedad tuvo mayor incidencia en los meses de Febrero del 2006 y Enero del 2007 con promedios de 20.6% y 34.9 % de incidencia. Esto puede atribuirse a que para estas fechas las temperaturas disminuyen provocando que haya agua líquida sobre las hojas lo que favorece al desarrollo de la enfermedad.

**Tabla 3. Promedios de incidencia de roya y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

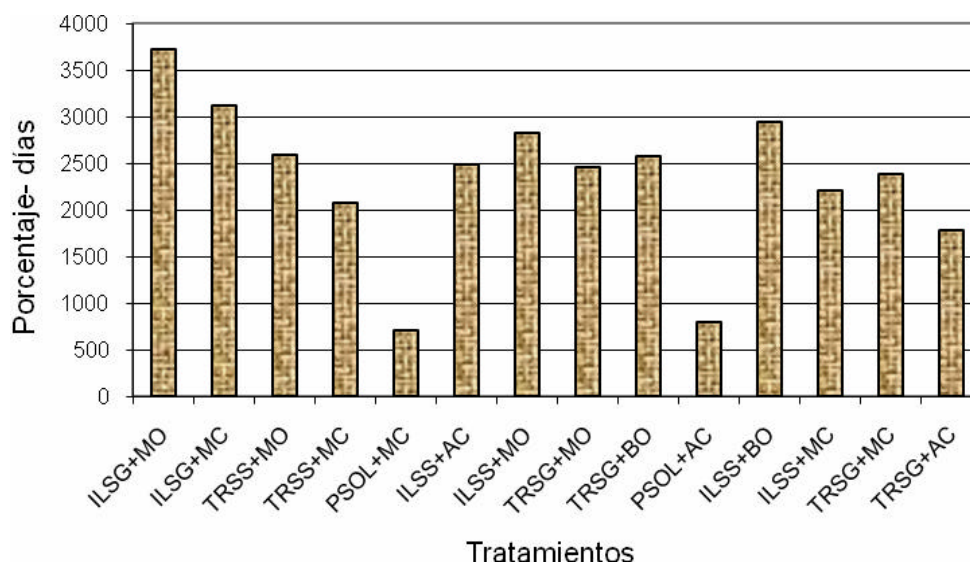
| Tratamientos | Medias | Categoría | Mes        | Medias | Categoría |
|--------------|--------|-----------|------------|--------|-----------|
| ILSG-MO      | 13.8   | A         | Enero      | 34.9   | A         |
| ILSG-MC      | 11.8   | AB        | Febrero    | 20.6   | B         |
| ILSS-BO      | 11.4   | AB        | Diciembre  | 19.3   | B         |
| ILSS-MO      | 10.4   | AB        | Marzo      | 15.5   | B         |
| TRSS-MO      | 9.8    | ABC       | Noviembre  | 8.5    | C         |
| ILSS-AC      | 9.8    | ABCD      | Abril      | 4.1    | CD        |
| TRSG-BO      | 9.0    | ABCD      | Octubre    | 2.2    | D         |
| TRSG-MO      | 8.9    | ABCD      | Septiembre | 0.3    | D         |
| TRSG-MC      | 8.7    | ABCD      | Agosto     | 0.11   | D         |
| ILSS-MC      | 8.7    | ABCD      | Mayo       | 0.07   | D         |
| TRSS-MC      | 8.4    | ABCD      | Julio      | 0.05   | D         |
| TRSG-AC      | 6.5    | BCD       | Junio      | 0.01   | D         |
| PS-AC        | 3.2    | CD        |            |        |           |
| PS-MC        | 2.8    | D         |            |        |           |

La menor incidencia se presentó en los meses Junio y Julio con promedios de 0.01% y 0.05% de incidencia respectivamente probablemente por que en esta época hay un revestimiento de las hojas producto de la caída natural de estas o por causa de plagas y enfermedades; a partir de Septiembre la incidencia de la enfermedad reinició su etapa progresiva, manteniéndose hasta el final del estudio. Posiblemente por la mayor masa de substrato foliar y susceptibilidad del tejido. Según Rivera (1985) el inicio de la epidemia ocurre aproximadamente 50 días después de la temporada lluviosa.

Según el comportamiento de la enfermedad en los diferentes tratamientos y las diferentes fechas de muestreo, la incidencia de roya se puede atribuir probablemente más al efecto de la sombra y al efecto que ejerce la condición clima, que al nivel de insumo, porque el cafetal convencional (pleno sol) presentó menor incidencia en comparación al cafetal bajo sombra. Samayoa y Sánchez (2006) también encontraron

que los cafetales convencionales presentaron menor incidencia de *H. vastatrix* en comparación a los cafetales orgánicos

El análisis de ADCPE también presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $P=0.0002$ ). Al igual que en el análisis de la incidencia, los tratamientos ILSG-MO, ILSG-MC y ILSS-BO, fueron los que presentaron mayor ADCPE. Los tratamientos con menor ADCPE fueron PS-MC, PS-AC y TRSG-AC (figura 4).



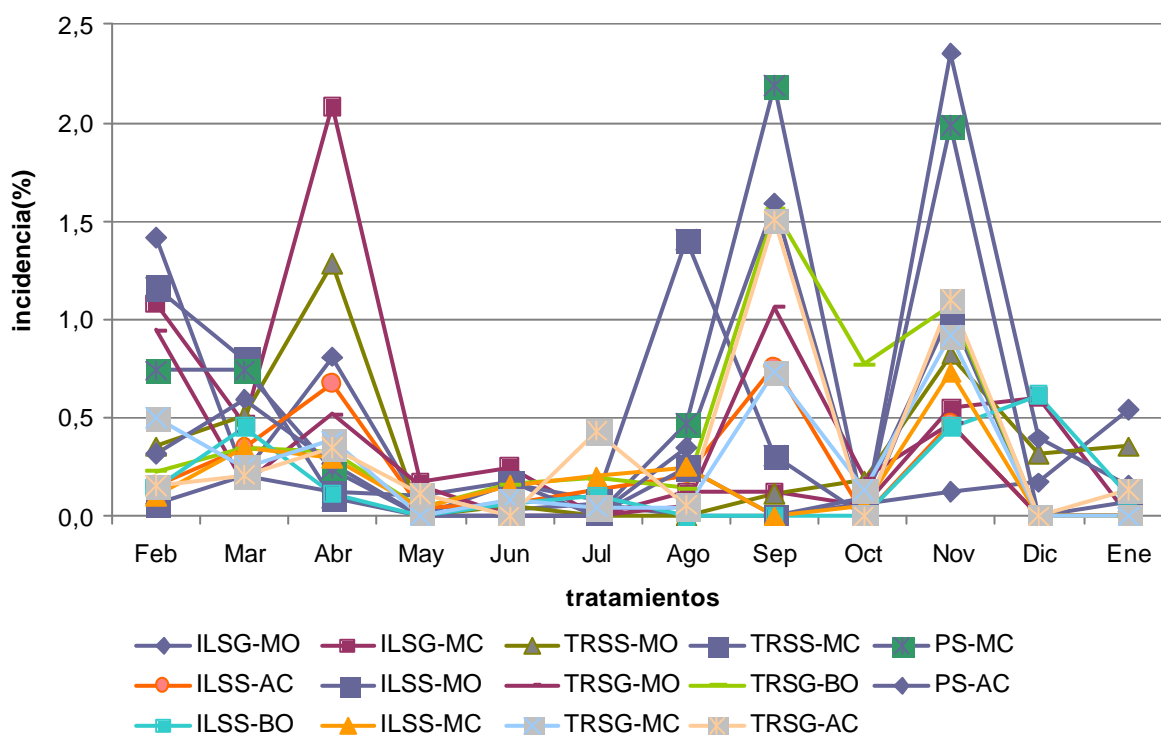
**Figura 4. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de roya en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

Estos resultados demuestran que los tratamientos orgánico extensivo y convencional extensivo con sombra de *I. laurina* y *S. glauca*, ejercieron poco efecto en la reducción de la enfermedad, en comparación con los tratamientos convencional extensivo y convencional intensivo a pleno sol.



### 5.3. Incidencia de Antracnosis

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P=0.51$ ), pero si entre las fechas de muestreo ( $P<0.0001$ ). Aunque en general la incidencia de la enfermedad fue baja, los tratamientos convencional extensivo (PS-MC), y convencional intensivo (PS-AC) a pleno sol, presentaron los mayores niveles de enfermedad. La menor incidencia se presentó en el tratamiento orgánico extensivo con combinación de sombra *I. laurina* y *S. saman* (ILSS-BO), seguido por el tratamiento orgánico intensivo con combinación de sombra *I. laurina* y *S. saman* (ILSS-MO). La mayor incidencia observada en los tratamientos a pleno sol indica que este es un factor que favorece el desarrollo de la enfermedad.



**Figura 5. Incidencia de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

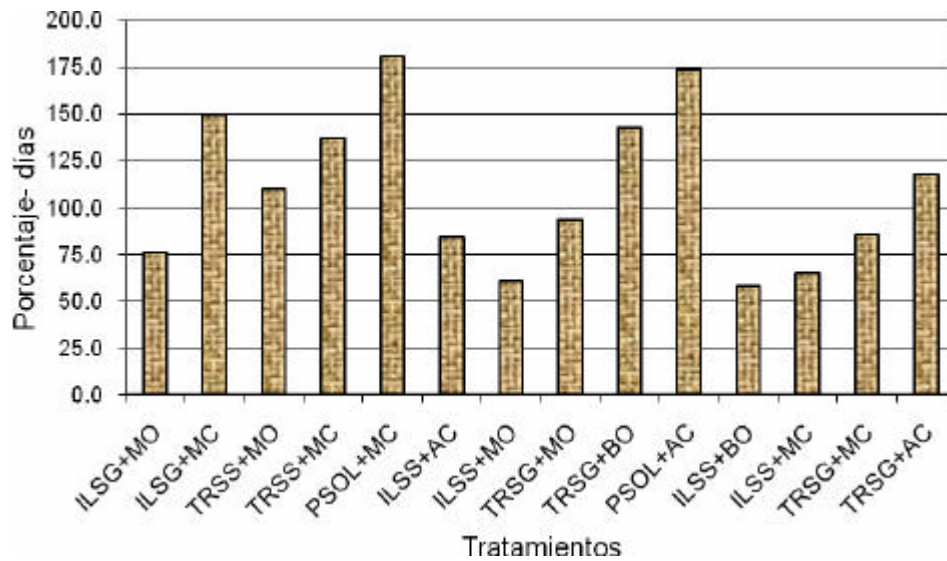
La mayor incidencia de antracnosis fue 0.95% y se presentó en el mes de Noviembre. Esta enfermedad, al igual que la roya y la mancha de hierro, se presentó en todos los tratamientos pero con mayor incidencia en los tratamientos a pleno sol. La incidencia

más baja se presentó en los meses de Mayo a Julio, obteniéndose niveles de incidencia menores del 0.05%. Esto podría deberse a que en estas fechas las lluvias disminuyen creando condiciones menos favorables para la enfermedad (Figura 5, tabla 4).

