

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DEL GRANO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)
BAJO LA INFLUENCIA DE DIFERENTES MANEJOS AGROFORESTALES EN
MASATEPE, NICARAGUA**

AUTORES

Br: Melvin Francisco. Cardoza Olivas.

Br: Elvin Omar. Jimenez Meza.

Asesores

Ing: Rodolfo Munguia Hernández

Dr. Jeremy Haggar

Ing: Miguel Bolaños Ortega

Ing: Pedro Moraga Quezada

Managua, Nicaragua, 2007

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por darme sabiduría y proveerme los medios necesarios para culminar una de mis metas planteadas en mi vida.

A mi madre GILDA MARIA OLIVAS TORREZ por estar a mi lado en todo momento, por brindarme cariño, animo apoyo y el amor que solo una madre puede dar, por aprender hacer dos cosas al mismo tiempo trabajar y cuidarme, por inculcar en mi, valores morales y espirituales y conducirme por la vida como hombre responsable.

A mi padre MELVIN FRANCISCO CARDOZA JARQUIN por siempre llevarme en sus oraciones, por aconsejarme en cada momento, por sus consejos invaluable los cuales me ayudaron a conducirme por el buen camino, por su dedicación y por que siempre estuvo pendiente de mis necesidades.

A mis hermanos Maria Mercedes, Maria José y Everth Josué Cardoza Olivas, por apoyarme en todo momento y darme animo para seguir adelante con mis metas.

A mis cuñados Norman Eli Rivas, Arlena Maria Estrada y Harol Miranda por valioso consejos y por permitirme divertirme en ciertos momentos.

A mis sobrinos Eli Jafeth Rivas Cardoza y Youwusz Ariann Cardoza Estrada por llevar alegría a nuestra casa.

El principio de la sabiduría es el temor a Jehová. Prov. 2: 6

Br. Melvin Francisco Cardoza Olivas.

DEDICATORIA

Este trabajo se la dedico principalmente a Dios, nuestro padre por brindarme la sabiduría, entendimiento, fuerza y valor para culminar esta meta principal en mi vida y por estar a mi lado iluminando y bendiciéndome en todo momento.

A mi querida y adorable madrecita, ELIZABETH DEL CARME MEZA DAVILA por ser la persona que me condujo por el buen camino de Dios con sus oraciones, por todo estos sabios consejos, su comprensión, su nobleza, por darme ese amor que solo una madre le puede dar a un hijo por apoyarme en cada momento y formarme como un hombre respetuoso y responsable.

A mi padre CARLOS JIMENEZ DAVILA por brindarme esos sabios consejos en el transcurso de mi vida y de mi carrera, por su apoyo incondicional en todo momento para ser un hombre de bien con valores.

A mis hermanos Carlo José Jiménez Dávila y Marvin Antonio Meza por brindarme esa mano amiga, por confiar en mí y en mis capacidades, por darme el ánimo de seguir adelante para cumplir este gran sueño.

A toda mi familia por apoyarme en el transcurso de mi carrera.

El principio de la sabiduría es el temor a Jehová. Prov. 2: 6

Br. Elvin Omar Jiménez Meza.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por estar en los momentos mas difíciles a nuestro lado, iluminando y bendecido nuestra vida, el cual nos permitió llegar a la meta y culminar nuestra carrera profesional de Ingeniero Agrónomo con gran éxito.

A nuestra alma mater Universidad Nacional Agraria (UNA) y en especial a la Facultad de Agronomía (FAGRO), por haber contribuido a la formación de buenos y excelentes profesionales con la habilidad y capacidad de desempeño en el ámbito laboral.

A nuestros asesores Ph D Jeremy P. Haggar (CATIE), Ing Pedro Moraga (UNICAFE), Ing, Miguel Bolaño Ortega (UNICAFE) y de manera muy especial al Ing M. Sc. RODOLFO DE JESUS MUNGUIA HERNADEZ (UNA) por su apoyo incondicional en la realización de nuestro trabajo de tesis haciendo hincapié en su tremenda paciencia y dedicación mostrada en las correcciones de dicho trabajo.

Al comité de manejo del ensayo de sistemas formado por CATIE-MIP-AF/UNICAFE/INTA y UNA por darnos la oportunidad de llevar a cabo la realización de esta investigación científica.

A la Unión Nicaragüense de Cafetalero (UNICAFE), por habernos permitido el trabajo de campo y facilitado valiosa información generado por el laboratorio de catación y certificación de calidades del café (CERCAFENIC).

A todo el personal de CENIDA (Centro de Investigación de Documentación Agropecuaria) por facilitarnos la documentación requerida en la estructuración y elaboración del documento final.

A al centro de cómputo de la DIEP (Dirección de Investigación Extensión y Postgrado) por facilitarnos de manera incondicional las computadoras.

A Elvin y Ledis Navarrete, y a don Eduardo, quienes nos brindaron su valiosa colaboración durante la realización de la fase de campo de dicha investigación.

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE DE CUADROS	iv
INICE DE FOTOS	v
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Objetivo Especifico	3
1.3 Hipótesis	4
II MATERIALES Y METODOS	5
2.1 Localización o ubicación del experimento	5
2.2 Diseño experimental	5
2.3 Descripción y manejo de los tratamientos	6
2.4 Variables a evaluar	7
2.4.1 Producción y rendimiento de las cosechas	8
2.4.2 Análisis de la Calidad física de los granos de café	13
2.4.3 Análisis de Calidad de taza	13
2.5 Procedimiento para la obtención de datos	14
2.5.1 Cosecha	14
2.5.2 Descripción del proceso de catacion por el Catador	15
2.6 Análisis de datos	16

Sección	Página
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1 Prueba del rendimiento	17
3.1.1 Numero de frutos por libra uva	17
3.1.2 Relación fanega uva quintal oro, libras uvas por quintal oro, libras oro por fanega uva en tres ciclos de cosecha	19
3.2 Calidad fitosanitaria de los frutos maduro	22
3.2.1 Frutos flotados	22
3.2.2 Frutos verdes	23
3.2.3 Granos secos	24
3.2.4 Granos Brocados	26
3.2.5 Granos chasparreados	27
3.3 Producción de granos verde (kg. ha ⁻¹)	29
3.4 Calidad física (Granulometría)	32
3.4.1 Efecto de la sombra en el tamaño del fruto	32
3.4.2 Efecto del insumo en el tamaño del fruto	34
3.4.3 Efecto de interacción sombra y nivel de insumo	36
3.5 Análisis de la calidad de los granos de café	36
3.5.1 Aspecto	38
3.5.2 Tostado	39
3.5.3 Aroma	40
3.5.4 Acidez	41
3.5.5 Cuerpo	42

Sección	Página
3.5.6 Licor	43
IV CONCLUSIONES	44
V RECOMENDACIONES	45
VI BIBLIOGRAFIA	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Asignación y distribución de los niveles de los factores de estudio	5
2	Manejo de la fertilización en el ensayo de sistemas agroforestales con café.	9
3	Aspectos técnicos del Manejo de hierbas en el ensayo de sistemas agroforestales con café.	10
4	Aspectos técnicos en el manejo de las enfermedades presentes en el ensayo de sistemas agroforestales con café.	11
5	Aspectos técnicos del manejo de insectos plagas (minador y broca) que afectan al cultivo de café en el ensayo de sistemas agroforestales	12
6	Rendimiento en número de frutos por peso de una libra de café uva en dos ciclos productivos.	17
7	Análisis del rendimiento productivo a través de la relación grano uva a grano oro de tres ciclos de cosecha de café.	20
8	Porcentaje de daños en los frutos de café cosechados en dos ciclos productivos.	25
9	Producción en kilogramo oro por hectárea en los ciclos 2002/2005	30
10	Análisis de granulometría para los años 2003 hasta el año 2006.	35
11	Análisis de calidad de taza para el ciclo 2003-04.	37
12	Análisis de la calidad de taza para el ciclo 2005-06.	39

INICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto	Descripción	Página
1	<i>Simarouba glauca</i> (acetuno)	6
2	<i>Tabebuia rosea</i> (roble)	6
3	<i>Samanea saman</i> (Genizaro)	7
4	<i>Inga laurina</i> (Guaba)	7

INDICE DE ANEXOS

Figura	Descripción	Página
1	Precipitación media mensual de 1993 a 2002, Jardín Botánico, Masatepe.	51
2	Precipitación total mensual de los cuatro años de cosecha, Jardín Botánico, Masatepe.	51

Evaluación de rendimiento del grano de café (*Coffea arabica* L.) bajo la influencia de diferentes manejos agroforestales en Masatepe, Nicaragua.

Melvin Francisco. Cardoza Olivas.

Elvin Omar. Jimenez Meza.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua se establecieron en el año 2000 dos repeticiones en el Centro de Capacitación y Servicios Regional del Café del pacífico sur Nicaragua (Jardín Botánico) de la Unión Nicaragüense de cafetaleros (UNICAFE), y una tercera repetición en áreas del Centro Experimental de Campos Azules (CECA) del INTA, con el propósito de evaluar la Producción y el Rendimiento del grano de café bajo la influencia de diferentes manejos agroforestales. Se estudiaron 14 tratamientos distribuidos aleatoriamente en un diseño de Bloques Completos al Azar en parcelas divididas. Un Primer Factor de estudio compuesto por árboles leguminosos y no leguminosos (*Inga laurina*, *Simarouba glauca*, *Samanea saman*, *Tabebuia rosea*) y una parcela a pleno sol distribuidos en las parcelas grandes; un Segundo Factor de estudios compuesto por niveles de insumos (orgánico extensivo, orgánico intensivo, convencional con insumo moderados, convencional con alto insumo); distribuidos en las subparcelas. Se midieron y evaluaron las variables número de frutos en una libra, granos flotados (%), granos verdes(%), granos secos(%), granos brocados(%), granos chasparreado(%), libras uva por quintal oro, libras oro por fanega uva, fanega uva por quintal oro, kilogramos oro hectárea, quintales oro por hectárea. No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de sombra (exceptuando el ciclo 2002) favorables al tratamiento compuesto por *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea* con un rendimiento de 1384.41 kg. ha⁻¹ grano oro; el mismo comportamiento estadístico se tuvo en los niveles de insumo siendo superior el Alto Convencional con 1334.37 kg. ha⁻¹ grano oro en el ciclo 2004/2005, mientras en el ciclo 2005/2006 se obtuvo diferencias significativas en el factor tipo de sombra para las variables número de frutos por libras alcanzando pleno sol unos 333.66 frutos; granos flotados (4.33 % para el tratamiento *S. glauca* + *T. rocea* y *Samanea saman* + *T. rocea* con el menor porcentaje) y granos chasparreado (2.83 % para el tratamiento de *S. saman* + *Inga laurina*). Entre los niveles de insumo para este ciclo no mostró diferencia mínima significativa, así como en la interacción entre los factores de estudio.

I.- INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica*) es originario de las tierras altas de Etiopia y Sudan, África. En 1727 fue trasladado a Sumatra, Brasil, luego a Perú y Paraguay, en 1825 a Hawai, se extendió a Puerto Rico, y El Salvador en 1740; Guatemala en 1750; Bolivia, Ecuador y Panamá en 1784, por ultimo a Costa Rica desde Cuba y Guatemala en 1746 y 1798 (Alvarado y Rojas 1998).

En Nicaragua, el café se inicia entre 1860 - '70; siendo las principales zonas productoras las que se encuentran alrededor de Managua y los departamentos de Carazo, Matagalpa, Jinotega y Nueva Segovia (Bolaños 2006 UNICAFE, comunicación personal)^a. Este cultivo, es de mucha importancia agrosocioeconómica como fuente de divisas y posibilita la contratación de empleos temporales y permanentes. Desde el punto de vista ambiental, es un cultivo muy valioso por su diversidad de árboles de sombra establecida, que juegan un rol intachable en la absorción de dióxido de carbono y en la producción de oxígeno (Osorio, 2004).

Representa el 47 % de las exportaciones agrícolas de Nicaragua, ha sido uno de los rubros de mayor exportación con un peso significativo en el producto interno bruto (PIB) nacional. En 2001 - 2003 represento el 33 % del producto interno bruto (PIB) agrícola y 5.7 % del producto interno agrícola global, entre 2001 - 2004 el volumen promedio exportado fue de 1, 491,000 quintales oro, con ingresos de US \$ 87, 440,000 generando un 14 % de la exportaciones totales comparado con 25 % obtenido durante el periodo 1995 - 2000 (Osorio, 2004).

Entre 1990 a 1999 la oferta mundial del café aumento en 18 millones de sacos, destacándose a países como Vietnam y Brasil (Fischersworrying y Robkamp, 2001). La producción mundial del año 1999 - 2000 se cifro en 110,15 millones de sacos de 60 kg.

La producción de café orgánico certificado se ha extendido en Latinoamérica destacándose México con un área de producción de 26,000 ha, seguido por Guatemala con 7,000 ha, Perú con 5,000 ha, el Salvador con 4,900 ha, Nicaragua con 1,400 ha y Costa Rica con 550 ha. (Fischersworrying y RobKamp, 2001).

En Nicaragua, las perdidas de café en el periodo 2006 / 2007 ascienden de 180 mil a 220 mil quintales uva, debido a los cambios climáticos, periodo de sequía prolongado, falta de financiamiento y de manejo del cultivo (fitosanitario y agronómico), edad de las plantaciones

^a Bolaños 2006, UNICAFE

lo que dio la pronta cosecha del grano (maduración temprana del grano causada por las falta de lluvias), caminos principales y secundario en mal estado en la zona cafetalera del Norte, falta de mano de obra debido a la emigración de cortadores nacionales a Costa Rica, Honduras y el Salvador por una mejor oferta salarial (UNICAFE, 1996).

En el país, cada caficultor produce 10 a 12 quintales de grano oro por manzana un tercio menos del rendimiento potencial a un costo de 2,000 córdobas el quintal, pero en la última cosecha lo vendieron a 1,600 córdobas inferiores al costo de producción (UNICAFE, 1996).

Los precios del café son establecidos por la oferta y la demanda y otras fuerzas del mercado internacional así como por la bolsa de café de Nueva York. Su elasticidad de demanda con respecto al precio es mínima, es decir no crecen las demandas cuando bajan los precios, pero si cae rápidamente el precio cuando aumenta la oferta (Fischersworrning y Robkamp, 2001).

Los sistemas de producción de café en el país en su mayoría en el país están acompañados con una diversidad de árboles de sombra y una reducida área, está a plena exposición solar. En los sistemas de producción sin árboles de sombra, el desarrollo y la cosecha se aumentan notablemente, pero el propósito debe orientarse a mantener la salud del hombre y a preservar el medio ambiente (la planta se agotan rápidamente).

Actualmente, se ha aconsejado a usar sombra debido al debilitamiento que se presentan en las plantaciones sin sombras, ya que la sombra preserva y protegerá los cafetales tanto de las malas hierbas como de la sobre carga, La sombra ligera influye sobre la floración y se presenta la tendencia a producir cosechas uniformes en estaciones sucesivas, los árboles de café se sobrecargan produciendo una cosecha extraordinaria. Las sombras tienen la particularidad de reducir el número de flores producidas, hasta adaptarlo a la capacidad de los árboles para fructificar sin agotarse. (UNICAFE, 1996).

El sector cafetalero, en la actualidad se ve afectado por las brechas tecnológicas tales como: atraso tecnológico, falta de programas y proyecto a favor del desarrollo integral de la caficultora, políticas desfavorables al sector, altos costos de producción, baja productividad del cultivo y poca organización del productor mismo (UNICAFE, 1996).

Además de esto, en el futuro inmediato el mercado esta exigiendo otras condiciones que también le darán un valor agregado al café, que son de carácter ambientales y sociales que

implica una caficultura compatible con el medio ambiente, amigables a las aves y respetuosas por los derechos laborales (Fischersworing y RoBKamp, 2001).

En cuanto a la calidad del producto como las características físicas del grano, organolépticas inciden principalmente en el precio de venta a nivel nacional como internacional e influye de forma determinante la composición química del grano, condicionada por la constitución genética de la especie, condiciones de cultivo, como ubicación geográfica, factores climáticos, prácticas culturales implementadas, cantidad y calidad de la cosecha.

En Nicaragua no se han realizados estudios sistemáticos evolutivos de los sistema de producción de café, lo que existen son recopilaciones de cifras históricas de producción y exportación de café. En nuestro país no se realizan estudios sobre los procesos ecológicos y su impacto en la producción que logren definir los niveles de sostenibilidad de los diferentes tipos de manejos que los productores aplican a sus plantaciones de café. No se han realizados estudios para obtener la relación grano uva a grano oro, sin embargo, se utiliza parámetros de mas de 30 años de uso que de alguna medida este tipo de parámetro de conversión ya son obsoletos debido a que las condiciones de producción han cambiado. Este sistema de estudio es a largo plazo en el cual se evaluar diferentes componentes agronómicos (20 años)

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia que tienen los diferentes tipos de manejo de sombra e insumo en los componentes del rendimiento y la calidad del grano del café.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el comportamiento de la productividad del café bajo el efecto de diferentes tipos de especies de árboles de sombra, a pleno sol y la aplicación de niveles de insumo en el manejo agronómico del cafetal
- Determinar el efecto que ejercen los diferentes tipos de combinaciones de especies sombra, a plena exposición solar y la aplicación de niveles de insumo en la relación grano uva a grano oro, producción y calidad de taza.

- Evaluar el comportamiento de la calidad física del grano de café bajo la influencia ecológica de diferentes tipos de especies de sombra, a pleno sol y la aplicación de insumos en el manejo del cafetal.
- Determinar a través del análisis de calidad de tasa del grano de café el comportamiento del café debida a la presencia de diferentes tipos de especies de sombra, a plena exposición solar y a la aplicación de niveles de insumos en el manejo agronómico.
- Analizar el comportamiento de frutos dañados por insectos y enfermedades que tienen bajo la influencia de diferentes tipos de manejo agronómico en el cafetal.

1.3 HIPOTESIS

- La especie *Tabebuia rosea* y *Simarouba glauca* mas el Convencional Intensivo (AC) tienen efectos significativos sobre los rendimientos de café oro en comparación a sombra *Inga laurina* y *Samanea saman* mas Orgánico Intensivo (MO).
- *Samanea saman* e *Inga laurina* mas moderado orgánico influyen el mejoramiento del peso del grano de café por lo que obtendremos Cribas de mayor de 16 en comparación con al especie *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea* mas Convencional Intensivo (AC).
- La especie *Samanea saman* e *Inga laurina* mas Convencional Extensivo (MC) tendrá mayor relación grano uva – oro en comparación con la especie *Inga laurina* y *Simarouba glauca* más Convencional Extensivo (MC).
- La especie *Samanea saman* e *Inga laurina* mas Orgánico Intensivo (MO) tiene efecto en la calidad del café (acidez, azúcar) en comparación con la especie de sombra *Tabebuia rosea* y *Simarouba glauca* mas Convencional Extensivo (MC).
- El manejo agronómico de café a pleno sol mas Convencional Intensivo (AC) tiene menor numero de frutos dañados en comparación con el tipo de sombra *Simarouba glauca* y *Tabebuia rosea*.

II.- MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización o ubicación del experimento.

Se establecieron dos repeticiones en el año 2000 ubicadas en el Centro de Capacitación y Servicio Regional del Pacífico de Nicaragua (Jardín Botánico) de la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE) ubicado en Masatepe a una altura de 453 msnm, una precipitación anual de 1400 mm y temperaturas promedios de 24° C y una humedad relativa entre 70 - 80 %, con coordenadas geográficas de 11° 54' de latitud norte y 86° 09' latitud oeste. Una tercera repetición fue establecida en el año 2001 en áreas del Centro Experimental de Campo Azules (CECA) del INTA, localizado en el municipio de Masatepe con coordenadas geográficas 12 19' latitud norte y 86 04' latitud oeste, a una altura de 455 msnm, siendo una zona seca y baja con suelos Humic Durustand con topografías plana, presenta alto contenido de materia orgánica y una acidez de 5 - 6 de pH (Haggar, 2001).

2.2 Diseño experimental

Cada repetición esta constituida por catorce tratamientos, distribuidos al azar en un diseño en parcelas divididas en bloques incompletos. En la parcela principal se establecieron 2 diferentes estratos arbóreos con leguminosos, maderables y combinados y en la sub-parcela se distribuyeron el manejo de la fertilidad, plagas y malezas con la aplicación de diferentes niveles de insumo. Todas las parcelas grandes de un bloque, no tienen los cuatro niveles de insumo por que el diseño se ajusta a un incompleto debido a la disponibilidad de área para el experimento.

Cuadro 1.- Asignación y distribución de los niveles de los factores de estudio.

En parcelas grandes	Parcelas pequeñas			
	Convencional Extensivo (MC)	Convencional Intensivo (AC)	Orgánico Intensivo (MO)	Orgánico extensivo (BO)
<i>Inga laurina</i> + <i>Simaruba glauca</i> (ILSG)				
<i>Simaruba glauca</i> + <i>Tabebuia rosea</i> (SGTR)				
<i>Samanea saman</i> + <i>Inga laurina</i> (SSIL)				
<i>Samanea saman</i> + <i>Tabebuia rosea</i> (SSTR)				
Café a pleno sol (PS)				

2.3.- Descripción y manejo de los tratamientos.

En el área correspondiente a las parcelas grandes se establecieron dos especies arbóreas diferentes, con características particulares de crecimiento, formación de copa y usos económicos y ambientales. Se establecieron las especies *Simarouba glauca* (Acetuno), *Tabebuia rosea* (falso roble), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) la que fue eliminada totalmente en 2004 debido a problemas de establecimiento y crecimiento y sustituida por *Samanea saman* (Genizaro) en 2003, finalmente *Inga laurina* (Guaba).

Simarouba glauca (Acetuno): Pertenece a la familia Simaroubaceae, de árboles que poseen tallos medianos a grande, altura de 35 m, copa en forma de sombrilla, follaje abierto, hojas imparipinada alternas, flores en panícula terminales, los frutos son una drupa de forma oblonga y comestible para animales silvestre con semillas elipsoides. Es utilizado en construcciones livianas, en instrumentos musicales, artesanía, leña como plantas ornamental y medicinal. Es empleada en sistemas agroforestales, como árbol de sombra y cortinas rompevientos para cultivo del café. (Boshier, 2003)



Foto 1.- *Simarouba glauca* (acetuno)



Foto 2.- *Tabebuia rosea* (roble)

Tabebuia rosea (Roble): Pertenece a la familia Bignoniáceae, árbol de tamaño mediano alcanza unos 20 m de altura, copa amplia, corteza externa áspera, hojas compuestas digitadas flores grandes hermafroditas, fruto en cápsula larga, semillas de color pardo claro. La madera es excelente para trabajar muebles, usado en numerosos formulaciones medicinales que se promueven como agente anticancer, antihongo y antivirus. Se utiliza también en sistemas silvopastoril, linderos y como sombra. Es empleado en restauración de zona seca y las flores son visitadas por abejas. (Boshier, 2003)

Samanea saman: (Genizaro) Pertenece a la familia Mimosoideae., árbol con altura de 30 m, de copa densa, hojas compuestas bipinadas, alternas, inflorescencia en umbela con flores blancas-rosadas, frutos en vainas rectas a ligeramente curvadas. Es considerada como una madera comercial, en general se puede usar en construcciones, acabados y divisiones interiores. Las hojas frescas constituyen un excelente forraje, los frutos son dulces y apreciado por el ganado, es utilizado con preferencia para sombras de potreros y pastizales. (Boshier, 2003)



Foto 3.- *Samanea saman* (Genizaro)



Foto 4.- *Inga laurina* (Guaba)

Inga laurina (Guaba): Pertenece a la familia Mimosoideae, es un árbol de 4 - 22 m de alto, las flores aparecen en inflorescencia, son apenas fragantes y de color verde amarillo, fruto lineal oblongo, hojas compuestas, alternas, paripinnadas; es una especie de rápido crecimiento. La madera de este árbol es usada para poste, leña, carbón y a veces muebles de baja calidad, rústicos, carpintería. Proporciona sombra a cultivos perennes, proporciona nitrógeno a través de su capacidad fijadora, se usa menos como planta melífera y como forraje (Boshier, 2003)

2.4 Variables a evaluar

Las variables consideradas para el presente estudio, provienen de datos tomados de campo y de análisis de laboratorio, las que a continuación se describen:

2.4.1.- Producción y rendimiento de las cosechas.

Se evaluarán las cosechas de los ciclos productivos 2005/06, 2004/05, 2003/04, 2002/03, obtenidos a la fecha.

a.- Producción de grano uva en kg.

Después del corte de los granos maduros de café uva se pesaron por tratamiento de cada unidad experimental y se totalizaron en el periodo de cosecha sumando las cantidades de grano uva por fechas de corte.

b.- Rendimiento grano oro en $kg\ ha^{-1}$.

Se obtendrá a partir de la aplicación del factor de conversión (relación grano uva a grano oro) alcanzado en las pruebas de rendimiento realizadas a muestras por tratamiento. El dato a considerar en este caso es el total de grano uva por tratamiento cosechado.

c.- Relación grano uva a grano oro en kg

Para cada uno de los tratamientos del experimento, se efectuará una prueba de rendimiento que consiste en tomar una muestra de dos medios de grano uva (total de 22 lbs) la que se pesará y se procederá a su despulpado, trillado y secado. Las variables adicionales que se obtendrán corresponden a la cantidad de pulpa en peso y volumen, el peso de granos despulpados la que dará el peso de los granos oro (relación fanega grano uva a libras grano oro, relación de fanegas grano uva a quintal oro, relación libras grano oro a quintal oro).

En los Cuadros 2, 3 4 y 5, se describen las características relativos al manejo de los diferentes niveles de insumos compuestos por aportes de nutrientes, problemas fitosanitarios, control de las malas hierbas, etc.

Cuadro 2.- Manejo de la Fertilización en el ensayo de sistemas agroforestales con café

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004	2005
ORGANICO INTENSIVO (MO)	Verano: 2.27 kg de pulpa de café por planta(pulpa semidescompuesta)				
	Canícula: 2.72 kg de Gallinaza por planta.				
	Una aplicación mensual de Biofermentado (2. l de soluto por cada de 18 litros de agua.)				
ORGANICO EXTENSIVO (BO)	Verano: 2.27 kg de pulpa de café por planta.				
CONVENCIONAL INTENSIVO (AC)	Junio: 50 g por planta de 18-6-12-4-0.2.	Junio: 33 g por planta de 27-9-18			
	Inicio de septiembre: 70 g por planta de 12-30-10	Septiembre: 70 g por planta de 12-30-10			
	Mediados Oct.				
	40 g de Urea. 10 g de Muriato de Potasio.				
	Aplicaciones foliares: 113.4 g de urea + 25 g de Zinc + 30 g de Boro por bombada de 20 l. (Marzo-Abril; Mayo-Junio; Julio-Agosto; Sep-Oct.)				
CONVENCIONAL EXTENSIVO (MC)	Junio: 25 g por planta de 18-6-12-4-0.2.	Junio: 17 g por planta de 27-9-18			
	Septiembre: 35 g por planta de 12-30-10	Septiembre: 35 g por planta de 12-30-10			
	Mediados Oct.				
	20 g de Urea. 5 g de Muriato de Potasio.				
	Aplicaciones foliares: 113.4 g de urea + 25 g de Zinc + 30 g de Boro por bombada de 20 l. (Marzo-Abril; Sep-Oct.)				

Cuadro 3.- Aspectos técnicos del Manejo de hierbas en el ensayo de sistemas agroforestales con café

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004	2005	Criterios utilizados a partir de muestreo de campo (punta de zapato)
ORGANICO INTENSIVO (MO)	Manejo de maleza en época seca y lluviosa Dos chapias sin criterio en verano para los 4 niveles de insumo					Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 10 a 15 cm.
	Machete en carril amplio y manejo de floración	Manejo selectivo de malezas solo con machete.				
ORGANICO EXTENSIVO (BO)	Manejo de hierbas en época seca y lluviosa					Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 20 a 30 cm.
	Machete en carril amplio y manejo de floración	Manejo selectivo de malezas con machete. Carrileo al momento de hacer la calle.				
CONVENCIONAL INTENSIVO (AC)	Manejo de maleza en época seca y lluviosa					Se realiza chapia cuando el 25 % de las malezas alcancen una altura entre 10 a 15 cm. 15 días después de la chapia se aplica herbicida
	Control total de malezas con chapias y 2 aplicaciones de Round up (Glifosato) + Ally.	Control total de malezas con chapea y 2 aplicaciones Round up (Glifosato) + Flex. Carrileo al momento de hacer la calle.				
CONVENCIONAL EXTENSIVO (MC)	Manejo de maleza en época seca y lluviosa					Se realiza chapia cuando el 50 % de las malezas alcancen una altura entre 10 y 15 cm. 15 días después de la chapia se aplica herbicida
	Control selectivo de malezas y aplicación de Round up (Glifosate) o flex	Manejo selectivo de malezas con machete y aplicación de Round up. Carrileo a 100 cm de ancho.				