**Tabla 4. Promedios de incidencia de antracnosis y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

| Mes        | Medias | Categoría |
|------------|--------|-----------|
| Noviembre  | 0.95   | A         |
| Septiembre | 0.71   | AB        |
| Abril      | 0.54   | ABC       |
| Febrero    | 0.53   | ABC       |
| Marzo      | 0.40   | BC        |
| Agosto     | 0.24   | BC        |
| Diciembre  | 0.15   | C         |
| Octubre    | 0.11   | C         |
| Enero      | 0.01   | C         |
| Julio      | 0.09   | C         |
| Junio      | 0.09   | C         |
| Mayo       | 0.05   | C         |

El análisis del ADCPE, también indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P=0.63$ ), confirmando así los resultados obtenidos mediante el análisis de la incidencia de la enfermedad, que indica que los tratamientos más afectados fueron PS-MC y PS-AC y los menos afectados ILSS-BO y ILSS-MO (Fig.6).

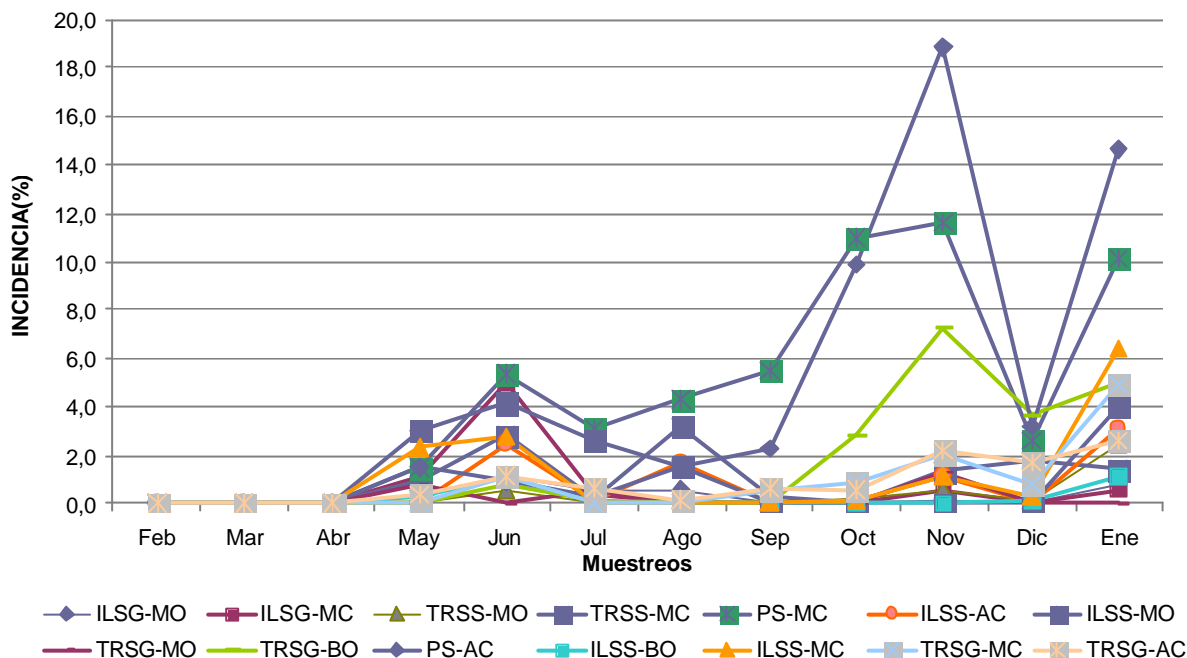


**Figura 6. Área debajo de la curva de progreso de la incidencia de antracnosis en el periodo Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

#### 5.4. Severidad de Antracnosis

La severidad de antracnosis se presentó a partir del mes de Mayo 2006 a Enero 2007, alcanzando su mayor severidad en los meses de Noviembre 2006 y Enero 2007, afectando principalmente a los tratamientos a pleno sol que alcanzaron niveles de severidad mayores de 10% en algunas fechas. El análisis estadístico realizado para severidad de antracnosis indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.0001$ ) y entre las fechas de muestreo ( $P < 0.0001$ ). La mayor severidad de la enfermedad se presentó en el tratamiento convencional extensivo a pleno sol (PS-MC), seguido por el tratamiento convencional intensivo a pleno sol (PS-AC), con 6.1% y 5.9% de severidad respectivamente. La menor severidad fue 0.3% y se presentó en el tratamiento orgánico intensivo con sombra de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-MO), seguido del tratamiento orgánico extensivo con sombra de *I. laurina* y *S. saman* (ILSS-BO). Posiblemente esto se debió a al efecto de la intensidad de luz y el estrés ocasionado por la radiación, lo que contribuye al desarrollo de la enfermedad, también puede deberse a que *Collectotrichum spp* es un hongo oportunista ya que aprovecha cualquier vía de entrada a la planta, tal como daños por plagas, quemaduras por

herbicidas o daños mecánicos causados por otros factores; además la enfermedad se ve favorecida por deficiencia nutricional de las planta (Monzón 2003) (Figura 7, tabla 5).



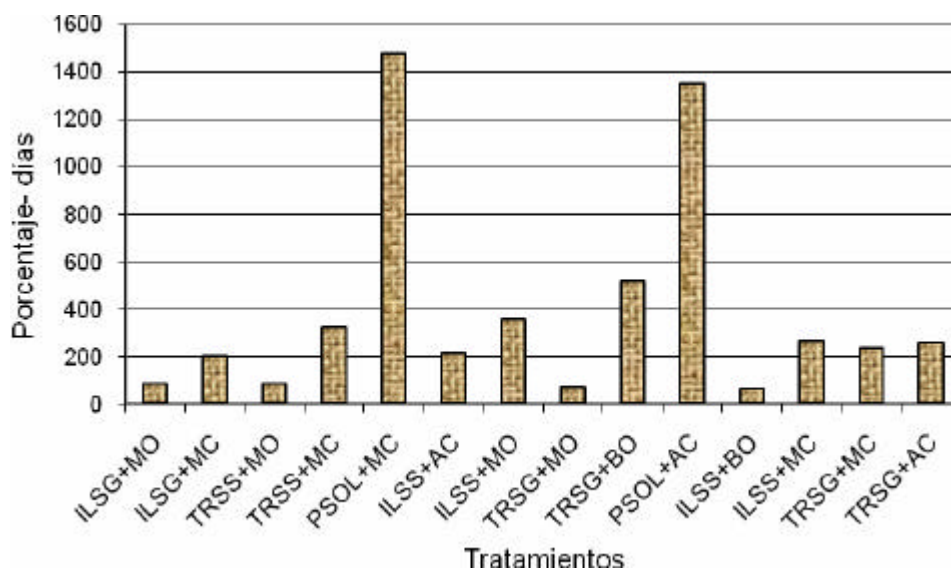
**Figura 7. Severidad de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

La severidad de la enfermedad presentó su mayor incidencia en los meses de Noviembre 2006 y Enero 2007 con promedios de 3.4% y 4.1% respectivamente. Probablemente esto se debió a la condición clima porque Noviembre es periodo de lluvias. Según Mendoza et al. (Sin fecha). En la época lluviosa se intensifica el daño, ya que las masas de esporas se desprenden fácilmente, son liberadas y diseminadas por gotas de agua a lo largo de las bandolas, hojas, flores y frutos. Durante los meses de Marzo y Abril no se observó presencia de la enfermedad.

El análisis del ADCPE indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $Pr= 0.0001$ ), confirmando los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza de la severidad (Figura. 8)

**Tabla 5. Promedios de severidad de antracnosis y resultados de la separación de medias por tratamiento y por muestreo (Tukey; 0.05).**

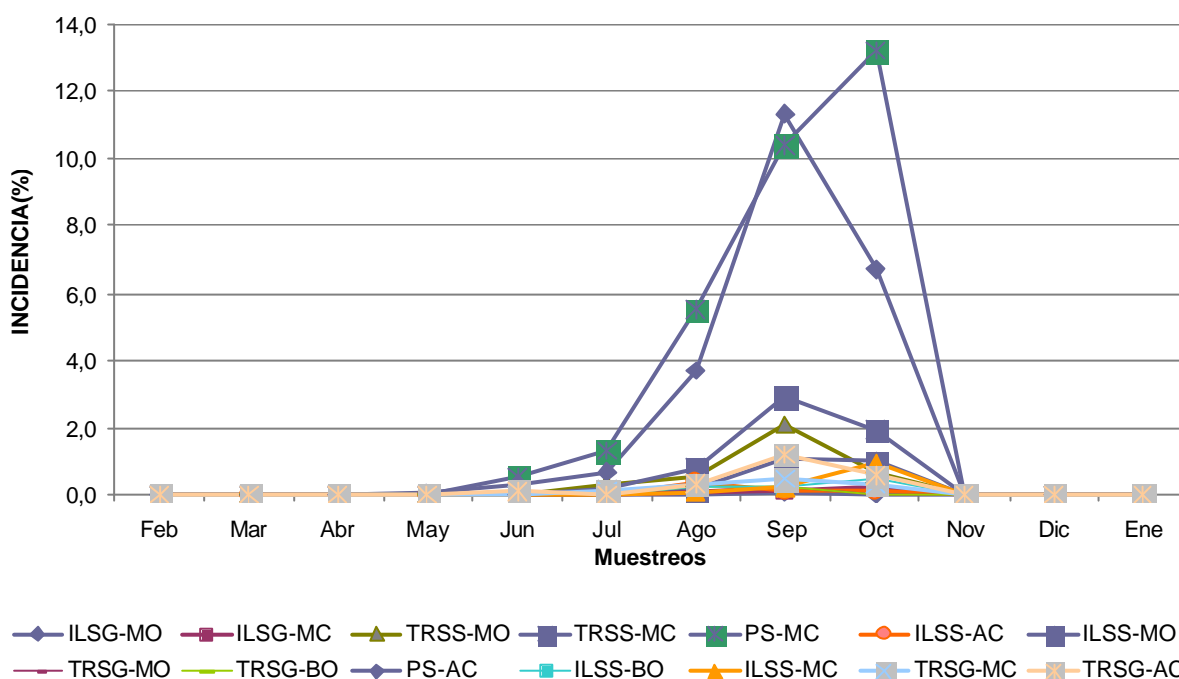
| Tratamientos | Medias | Categoría | Mes        | Medias | Categoría |
|--------------|--------|-----------|------------|--------|-----------|
| PSOL-MC      | 6.1    | A         | Enero      | 4.1    | A         |
| PSOL-AC      | 5.9    | A         | Noviembre  | 3.4    | AB        |
| TRSG-BO      | 2.2    | AB        | Junio      | 2.1    | ABC       |
| ILSS-MO      | 1.7    | B         | Octubre    | 1.8    | ABC       |
| ILSS-MC      | 1.5    | B         | Diciembre  | 1.0    | BC        |
| TRSS-MC      | 1.3    | B         | Agosto     | 0.9    | C         |
| TRSG-MC      | 1.2    | B         | Mayo       | 0.9    | C         |
| TRSG-AC      | 1.1    | B         | Septiembre | 0.7    | C         |
| ILSS-AC      | 0.10   | B         | Julio      | 0.6    | C         |
| ILSG-MC      | 0.8    | B         |            |        |           |
| TRSS-MO      | 0.5    | B         |            |        |           |
| ILSG-MO      | 0.4    | B         |            |        |           |
| ILSS-BO      | 0.3    | B         |            |        |           |
| TRSG-MO      | 0.3    | B         |            |        |           |