Cuadro 4.- Aspectos técnicos en el manejo de las enfermedades presentes en el ensayo de sistemas agroforestales con café

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004	2005
ORGANICO INTENSIVO (MO)	2 a3 aplicaciones de caldo sulfocálcico con criterio de aplicación de 10% e incidencia de m h		3 aplicaciones máximas de caldo sulfocálcico	Se incluye una aplicación preventiva en junio. aplicación previa en junio	
			Marchites lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Cal (junio-julio).		
ORGANICO EXTENSIVO (BO)	nada		Marchites lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Cal (junio-julio).		
CONVENCIONAL INTENSIVO (AC)	3 aplicaciones de Anvil 1. l/200 l de agua. (Mayo-Junio; Julio-Agosto; Sep-Oct) con criterio de aplicación 5% de incidencia de mh		1 aplicación de mancozeb (mayo)	1 aplicación de Oxidloruro de Cobre (mayo - junio)	
			3 aplicaciones de Anvil (Agosto-Sep.; Oct-Nov)	2 aplicaciones de Anvil (Agosto-Sep.; Oct-Nov).	
			Marchites lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Carbendazin (Junio-Julio).en la base de la planta.		
CONVENCIONAL EXTENSIVO (MC)	2 aplicaciones de anvil 1.l/200 litros de agua		1 aplicación de Mancozeb (mayo)	1 aplicación de Oxidloruro de Cobre como preventivo.	
			2 aplicaciones de Anvil.	Marchites lenta: Poda de saneamiento y aplicación de Carbendazin al hueco (junio-julio).	

Cuadro 5.- Aspectos técnicos del manejo de insectos plagas (minador y broca) que afectan al cultivo de café en el ensayo de sistemas agroforestales.

Nivel de insumo	2001	2002	2003	2004	2005
ORGANICO INTENSIVO (MO)	2 aplicaciones si fuera posible contra minador 40 % de incidencia.			Aplicación de torta neem al hoyo en resiembra	Aplicación 10 g /hoyo
	Graniteo + pepena				
				Gallina ciega: Torta de neem.	
ORGANICO EXTENSIVO (BO)		Aplicación de torta de neem en el hoyo en la resiembra 10g/hoyo en resiembra		.	Observaciones la torta de neem diluida fue aplicada en el inicio del ensayo contra gallina ciega
	Graniteo + pepena				
CONVENCIONAL INTENSIVO (AC)	Marzo, Abril, Mayo Minador: Aplicación de Lorsban 0.75 a 1.5 l/200 l de agua. Si fuera posible.		Se aplica según la incidencia de minador. 40% de hojas minadas		Lorsban diluido se aplico en el inicio del ensayo. contra gallina ciega
	Julio, Septiembre Broca: Aplicaciones de Endosulfan 750 cc/200 l de agua. Gallina ciega: Aplicación de Lorsban		Gallina ciega 5 g de Terbufos por hoyo		
CONVENCIONAL EXTENSIVO (MC)	Marzo, Abril Minador: Aplicación de Lorsban 0.75 a 1.5 l/200 l de agua.		Se aplica según la incidencia de minador.40% de hojas minadas		
	Julio Broca: Aplicación de Endosulfan según floraciones.				
			Gallina ciega: Aplicación de Lorsban	Gallina ciega 5 g de Terbufos por hoyo	Lorsban se aplico en el inicio del ensayo contra gallina ciega Diluido.

d.- Número de granos uva por libra.

Se tomará una muestra por tratamiento y por réplica una libra de café uva y se contabilizarán el número de granos que están presentes en dicho peso.

e.- Porcentaje de grano dañado (%)

De la misma muestra (1 lb. grano uva) se tomará una submuestra de 100 frutos y se contabilizarán el número de granos dañados por tratamiento. Se consideran los frutos dañados los chasparreados, brocados y flotados así como los granos verde, los que se anotarán de forma independiente.

2.4.2.- Análisis de la Calidad física de los granos de café.

a.- Granulometría de los granos.

Se tomó una muestra de café oro por tratamiento y replica, para realizar el proceso de la separación de los granos por tamaño conocido como Cribado, donde el grano oro es pasado por una serie de bandejas o zarandas con diferentes diámetros de perforación que oscilan de criba 14 a criba 20, lo cual determinara el tamaño del grano de café oro sin escoger. Para el análisis de datos las cribas se dividieron en grande que van de la criba 20 a la 18, mediana de la criba 17 a la 15 y pequeña que va de la criba 14 a la 13.

b.- Granos dañados.

En esta fase, los Granos dañados es considerado aquellos en los que los granos que presentan daños de la despulpadora y trillo, defectos físicos, como diversificación del color, forma del grano (grano caracol, triangular y monstruos), café quebrado o restos de pulpas deben ser eliminados.

2.4.3.- Análisis de Calidad de taza

La calidad de taza se realiza mediante la catación realizada por personas entrenadas y especializadas que analizan las características organolépticas, como acidez, cuerpo, aroma, y sabor siendo de carácter cualitativo y cuantitativo.

a.- Acidez Se mide a partir de su intensidad y esto se realiza con órganos sensoriales gustativos de personas dedicadas a esta actividad (catador).

b.- Cuerpo: Es producto de la combinación de varias percepciones sensoriales durante la catación como; aroma y amargo.

c.- Aroma: Se determina a partir de captar por los receptores olfativos del catador, la acidez contenido en la almendra del grano de café.

d.- Sabor: Los catadores a través de sus órganos sensoriales gustativos determinan la acidez, salado, alcalino, astringente, amargo, suave, duro y vinoso.

De acuerdo con el laboratorio de CERCAFENIC establecen una tabla de clasificación para dichas variables que oscilan de 1 a 4 donde 1 es regular, 2 regular a bueno 3 bueno y 4 excelente

2.5.- Procedimiento para la obtención de datos

2.5.1.- Cosecha:

El corte de grano de café uva comenzó en noviembre del 2005 y finalizó aproximadamente a inicios de enero del 2006, en el cual se cortaron la cereza en estado maduro (rojo) de la parcela útil; se pesaron los frutos cosechados (uva) por cada una de las parcelas en cada corte realizado.

2.5.2.- Fase de beneficiado

a.- Beneficiado Húmedo

En el área del beneficiado húmedo, el despulpado es realizado a través del uso de una despulpadora manual, aplicada a cada muestra individual por tratamiento y replica. La despulpadora tiene una capacidad de seis medios por tolda, luego se pesa el grano despulpado, se pesa su pulpa y se mide su volumen utilizando el medio.

b.- Fermentación

Primer paso: se deja la muestra de café ya despulpada en una bolsa plástica (quintalera) por 24 horas para obtener una buena fermentación. Una vez fermentado se mide el volumen y peso del grano pergamino, luego se lava el grano pergamino y se pesa.

Segundo pasó: es determinar los días del secado hasta llevarlo a punto de trillo; donde la muestra se deposita en una pequeña zaranda para ser oreada y secada especificando bien el código de la muestra correspondiente.

Tercer paso: es la determinación de la humedad del café pergamino. La humedad óptima que requiere el café para ser trillado es de 11 a 12 %. (Fischersworing y RoBKamp, 2001.) y se caracteriza por un color café claro del pergamino. Una vez que el café obtuvo la humedad se pesa el grano pergamino y se mide su humedad.

Cuarto paso: es el proceso de trillado, este es parte del proceso industrial el cual se transforma el café pergamino en café grano oro.

Quinto paso: al grano oro se procede a medir el contenido de humedad, se empaca y llevado al laboratorio CERCAFENIC adscrito a Unión de Cafetaleros de Nicaragua (UNICAFE) en la ciudad de Managua, donde se realizó la prueba de calidad física y de taza.

2.5.2.- Descripción del proceso de catación

La catación es una prueba física y organoléptica o sensorial aceptada internacionalmente para la comercialización del café. La evaluación de la calidad de taza es realizada por un especialista llamado Catador, quién deberá de poseer amplios conocimientos, experiencia y habilidades naturales para poder percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener la calidad de taza de café. Todos los aspectos evaluados en la catación son subjetivos, ya que la actividad es meramente cualitativa, puesto que cada individuo puede formar una opinión diferente sobre la calidad y la aceptación de una infusión o licor en particular. (Lara, 2005)

Una vez que la muestra se encuentre en el laboratorio, el especialista realiza una selección manual de los granos, eliminando impurezas, granos quebrados o menudos: esto se conoce como análisis físico. Posteriormente, se procede al tostado que dura entre 8 a 15 minutos lo cual es determinado por el color del grano.

El tostado del grano se realiza en una tostadora JABENS-BONRS con una capacidad de 142 g (Orozco 2006, Comunicación personal, UNICAFE); seguidamente se realiza el molido por medio de un molino GRINDMASTER con una capacidad de 142 g, sin embargo, la muestra a utilizar para el análisis de calidad es de aproximadamente 50 g; de acuerdo a lo reglamentado por las Normas Técnicas Obligatoria Nicaragüense (NTON 03 025-99) y el procedimiento establecido por el laboratorio del CERCAFENIC.

El siguiente paso es la de preparar el café en una infusión del tratamiento de la muestra de café en una tasa independiente con una porción de dos cucharadas de café por tasa mas agua caliente. El catador, inicia su proceso de verificación, utilizando sus órganos sensoriales, para definir sabor, aroma y cuerpo para cada muestra, del tratamiento de café de forma independiente determina el grado de acidez y azúcares en el café. El resultado producto de sus percepciones sensoriales lo anota según muestra codificada y finalmente elabora un informe oficial con los datos finales.

2.6.- Análisis de datos

Para el análisis de los datos de producción, rendimiento y calidad de taza de café se aplicará el método de análisis de varianza y la prueba de separación de medias por DMS a una probabilidad del 95 % de confianza.

El modelo lineal aplicado para el análisis de los datos es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_k + (tb)_{ik} + a_j + (ta)_{ij} + e_{ijk} \text{ en donde:}$$

i = 1, 2, 3, 4 y 5 tipos de sombra

j = 1, 2, 3 y 4 niveles de insumos

k = 1, 2 3 repeticiones.

Yijk: Variables respuestas.

μ ; media poblacional a estimar a partir de los datos del ensayo.

Los datos de calidad física y de calidad organoléptica de tasa se procederán a manipular los datos de manera descriptiva y cualitativa, exceptuando las variables cuantitativas a las que se les aplicará el ANDEVA y separación de media a través de la prueba de las Diferencia Mínima Significativas (DMS).

Las variables frutos libras, frutos afectados, granos de café verde mayores o iguales a las Cribas 16, serán analizadas para dos ciclos productivos (2006 / 2005, 2005 / 2004).

III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Prueba del rendimiento.

La prueba de rendimiento tiene como objetivo conocer el comportamiento de cada uno de los sistemas café a diferentes alturas sobre el nivel del mar en cada zona (Huete e Incer, 1997).

Los principales factores que tienen que ver con la variabilidad de los rendimientos del café

Cuadro 6.- Rendimiento en número de frutos por peso de una libra de café uva en dos ciclos productivos.

Epsm	Nism	2004 / 2005	2005 / 2006
ILSG	MC	432.00	368.66
	MO	419.00	363.00
ILSG		425.50	360.83 a
PS	AC	419.33	345.33
	MC	483.00	318.00
PS		428.76	333.66 b
SGTR	AC	400.66	338.33
	BO	397.66	339.00
	MC	424.66	348.00
	MO	393.00	362.00
SGTR		404.00	346.83 ab
SSIL	AC	413.66	364.66
	BO	428.33	327.33
	MC	417.33	309.00
	MO	429.66	334.33
SSIL		421.50	333.83 b
SSTR	MC	452.66	362.66
	MO	452.66	339.33
SSTR		452.66	351.00 a
<i>F de V</i>	Epsom	0.3695	0.0162
	Intecc	0.8614	0.4766
Ninum			
AC		411.22	349.44
BO		413.00	333.16
MC		432.93	339.26
MO		422.83	349.66
F de V		0.6483	0.5291

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninsum= Nivel de insumo

son: precipitaciones, capacidad de retención de humedad del suelo, variedades, sombras, densidad poblacional, fertilización, tipo de suelo, volumen de la cosecha, floración, fenología del grano (UNICAFE, 1996).

3.1.1.- Número de frutos por libra uva

Esta variable presenta gran importancia para determinar los tratamientos que poseen frutos de peso y buen tamaño, sin embargo, una menor cantidad de frutos por libras es mas rendidor para el productor, de esta forma se optimiza la cosecha.

Con relación al tipo de sombra, el análisis de varianza encontró diferencia significativa en el ciclo 2005/06, donde la parcela sin sombra y con sombra de SSIL, resultaron con una menor cantidad de frutos por libra (Cuadro 6).

Según Muscheler (1997) asegura que los cafetales a plena exposición solar tienen mayor producción siempre y cuando

tengan buenas condiciones como una altitud de 900 a 1400 msnm; días con fotoperiodo corto (tiempo nublado).

El cafeto crece rápidamente y produce una cosecha muy fuerte bajo plena insolación tropical y altas temperaturas. El cafeto puede aun sobre cargarse especialmente a altas temperaturas con deficiente humedad, lo cual se puede regular por medio de la poda, descortezada y mediante la irrigación y aplicación de abonos (Haarer, 1969).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo, entre los nivel de insumo no se obtuvieron diferencia significativa, pero si hay diferencia cuantitativa favorables al ciclo 2005/06, donde el nivel de insumo Orgánico Extensivo (BO) presentó un rendimiento de 333 frutos por libras, mientras que los otros niveles de insumo fueron superiores (Cuadro 6).

Coste (1969), asegura que la sombra de árboles tiene una acción moderadora sobre la inducción floral y la fructificación, pero sin embargo, las aplicaciones de insumos ayudan al desarrollo de una buena producción, tal es el caso del ciclo de cosecha del año 2004 obtenida (Cuadro10) en el presente estudio; en este sentido Fischersworing y RoBKamp (2001) indican que un buen control de plagas y fertilización orgánica favorece la vida de la planta y del suelo, conserva e incrementa el contenido del humus y mejora el abastecimiento del agua, de esta forma mejora la alimentación de las plantas las cuales incrementan sus defensas contra plagas y enfermedades.

Mientras que en el ciclo 2004/05, el tratamiento Convencional intensivo (AC) obtuvo el mejor resultado, debido a que los fertilizantes químicos- sintéticos son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo (Fischersworing y RoBKamp, 2001).

En las interacciones de tipos de sombra por nivel de insumo no hubo diferencias significativa en los dos años de cosecha, sin embargo, el ciclo 2005 / 2006 muestra una tendencia a disminuir la cantidad de frutos por libra, donde el tratamiento con SSIL *MC obtuvo 309 frutos por libra. Mientras que en el ciclo 2004/05, SGTR* MO obtuvo el mayor rendimiento con 393 frutos por libra (Cuadro 6). Estas especies maderables no fijadoras de N, son árboles con copa menos densa, cuando esta en desarrollo y una vez adulto tienen copa alta y estrecha lo cual indica que existe una fuerte entrada de luz a las plantas de café (Salas, 1993).