**Figura 8. Área debajo de la curva de progreso de la severidad de antracnosis en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

## 5.5. Incidencia de chasparria

La chasparria se presentó en todas las parcelas, y solamente se observó en los meses de Mayo a Octubre, cuando había frutos disponibles, ya que es una enfermedad específica de los frutos del café. La mayor incidencia fue de 2.2% y se observó en el mes de Septiembre (figura 9, tabla 6).



**Figura 9. Incidencia de Chasparria en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya**

La incidencia de chasparria fue significativamente diferente entre los tratamientos ( $P=0.0001$ ) y entre las fechas de muestreo ( $P= 0.0001$ ). La incidencia más alta se observó en el tratamiento convencional extensivo a pleno sol (PS-MC), seguido por el tratamiento convencional intensivo a pleno sol (PS-AC), con promedios de 5.2% y 3.8% respectivamente. La incidencia más baja se presentó para el tratamiento orgánico intensivo con sombra combinada de *I. laurina* y *S. glauca* (ILSG-MO), seguido del tratamiento orgánico intensivo con sombra combinada de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-MO) (tabla 6). En general la enfermedad presentó baja incidencia, pero la mayor

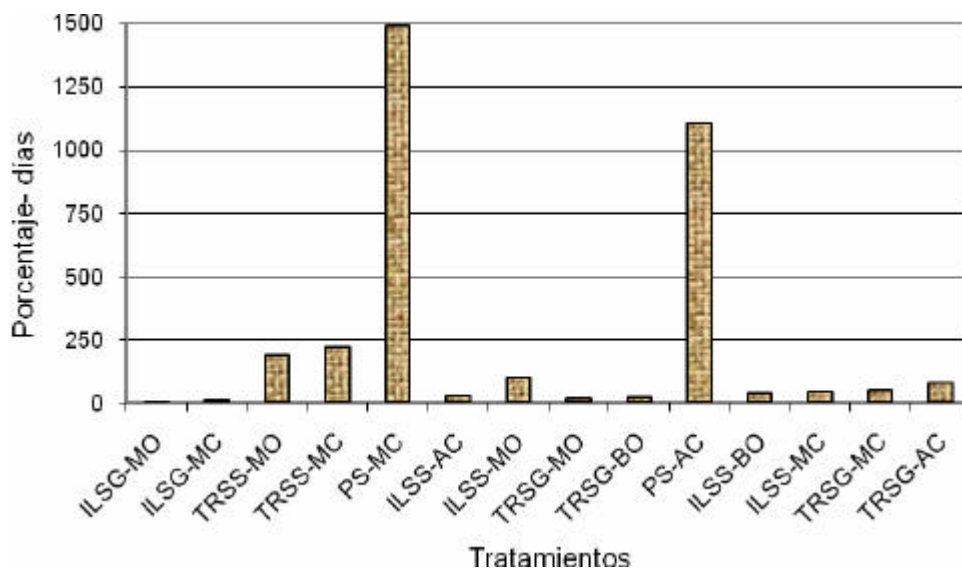
incidencia se observó en los tratamientos a pleno sol, que fue donde también donde se observó mayor incidencia de mancha de hierro y antracnosis.

**Tabla 6. Promedios de incidencia de chasparria y resultados de la separación de medias por tratamiento y por mes (muestreo) (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

| Tratamientos | Medias | Categoría | Meses      | Medias | Categoría |
|--------------|--------|-----------|------------|--------|-----------|
| PS-MC        | 5.2    | A         | Septiembre | 2.2    | A         |
| PS-AC        | 3.8    | AB        | Octubre    | 1.9    | AB        |
| TRSS-MC      | 0.1    | BC        | Agosto     | 0.9    | BC        |
| TRSS-MO      | 0.6    | C         | Julio      | 0.2    | C         |
| ILSS-MO      | 0.4    | C         | Junio      | 0.07   | C         |
| TRSG-AC      | 0.4    | C         |            |        |           |
| TRSG-MC      | 0.2    | C         |            |        |           |
| ILSS-MC      | 0.2    | C         |            |        |           |
| ILSS-BO      | 0.2    | C         |            |        |           |
| ILSS-AC      | 0.1    | C         |            |        |           |
| TRSG-BO      | 0.07   | C         |            |        |           |
| ILSG-MC      | 0.07   | C         |            |        |           |
| TRSG-MO      | 0.06   | C         |            |        |           |
| ILSG-MO      | 0.01   | C         |            |        |           |

La mayor incidencia en los meses de Septiembre y Octubre podría deberse a que en Agosto ocurre un periodo seco corto el cual favorece al desarrollo del hongo (Somarriba 1992). En estas fechas, los tratamientos PS-AC y PS-MC, alcanzaron valores de incidencia hasta de 5.2% y 3.8% respectivamente.

El análisis de varianza realizado para el ADCPE también indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P<0.0001$ ), siendo los tratamientos PS-MC y PS-AC los que presentaron mayor ADCPE. La menor área debajo la curva se presentó en los tratamientos ILSG-MO y TRSG-MO (Figura 10).



**Figura 10. Área debajo de la curva de progreso de chasparria en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

### 5.6. Incidencia de Minador de la hoja del café

La incidencia del minador fue baja durante todo el período de estudio y se observó en los meses de Febrero a Mayo, con pequeños picos en Julio y Septiembre, afectando a la mayoría de los tratamientos aunque su incidencia no alcanzó su nivel crítico de 20%. (Figura 11, tabla 7). No se encontraron diferencias significativas de la incidencia de minador entre los tratamientos ( $P=0.59$ ), pero hubo diferencias entre las fechas de muestreo ( $P= <0.0001$ ). La mayor incidencia observada fue 2.9% y se encontró en el tratamiento orgánico intensivo con combinación de sombra *I. Laurina* y *S. saman* (ILSS-MO). La incidencia más baja se presentó en el tratamiento convencional intensivo con sombra de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-AC).



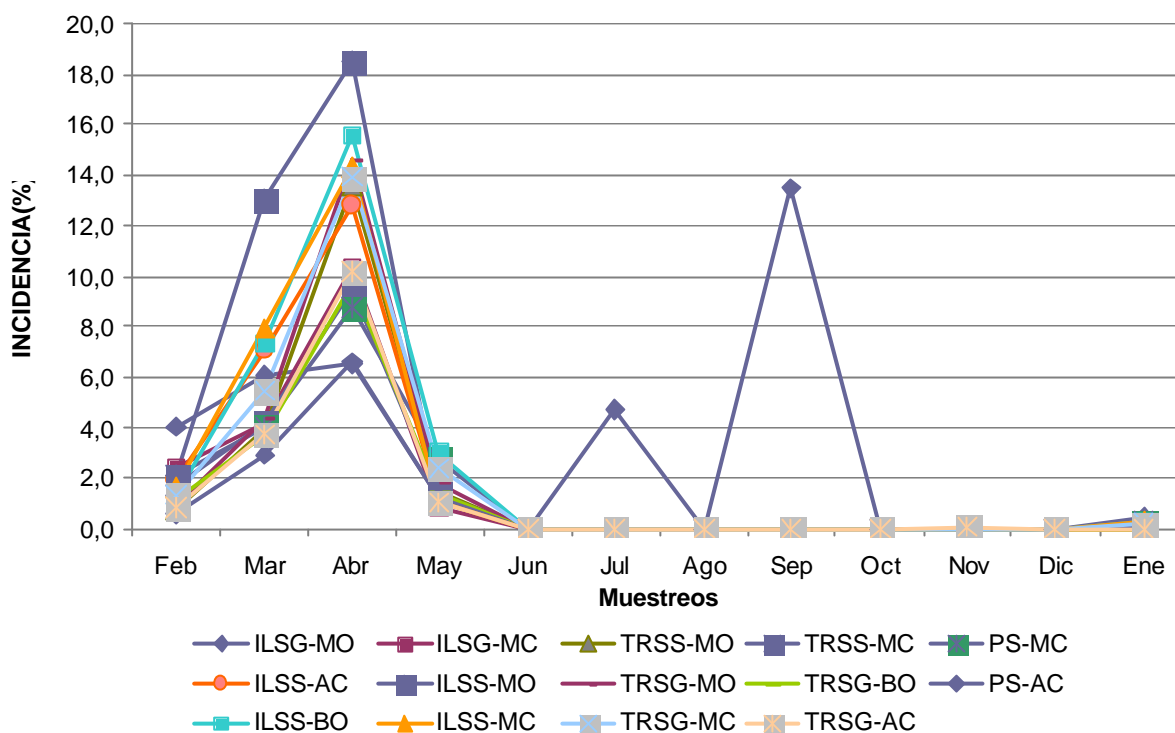


Figura 11. Incidencia de minador en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.