3.1.2.- Relación fanega uva quintal oro, libras uva por quintal oro, libras oro por fanegas uva en tres ciclos de cosecha

Peso uva: es un parámetro de calidad en café por lo que es de suma importancia para la obtención de altos rendimientos de café oro para la exportación (Huete e Incer, 1997).

De acuerdo con UNICAFE (1995) plantea que para obtener un quintal de café oro se necesitan 530 - 556 libras de café uva. Esta relación uva a oro esta siendo utilizada actualmente en la zona del Pacífico de Nicaragua y es aplicada a los productores por las empresas comercializadoras de exportación de grano verde.

El análisis de rendimiento de los dos ciclos de cosecha evaluados, no se obtuvo diferencia estadística significativa entre los tipo de sombra, sin embargo, el tratamiento ILSG obtuvo el rendimiento mas elevado, siendo el que mas se acerca al patrón de relación según lo expresado por (UNICAFE, 1995).

Efecto de las especies de sombra

Los resultados obtenidos del ciclo 2004/05, en el tratamiento de la sombra formada por ILSG obtuvo una relación uva/oro baja de 2.46 fanega uva para producir un quintal oro, lo que significa que de una fanega uva se obtienen 41.47 libras de café oro, representando 709.28 libras de café uva por quintal oro, siendo el tratamiento que se acerca al sistema que es usado por los comercializadores generalmente en zonas cafetaleras del pacifico, establecido una relación teórica que corresponde a 0.394 m³ de café uva o cereza por cada 45.45 kg de café oro ó sea dos fanegas uvas por quintal oro (CONCAFE, 1992 a). De igual manera el tratamiento ILSG en el ciclo 2005 / 2006 obtuvo 2.38 fanega uva por quintal oro, en otras palabras de una fanega uva se obtienen 42.30 libras de café oro, o sea 686.02 libras de café uva para un quintal oro.

Muñoz (1997) expresa que la formación de un microclima mas fresco en las plantaciones con alto porcentaje de sombra (45 a 60 %), es una condición ideal para obtener mejores frutos y granos de café. Y la sombra mantiene la fertilidad del suelo, evita la deshidratación, el agotamiento acelerado por la planta como secado de las ramas, caídas de las hojas, además controla la temperatura del suelo y permite a la planta un mayor aprovechamiento por los nutrientes evitando la perdida de nitrógeno en el suelo.

Cuadro 7.- Análisis del rendimiento productivo a través de la relación grano uva a grano oro de tres ciclos de cosecha de café en Masatepe

Epsom	Ninum	Fanega uva por qq oro		Libras uva por qq oro		Libras oro por fanega uva	
		2004 / 2005	2005 / 2006	2004 / 2005	2005 / 2006	2004 / 2005	2005 / 2006
ILSG	MC	2.53	2.34	729.50	673.66	39.99	42.75
	MO	2.39	2.42	689.05	698.39	42.95	41.85
ILSG		2.46	2.38	709.28	686.02	41.47	42.30
PS	AC	3.21	2.75	924.32	791.96	33.04	36.44
	MC	4.08	2.66	1176.00	766.59	26.82	37.62
PS		3.64	2.70	1050.16	779.27	29.93	37.08
SGTR	AC	2.52	2.60	726.60	750.02	39.69	38.52
	BO	2.82	2.37	814.03	682.73	36.05	42.26
	MC	2.49	2.46	717.56	709.03	41.53	41.15
	MO	2.45	2.39	706.47	689.89	41.65	41.96
SGTR		2.57	2.45	741.17	705.92	39.73	40.97
SSIL	AC	2.89	2.56	834.62	735.96	34.91	39.46
	BO	2.49	2.79	718.52	803.86	40.15	36.24
	MC	2.53	2.37	729.74	685.22	40.21	42.38
	MO	2.73	2.45	787.83	705.34	36.58	41.03
SSIL		2.66	2.54	767.00	733.60	37.96	39.78
SSTR	MC	2.84	3.06	818.12	882.62	36.31	33.78
	MO	2.66	2.63	766.62	760.12	38.47	37.97
SSTR		2.75	2.85	792.00	821.37	37.39	35.87
<i>F de V</i>	Epsom	0.1316	0.0884	0.1306	0.0994	0.1009	0.0898
	Interacc	0.0869	0.5758	0.0852	0.5776	0.1524	0.6730
<i>Ninum</i>							
<i>AC</i>		2.87	2.63	828.51	759.98	35.88	38.14
<i>BO</i>		2.66	2.58	766.28	743.29	38.10	39.25
<i>MC</i>		2.89	2.58	834.18	743.42	36.97	39.55
<i>MO</i>		2.56	2.47	737.49	713.93	39.91	40.70
<i>F de V</i>		0.6498	0.5724	0.6482	0.5736	0.8574	0.5469

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninum= Nivel de insumo.

Efecto de los niveles de insumos.

Las diferencias encontradas entre los niveles de insumos evaluados fueron similares estadísticamente con rangos que oscilan entre 2.56 a 2.89 fanegas por quintal oro en el ciclo de cosecha del 2004/2005, mejorando el rendimiento de la cosecha del año siguientes (2005/2006) con rangos de 2.47 a 2.63 fanegas necesarias para producir un quintal oro (Cuadro 7).

El tratamiento que menor cantidad de peso en grano uva necesarios para obtener un quintal de grano oro en el ciclo 2004 / 2005 y el ciclo 2005 / 2006, fue el Orgánico Intensivo (MO) con 737.49 y 713.93 libras respectivamente; dando como resultado que de una fanega se obtienen 39.91 y 40.7 libras de café oro respectivamente.

Si el abonamiento apunta a mejorar el balance nutricional de las plantas con la sola aplicación de pequeñas dosis, se logran rendimientos significativos frente a las plantas (testigo) que no tienen ninguna clase de fertilización. Este efecto se debe a que por la aplicación de abonos orgánico se logran cambiar características químicas, físicas y biológicas del suelo y eliminar de esta manera carencias (hambre oculta) de algún elemento mayor o menor que venía limitando el desarrollo de la planta (Fischersworing y RoBKamp, 2001).

La materia orgánica indica la capacidad productiva del suelo y destaca su influencia en la conservación de su fertilidad de forma decisiva sobre su característica física, química y biológica, la materia orgánica al convertirse en humus, debido al fenómeno químico, biológicos que le imparten al suelo, condiciones indispensables para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos (Uribe, 1983).

Efecto de las interacciones

Con respecto a las interacciones tipos de sombra y niveles de insumo, indica que para el ciclo 2004/05 la relación obtenida fue de 2.39 fanega uvas para obtener un quintal oro, correspondiendo al tratamiento ILSG* MO; de ésta relación se logran obtener 42.95 libras oro por fanega uva, necesitando 689.05 libras de café uva para obtener un quintal oro. En el ciclo 2005/06, mejoran los resultados con 2.34 fanega de café uva por quintal oro, lo cual producirá 42.75 libras oro por fanega uva, y requerimientos de 673.66 libras de café uva por quintal oro, que favorece al tratamiento ILSG*MC.

ISIC (1977) indica que la sombra evita que la luz del sol y los vientos lleguen directamente a los cafetos en época seca, con esto se logra mantener un volumen mayor de hojas hasta el periodo de la floración y consecuentemente mejora la cosecha. La cosecha puede regularse ajustando la intensidad de la sombra, esto ha sido útil especialmente con el encarecimiento de los fertilizantes y la imposibilidad de adquirirlo; además, la sombra contribuye a la incorporación de elementos fertilizantes a través de las hojas caídas y la fijación de nitrógeno por medio de sus raíces.

3.2.- Calidad fitosanitaria de los frutos maduro.

La calidad física del fruto al momento del corte de los mismos, presenta gran importancia al momento del beneficiado húmedo, ya que altos porcentajes de frutos flotados, dañados y verdes dificultan esta labor, además tienen un efecto directo en el rendimiento y calidad del grano. El CIDA (1987) recomienda que los granos uvas se deban cosechar maduros o pintones ya que en estas fases poseen fermentos que actúan favorables sobre el mucílago, quedando en un estado óptimo para obtener mejor calidad. También Úbeda (1995), ratifica que el café solo debe cosecharse las uvas o cerezas maduras y no las verdes, para no mezclarlas, también debe evitarse la mezcla de granos seco con las maduras o pintonas porque ocasionan muchos problemas al momento del beneficiado húmedo del café y por consiguiente en el producto final del grano de oro.

3.2.1.- Frutos flotados

Según Moraga (2007; Comunicación personal) ^basegura que los frutos flotados, se dan por falta de nutriente a la planta, por lo tanto, no llegan a desarrollarse completamente el fruto. Por otro lado Lara (2005) define que la deficiencia de Boro tiene efecto en la producción de frutos vanos.

El tratamiento de café a Pleno Sol (PS) en el ciclo 2004/05, obtuvo el índice mayor con 12.16 % de granos flotados debido a la fuerte competencia entre frutos y la incidencia directa de la radiación solar que golpean al grano afectándolos durante el proceso de llenado del fruto. El tratamiento que obtuvo menor daño en este ciclo de cosecha fue SSIL con 5.76 % de granos afectados en la cosecha. A diferencia, en el ciclo 2005/06 los

^b Moraga 2007 UNICAFE.

resultados tienden a disminuir y se encuentran entre un rango de 6.50 a 4.33 % de granos flotados, favoreciendo a los tratamiento SSTR, SGTR (Cuadro 8).

Salas (1993) menciona que estos árboles poseen una copa alta y amplia para *S. saman*, alta y estrecha para *T. rosea*, que permite regular la sombra, controlando la radiación solar; esto conlleva a una mejor protección a los frutos sin obviar que durante este año las condiciones de precipitación fueron altas y poca radiación solar.

Con respecto a los diferentes niveles de insumo, el BO presentó menos frutos flotados con 6.83 y 4 % en el ciclo 2004 / 2005 y 2005 / 2006 respectivamente; mientras que el MC (2004 / 2005) y MO (2005 / 2006) obtuvieron 8.46 y 5.83 respectivamente de frutos flotados, hay que recordar que los frutos flotados se obtienen de 100 frutos que se toman al azar de una libra de café uva de cada muestra.

Con respecto a la interacción tipo de sombra por nivel de insumo, los frutos flotados en el ciclo 2005/06 presentan los resultados menores con respecto al año anterior. En este sentido la interacción en el ciclo 2004 / 2005 SSIL*AC obtuvo 4.33 % y el tratamiento donde mayor porcentaje de flotados fue el PS*MC con 15.66 %. Mientras que en 2005/2006 el SGTR*BO con 2.00 %, en tanto el sistema PS*MC obtuvo 7.66 % superando al resto.

Esto indica que en el ciclo 2005/06 la incidencia de frutos flotados fue baja y tiene concordancia con lo planteado con UNICAFE (2007) que en el ciclo 2005/06 las condiciones climáticas fueron favorable para el cultivo, las lluvias se presentaron de una manera mas distribuida (Anexo, figura 2), lo que permitió el mayor aprovechamiento de la misma en las actividades biológicas de las plantas, biología del suelo (microorganismo) que pudieran tener un impacto en la producción de café.

3.2.2.- Frutos verdes

UNICAFE (1995) menciona que los frutos verdes se caracterizan por tener menos peso, esto conlleva a menos tonelajes cosechados, estos frutos contienen menor calidad de taza, menos materia grasa lo que proporciona menos calidad de taza y aroma del café.

El tiempo que transcurre en la maduración de los frutos de una planta varia obedeciendo a la flotación y al influjo de factores que aceleran o retrasan (Coste, 1969) lo que demuestra que en una bandola encontramos frutos maduros y verde los cual bs cortadores deben de tener el cuidado al momento de la cosecha de no desprender los frutos verdes.

Los datos obtenidos en el ciclo de cosecha 2004/05, oscilan en un rango de 7.33 a 1.00 % donde el nivel crítico según Pholan (2006) en granos verdes es del 3 %, por lo tanto en este año se sobrepasó dicho umbral. En el siguiente año (2005/06) el rango de granos verde osciló entre 5.00 a 1.33 %, pero siempre arriba de lo permitido. Esta reducción obtenida se debió probablemente a una mayor supervisión por parte de los técnicos que controlan la cosecha en campo.

3.2.3.-Granos secos.

Según UNICAFE (2007), la presencia de frutos secos es consecuencia de daños ocasionado por la radiación solar (quema del sol) y/o porque la cosecha no se hace en el tiempo requerido de corte y el grano se seca en la planta. Villaseñor (1987) reporta que tanto las cerezas verdes, secas, maduras y con un solo grano tienen una densidad menor a la del agua y por ellos es que flotan por lo que hay menos tonelajes cosechados

En esta variable no se obtuvo diferencias estadísticas significativas para ambos ciclos pero con la misma tendencia de mejores resultados en el ciclo 2005/06, debidas probablemente a las condiciones climáticas que prevalecieron. El tratamiento a PS en los dos ciclos obtiene mayores porcentajes de granos secos; contrario a esto los tratamientos de sombra ILSG y SSTR obtuvieron el menor porcentaje de granos secos en 2004/05 y en el ciclo 2005/06 la sombra de ILSG, SSIL y SSTR, debido al tipo de copa estrecha y menor densidad de hojas que estas especies poseen lo cual regula de una forma excelente la sombra.

Con relación a los niveles de insumo, en el ciclo 2004/05 el MC obtuvo el mayor número de frutos seco con 2.20 % con respecto a los otros niveles de insumos; en 2005/06, refleja una disminución en el daño. El daño mas alto se obtuvo en AC con 1.22 % de granos secos, siendo el mas bajo el MO con 0.16 %; sin embargo, desde el punto de vista estadístico no se obtuvieron diferencias significativas.

Cuadro 8.- Porcentaje de daños en los frutos de café cosechados en dos ciclos productivos en Masatepe.

Epsom	Ninum	Ciclo 2004 / 2005					Ciclo 2005 / 2006				
		Flotados	Verdes	Secos	Brocados	Chasparreados	Flotados	Verdes	Secos	Brocados	Chasparreados
ILSG	MC	6.33	5.33	1.33	2.00	11.66	4.33	2.33	0.66	0.66	5.33
	MO	5.66	4.00	0.66	1.66	9.00	5.3	1.33	0.00	0.00	3.66
ILSG		6.00	4.66	1.00	1.83	10.33	4.83	1.83	0.33	0.33	4.50
PS	AC	8.66	5.00	3.33	3.66	20.66	5.33	2.33	2.33	1.66	8.66
	MC	15.66	7.33	9.00	6.00	12.00	7.66	3.33	1.00	2.66	7.00
PS		12.16	6.16	6.16	4.83	16.33	6.50	2.83	1.66	1.66	7.83
SGTR	AC	8.33	3.00	1.66	1.33	8.66	4.66	4.33	1.33	0.00	3.66
	BO	7.66	3.66	1.66	0.00	16.00	2.00	2.66	0.00	0.00	2.00
	MC	8.00	2.33	2.00	0.00	14.33	5.00	5.00	0.00	0.00	4.66
	MO	9.00	4.00	1.66	1.33	6.66	5.66	1.33	1.33	0.00	3.66
SGTR		8.25	3.25	1.75	0.66	11.41	4.33	3.33	0.41	0.00	3.50
SSIL	AC	4.33	3.33	0.00	0.33	6.00	3.33	3.00	0.00	0.00	3.00
	BO	6.00	3.00	1.00	0.33	10.33	6.00	3.33	1.66	0.00	3.33
	MC	5.00	0.33	3.33	0.00	13.76	3.66	2.66	0.66	0.00	2.00
	MO	7.33	2.66	1.33	0.00	12.66	7.00	2.33	0.00	0.00	3.00
SSIL		5.76	2.33	1.41	0.16	10.66	5.00	2.83	0.33	0.00	2.83
SSTR	MC	7.33	5.33	0.33	1.00	9.00	3.33	1.66	1.33	0.00	3.33
	MO	10.33	1.00	1.66	0.00	12.66	5.33	4.00	0.33	0.00	4.33
SSTR		8.83	3.16	1.00	0.50	10.83	4.33	2.83	0.33	0.00	3.83
P de F	Epsom	0.0839	0.2124	0.1792	0.1487	0.8407	0.0315	0.7977	0.3703	0.5056	0.0454
	Interacción	0.7193	0.0829	0.3911	0.9060	0.0648	0.3734	0.1929	0.7161	0.4699	0.9357
Ninum											
AC		7.11	3.77	1.66	1.77	11.77	4.44	3.22	1.22	1.22	5.11
BO		6.83	3.33	1.33	0.16	13.16	4.00	3.00	0.33	0.00	2.66
MC		8.46	4.13	2.20	1.80	12.13	4.80	3.00	0.53	0.66	4.46
MO		8.08	2.91	1.33	0.75	10.25	5.83	2.25	0.16	0.00	3.66
P de F		0.4974	0.7364	0.3234	0.9792	0.6483	0.1157	0.7101	0.6412	0.3946	0.9663

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninum= Nivel de insumo.

No se presentaron granos secos en las parcelas en presencia de sombra SSIL y el nivel de insumo AC, estas parcela esta compuesta por dos especies leguminosas por un nivel de insumo con buena fertilización lo que permite tener plantas fuertes con frutos sanos. Por otra parte son es especies que tienen una sombra amplia lo cual protege los frutos de las radiaciones solares.

La parcela que tuvo mayor porcentaje de frutos secos en el ciclo 2004 / 2005 fueron PS*MC, mientras que en 2005/2006 fue PS*AC; esto se debe que al café esta a plena exposición solar y probablemente las cantidades de insumo no proporcionaron los nutrientes necesario para un llenado completo de los granos.

Para el ciclo 2005/06 se encontraron parcela donde no presentaron frutos secos como son ILSG*MO, SGTR*BO, SGTR*MC, SSIL*AC, SSIL*MO en este ciclo de producción la condiciones climáticas para la producción de café fueron excelente, hubo abundante agua y la mayoría del año paso nublado, en este año los rayos solares no afectaron el café.

3.2.4.- Granos Brocados

Los resultados mostrados en el Cuadro 8, indican que no hay diferencias significativas en los dos ciclos de cosecha (2004-2006), entre los niveles de los factores de estudio y la interacción; sin embargo, hubo parcelas que no mostraron ninguna incidencia de daño en los frutos en el ciclo 2005/06, probablemente debido a la incidencia de altas precipitaciones, lo cual es afirmado por Fischersworing y RoBKamp (2001), que asegura que la broca en época de lluvia se registra una menor incidencia de plaga.

En el ciclo 2004/05 la parcela compuesta por la especie SSIL tuvo la menor incidencia con 0.16 % y la parcela PS con 4.83 % fue la que mayor incidencia de broca de granos infestado sobre pasando el nivel de daño económico que es de 2 % de granos infestados (CATIE, 2000) lo que indica que se debe buscar una medida de control para bajar el grado de infestación, debidas a las condiciones climáticas que favorecieron la propagación del insecto por la sequía prolongada.

Para el ciclo 2005/06 en parcelas como SGTR, SSIL, SSTR no se presentó afectaciones de broca, mientras que PS tuvo una incidencia menor a la del nivel crítico con 1.66 % de granos infectado, este año no hubo problema con la broca debido a que no sobrepasa el nivel de daño económico. Las parcelas que están bajo sombra son las que presentaron una

menor incidencia de broca, mientras que la que esta a plena exposición solar tiene mayores daños, siendo contrario a lo obtenido por Acuña y Betanco (2007) en la región norte de Nicaragua que mostró que a mayor grado de sombra mayor incidencia de broca. Las plantaciones de café húmedo y sombrío favorecen su reproducción más que aquellas secas y abiertas. La humedad excesiva acelera el proceso de pudrición de los frutos infectados caídos al suelo, mientras que una baja humedad provoca el desecamiento de los frutos, reduciendo a veces drásticamente la tasa de reproducción del escolitido.

Con referencia a los niveles de insumo en el ciclo 2005/06 la incidencia fue menor que los obtenidos en 2004/05. En el ciclo 2005/06 los tratamientos BO y MO no presentaron daños por brocas, y AC presento daños de 1.22 % de frutos brocados, mientras que en ciclo 2004/05 el tratamiento BO obtuvo el porcentaje mas bajo con 0.16 % y MC con 1.80 % de broca, en estos tratamientos el daño de la broca no tiene mucho efecto debido a que no llega al nivel de daño económico.

Alvarado y Roja (1998), mencionan que cuando el fruto es atacado por broca en estado verde y maduro no cae pero pierde peso, se convierte en café vano, de baja calidad, y produce una apreciable disminución en el rendimiento

Con respecto a la interacción tipo de sombra y nivel de insumo la parcela que obtuvieron los resultados mas altos de broca fueron PS*MC con 6.00 % para el ciclo 2004/05 y PS*MC con 2.66 % para el ciclo 2005/06 los que superan al nivel crítico establecido para efectos de manejo del insecto. UNICAFFE (1996), en estudios efectuados en la zona norte de Nicaragua a 1200 msnm, no se observaron diferencias en la infestación, entre plantaciones cultivadas bajo sol y sombra reguladas.

3.2.5.- Granos chasparreados (*Cercospora coffeicola* + *Collectotrichum spp*) :

La chasparrea es una enfermedad del café mas corriente en Costa Rica y se ve favorecida por factores nutricionales adversos a la planta y por el manejo de la sombra pudiendo causar grandes pérdidas si estos factores son alterados, debido a la defoliación, caída de los frutos que produce (Zelaya y Soto, 2000).

En el ciclo 2004/05 no hubo diferencia significativa entre los niveles de los factores de estudio y la interacción, sin embargo, se obtuvo en el ciclo 2005 / 2006 significancia estadística para el factor tipo de sombra en donde el café a pleno sol tuvo la mayor

incidencia de la enfermedad. Se puede notar que por las condiciones mejores ocurridas ambientalmente favorecieron las menores afectaciones por esta enfermedad a la planta de café. De igual manera se observa en ambos años que la parcela a PS es que sufre mayor incidencia en porcentaje de granos chasparreados llegando a 16.33 % y 7.83 % en 2004 / 2005 y 2005 2006 respectivamente, superando el nivel de daño permisible que es del 10% (Herrera. 2007; Comunicación Personal)^c. Según Alvarado y Rojas (1998) bajo condiciones de alta humedad relativas, así como también en plantaciones con deficiencias nutricionales y a plena exposición solar aumentan la incidencia del grano chasparreado y para su prevención se recomienda regular la sombra y fertilizar oportunamente

La diferencia estadísticas obtenidas en el ciclo 2005/06 para el tipo de sombra tiene efecto en la incidencia de frutos chasparreado, la parcela que tuvo menor incidencia fue SSIL con 2.83 esta especies son una combinación de leguminosa mas maderable y el tipo de sombra o copa es amplia lo cual permite una buena regulación de sombra lo que previene dicha enfermedad (Blanco, 1983); mientras que UNICAFE (1996) indica que dicha enfermedad es favorecida por poca sombra, un mayor daño en cafetos mal fertilizados y a pleno sol.

En el ciclo 2004/05 el nivel de insumo que tuvo el resultado mas bajo fue MO con 10.25 % y el mayor fue BO con 13.16 % de fruto chasparreado, el nivel de daño económico en este año fue sobrepasado por lo tanto ameritó una medida de control, mientras que en el ciclo 2005/06 el resultado mas bajo fue BO con 2.66 % y el mas alto fue AC con 5.11%.en este ciclo no ameritó una medida de control a esta enfermedad debido a que no pasa el nivel de daño económico. .

Las interacciones en el ciclo 2004/05 tuvieron un compartimiento variable donde la mejor parcela con menor incidencia fue SSIL*AC con 6.00 % de granos infestados, mientras la de mayor grado de infestación fue PS*AC con 20.66 % debido a la falta de sombra, una prolongada sequía por lo que sobrepasa el umbral de daño; de igual manera este mismo tratamiento obtuvo en el ciclo 2005 / 2006 el mayor porcentaje de infestación con 8.66 % de frutos chasparreados.

Una menor incidencia en el ciclo 2005/06 tuvieron las parcelas SGTR*BO, SSIL*MC con 2 % de granos infestados, en la primera parcela tenemos dos especies de árboles maderable pero el tipo de insumo es bajo orgánico este tipo de insumo es preventivo lo que permite tener nutrientes a la planta para producir resistencia a dicha enfermedad, la segunda parcela

^c Herrera 2007 Universidad Nacional Agraria.

posee dos especies leguminosas las cual aporta nitrógeno al suelo y un nivel de insumo que complementa los requerimientos de la planta para su funcionamiento.

3.3.- Producción de grano verde (kg ha⁻¹)

El café oro se obtiene después de trillar el café pergamino seco, esta actividad consiste en separar el pergamino del grano, se realiza con una maquina trilladora (Zelaya y Soto, 2000)

Según Fischersworing y RoBkanp (2001) menciona que la producción se mide por superficie y esta a su vez por el número de nudos en cada rama fructífera. Así de dos ramas de igual longitud y vigor será mas productora la que tenga mayor número de nudos, también menciona que en condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal la producción varia mucho de cafeto a cafeto, pudiendo oscilar la producción de cereza entre 50 y 2000 gramos por planta y año.

Los rendimientos de un cafetal están sujetó a variaciones y dependen principalmente de la oferta ambiental de la región, las condiciones climáticas anuales, las variedades establecidas y su adaptabilidad a las condiciones locales, la edad y la composición del cafetal, su densidad de siembra y las practicas culturales establecidas (abonamiento, sombra, renovación del cafetal, control preventivo de plagas y enfermedades); pero también sujetos de la dinámica de los precios como lo indica Pohlan (2006), plantea que irónicamente los aumentos de la producción contribuyen de manera significativa a la sobreproducción mundial como causa para la actual crisis de precio, lo cual afecta posteriormente el manejo agronómico que impacta en los rendimientos.

Con respecto al tratamiento tipo de sombra se observa (Cuadro9) en todo los años de cosecha (primero, segundo, tercero y cuarto.) un aumento continuo en producción oro por hectárea, siendo en el año 2002 (primera cosecha) PS el que obtuvo la mayor producción con 208.00 kg ha⁻¹ grano oro, siendo estadísticamente diferente (0.0126) y el ILSG el menor con 46 kg ha⁻¹ oro, considerando que el café esta en su primer año de cosecha aun no expresa su potencial de producción. La producción aumenta el segundo año (2003) y la parcela SSTR presenta 674.95 kg siendo el mas alto no diferentes estadísticamente al resto, en el tercer año (2004) mejora la capacidad productiva, siendo SGTR con la mayor cantidad producida (1384.41 kg), en el año 2005 el tratamiento que obtuvo los resultados mas alto fue PS con 1601.45 kg.

Cuadro 9.- Producción en kilogramo oro por hectárea en los ciclos 2002/2005

Epsom	Ninsum	PRIMERO 2002	SEGUNDO 2003	TERCERO 2004	CUARTO 2005
SSIL	AC	80.3	384.3	827.5	1055.6
	BO	53.4	370.4	612.9	906.4
	MC	63.1	381.6	975.6	1088.6
	MO	56.0	366.3	1079.0	953.5
SSIL		63.20 b	375.65	873.75	1001.01
SSTR	MC	60.3	695.2	683.4	1233.7
	MO	49.5	654.7	1724.0	1491.1
SSTR		54.93 b	674.95	1203.70	1362.40
ILSG	MC	57.1	639.4	548.7	907.9
	MO	34.8	502.4	1013.0	966.5
ILSG		46.00 b	570.90	780.85	937.20
PS	AC	198.8	891.0	1293.9	1641.9
	MC	217.2	408.4	949.3	1561.5
PS		208.0 a	649.70	1121.60	1601.45
SGTR	AC	140.4	638.4	1881.7	1020.6
	BO	93.2	402.5	920.2	1070.2
	MC	105.9	837.0	1322.3	1304.7
	MO	48.6	468.2	1413.47	1058.2
SGTR		97.02 b	586.52	1384.41	1113.42
<i>P de F</i>	<i>Epsom</i>	0.0126	0.5085	0.0886	0.2050
	<i>Interacción</i>	0.9824	0.411	0.4697	0.9449
Ninsum					
AC		139.84	637.91	1334.37 a	1239.51
BO		73.28	386.45	766.59 b	988.30
MC		100.74	592.33	895.87 b	1219.27
MO		56.27	497.91	1307.40 a	1117.32
<i>P de F</i>		0.6115	0.4431	0.0498	0.9731

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninsum= Nivel de insumo.

Se observa que en el año cuarto (2005) muestra alguna tendencia de estabilizar la producción a cinco años de edad, que de acuerdo con Pohlen (2006) los cafetos ha alcanzado su crecimiento fisiológico estabilizando su producción.

Pohlan (2006) menciona que a mediados del siglo pasado se inició la investigación sistemática del efecto de sol y sombra en la producción de cafetos, y la mayoría de estos estudios demostraron que era posible aumentar la productividad drásticamente al cambiar el manejo de las producciones de las plantaciones, aunque a veces, a costo de una menor calidad de grano a pleno sol y un costo elevado por el uso intensivo de insumo, en este mismo sentido sugiere distinguir entre dos situaciones, ambientales óptimas y ambientales sub-óptimas, para *C. arabica*. En condiciones óptimas de suelo y clima para café, la producción de *C. arabica* es máxima sin sombra por que no existen otras limitantes, para producir. Al sombrear las plantas la radiación se convierte en el factor limitante y por ende reduce la producción. Esto fue la situación en la mayoría de los estudios (hecho en ambiente óptimo para café) que formaron la base para justificar la intensificación de la caficultura con poco o sin sombra. Sin embargo, en condiciones sub óptimas (y mas aun en condiciones marginales) para *C. arabica*, donde los cafeto se estresan por temperaturas extremas (muchas veces por debajo de los 800 a 1000 msnm) o por limitantes edáficas (acidez, sequía, pedregosidad) y la presencia de árboles y sombra permite reducir esta limitante por su efecto microclimáticos y sus aportes de materia orgánica y nutrientes para mejorar la fertilidad del suelo.