Tabla 7. Promedios de la incidencia de *L. coffeella* y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey;  $\mu=0.05$ ).

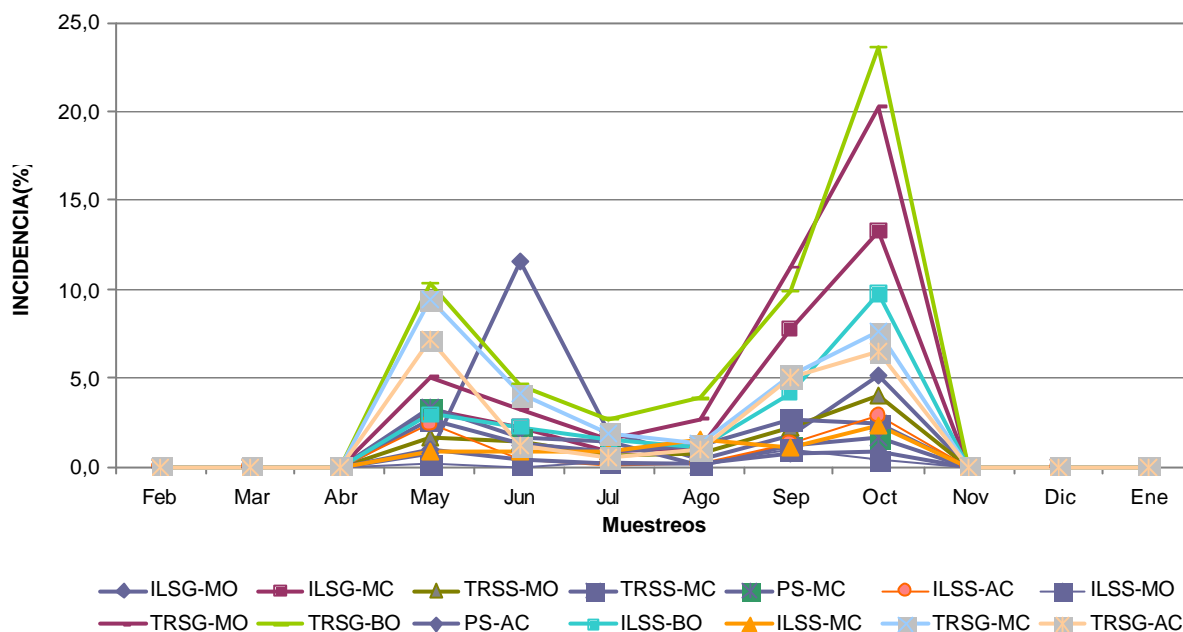
| Mes        | Medias | Categoría |
|------------|--------|-----------|
| Abril      | 11.8   | A         |
| Marzo      | 5.6    | B         |
| Febrero    | 1.6    | C         |
| Mayo       | 1.6    | C         |
| Septiembre | 1.0    | C         |
| Julio      | 0.3    | C         |
| Enero      | 0.2    | C         |
| Noviembre  | 0.004  | C         |

Los resultados encontrados muestran que la plaga se presentó con mayor incidencia en los meses de Marzo a Mayo siendo el mes de Abril el que presentó mayor promedio de incidencia con 11.8%, seguido por el mes de Marzo con 5.6% de incidencia. En los

meses de Junio, Agosto, Octubre y Diciembre no hubo presencia de la plaga. Estas altas incidencias en los meses de marzo a Mayo podría deberse a que estos meses son más calientes y secos además que es donde se dan las más altas poblaciones de la plaga, ya que esta plaga es caracterizada por ser una plaga de época seca (Campos et al. 1989). La no presencia de la plaga en los meses de Junio y Agosto podrían deberse a la conjugación de efectos mecánicos de la lluvia la cual crea condiciones desfavorables para la plaga y de la acción de enemigos naturales que en esa época alcanzan los niveles máximos. En los meses de Octubre y Diciembre podrían atribuirse a la humedad y bajas temperaturas que se presentan en estos meses lo cual ocasiona que las poblaciones de plagas disminuyan drásticamente (Monterrey 1990).

### **5.7. Incidencia de Broca del café**

La broca se presentó al igual que el minador en todos los tratamientos, la incidencia de esta plaga ocurrió a partir del mes de Mayo hasta el mes de Noviembre, alcanzando su máxima incidencia en los meses de Mayo, Septiembre y Octubre. No se encontraron diferencias significativas en la incidencia de broca entre los tratamientos ( $P= 0.24$ ), pero si entre las fechas de muestreo ( $P= 0.0001$ ). La mayor incidencia promedio observada fue de 9.2% y se presentó en el tratamiento orgánico extensivo con sombra de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-BO), seguido por el tratamiento orgánico intensivo con sombra de *T. rosea* y *S. glauca* (TRSG-MO) con 7.4%. La menor incidencia fue de 0.3% y se observó en el tratamiento orgánico intensivo con sombra de *I. laurina* y *S. saman* (ILSS-MO) (Figura 12, Tabla 8).



**Figura 12. Incidencia de Broca en el período Febrero 2006 - Enero 2007, en el experimento de sistemas, Masatepe, Masaya.**

**Tabla 8. Promedios de la incidencia de *H. hampei* y resultados de la separación de medias por mes de muestreo (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

| Meses      | Medias | Categoría |
|------------|--------|-----------|
| Mayo       | 3.6    | A         |
| Junio      | 2.5    | A         |
| Julio      | 1.1    | A         |
| Agosto     | 1.1    | A         |
| Septiembre | 4      | A         |
| Octubre    | 7.2    | B         |

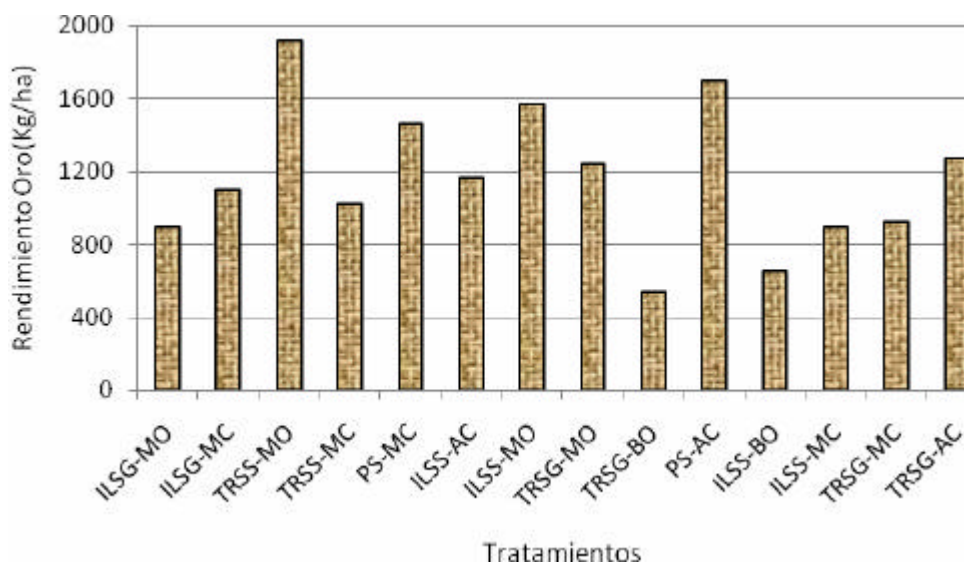
Los resultados obtenidos demuestran que la mayor incidencia de la plaga fue en el mes de Octubre con promedio de 7.2% de incidencia, seguido por el mes de Septiembre con promedio de 4.0% de incidencia; en estos meses, los tratamientos TRSG-BO y TRSG-MO alcanzaron los mayores niveles de incidencia, los que fueron de 9.2 y 7.4% respectivamente. Durante los meses de Febrero a Abril y Noviembre a Enero no hubo incidencia de la plaga debido a que en estas fechas ya no había frutos producto de la cosecha (Méndez y Velazo 1985). Según Sequeira (1992), la mayor infestación de

broca se produce en el mes de Octubre, aproximadamente unos 165 días después de la floración principal. Muños et al. (1986) en sus estudios indica que la broca tiene dos periodos bien diferenciados de incremento en la perforación de frutos, el primero en Junio y el segundo en Octubre. La incidencia posiblemente se de por las condiciones abióticas del suelo y el clima, ya que en los meses de Junio y Julio inicia la temporada lluviosa, creando condiciones como oscuridad y una alta humedad relativa que favorecen al desarrollo de la plaga. Decazy (1990) señala que la broca es más activa en la oscuridad y bajo una alta humedad relativa y que en condiciones de baja humedad, la mortalidad aumenta.

### **5.8. Rendimiento ciclo 2006-2007**

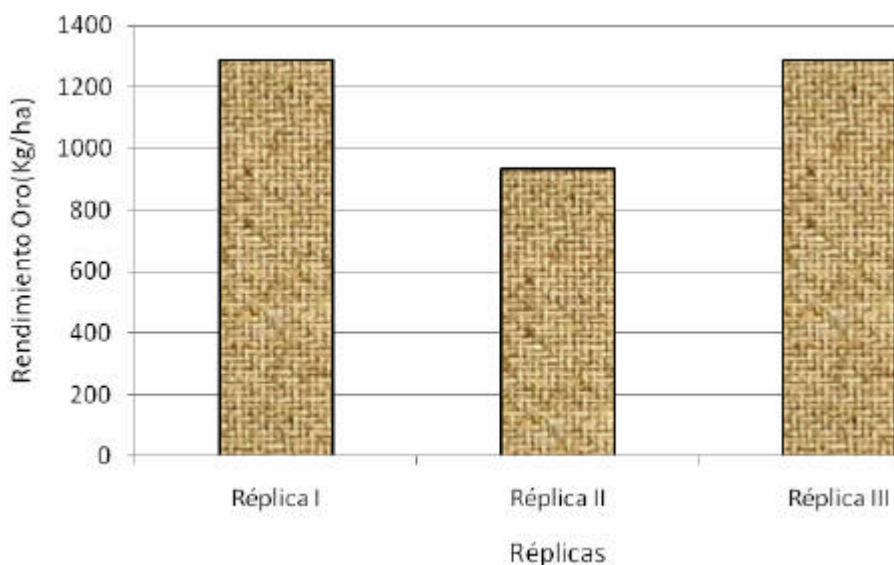
No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos ( $P=0.24$ ), pero si entre réplicas ( $P=0.003$ ); sin embargo se observó que el tratamiento TRSS-MO obtuvo el mayor rendimiento, con 1917.4 kg/ha, seguido por 1698.1 y 1565.5 kg/ha en los tratamientos PS-AC y ILSS-MO respectivamente. El rendimiento más bajo, fue observado en los tratamientos TRSG-BO, con 543.3 kg/ha y ILSS-BO con 656.1 kg/ha (Figura 13). Los menores rendimientos observados en los tratamientos orgánicos extensivos sugieren, que posiblemente el nivel de insumo es el factor determinante en el rendimiento.