Con respecto al nivel de insumo, las producciones anuales aumentaron año con año, donde AC y MO obtuvo una producción oro de 1334.37 y 1307.40 kg ha⁻¹ respectivamente en el tercer año (2004) siendo diferente estadísticamente a MC y BO con una menor producción, indicando que el nivel de insumo afecta ésta variable. En el año cuarto (2005) baja la producción donde AC obtuvo 1239.51 kg pero siempre se mantuvo la estabilidad en la línea de producción.

UNICAFE (1996) confirma que el mejor sistema de abonamiento para mantener una buena fertilización del suelo y buenas cosechas es la combinación de abonos sintéticos con abonos orgánicos, y los rendimientos aumentan aun más si se tiene una buena cubierta vegetal.

Según Fischersworing y RoBkanp (2001) menciona que el seguimiento realizado a diferentes cultivos *in situ* se han registrado rendimiento de 1500 a 2000 kg de café pergamino seco con aplicaciones de 6.5 ton ha⁻¹ de abono, en este sentido investigaciones realizadas en campo se encontró que el nivel de aplicaciones de 30 ton ha⁻¹ arroja un nivel

de producción de 3750 kg de café pergamino seco en condiciones agroecológica de buenos suelos y una favorable oferta ambiental.

Las interacciones de sombra con nivel de insumo aumenta la producción desde el primer año (2002) hasta el año tercero (2004), SGTR*AC con 1881.7 kg ha⁻¹ de café oro demostró el rendimiento mas altos en todo los ciclos, PS*AC presenta el mejor resultado con 1641.9 kg ha⁻¹ para el cuarto año (2005). Mientras que PS*AC con 891.0 kg ha⁻¹ obtuvo los mejores resultados para el segundo año (2003).

3.4.- Calidad física (Granulometría) para el ciclo 2003/04, 2004/05 y 2005/06.

Fischersworing y RoBkanp (2001), menciona que entre las característica física de los granos que correlacionan con la calidad de mismo se destacan, el tamaño del grano que debe ser plana, convexa; la uniformidad del tamaño de los granos entre si y el color característico del grano que debe ser verde azulado. Los granos grandes (café de primera) y medianos (café de segunda) son clasificado como café tipo exportación, mientras que el café de inferior calidad (café de tercera) queda destinado para el mercado interno. El 8 al 15 % del café seleccionado electrónicamente pasa hacer un café de cuarta o café de descarte, el cual se aprovecha para las mezclas instantáneo de las marcas destinadas al mercado interno.

Katzeff (2001), menciona que la clasificación por tamaño (clasificación de prueba) tiene el propósito de permitir la posibilidad de evaluar el porcentaje de la diferencia en el tamaño de grano de cada zona y finalmente el componente de valor económico para cada tamaño de grano.

3.4.1.- Efecto de la sombra en el tamaño del fruto

El IICA (2003), establece que el tamaño del grano no tiene efecto en la calidad o en las características de su taza, sin embargo, la combinación del factor variedad con altura si influye directamente en la calidad del mismo.

Muschler (1999a) reporta que la sombra tiene un efecto sobre la obtención de un mayor porcentaje de frutos de buen tamaño de la clase de exportación.

De acuerdo al análisis estadístico realizado a esta variable, no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tipos de sombra, niveles de insumo y la interacción entre estos para los ciclos 2003/04, 2004/05 y 2005/06.

Con respecto al tratamiento tipo de sombra los granos de café se clasifican por tamaño los cuales son: grandes, medianos y pequeños. En el ciclo 2005/06 se obtiene el mayor porcentaje de granos grandes en comparación con los dos ciclos anteriores 2003/04 y 2004/05, exceptuando el tratamiento PS que obtuvo los porcentajes mas bajo con 5.27 % de granos grandes.

En ciclo 2004/05 el porcentaje de granos medianos en tipo de sombra se encontró que en el hay un incremento promedio de 6.82 %, en todo los tratamientos con respecto al ciclo anterior 2003/04, exceptuando el tratamiento PS que presenta un elevado porcentaje de granos medianos con 68.08 % para el ciclo 2004/05 y un alto porcentaje para el ciclo 2003/04 con 69.13 %.

En el ciclo 2005/06, se presentan resultados similares al ciclo anterior 2004/05 para el porcentaje de granos medianos con respecto al tratamiento tipo de sombra, pero siempre la parcela PS teniendo una diferencias notoria de las demás donde el ciclo 2005/06 se presenta un incremento de 12.86 % de granos medianos en la parcela PS comparado con el ciclo anterior (2004/05).

En granos pequeños encontramos algo contradictorio a la secuencia de los resultados anteriores en donde el ciclo 2004/05 disminuye un 8.07 % de granos pequeños en comparación con el ciclo 2003/04 y a si sucesivamente el ciclo 2005/06 disminuye un 8.11 % en comparación el ciclo 2004/05. Por otro lado la parcela PS sigue presentando variaciones en sus resultado en donde los dos primeros ciclos 2003/04, 2004/05 obtienen resultados similares pero posteriormente presentan una disminución del 9.84 % de granos pequeños en el ciclo 2005/06. Con los resultados obtenidos anteriormente podemos mencionar que la variable porcentaje de granos pequeños presentan una disminución cuantitativa continua en los tres ciclo de estudio reflejándose menor porcentajes de granos pequeños por cada ciclo lo que indica que a mejorado el tamaño del grano en este sentido.

3.4.2.- Efecto de los insumo en el tamaño del fruto.

Con respecto al nivel de insumo encontramos que para el año 2004/05 aumenta un promedio de 1.13 % de granos grandes en todo los tratamiento con respecto al ciclo anterior 2003/04 y para el ciclo 2005/06 se presenta un aumento promedio de 5.58 % de granos grande en los tratamiento comparado con el año anterior, exceptuando el nivel de insumo BO que disminuye presentado un valor de 7.82 % con relación al año anterior que obtiene un valor de 8.65 % de granos grande. Se puede observar (Cuadro 10) que los nivel de insumo MC y MO tiene un aumento bastante considerado en el ciclo 2005/06 comparado con los dos ciclos anteriores donde el tratamiento MC aumenta un 8.23% de granos grande y el tratamiento MO aumenta un 6.5 %.

Estadísticamente no se encontró diferencia significativa en la variable con respecto a los tratamientos en los tres ciclos de estudio, pero los niveles de insumos MC y MO se muestra una tendencia de aumentar cuantitativamente, con ello podemos mencionar que estos nivel de insumo aportan a una mejorara del porcentaje de granos grandes, sin olvidar las condiciones agro climáticas de este año 2005/06 que de una u otra manera tiene relación con el tamaño del grano.

Con respecto a los niveles de insumo, se tiene que el ciclo 2004/05 presenta un aumento promedio de 6.17 % de granos medianos con respecto al ciclo anterior, por otra lado el ciclo 2005/06 presenta un aumento no considerable pero si satisfactorio del 3 % de granos medianos con respecto al ciclo anterior. Se presentan diferencia estadística de la variable con respecto a los tratamientos, en donde el nivel de insumo esta teniendo efecto sobre el aumento del porcentaje de granos medianos en los tres ciclos de estudio.

En el nivel de insumo se observa (Cuadro 10) que en el ciclo 2004/05 disminuye un promedio de 7.04 % de granos pequeños comparado con el ciclo anterior donde el nivel de insumo que presenta un menor porcentaje es BO con 10.22 % de granos pequeños comparado con el ciclo anterior, indicando una mayor ganancia de mayores tamaños. Esta disminución del porciento de frutos pequeños sigue ocurriendo beneficiando de esa manera una mejor calidad granulométrica del grano de café.

Cuadro10.- ANALISIS DE GRANULOMETRIA PARA LOS AÑOS 2003 HASTA ELAÑO 2006 EN MASATEPE

Epsom	Ninum	2003-2004			2004-2005			2005-2006		
		Grande	Mediano	Pequeño	Grande	Mediano	Pequeño	Grande	Mediano	Pequeño
SSIL	AC	8.14	67.61	24.24	5.38	74.94	19.67	15.26	70.71	14.02
	BO	7.21	67.84	24.94	8.21	72.60	19.18	4.96	79.13	15.89
	MC	5.73	65.10	29.17	4.89	73.43	21.67	7.48	71.12	21.39
	MO	11.24	64.02	24.74	6.23	73.10	20.66	12.71	73.37	13.91
SSIL		8.08	66.14	25.77	6.18	73.52	20.29	10.10	73.58	16.30
SSTR	MC	5.38	66.12	28.50	10.03	69.63	20.33	22.55	66.44	11.00
	MO	10.36	62.22	27.61	10.47	68.44	21.08	15.90	71.72	12.47
SSTR		7.87	64.17	28.05	10.25	69.04	20.70	19.22	69.03	11.74
ILSG	MC	7.72	66.25	25.02	6.76	69.54	23.69	28.97	62.66	8.87
	MO	4.08	58.34	37.58	7.56	69.82	22.61	20.30	68.80	10.82
ILSG		5.90	62.79	31.30	7.16	69.68	23.15	24.38	65.73	9.84
PS	AC	6.95	70.53	22.52	8.78	69.57	21.65	4.74	79.33	15.84
	MC	10.01	67.74	22.24	7.82	65.85	26.65	5.81	82.65	11.46
PS		8.48	69.13	22.38	8.42	68.08	23.49	5.27	80.94	13.65
SGTR	AC	7.44	66.32	22.23	10.02	70.55	19.41	8.57	76.48	14.93
	BO	3.90	66.51	33.59	9.08	72.05	18.85	6.67	77.36	15.96
	MC	5.69	63.25	31.05	7.54	74.40	18.05	11.36	75.77	12.86
	MO	5.01	66.03	28.95	7.86	73.75	18.38	8.59	78.55	12.55
SGTR		5.51	64.53	29.95	8.62	72.69	18.67	8.80	77.04	14.15
<i>P de F</i>	<i>Epsom</i>	0.6843	0.6169	0.1519	0.7782	0.1161	0.8446	0.1765	0.2192	0.9515
	<i>Interacción</i>	0.7093	0.611	0.2721	0.2051	0.3355	0.2760	0.4036	0.5231	0.2793
Ninum										
	AC	7.51	68.15	24.33	8.06	71.79	20.24	9.52	75.51a	14.93
	BO	5.55	65.17	29.26	8.65	72.33	19.01	7.82	78.24a	15.93
	MC	6.90	65.89	27.19	7.43	71.01	21.54	15.13	71.71b	13.11
	MO	7.67	62.65	29.72	8.07	71.41	21.51	14.37	73.08 ab	12.51
<i>P de F</i>		0.8836	0.5066	0.6450	0.1066	0.6058	0.2495	0.1990	0.0399	0.9399

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninsum= Nivel de insumo.

3.4.3.-Efecto de interacción sombra y nivel de insumo.

Se presenta una variación en los resultados donde se puede dar un aumento o una disminución del porcentaje de grano grande de un ciclo con respecto a otro. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en los tres ciclos de producción en la evaluación del efecto de las interacciones.

Pero se observa (Cuadro 10), que la mayor parte de los tratamientos tienen la tendencia de aumentar el porcentaje de grano grande en los tres ciclos, en 2004/05 aumentó 2.58 % con respecto al ciclo anterior y el ciclo 2005/06 aumenta un promedio de 8.49 % con respecto al ciclo anterior.

El porcentaje de granos medianos en el ciclo 2003/04 fue de 70.53, en el tratamiento PS*AC siendo el dato mayor, con respecto al ciclo 2004/05 aumenta en el tratamiento SSIL*AC con 74.94 % y sigue la secuencia de aumentar ya que el ciclo 2005/06 incrementa a 82.65 % en el tratamiento PS* MC; evidenciando que los sistemas y el desarrollo alcanzado por el cafeto favorecen una mayor producción de granos de calidad.

En el ciclo 2004/05 el porcentaje de grano pequeño disminuye en un 7.31 % con respecto al ciclo anterior; en este sentido el ciclo 2005/06 disminuye un 7.13 % de granos pequeños con respecto al ciclo anterior.

3.5.- Análisis de la calidad de los granos de café.

La calidad en café, se refiere a las cualidades o características intrínsecas del grano de café y de su infusión. Sin embargo, la calidad de un café puede significar diferentes cosas para diferentes personas. Al final, la calidad del café se define por si la bebida será o no agradable al consumidor (Lara, 2005)

Katzeff menciona que la Asociación de Café Especiales de América, SCAA (1998) ha informado que el mercado mundial esta demandando café de calidad y esta dispuesto a pagar por su precio. El mercado quiere productores orgánicos certificados, produciendo bajo sombra amigable con los pájaros. La calidad del café, es decir las características físicas del grano así como organoléptica incide principalmente en el precio de venta de café a nivel nacional e internacional. Hace 30 años el precio internacional del café era de 92 centavos dólar por libra,

en 1970 en términos adquisitivos significó mas o menos 6 centavos menos y actualmente el precio mundial de café a caído a mas de 55 centavos (Katzeff, 2001).

Los productores actuales, principalmente los pequeños y medianos, tienen a la calidad como la mejor arma para enfrentar la crisis cafetalera; y para ello se estipulan alrededor de 22 pasos entre el árbol de café y la determinación de la taza del grano, donde se pueden cometer errores tanto de campo como en los laboratorios de catación, que se pueden detectar, analizar y resolverlos por los productores (Katzeff, 2001).

Para el presente estudio, se determinaron en laboratorio las variables aspecto, aroma, acidez, cuerpo y licor en las muestras de grano de café, las que a continuación se analizan:

Cuadro 11.- Análisis de calidad de taza para el ciclo 2003-04 en Masatepe

Epsom	Tratamiento	Aspecto	Tostado	Aroma	Acidez	Cuerpo	Licor
SSIL	AC	1.50	2.50	3.00	2.00	2.00	2.00
	MC	2.00	2.00	3.00	2.00	2.50	2.00
	BO	2.00	2.00	2.50	1.50	1.50	1.50
	MO	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00	2.00
SSIL		1.87	2.12	2.75	1.87	2.00	1.87
SSTR	MC	2.00	2.00	2.50	2.00	2.00	2.00
	MO	2.00	1.50	2.50	1.50	2.00	1.50
SSTR		2.00	1.75	2.50	1.75	2.00	1.75
ILSG	MC	2.00	2.00	3.00	1.50	1.50	1.50
	MO	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
ILSG		2.00	2.00	3.00	1.75	1.75	1.75
PSOL	AC	1.50	1.50	2.50	1.50	2.00	2.00
	MC	2.50	2.00	2.50	2.00	2.00	2.00
PSOL		2.00	1.75	2.50	1.75	2.00	2.00
SGTR	AC	2.00	1.00	2.50	2.00	2.00	2.00
	MC	2.50	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
	BO	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00
	MO	2.50	2.00	2.50	2.00	2.00	2.00
SGTR		2.25	1.75	2.75	2.00	2.00	2.00
<i>P de F</i>	<i>Epsom</i>	0.4046	0.3832	0.2278	0.6418	0.8067	0.4603
	<i>Interacción</i>	0.7117	0.0549	0.9070	0.4087	0.7316	0.3966
Ninsum							
AC		1.66 b	1.66	2.66	1.83	2.00	2.00
MC		2.20 a	2.00	2.80	1.90	2.00	1.90
BO		2.00 ab	2.00	2.75	1.75	1.75	1.75
MO		2.12 a	1.87	2.62	1.87	2.00	1.87
<i>P de F</i>		0.0236	0.2502	0.8902	0.5738	0.7007	0.6066

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgânico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgânico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninsum= Nivel de insumo.

3.5.1- Aspecto

El aspecto es una evaluación física de la muestra del café verde (Orozco, 2007, UNICAFE, comunicación personal)^d en este se observa la forma, peso, color y apariencia del café. Aquí apreciamos las cualidades antes señaladas como es el golpe de vista que indica la buena o mal preparación, la observación conduce a fijar la atención en los efectos individuales (Mejia, SF); este mismo autor señala que se encuentran dos formas de aspecto: el general lo cual es determinado por la especie botánica, afirmando que el *Coffe arabica* tiene un mejor aspecto; las condiciones ambientales, a medida que se aumenta la altura se aumenta la calidad; el beneficiado, y dependiendo del manejo de este se mantiene o mejora la calidad; y el aspecto específico está compuesto por las características del grano como forma, tamaño, y color, todos estos aspectos mencionados tienen que llegar a una uniformidad adecuada.

De tal manera que los resultados obtenidos indican que la combinación de sombra SGTR dio un índice de 2.25 considerándose en la tabla de valoración del laboratorio como regular a bueno (RB) en el ciclo 2003 / 2004. Para el ciclo 2005/06 se encontró aumento en los datos siendo las mejores parcelas SSTR, ILSG con 2.50 clasificados de regular a bueno (RB). La sombra provoca una tendencia favorable sobre la calidad del grano del café (Wintgens, 1992)

El tratamiento nivel de insumo para el ciclo 2003/04 se encontró diferencia significativa favoreciendo a los tratamientos MC con 2.20 y MO con 2.12 y para el ciclo 2005/06 fue MO con 2.41, sin embargo, la calificación no representó una mejora en la calidad ya que mantuvo el nivel del año anterior de regular a bueno según la tabla de valores de Certificadora de Café de Nicaragua (CERCAFENIC, 2006).

Con respecto a las interacciones no se obtuvieron diferencias significativas en los dos ciclos, sin embargo, en el ciclo 2003/04 las parcelas con los mejores resultados son PS*MC, SGTR*MC y SGTR*MO con 2.50; considerándose de regular a bueno. En el ciclo 2005/06 las mejores parcelas fueron SSTR*MC y ILSG*MO con 2.66 con la misma clasificación de calidad.

El aspecto va estar determinado por dos factores general y específico, pero en este caso el factor general esta marcando la pauta como son las condiciones climáticas en el sistema,

^d Orozco 2007, UNICAFE.

como anteriormente se mencionaba la precipitación en el año 2005/06 fue elevada y la radiación solar no afecto el sistema.

Cuadro 12.- Análisis de la calidad de taza para el ciclo 2005-06 en Mas atepe

Epsom	Ninum	Aspecto	Tostado	Aroma	Acidez	Cuerpo	Licor
SSIL	AC	2.00	2.00	2.33	1.66	2.83	2.00
	MC	2.33	2.00	2.33	2.00	2.00	2.00
	BO	2.33	2.33	2.66	1.33	1.66	2.00
	MO	2.33	2.00	2.66	1.66	2.33	2.33
SSIL		2.25	2.08b	2.50	1.66	2.08	2.08
SSTR	MC	2.66	2.00	2.00	1.66	2.33	2.00
	MO	2.33	2.00	2.66	1.66	3.00	2.00
SSTR		2.50	2.00b	1.33	1.66	2.66	2.00
ILSG	MC	2.33	2.66	3.00	2.00	2.33	2.00
	MO	2.66	2.33	2.66	2.00	2.33	2.00
ILSG		2.50	2.50a	2.83	2.00	2.33	2.50
PSOL	AC	2.00	2.33	2.66	1.66	2.33	2.00
	MC	1.66	2.00	2.66	1.66	2.33	2.00
PS		1.83	2.16ab	2.66	1.66	2.33	2.00
SGTR	AC	2.00	2.00	2.66	1.66	2.00	2.00
	MC	2.00	2.00	2.66	1.33	1.33	2.00
	BO	2.33	2.00	2.66	1.66	2.66	2.00
	MO	2.33	2.33	2.66	1.33	2.33	2.00
SGTR		2.16	2.08b	2.66	1.50	2.16	2.00
<i>P de F</i>	<i>Epsom</i>	0.5791	0.0478	0.5248	0.6179	0.5443	0.1202
	<i>Interacciones</i>	0.5117	0.5490	0.900	0.7812	0.4740	0.9449
Ninum							
	AC	2.00	2.11	2.55	1.66	2.22	2.00
	BO	2.33	2.16	2.66	1.50	2.16	2.00
	MC	2.20	2.13	2.53	1.73	2.13	2.06
	MO	2.41	2.16	2.66	1.66	2.50	2.25
<i>P de F</i>		0.6089	0.9252	0.9008	0.9297	0.4834	0.6637

ILSG = *Ingá laurina* + *Simarouba glauca*; PS = Pleno Sol; SGTR= *Simarouba glauca* + *Tabebuia rosea*; SSIL = *Samanea saman* + *Ingá laurina*; SSTR = *Samanea saman* + *Tabebuia rosea*. AC = Convencional Intensivo; BO = Orgánico Extensivo; MC= Convencional Extensivo; MO= Orgánico Intensivo. Epsom= Espécie de sombra, Ninum= Nivel de insumo.

3.5.2.- Tostado

El tostado según Orozco (2007: Comunicación personal)[°] es la evaluación física del café, una vez tostado el grano, se observa el grado de uniformidad de la coloración de café. Dependiendo de su procedencia, el grano de café de sitios geográficos bajos tiene un tostado mas rápido que un café de mayor altura, como resultado de la mayor densidad. Los granos

[°] Orozco 2007 UNICAFE.

muy livianos y anormales, proceden de frutos verdes o enfermos, dan tueste muy claro y abiertos con sabor a maní (Mejia, SF).

Se puede tostar el café a varios colores. En cada color se nota un grupo de sabores distintos y su intensidad dependerá de su procedencia, los tostados mas claros tienen característica de dulce, acidez y cuerpo, los tostados mas oscuros pierden estos sabores pero ganan complejidad y un sabor a carbón (Katzeff, 2001).

Para el ciclo 2003/04 la parcela SSIL obtuvo los resultados más altos con 2.12 en la variable tostado, pero, no se encontró diferencia significativa. Con respecto al ciclo 2005/06 se encontró diferencia significativa, donde ILSG con un índice de 2.50 fue superior al resto; sin embargo no representó un cambio de calidad en el tostado de tal manera que alcanzan una calificación de regular a bueno (RB)

Con respecto a los niveles de insumo, la parcela que obtuvo mayores resultados con respecto al tostado fue BO y MC con 2 para el ciclo 2003/04, mientras que en el ciclo 2005/06 se observa un aumento del índice, siendo las mejores parcelas BO y MO con 2.16 respectivamente; representando una calidad de regular a bueno (RB).

En las interacciones tipo de sombra y nivel de insumo no se obtuvieron diferencias estadísticas, se mostró que en el ciclo 2003/04 la parcela que obtuvo mayor porcentaje de uniformidad en el tostado fue SSIL*AC con 2.50 y para el ciclo 2005/06 fue ILSG*MC con 2.66 en estos tratamientos la clasificación es de regular a bueno.

La altura geográfica influye en la uniformidad del grano de café (Mejia, SF) y contribuyen características morfológicas de I. Laurina como la de poseer una copa amplia, lo que ayuda a desarrollar condiciones climáticas favorables para el cultivo.

3.5.3.- Aroma

El aroma del café es el primer atributo que disfruta el consumidor cuando se le sirve una taza de café y es determinado por los componentes sensoriales del órgano olfativo de las personas (catador) que se encargan de definir el olor y/o aroma. El aroma es definido por una serie de compuestos muy volátiles producidos durante el proceso de tostado del café. Algunos de los términos de aroma más comunes son acaramelado, carbonado, chocolate, frutal, floral, cereal (Lara, 2005)

Un aroma delicado, fino, fragante y penetrante caracteriza un buen café y esto es propio de cada especie o variedad (Fischersworing y RoBKamp, 2001). El aroma depende de la altura topográfica, variedad y del proceso de beneficiado. La producción de pirimidina es un constituyente del aroma del café la cual se forma por la descomposición de la trigonelina durante el tueste, así también los aceites volátiles y no volátiles son responsables del aroma. El tueste y el proceso de preparación de la infusión del café pueden afectar el contenido del aceite y por tanto la calidad del café, los que pueden perderse por volatilización y oxidación; por lo que entre mas tiempo se dilata en preparar la bebida mas rápido se pierde el aroma.

Con respecto a la variable aroma no se encontró diferencia estadísticas significativa para el ciclo 2003/04 y en el ciclo 2005 / 2006. En el primer ciclo, ILSG obtuvo un índice de 3 calificado de bueno (B) y mientras que en el siguiente año este mismo tratamiento obtuvo un índice de 2.83 calificado de regular a bueno; de igual manera el resto de los tratamientos manifiesta una disminución de valor.

Con respecto al nivel de insumo el aroma sobre la base del índice determinado muestra un comportamiento descendente en el 2005 / 2006 con respecto al ciclo anterior evaluado; para ambos ciclos la calificación alcanzada fue de regular a bueno.

La mejores parcelas con respecto a las interacciones tipo de sombra y nivel de insumos para el ciclo 2003/04 fueron SSIL*AC, ILSG*MC, ILSG*MO, SGTR*BO y SGTR*MC con un índice alcanzado de 3 y para el ciclo 2005/06 fue ILSG*MC con 3 considerándose en la calificación de bueno (B).

3.5.4.- Acidez

La acidez es la característica más apreciada en la comercialización del café, y por consiguiente con mejor valor comercial. Está debe detectarse en la punta o los lados de la lengua del catador o consumidor. Es una sensación que limpia el paladar (Starbucks 2005). Puede clasificarse a los de mayor grado como acidez aguda y penetrante, los intermedios como ligeros, hasta escasa o falta absoluta de acidez (Menchú 1967). La acidez se ha asociado a la acción de ácidos orgánicos; donde se considera que el ácido fosfórico puede ser uno de los responsables de la acidez (Lara, 2005)

No se encontró diferencia estadística significativa, sin embargo, en el año 2003/04 la sombra de SGTR obtuvo un índice de 2 y en el ciclo 2005/06 la sombra formada por ILSG alcanzó el mismo valor con una calificación de regular a bueno (RB)

Mejia (SF) afirma que la acidez se incrementa con la altura topográfica y se desarrolla en función de esta. También la acidez va a depender del grado de madurez por el tiempo transcurrido entre la cosecha y despulpado o ciertos factores climáticos, los café que pasan largo tiempo en almacenamiento van a hacer menos ácidos que los nuevos.

En el tratamiento nivel de insumo no se encontró diferencia significativa en los dos ciclos con respecto a la variable acidez, los mejores datos los encontramos en el ciclo 2003/04 con 1.90 para la parcela MC, para el ciclo 2005/06 la mejor parcela fue MC con 1.73, esta parcela fue la mejor en los 2 años, pero bajo un 0.17 para el ciclo 2005/06 manteniéndose la clasificación de laboratorio como regular (R).

Con respecto a las interacciones se observa que en el primer ciclo (2003/04) las mejores parcelas fueron SSIL*AC, MC, MO, SSTR*MC, ILSG*MO, PSL*MC, SGTR* AC MO MC BO con 2%. En este ciclo la acidez tiene un rango en la taza de laboratorio de regular a bueno. Para el ciclo 2005/06 oscilan en el rango de laboratorio de regular a bueno (RB) con 2% los mejores tratamientos SSIL *MC, ILSG*MO, MC.

3.5.5.- Cuerpo

Lara (2005) define cuerpo, como la sensación del café en la boca y básicamente, se determina al deslizar suavemente la lengua a través del cielo de la boca, provocando una sensación táctil. Esto permite definir el contenido de sólidos, mayor o menor consistencia (densidad de la bebida) (Cleves y Astúa 1998). Por ejemplo, un café con cuerpo, es fuerte y agradable; en oposición a un café de escaso cuerpo o delgado.

Para el ciclo 2003/04 no se encontró diferencia significativa, donde los valores obtenidos en la evaluación de esta variable alcanzó 1.75 a 2 de índice, mientras que en el ciclo 2005 / 2006 varió de 2.08 a 2.66 para esta variable en los diferentes sistemas de sombra, lo que alcanzó una calificación de regular a bueno. Con respecto a los niveles de insumo los valores oscilaron en 2004/2005 entre 1.75 a 2 y en el 2005 / 2006 entre 2.13 a 2.50 con la misma calificación alcanzada.

3.5.6.- Licor

El licor es la conjugación del cuerpo y el almacenamiento del alcohol de la muestra (Orozco 2007 comunicación personal)³. Además, de acuerdo con Castro (2004) depende de otros factores como la acidez y la fineza de la taza.

Los diferentes niveles de sombra alcanzaron valores que oscilaron entre 1.75 a 2 de índice de licor y la calificación dada es de regular a bueno en el ciclo 2004 / 2005; mientras que el 2005 / 2006 los valores alcanzaron índices de 2 a 2.5 con igual calificación de taza, hay que señalar que el máximo valor lo alcanzó el sistema de ILSG.

Los diferentes niveles de insumos alcanzaron valores de índices de licor de 1.75 a 2 en el ciclo 2004 / 2005, mientras que en el 2005 / 2006 fueron de 2 a 2.5, expresando una leve mejoría pero sin diferencias estadísticas, hay que señalar que el nivel de insumo intensivo orgánico obtuvo el máximo valor.