Al comparar el rendimiento obtenido en las réplicas, se observó que los mejores rendimientos los presenta la réplica III (Campos Azules), seguido por la réplica I (El Níspero) con rendimiento promedio de 1288.2 kg/ha y 1285.0 Kg /ha respectivamente.



**Figura 13. Rendimiento de los tratamientos en kilogramos por hectárea para el ciclo productivo 2006-2007, Masatepe, Masaya.**

Es posible que el mayor rendimiento de la réplica tres se debió a que esta, como tiene un año menos de establecida, esta se encuentre en el año más productivo por ser una plantación joven; es conocido que el café alcanza sus mayores rendimientos al cuarto año de su ciclo productivo. En cambio el menor rendimiento en la réplica dos, posiblemente se debió en parte, al periodo de bianulidad del cultivo, bajo nivel de insumo y al daño ocasionado por plagas y enfermedades, ya que broca, chasparria, mancha de hierro y antracnosis, se presentaron con mayor incidencia en esta réplica en comparación a las demás (Figura 14, Tabla 9).



**Figura 14. Rendimiento por réplicas, en kilogramos por hectárea para el ciclo productivo 2006/2007, Masatepe, Masaya.**

**Tabla 9. Separación de Medias por réplica para la variable rendimiento (kg oro/ha) (Tukey;  $\mu=0.05$ ).**

| Réplica | Medias | Categoría |
|---------|--------|-----------|
| 3       | 1288.2 | A         |
| 1       | 1285.0 | A         |
| 2       | 933.3  | A         |

Los resultados de este estudio mostraron rendimientos menores, con relación al ciclo productivo anterior; la producción de la réplica tres fue menor en un 15% en comparación al ciclo anterior, la réplica dos fue menor en un 50%, mientras que la réplica uno supero en un 16% al ciclo anterior. Posiblemente esto se de por el periodo de bianualidad del cultivo. El rendimiento obtenido en el sistema (25.71 qq/ha) supera al rendimiento nacional (13 qq/ha) en un 100%.

Los resultados obtenidos en este sistema para el ciclo 2006/2007 fueron bajos en comparación con otros resultados evaluados bajo diferentes sistemas de manejo para el ciclo 2005/2006, presentando el café con sombra los niveles más altos en rendimiento (2275.4 kg/ha), seguido por el café con sombra fertilizado (2170.7 kg/ha) y por último el café a pleno sol fertilizado (1693.7 kg/ha) (Pereira y Parrales 2006). Según

el ANACAFE (2003) señala que en plantaciones con 30% de sombra los sistemas sin fertilizantes superan en rendimiento a los fertilizados.

## VI. CONCLUSIONES

- Los tratamientos convencional intensivo y extensivo a pleno sol fueron más afectados por Mancha de hierro, Antracnosis en hoja y en bandola y Chasparria. En cambio los tratamientos orgánicos intensivos y orgánicos extensivos bajo sombra guaba y acetuno, guaba y genízaro y roble con acetuno fueron menos afectados.
- Los tratamientos orgánico intensivo y convencional extensivo con sombra de guaba y acetuno presentaron mayor incidencia de Roya, en cambio los tratamientos convencional extensivo e intensivo a pleno sol presentaron los niveles de incidencia más bajos de la enfermedad.
- La mayor incidencia de Minador de la hoja del cafeto se presentó en los tratamientos orgánicos bajo sombra de guaba y genízaro, en cambio las menores incidencias se presentaron en el tratamiento convencional intensivo y orgánico extensivo con sombra de roble y acetuno.
- La broca del fruto de café mostró mayor afectación en los tratamientos orgánicos con sombra de roble y acetuno, con relación a los tratamientos orgánico intensivo con sombra de guaba y genízaro y convencional intensivo a pleno sol, que resultaron menos afectados.
- Los mayores rendimientos se presentaron en los tratamientos orgánicos intensivos con sombra de roble y genízaro y convencionales intensivos a pleno sol, en cambio los rendimientos fueron menores en los tratamientos orgánicos extensivos con sombra de roble con acetuno y guaba con genízaro.
- Los rendimientos más altos se presentaron en la réplica 3 (Campos Azules) y la réplica 1 (el Níspero).
- No se observó ningún sistema (tipo de sombra e insumo) que sea más adecuado para el manejo de todos los problemas fitosanitarios del cultivo, por lo que la decisión de manejo debe orientarse con base al problema que se presente en la finca o plantío.



## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de manera continua en este sistema y realizar investigaciones similares en zonas cafetaleras con mayor altitud y diferentes condiciones climáticas.
- Evaluar niveles de sombra y fertilización diferentes a los estudiados que permitan a la plantación producir café con un rendimiento aceptable y de buena calidad.
- Establecer plantaciones de café en combinación con sombra de roble y genízaro con nivel de insumo orgánico intensivo para obtener mejores rendimientos.
- Establecer plantaciones de café con niveles de insumo orgánico bajo sombra para disminuir las afectaciones de enfermedades como Mancha de hierro, Antracnosis en hojas y bandolas y Chasparria.
- Establecer sistemas de café con niveles de insumo convencional sin sombra o convencional con sombra de roble y acetuno en condiciones agroecológicas donde la roya sea el principal problema fitosanitario.
- En zonas donde el principal problema fitosanitario sea minador se debe establecer sistemas de café con niveles de insumo convencional intensivo y orgánico extensivo con sombra de roble y acetuno.
- En plantaciones donde el problema fitosanitario sea broca se debe establecer sistemas de café con niveles de insumo orgánico intensivo con sombra de guaba y genízaro y convencional intensivo sin sombra.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ABREGO L; GALVAS G. 1977. Manual técnico del cultivo del café en el Salvador. Pág.168 y 184.
- AGENDA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL; UTAN GRANSER-SCC; CRECER; UCRAPROBEX RL. 2001. Manual de Caficultura Orgánica. Editado en El Salvador. Pág. 46, 49, 70-71.
- AMAYA C, M. 1976. Fertilización del cafeto. Curso de técnicas modernas para el cultivo del café. ISRC/ Instituto salvadoreño de investigación del café. El Salvador. P 11.
- ANACAFE. 2003. Investigación y Descubrimiento sobre el cultivo del café. P. 211-217.
- AVELINO, J; SEIBT, R; ZELAYA, H; ORDOÑEZ, M; MERLO, A. 1997. Encuesta diagnóstico sobre la roya anaranjada del cafeto en honduras. In simposio latinoamericano de caficultura (1997, san José, costa rica). Memorias. IICA-PROMECAFE. P. 379-385.
- AVELINO, J. 2004. Diferenciación de los cafés de Costa Rica a través de las condiciones geográficas (ponencias). En: IICA/PROMECAFE. Boletín N° 101. Pág.7.
- BEER, J; MUSCHLER, R; KASS, D; SOMARRIBA, E. 1998. Shade management in coffe and cacao plantations. Agroforestry systems. 38: 139-164.
- BENAVIDES, M; ROMERO, S. 2004. Efectos de diferentes niveles de insumo y tipos de sombra sobre el comportamiento de las principales plagas del cultivo de café (*coffea arabica* L), Masatepe, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 54p.
- BORNEMISZA, E; COLLINET, J; SEGURA, A. 1999. Los suelos cafetaleros en América Central y su Fertilización. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 119-122.
- BUSTILLO, A; VILLACORTA, A. 1994. Manejo de las principales plagas del café en plantaciones de altas densidades. Simpósio internacional sobre café adensado. ANAIS; IAPAR. Londina; Brasil. Pág. 187, 189,194.

- BLANDON H; RUIZ D. 2003. Estudio del comportamiento de plagas y enfermedades en el cultivo de café, mediante el uso de recuento integral, Masatepe, Masaya. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 41p.
- CAMPOS, C. E. 1972. Control de minador de la hoja del café, *Leucopthera coffeella* (Guerin-meneville) con insecticidas sistémicos y de contacto. Tesis. Costa Rica. Pág. 4 y 7.
- CAMPOS, C. 1982. El cultivo del café. Serie cultivos mayores N° 5. Universidad Estatal a distancia. San José. Costa Rica. Pág. 56.
- CAMPOS, O; DECAZY, B; AGUILAR, E. 1989. Dinámica del minador de la hoja del cafeto *Leucopthera coffeella* y sus enemigos naturales en la zona de nueva San Carlos Guatemala. En: IICA/PROMECAFE. Boletín de PROMECAFE. N° 45. Octubre- Dic 1989. Guatemala. 16p.
- CARDONA, D; SADEGHIAN, S. 2006. Evaluación de propiedades físicas y químicas del suelo establecidas con café bajo sombra y a plena exposición solar. CENICAFE. Colombia. P 349.
- CASTILLO, N. 1977. Control químico de *cercospora coffeicola* (berck y cooke), agente causal de la mancha de hierro en viveros de café. tesis. INTA, Managua, Nicaragua. Pág.6 y 9.
- CORDERO, J; BOSHIER, H. 2003. Árboles de centro América. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba C. R. P. 219 - 922.
- COSTE R. 1975. El café. Editorial Blume- Barcelona. Pág. 112-113.
- DECAZY 1987. Descripción de biología, ecología y control de las principales plagas del cafeto. En: curso regional sobre manejo integrado de plagas del cafeto, con énfasis en broca del fruto (*Hypothenemus hampei*. Ferr) 1987. San Pedro Sula, Honduras (informe). Tegucigalpa IICA. P 211-218.
- DECAZY, B. 1990. El manejo integrado de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*. Ferr). Manual técnico. IICA- PROMECAFE. 20p.
- DE LA LLANA, C. A. 2000. Comportamiento de las plagas de café y la fauna benéfica en dos sistemas de manejo durante la época seca de 1998. Tesis. UNAN-León, Nicaragua. Pág. 5-6