Las interacciones compuestas por los tipos de sombra y los niveles de insumos no mostraron diferencias estadísticas significativas alcanzando valores en el ciclo 2004 / 2005 de 1.5 a 2, mientras que en el 2005 / 2006 los valores oscilaron entre 2 a 2.33, con la misma calificación de taza obtenidas por los factores de estudio.

IV.- Conclusiones

El sistema a PS y el nivel de insumo BO en 2005/06 necesitó de 333 frutos maduros para producir una libra uva, mientras que en el año anterior los requerimientos de frutos fueron mayores.

Las relaciones fanegas uva por quintal oro oscilaron entre 2.45 a 3.64 en 2005/2006 para los sistemas de sombra mientras que para los niveles de insumos oscilaron entre 2.56 a 2.89.

En el ciclo 2005/06 los porcentajes de frutos flotados, secos, brocados y chasparreados se redujeron comparativamente con relación a el ciclo 2004/05 donde sobrepasan los niveles críticos permisibles; de igual manera se observa el comportamiento con los niveles de insumos.

La producción de café oro por hectárea aumento año con año reportándose los dos últimos años una mayor producción. El sistema a pleno sol y SSIL alcanzan los mayores acumulados de cosecha, mientras en los niveles de insumo el AC y MO.

La producción porcentual de grano pequeño en el ciclo 2003/04 osciló entre 22.38 a 31.30 en 2004/05 fue de 18.67 a 23.49 y en 2005/06 fue de 9.84 a 16.30 para los sistemas de sombra; mientras que los niveles de insumo mostraron la misma tendencia de aumentar el porcentaje de grano mediano a grande.

La calidad de taza en los indicadores de aspecto, tostado, cuerpo, acidez y licor fue de regular a regular-bueno, mientras que para aroma fue regular-bueno a bueno para los sistemas de sombra y en los niveles de insumo la acidez obtuvo una calidad de regular, mientras que aroma fue regular-bueno, el resto obtuvo calidad de regular a regular-bueno en el ciclo 2003/04; entre tanto en el ciclo 2005/06 el tostado, cuerpo y licor se obtuvo de regular-bueno, el resto fue de regular a regular-bueno en los sistemas de sombra; para el caso de niveles de insumo todos fueron regular-bueno excepto la acidez con calidad regular.

V.-RECOMENDACIONES

Promover el establecimiento de árboles maderables + leguminosas con un nivel de insumo MO en sistemas de café, ya que en estos tratamientos se obtuvieron los mayores resultados en cuanto a la mayoría de las variables planteadas.

Realizar estos estudios en otras zonas cafetaleras como Matagalpa, Jinotega y Nueva Segovia las cuales presentan condiciones particulares y específicas para el cultivo del café.

Seguir con los estudios en cuanto a rendimiento y calidad, ya que estos son los primeros años de producción y no ha alcanzado totalmente la madures fisiológica de los cafetos.

Dar a conocer a los productores los últimos trabajos de investigación en rendimiento y calidad de café para que a si tenga una visión mas clara sobre las variables utilizadas en la relación café uva a café oro permitiéndoles mejorar su producción.

El laboratorio de UNICAFE (CERCAFENIC) deberá mejorar la valoración cualitativa y cuantitativa de los resultados expresados para calidad de taza, lo cual dificulta su correcta interpretación técnica a partir de los valores determinados para cada uno de los parámetros de la calidad del grano de café.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, P y Betanco, W. 2007. Evaluación de la Incidencia Natural de *Beauveria bassiana* (Bals) Bullí, Sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari) y *Leucoptera coffella* (Guerin-Meneville) en el Cultivo de Café en dos Zonas de Nicaragua. (UNA) Pág. 55
- Alvarado M y Rojas. G. 1998. El Cultivo y Beneficiado de Café. Segunda Edición. San José, Costa Rica. Editorial Universidad. 160 p.
- Boshier, D. H OFI/CATIE. 2003. Árboles de Centro América. Un Manual para el Extensionista, Turrialba, Costa Rica. Pág. 1077
- Blanco M .1983. Cultivos Industriales. Managua, Nicaragua .Editorial UNAN. 211 p.
- Balladares. D y Calero. J .2005. Efecto de la Sombra y Fertilización sobre el Crecimiento, Estructura Productiva, Rendimiento y Calidad del Café. Managua, Nicaragua UNA. 69p.
- Bautista. J. 1993. Árboles de Nicaragua. Primera Edición. Managua, Nicaragua. 388p.
- Bolaños, M. 2007. UNICAFE. Comunicación Personal. Managua. Nicaragua.
- CASTO, J. Días, D. 2004. Evaluación de Tres Sistemas de Manejo Sobre el Crecimiento, Estructuras Productivas y Calidad del Café (*Coffea arabica* L) VR Costa Rica 95. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 1-19pp.
- Castillo .N. 1977. Control Químico de *Cercospora Coffeicola*. Managua, Nicaragua. División de Educación Agrícola Superior.48p.
- CATIE. 2000. Manejo Integrado de Plaga en el Cultivo de Café. Manual Técnico N° 44. Managua, Nicaragua. Pág. 267.
- CIDA. 1987. Instrucciones Técnicas para la Cosecha y Beneficiado del Café y Cacao. Dirección Nacional de Café y Cacao Ministerio de la Agricultura la Habana, Cuba Pp. 13-20.
- CIDA. 1987. Instrucciones Técnicas para la Cosecha y Beneficiado del Café y Cacao. Dirección Nacional de Café y Cacao Ministerio de la Agricultura la Habana, Cuba Pp. 13-26.

- Cleves S, R; Astúa R, G. 1998. Defectos y vicios del café que se origina o manifiestan en el beneficiado. In Cleves S. R. Eds. Tecnología en Beneficiado de Café. San José, Costa Rica. 1521p.
- Coste R. 1969 .El café. Primera Edición. Barcelona, España. 285p.
- CONCAFE. 1992a Estimación de la Cosecha IN: El Caficultor. Centro Experimental de Café del Pacífico Masatepe, Masaya, Nicaragua. Boletín Técnico N° 3. Pp 2-7
- CONCAFE. 1992b Análisis de la Calidad del Café para Exportación IN: El Caficultor. Edición N° 4. Vicegerencia de Comercialización. Managua. Nicaragua Pp 8-13.
- Encuentro Intercontinental Agro ecológico.1996 Motozintla. Control de calidad. Unión de tejidos Otilio Montano. Motozintla, Guatemala. 21 p.
- Fischersworing y .H, RoBKamp. R/ 2001/ Guía para la Caficultura Ecológica/ Primera Edición/ Alemania/ 149p.
- Fandiño M, Pineda C. 2004. Beneficiado húmedo limpio del café/ Managua Nicaragua.57-54p.
- Harrer, A .1996. Producción Moderna de Café. Segunda Edición. La Habana, Cuba. Editorial Revolucionaria Pág. 652.
- Haggar, J. Staver, C. 2001. Sostenibilidad y Sinergismo en Sistema Agroforestales con Café: Estudio de Interacciones entre Plagas, Fertilidad del Suelo y Árboles de Sombra. Agroforestería en las América. pp. 49-51
- Huete, H. e Incer, R. 1997. Prueba de rendimiento por Beneficiado Húmedo de café (*Coffea arabica* L.) Variedades Catuaí Amarillo y Catuaí Rojo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. Pág. 57.
- ISIC. 1977. Manual Técnico del Cultivo de Café en el Salvador. Fondo Especial de Desarrollo. Nicaragua 2001p.
- IICA. 2003. Estudio de la Cadena de Comercialización del Café. Managua, Nicaragua. Pág. 169.
- Pohlan, J. 2006. El Cafetal del futuro. Primera Edición. Chiapas, México. Casa Editorial SHAKER.462 p.

- Katzeff. P.2001. El Manifestó de los Catadores de Café. Primera Edición. Managua, Nicaragua. 83p.
- Lara, L. 2005. Efecto de la Altitud, Sombra, Producción, y Fertilización, Sobre la Calidad del Café (*Coffea arabica L.* var. Caturra) Producido en Sistemas Agroforestales de la Zona Cafetalera Norcentral de Nicaragua. Trabajo de Doctorado. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pág. 106.
- Laboratorio de Certificación de Café de Nicaragua. (2006). Análisis de Calidad de Café. Unión Nicaragüense de Cafetalero. (UNICAFE). Managua, Nicaragua.
- Leandro .G y Soto. C .1997. Evaluación de Funguicida para el Control de *Mycena citricolor* y *Cercospora coffeicola* .San José, Costa Rica. 45p.
- MARENA, INAFOR, MAGFOR, 2002. Guia de Especie Forestales de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Pag. 316
- Menchú, J. 1967. Cualidades de la bebida del Café: Aroma, Cuerpo, Acidez y Sabor. El café de Nicaragua 191p.
- Mejia (SF). La Calidad del Café. Fisiología de los Cultivos. CATIE. Turrialba, Costa Rica Pág. 20
- Memoria XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultora. Costa Rica. 1997. IICA
- Muscheler, R. 2006. Manejo de sombra para cafetales: Intensificación del la caficultora, menos sombras, mas insumo IN: El cafetal del futuro. (Eds). Pohlan. H,(2006) Pág. 39-40.
- Muscheler, R. 2006. Manejo de la sombra para cafetales sostenible: ¿Cual sistema es mejor? IN: El cafetal del futuro. (Eds). Pohlan. H,(2006) Pág. 42.
- Muscheler, R. 1998 (a). Manejo de sombra para cafetales sostenibles: Sombra intermedia permite alta productividad. IN: El cafetal del futuro. (Eds). Pohlan. H, (2006) Pág. 45.
- Muñoz, G 1997. Importancia de la sombra en el cafetal, Agroforesteria en las América pp. 4(13) 25-29.
- Osorio, G. L.; Gómez D. M. 2004. Estrategia para la Reconversión y la Diversificación Competitiva de la Caficultura en Nicaragua. Primera Edición. 30 septiembre 2004. Pág. 127.

- Úbeda, A. E.1995. Beneficiado Húmedo del Café AGROCAFESA. Agropecuaria de Café. S.A. Matagalpa, Nicaragua Pp1-6.
- UNICAFE.1996. Manual de Caficultura Nicaragüense. Primera Edición. Managua, Nicaragua. Editorial CENACOR. 243p.
- UNICAFE. 1995. Principales Defectos del Grano que Influyen en la Calidad del Café. IN: El Caficultor. Año 3 N° 10. Vicegerencia de Comercialización (Laboratorio de Catacion) Managua, Nicaragua Pp 6.
- Uribe, A. 1983. Influencia de la Pulpa de Café. CENICAFE. Vol. 34 N° 2 Colombia pp. 44-46.
- Villaseñor, L. 1987. Caficultura Moderna en México. Primera Edición. Editorial Futura S.A. Chapingo, México. 331p.
- Parrilli M .1997.El Procesamiento del Café en Nicaragua. ¿Hay Márgenes de Mejoría? Segunda Edición. Managua, Nicaragua. Nitlapan UCA. 50p.
- Procafe. Conozca las deficiencias más comunes del cafeto que reduce ganancias al caficultor. Salvador, San Salvador. 4p
- Rodas, A .1996. Control de la Calidad del café. Motozintla, Guatemala. 21p.
- Salas, J. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, Nicaragua 359p.
- Starbucks. 2005. Calidad de Café Verde para Starbucks. 23 p.
- Stevens, W.D 2001. Flora de Nicaragua. Tomo I, II. St Louis Missouri, USA Pág. 1910.
- STEEL. 1996. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda Edición. México
- Wintgens, J.N 1992. Factores que Influyen en la Calidad del Café. *En:* XV Simposio Latinoamericano de Caficultura. IICA-PROMECAFE. Xalapa, México
- Zelaya y Soto. 200. Manejo de la Fertilización Orgánica e Inorgánica en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en dos años consecutivo (1998, 1999). Managua, Nicaragua 50p.

ANEXO

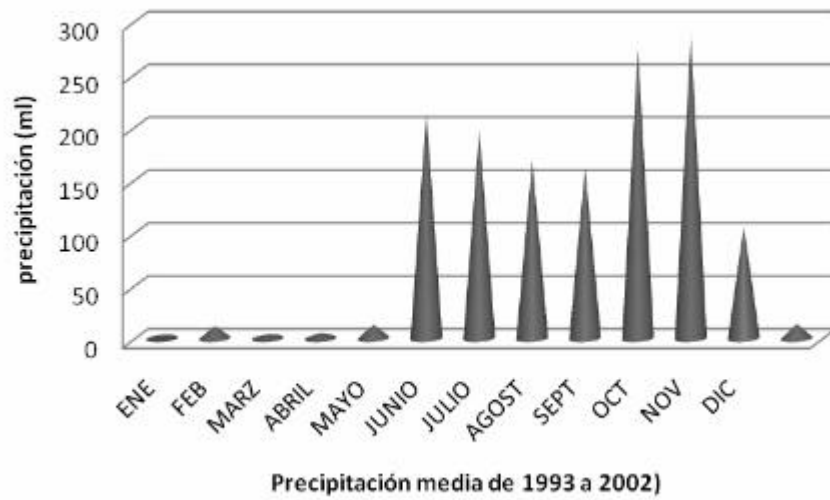


Figura 1.- Precipitación media mensual de 1993 a 2002, Jardín Botánico, Masatepe.

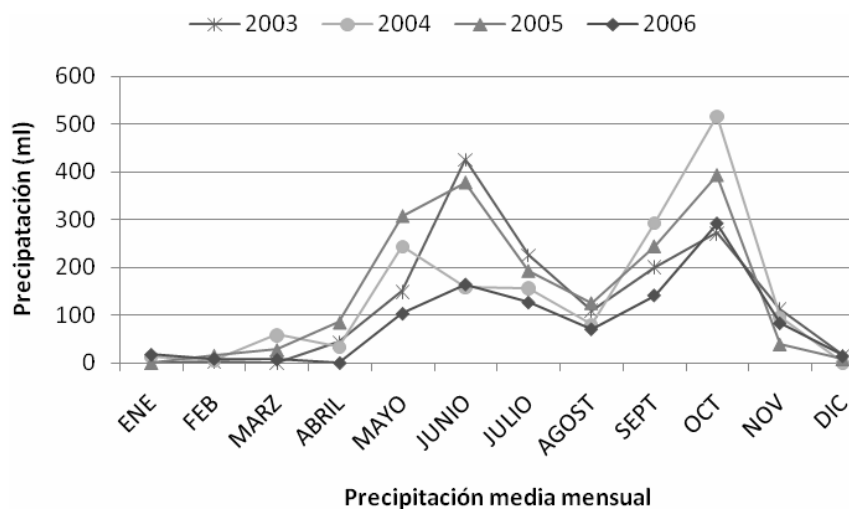


Figura 2.- Precipitación total mensual de los cuatro años de cosecha, Jardín