- DUFOUR, B.; BARRERA, J.; DECAZY, B. 1999. La broca de los frutos del cafeto: ¿la lucha biológica como solución? Desafíos de la caficultora en centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P 293-325.
- DURAN, C. 1985. Avances de los Estudios Epidemiológicos de la Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk) en México. Taller regional del PROMECAFE sobre la Epidemiología de la Roya del cafeto. PROMECAFE, IICA, ROCAP. Guatemala. P 33-42.
- FARFAN; MESTRE, A. 2004. Repuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. CENICAFE. Colombia. P 162.
- FERNANDEZ, C; MUSCHLER, R. 1999. Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. Desafíos de la caficultora en Centroamérica. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica. P: 75-78.
- FELIZ, D; GUHARAY, F. BEER, J. 2004. Incidencia de la broca (*Hypotenemus hampei*) en plantas de café a pleno sol y bajo sombra de *Eugenia jambos* y *Gliricidia sepium* en San Marcos. Nicaragua. Agroforesteria en las Americas. P 56.
- FISCHERSWORRING, B; ROBKAMP, R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Tercera Edición. Pág. 97-107.
- GALEANO, R. J. 2006. Evaluación de alternativas de manejo para mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cook) en el cultivo de café (*coffea arabica* L) en fincas modelos de los departamentos de Granada, Masaya y Carazo. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 57p.
- GONZALES, C. M. Y. 1998. Evaluación de plagas de verano en la ciudad de san Marcos (Carazo, Nicaragua) en dos sistemas de manejo. Tesis (Mag. Sci) CATIE. Turrialba Costa Rica. 73p.
- GUHARAY F; MONTERREY, J; MONTERROSO, D; BARRIOS, D. 1999. Manejo ecológico de broca. En: IICA/PROMECAFE. Boletín N° 82-83. Pág. 16.
- GUHARAY, F; MONTERREY, J; MONTERROSO, D; STAVER CH.2000. Manejo integrado de plagas del cultivo del café. Managua, Nicaragua. Pág.16- 21, 115-116.
- GUHARAY, F; MONTERREY, J; MONTERROSO, D; STAVER, CH. 2002. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. Primera edición. Managua, Nicaragua. Pág. 60 y 78.

- GUISAFRE, J. 1957. Sombra, sol y riego. En: el café de el salvador. N° 308-309. Revista de la asociación cafetalera del salvador. El Salvador. Pág. 325-331.
- GUTIERREZ, M; ÑURINDA, A. 1996. Validación de diferentes opciones de manejo para el control de roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk & B) en la finca Santa Ana en el Mombacho, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. 54p.
- HAARER, A.1969. Producción Moderna de Café. Segunda edición. La Habana Cuba. Pág. 407y411.
- HERRERA, R. 2001. Evaluación de diferentes enmiendas orgánicas en el crecimiento e incidencia de enfermedades foliares del café (*Coffea arabica* L) en vivero. Tesis Ing. Agr. UNA. MANAGUA. P 19-22.
- HERRERA, I; MONZON A; GUTIERREZ Y; LOPEZ C; SANDINO V; DE LA LLANA A. 2001. Plagas del café. Folleto sin publicar. UNA. Managua nicaragua.
- IICA. 2001. Estudio de la cadena de comercialización del café. Nicaragua. Editorial EDITARE. Pág. 9-13, 53
- IHCAFE. 1990. Manual de plagas y enfermedades del café. Primera edición. Honduras. Pág. 40-42
- IICA. 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Editorial Agro América. San José, Costa Rica. Pág. 261-29.
- IICA/PROMECAFE. 1991. Uso de sombra. En: boletín de PROMECAFE N° 52-53. Pág. 17.
- INFOAGRO. 2006. plagas y enfermedades (control). El cultivo del café. 16 de Marzo2007. En línea: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales /cafe6.asp>.
- JARAMILLO, H. J. 1982. el café de Venezuela, Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la biblioteca. 291p.
- JAVED, Z. 1987. Epidemiología y control de la roya del cafeto en Centro América. Plagas y enfermedades de carácter epidémico en cultivos frutales de la región centro americana. Informe técnico N° 110. Editor Pinochet J, CATIE, Panamá. Pág. 18-21.
- LEPELLEY, R. 1973. Las plagas del café, agricultura tropical. Editorial Labor S.A. ediciones de ciencia y técnica. La Habana Cuba. Pág. 142-146

- LOÁISIGA, H. 1993. Estudio epidemiológico de la roya del café y su efecto sobre la producción en la zona norte de Nicaragua ciclo 1992-93. UNA, Nicaragua. Pág. 1-2.
- MAGFOR. 2006. Informe de producción agropecuaria al 31 de diciembre del 2005. producción agrícola. Café. Managua, Nicaragua. Pág. 1-3.
- MAGFOR. 2006. Informe de producción agropecuaria al 30 de noviembre del 2006. producción agrícola. Café. Managua, Nicaragua. Pág. 1-3.
- MARENA. (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Guía de especies forestales de Nicaragua. 1ª, ed. Managua, Nicaragua. Editora de arte, S. A. Junio. P 58– 272.
- MARÍN, R. 2003. Manual de café orgánico. Pág. 139-141, 147-153, 169-173, 177-178.
- MENDEZ, L. F; VELAZO, P. H. 1985. Infestacion y daño de broca de fruto del cafeto *Hypothenemus hampei*. Ferr. En la región de Soconusco Chiapas México. En: VII simposio sobre caficultura Latino Americana. Granada, Nicaragua. Pág. 199-208.
- MENDEZ, E. R. 1992. Influencia de diferentes coberturas de suelo en la sobrevivencia de la broca del café *Hypothenemus hampei* (ferr) en el periodo post-cosecha. Tesis maestría , Turrialba, Costa Rica. 6p.
- MENDOZA, R (Q.E.P.D); MONZÓN, A; HERRERA, I; GUTIERREZ, Y; LÓPEZ, C (no publicado). La antracnosis del café (*Colletotrichum* spp. Noack) un problema creciente en los últimos años en Nicaragua. UNA, Managua. P 7 .
- MOGUEL, P y TOLEDO, V. M. (1996) El café en México, ecología cultura indígena y sustentabilidad. Ciencias 43: 40–51.
- MONTERROSO, D. 1999. Interacción patosistemas-sombra en el sistema café. In Semana Científica CATIE (4, 1999, Turrialba, Costa Rica). Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio. Actas. Turrialba, CR, CATIE. p.156-161.
- MONTERREY M, J. 1990. Poblaciones del minador de la hoja de café (*Leucopthera coffeella*) (Guerin- Meneville 1842); durante la estación seca, en la región IV de Nicaragua. Tesis msc. Turrialba, Costa Rica. Pág. 17
- MONZÓN, C. A. 2004. Guía para el control biológico de la broca del café. Guía técnica nº 6. UNA. Managua. Pág. 5,8-9.

- MONZON, V. 2003. Evaluación de manejo de la antracnosis (*Collectotrichum* ssp. Noack) en el cultivo del café (*Coffea arabica* L) en la zona de Boaco. Nicaragua 2001-2002. Tes. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 35p.
- MIDINRA.1988. Guía fitosanitaria para el cultivo de café. Managua. Nicaragua. Pág. 20-21, 25-26.
- MUÑOS, R. I; BERNARD DECAZY. 1986. Plagas del cafeto y su control. En: memoria del primer curso nacional sobre manejo integrado de plagas del cafeto. IHCAFE, Honduras. Pág. 169-208.
- MUSCHLER, R. G. 1997. Efectos de sombra de *Eritrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars. Caturra y Catimor.in Echeverri J, Zamora L (eds). Memoria del 18 vo simposio latinoamericano de caficultora. Septiembre 1997. san José, Costa Rica. P: 157-162.
- MUSCHLER, R. G. 1999. sombra o sol para un cafetal sostenible, un nuevo enfoque de una vieja visión. En: IICA/PROMECAFE. Boletín PROMECAFE N° 81.Guatemala. Pág. 15.
- MUSCHLER, R. G. 2000. Árboles en cafetales. Serie de Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE, Turrialba, Costa Rica: proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. P: 15-47.
- NOYD, R. K. 2000. Mycology Reference Cards. Copyright the American phytopathological society. Colorado, U.S.A. Pág. 8
- PENAGOS, D. H.; GARCÍA, R. 1978. Control de enfermedades y plagas del café. Nicaragua. Pág. 9-13,25, 40.
- PEREIRA, E; PARRALES, C. 2006. Evaluación de tres sistemas de manejo agronómico sobre el crecimiento, estructura productiva, acumulación de biomasa, rendimiento y calidad del café (*Coffea arabica* L) vr. Costa Rica 95. Tesis. Ing. Agr. UNA. MANAGUA. P. 44- 47
- PERFECTO, I, RICE, R. A, GREENBERG, R; AND VAN DER VOORT, M (1996). Café de Sombra: Un refugio que desaparece para diversidad biológica. Bioscience 46 (8): 598-608. en línea. En: Agroforestry Systems 54: 215–224, 2002. 2002.
- POHLAN, J. 2006. El Cafetal del futuro. Primera Edición. Chiapas, México. Casa Editorial SHAKER.462 p.

- POSADA, F; VILLALBA, J; BUSTILLO, P. A. E. 2004. Los insecticidas y el hongo (*Beauveria bassiana*) en el control de la broca del café. CENICAFE. 55 (2) 136-149.
- POZZA, A; MARTINEZ, H; CADOSO, A; POZZ, E. 2001. Influencia de nutrição mineral na intensidade lá mancha- de- olho - pardo em mudas de cafeeiro pesq. Agrop. Bias. Brasília, v.36, n.1. p53-60. jan.2001. En línea: [http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2001//Janeiro/pab99\\_106.pdf](http://atlas.sct.embrapa.br/pdf/pab2001//Janeiro/pab99_106.pdf).
- RAMIREZ, L. G. 1993. Producción del café (*Coffera arabica*) bajo diferentes niveles de fertilización con y sin sombra de *Erythrina poeppigiana*. En: IICA/PROMECAFE. Desafíos de la caficultura en Centro América. San José, Costa Rica. Pág. 4, 96.
- RAMOS, L. M. 1956. Sombra o no sombra en nuestras plantaciones de café. En: el café del Salvador. Revista de la asociación cafetalera del Salvador N° 300-3001. El Salvador. Pág. 534-535.
- REVISTA TIERRA. 1952. La sombra de los cafetales. En: el café del Salvador. Revista de la asociación cafetalera del Salvador N° 250-251. El Salvador. Pág. 663-636.
- RIVERA, J. 1985. Avances en el estudio de la Epidemiología de la Roya del cafeto en Honduras. Taller regional del PROMECAFE sobre la Epidemiología de la Roya del cafeto. PROMECAFE, IICA, ROCAP. Guatemala. P 1-7.
- RIBEIRO, J.J.A. 1978. Efeito de alta temperatura no desenvolvimento de *Hemileia vastatrix* em cafeeiro susceptivel. Bragantia (Colombia) 37(2):11-16.
- ROBLETO, L. D. 2000. El café en nicaragua, un desafío para el futuro. Primera edición. Publicaciones y servicios Nicaragua fácil, Nicaragua. Pág. 23, 113-115, 121.
- SADEGHIAN, K. S; MURGUEITO, R. E; CALLE, Z. 1998. Evaluación de los efectos socio ambientales de la transformación de los Agroecosistemas cafetaleros en el departamento del Quindío. Cali, CIPAY. Colombia. Pág. 89.
- SAMAYOA J; SANCHEZ, V. 2006. Enfermedades foliares en café orgánico y convencional. Informes de investigación. 21 de Junio 2007. En línea: <http://web.catie.ac.cr/informacion/rmip/rmip58/art2-b.htm#Materiales>



- SAMPER, K. M. 1999. Trayectoria y viabilidad de los caficultores centroamericanos. Desafíos de la caficultura en Centro América. Mayo 1999. San José, Costa Rica. P 16-24.
- SEQUEIRA, J. 1992. Fluctuación poblacional de broca del cafeto (*Hypothenemus hampei*. Ferr) (*leucopthera*, *escolytinae*) en tres localidades de la VI región, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. P. 6-25
- SEQUEIRA D. A; HIDALGO, S. O. 1979. Control del Minador de la hoja del cafeto. INTA. 18P.
- SOMARRIBA, G. 1992. Epidemiología de la mancha de hierro del café (*Cercospora coffeicola* B & Ck) en las regiones norte y pacifico de Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 79p.
- UNICAFE. 1996. Manual de Caficultura de Nicaragua. Editorial CENACOR. Managua, Nicaragua. Pág. 31-141.
- VAAST, P; SNOECK. 1999. Hacia un manejo sostenible de la materia orgánica y de la fertilidad biológica de los suelos cafetaleros. Desafíos de la caficultura en Centro América. Mayo 1999. San José, Costa Rica. P 140, 155.
- VALENCIA, C; VILLALBA, D. 2001. Compatibilidad de insecticidas y fungicidas para el control de la broca y de la roya del cafeto. CENICAFE. Colombia. P 171.
- VARGAS, G. E; MORA, A. D. 1984. La roya del café en Costa Rica. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 40 p.
- ZAMORA, Q. L. 2000. Un enfoque para la caficultura sostenible en Costa Rica. En: IICA/PROMECAFE. Boletín N° 86. Pág. 9-10.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Réplica: El Níspero (Jardín Botánico)

| P so-MC   | PsoI- AC  |   |  |
|---|---|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>MC</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Samanea saman</p>  | <p style="text-align: center;"><b>BO</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Simarouba glauca</p> | <p style="text-align: center;"><b>AC</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Simaouba glauca</p>  |  |
| <p style="text-align: center;"><b>MO</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Samanea saman</p>  | <p style="text-align: center;"><b>MO</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Simarouba glauca</p> | <p style="text-align: center;"><b>MC</b></p> <p>Tabebuia rosea +<br/>Simarouba glauca</p> |  |
| <p style="text-align: center;"><b>MC</b></p> <p>Inga laurina +<br/>Simarouba glauca</p> | <p style="text-align: center;"><b>MO</b></p> <p>Inga laurina + Samanea<br/>saman</p>      | <p style="text-align: center;"><b>MC</b></p> <p>Inga laurina +<br/>Samanea saman</p>      |  |
| <p style="text-align: center;"><b>MO</b></p> <p>Inga laurina +<br/>Simarouba glauca</p> | <p style="text-align: center;"><b>AC</b></p> <p>Inga laurina + Samanea<br/>saman</p>      | <p style="text-align: center;"><b>BO</b></p> <p>Inga laurina +<br/>Samanea saman</p>      |  |

**AC:** Intensivo; **MC:** Extensivo; **MO:** Orgânico intensivo; **BO:** Orgânico extensivo

Anexo 2: Réplica: El Mamón (Jardín Botánico)

|                  |  |   |
|------------------|--|---|
| <b>Psol -MC</b>  |  | <b>AC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simaouba glauca  |
| <b>Psol - AC</b> |  | <b>MO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca |
|                  |  | <b>MC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca |
|                  |  | <b>BO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca |
|                  |  | <b>BO</b><br>Inga laurina +<br>Samanea saman      |
|                  |  | MC<br>Inga laurina +<br>Samanea saman             |
|                  |  | <b>MO</b><br>Inga laurina +<br>Samanea saman      |
|                  |  | <b>AC</b><br>Inga laurina +<br>Samanea saman      |
|                  |  | <b>MO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Samanea saman    |
|                  |  | <b>MC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Samanea saman    |
|                  |  | <b>MO</b><br>Inga laurina +<br>Simarouba glauca   |
|                  |  | <b>MC</b><br>Inga laurina +<br>Simarouba glauca   |

**Anexo 3: Réplica: Campos Azules**

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <b>Psol MC</b>                                    |
|   |   | <b>Psol AC</b>                                    |
| <b>MC</b><br>Inga laurina +<br>Simarouba glauca | <b>MC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca | <b>BO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca |
| <b>MO</b><br>Inga laurina +<br>Simarouba glauca | <b>BO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca | <b>AC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Simarouba glauca |
| <b>MC</b><br>Tabebuia rosea +<br>Samanea saman  | <b>BO</b><br>Inga laurina + Samanea<br>saman      | <b>MC</b><br>Inga laurina + Samanea<br>saman      |
| <b>MO</b><br>Tabebuia rosea +<br>Samanea saman  | <b>AC</b><br>Inga laurina + Samanea<br>saman      | <b>MO</b><br>Inga laurina + Samanea<br>saman      |

#### Anexo 4. Manejo fitosanitario y fertilización de los tratamientos en el 2006.

| Fertilización  | Manejo de plagas   | Manejo de malezas  |
|--|--|--|
| <i>Orgánico intensivo</i>  |  |  |
| Feb – Marzo: Pulpa de café, 5 lb/ planta<br><br>Canícula: Gallinaza 4 lb/ planta.<br>Una aplicación de Biofermentado 2L por bomba de 20L.  | 3 aplicaciones de caldo sulfocalcico (Junio o Sept). Poda de saneamiento y aplicación de cal (Junio- Julio).<br>Torta de Nim en hoyo de resiembra.<br>2 aplicaciones de <i>Beauveria bassiana</i> (Junio-Julio; Agosto- Septiembre).<br>Graniteo + pepena.<br>Aplicación torta de nim (G. ciega) | Feb- Marzo: Chapea;<br>Mayo- Junio: Manejo selectivo con machete.  |
| <i>Orgánico extensivo</i>  |  |  |
| Verano: 5lb de pulpa de café por planta.   | Poda de saneamiento y aplicación de cal (Junio- Julio).<br><br>Torta de Nim en hoyo de resiembra.<br>Trampeo; pepena y graniteo  | Feb- Marzo: Chapea<br>Mayo- Junio. Manejo selectivo con machete.<br>Carrileo al momento de hacer la calle. Chapea general (calle- carril).   |
| <i>Convencional intensivo</i>  |  |  |
| Aplicación de 27-9-18, 33gr/ planta; y 0-0-60 5 gr/planta (Junio).<br>12-30-10, 70gr/ planta (Sept.)<br>Urea. 40gr/planta; Muriato de potasio 10gr/planta (Octubre)<br>Aplicaciones foliares: 4onz de urea + 25gr de Zinc + 30gr de Boro por bombada de 20L. (Marzo- Abril; Mayo- Junio; Julio- Agosto; Septiembre - Oct.) | Aplicación de Oxicloruro de cobre (Mayo-Junio); Anvil (Agosto-Sept; Octubre-Nov.)<br>Poda de saneamiento.<br>Aplicación de Lorsban (Abril-Mayo)<br>Aplicación endosulfan 750cc/200L de agua (Julio- Sept.)<br>Terbufos 5gr/hoyo a la resiembra.  | Chapea general (calle y carril) (Feb- marzo);<br>Mayo-Junio: Control total de malezas con chapea y 2 aplicaciones de (Round up (Glifosato) + Flex.<br>Carrileo al momento de hacer la calle. |
| <i>Convencional extensivo</i>  |  |  |
| Aplicación de 27-9-18, 18gr/ planta y 0-0-60. 2.5gr/planta (Junio)<br>12-30-10, 35gr/planta (Sept.)<br>Urea, 20 gr/planta, Muriato de potasio 5gr/planta (Oct.)<br>Aplicaciones foliares. 4onz de urea + 25gr de Zinc + 30gr de Boro por bombada de 20L. (Marzo-Abril; Sept- Oct.)   | 3 aplicaciones de Oxicloruro de cobre. Marchites lenta: poda de saneamiento.<br>Aplicaciones de Lorsban (Abril) (Minador)<br>Aplicación de Endosulfan (Julio) (según comportamiento de floración)<br>Terbufos 5 gr/hoyo a la resiembra (G. ciega)  | Chapea: Feb- Marzo;<br>Mayo-Junio: Manejo selectivo de malezas con machete y aplicación de Round up.<br>Carrileo a 100 cm de ancho.  |

**Anexo 5. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de Mancha de hierro (*C. coffeicola*).**

| <b>Fuente de GL variación</b> |     | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>Cuadrado medio</b> | <b>Valor F</b> | <b>Pr &gt; F</b> |
|-------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento                   | 13  | 7923.674365              | 609.513413            | 9.43           | <0.0001          |
| Réplica                       | 2   | 43.216706                | 21.608353             | 0.33           | 0.7190           |
| Trat*Réplica                  | 26  | 1681.272183              | 64.664315             | 5.31           | <0.0001          |
| Fecha                         | 11  | 5032.369683              | 457.488153            | 37.58          | <0.0001          |
| Fecha*Trat                    | 143 | 4742.510873              | 33.164412             | 2.72           | <0.0001          |
| Error                         | 308 | 3749.35778               | 12.17324              |                |                  |
| Total                         | 503 | 23172.40159              |                       |                |                  |

R<sup>2</sup>: 0.84; CV:69.5

**Anexo 6. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de Roya (*H. vastatrix*).**

| <b>Fuente de GL variación</b> |     | <b>Suma de cuadrados</b> | <b>Cuadrado medio</b> | <b>Valor F</b> | <b>Pr &gt; F</b> |
|-------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento                   | 13  | 4280.849702              | 329.296131            | 5.01           | 0.0002           |
| Réplica                       | 2   | 7759.398690              | 3879.699345           | 59.04          | <0.0001          |
| Trat*Réplica                  | 26  | 1708.41798               | 65.70838              | 0.85           | 0.6857           |
| Fecha                         | 11  | 59583.58149              | 5416.68923            | 69.71          | <0.0001          |
| Fecha*Trat                    | 143 | 10964.94101              | 76.67791              | 0.99           | 0.5298           |
| Error                         | 308 | 23931.4767               | 77.6996               |                |                  |
| Total                         | 503 | 108228.6655              |                       |                |                  |

R<sup>2</sup>: 0.78; CV:100.1

**Anexo 7. Análisis de varianza de medidas repetidas para incidencia de Antracnosis (*Collectotrichum spp*).**

| Fuente de variación | GL  | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor F | Pr > F  |
|---------------------|-----|-------------------|----------------|---------|---------|
| Tratamiento         | 13  | 6.98200397        | 0.53707723     | 0.96    | 0.5119  |
| Réplica             | 2   | 1.73718254        | 0.86859127     | 1.55    | 0.2307  |
| Trat*Réplica        | 26  | 14.54615079       | 0.55946734     | 0.99    | 0.4795  |
| Fecha               | 11  | 39.79878968       | 3.61807179     | 6.41    | <0.0001 |
| Fecha*Trat          | 143 | 61.47537698       | 0.42989774     | 0.76    | 0.9678  |
| Error               | 308 | 173.8300000       | 0.5643831      |         |         |
| Total               | 503 | 298.3695040       |                |         |         |

R<sup>2</sup>: 0.42; CV:227.9

**Anexo 8. Análisis de varianza de medidas repetidas para incidencia de Minador (*L. coffeella*).**

| Fuente de variación | GL  | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor F | Pr > F  |
|---------------------|-----|-------------------|----------------|---------|---------|
| Tratamiento         | 13  | 89.7980357        | 6.9075412      | 0.86    | 0.5995  |
| Réplica             | 2   | 279.7820635       | 139.8910317    | 17.43   | <.0001  |
| Trat*Réplica        | 26  | 208.712381        | 8.027399       | 0.72    | 0.8461  |
| Fecha               | 11  | 5689.830218       | 517.257293     | 46.12   | <0.0001 |
| Fecha*Trat          | 143 | 1282.125060       | 8.965910       | 0.80    | 0.9360  |
| Error               | 308 | 3453.99222        | 11.21426       |         |         |
| total               | 503 | 11004.23998       |                |         |         |

R<sup>2</sup>: 0.69; CV:182.4

**Anexo 9. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de broca del café (*H. hampei*).**

| Fuente de variación | GL  | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor F | Pr>F    |
|---------------------|-----|-------------------|----------------|---------|---------|
| Tratamiento         | 13  | 1587.970198       | 122.151554     | 1.37    | 0.2396  |
| Réplica             | 2   | 2049.917698       | 1024.958849    | 11.48   | 0.0003  |
| Rep*trat            | 26  | 2321.575635       | 89.291371      | 3.66    | 0.0001  |
| Fecha               | 5   | 1091.325913       | 218.265183     | 8.94    | 0.0001  |
| Fecha*trat          | 65  | 1743.395754       | 26.821473      | 1.10    | 0.3190. |
| Error               | 140 | 3417.92000        | 24.41371       |         |         |
| Total               | 251 | 12212.10520       |                |         |         |

R<sup>2</sup>: 0.72; CV:151.8

**Anexo 10. Análisis de varianza de medidas repetidas para la incidencia de chasparria (*C. coffeicola*).**

| Fuente de variación | GL  | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor F | Pr>F   |
|---------------------|-----|-------------------|----------------|---------|--------|
| Tratamiento         | 13  | 581.5276190       | 44.7328938     | 8.16    | 0.0001 |
| Réplica             | 2   | 9.4796032         | 4.7398016      | 0.86    | 0.4330 |
| Rep*trat            | 26  | 142.5359524       | 5.4821520      | 1.79    | 0.0176 |
| Fecha               | 5   | 193.9226984       | 38.7845397     | 12.63   | 0.0001 |
| Fecha*trat          | 65  | 619.0761905       | 9.5242491      | 3.10    | 0.0001 |
| Error               | 140 | 429.964444        | 3.071175       |         |        |
| Total               | 251 | 1976.506508       |                |         |        |

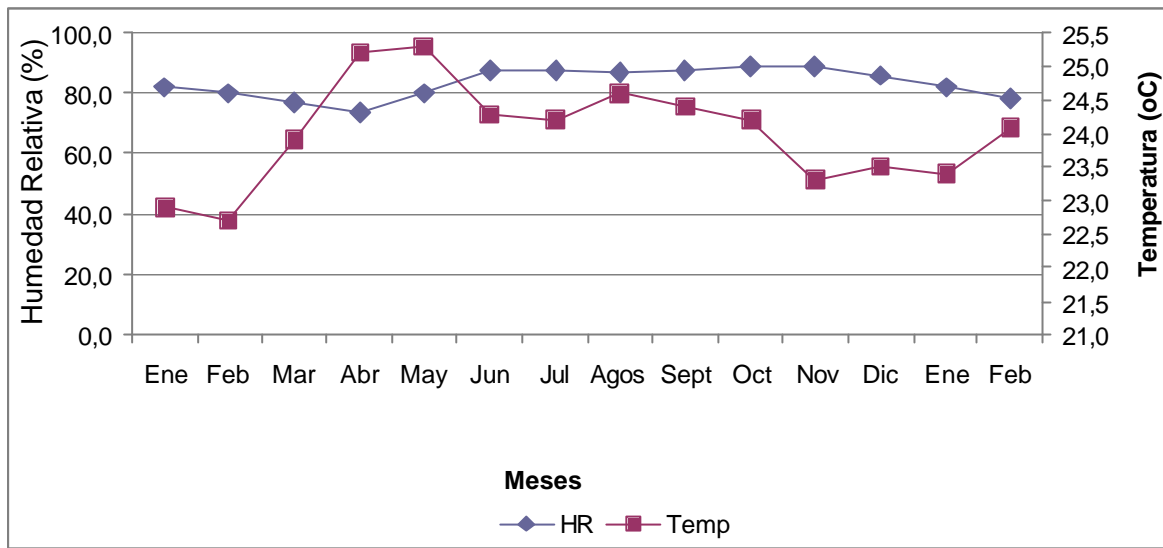
R<sup>2</sup>: 0.78; CV:202.3

**Anexo 14: Análisis de varianza por medidas repetidas para rendimiento en kg/ha ciclo productivo 2006/2007.**

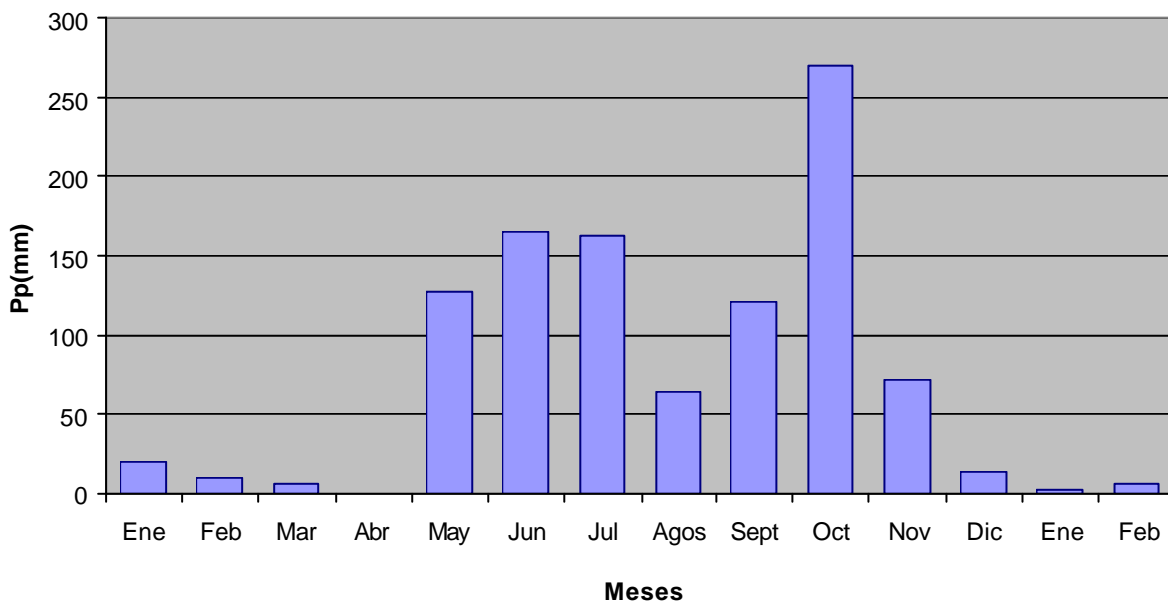
| Fuente de variación | GL | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | Valor F | Pr=>F  |
|---------------------|----|-------------------|----------------|---------|--------|
| Tratamiento         | 13 | 5979537.476       | 459964.421     | 1.77    | 0.1043 |
| Réplica             | 2  | 1164808.544       | 582404.272     | 2.24    | 0.1264 |
| Error               | 26 | 6755541.42        | 259828.52      |         |        |
| Total               | 41 | 13899887.44       |                |         |        |

R<sup>2</sup>: 0.51; CV: 43.6





**Anexo 15: Comportamiento de la temperatura y humedad relativa durante el período de estudio. Masatepe, Masaya.**



**Anexo 16: Comportamiento de precipitación durante el periodo de estudio. Masatepe, Masaya.**