



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la
calidad de café (*Coffea arabica*) en los municipios de El Paraíso y
Alauca, Honduras

Por

Karen Yohana Banegas Romero

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2009

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

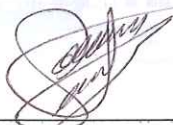
FIRMANTES:




Jeremy Hagggar, Ph.D.
Consejero Principal



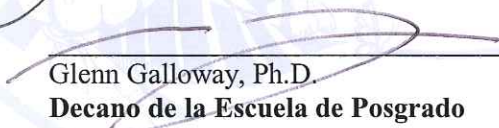
Jaques Avelino, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Fernando Casanoves, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Jeffrey Jones, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Karen Yohana Banegas Romero
Candidata

DEDICATORIA

Al dador del don, al que bendice la acción, él fue quien guió y preparó todo
Mami Lesbia, mami Alba, papi Nan, mi triunfo es su triunfo los amo
A mi esposo Harold Andrés, por sus sabios consejos y amor

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, porque aún cuando creí no poder, él fue mi sostén, mi refugio, mi fortaleza, gracias Dios por enseñarme que la última palabra la tiene tú.

A mi familia en especial a mi madre, mi mami Alba, y mi papi Nan, gracias a su gran esfuerzo soy lo que soy y todo lo que seré. A mis hermanas, mi tía Suyapa, mil gracias.

A la familia Gamboa Morillo, don Jaime, doña Amparo, Mauricio y Diego, por sus oraciones y sabios consejos.

Al doctor Muhammad Ibrahim y Claudia Sepulveda, mil gracias por brindarnos una mano amiga y por su apoyo en todo momento, Dios los bendiga.

Al doctor Jeremy Hagggar por su apoyo constante y orientación en la presente investigación.

Al doctor Jacques Avelino por su enriquecedora tutoría e infinita paciencia para la culminación de este trabajo.

Al doctor Casanoves por su paciente dedicación, orientación y aportes para el mejoramiento del presente documento.

Al doctor Jeffrey Jones por sus aportes para el mejoramiento del presente documento

A los productores de café de El Paraíso y Jalapa, sin su colaboración no hubiese sido posible identificar que sus tierras producen un café de calidad. Deseo que sea de utilidad para ustedes.

A Nestle porque con su apoyo financiero fue posible realizar mis estudios de maestría.

A todo el personal que labora en la COMICAOL, con especial agradecimiento a Fernando Maradiaga, Sonia, doña Sonia, Alexis, Martita, Eliu.

Al Sr. Oswaldo López presidente de la COMIPIL infinitas gracias.

A los Srs. Félix López, José González, Joaquín González y Elsi Palacios miembros de la COMUEL, por su ayuda durante la recolección de muestras.

Al personal del IHCAFE de la regional de el Paraíso y un especial agradecimiento a los miembros del laboratorio de catación de dicho instituto.

BIOGRAFÍA

La autora nació en el municipio de Campamento, Olancho, Honduras el 7 de agosto de 1980. Se graduó de Ingeniero Agrónomo en la Escuela Nacional de Agricultura, de Catacamas, Olancho en el año 2001. Laboró durante los años 2002-2004 para el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE). En el periodo 2005-2006 se desempeñó como gerente de la agencia bancaria del Banco Atlántida en Campamento, Olancho. En el 2007 ingresa a CATIE y en diciembre de 2008 obtiene su título como *Magister Scientiae en Agroforestería Tropical*.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
BIOGRAFÍA.....	VI
CONTENIDO	VII
RESUMEN	X
ÍNDICE DE CUADROS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
1.2 Hipótesis	2
2 MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Generalidades del café.....	4
2.1.1 <i>Especies y variedades de café</i>	4
2.2 Calidad del café	6
2.2.1 <i>Características físicas del grano de café</i>	7
2.2.2 <i>Características organolépticas más relevantes</i>	7
2.2.2.1 Fragancia.....	7
2.2.2.2 Aroma.....	7
2.2.2.3 Sabor	8
2.2.2.4 Cuerpo.....	8
2.2.2.5 Acidez	8
2.2.2.6 Pos gusto	8
2.2.2.7 Balance.....	8
2.2.3 <i>Catación</i>	8
2.3 Factores que influyen la calidad del café.....	9
2.3.1 <i>Factores biofísicos</i>	9

2.3.1.1	Altitud y temperatura	9
2.3.1.2	Precipitación y humedad relativa.....	10
2.3.1.3	Suelo y fertilización	10
2.3.2	<i>Manejo agronómico y cosecha</i>	11
2.3.2.1	Sombra y productividad.....	11
2.3.2.2	Cosecha.....	12
2.3.3	<i>Manejo post cosecha</i>	12
2.3.3.1	Beneficiado húmedo	13
2.3.3.2	El beneficiado en seco.....	14
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1	Ubicación y descripción del área de estudio	15
3.2	Metodología.....	16
3.2.1	<i>Selección de variedades</i>	16
3.2.2	<i>Selección de sitios y recolección de muestras</i>	16
3.2.3	<i>Obtención y beneficiado de las muestras</i>	17
3.2.4	<i>Caracterización de los lotes muestreados</i>	17
3.2.4.1	Determinación de la altitud, georeferenciación y exposición.....	18
3.2.4.2	Determinación del nivel de sombra	18
3.2.4.3	Productividad	19
3.2.5	<i>Análisis de calidad del café</i>	19
3.2.5.1	Calidad física.....	19
3.2.5.2	Calidad organoléptica	20
3.2.5.2.1	Ficha de anotación	20
3.2.5.2.2	Proceso de tostado y molido	20
3.2.5.2.3	Catación	21
3.3	Métodos estadísticos.....	21
4	RESULTADOS	23
4.1	Descripción ambiental y agronómica de los lotes de café en estudio.....	23
4.2	Factores ambientales y de manejo asociados a la calidad del café.....	24
4.2.1	<i>Calidad organoléptica</i>	24
4.2.2	<i>Calidad Física</i>	33
4.2.2.1	Efecto de la calidad física sobre la calidad organoléptica del café....	35

4.3	Diferenciación de la calidad de café entre cooperativas.....	36
4.4	Relación de la sombra y productividad con la calidad del café.....	37
4.4.1	<i>Calidad organoléptica</i>	37
4.4.2	<i>Calidad física</i>	38
4.5	Ubicación geográfica de las variedades y tipo de café.....	40
5	DISCUSIÓN.....	43
5.1	Factores ambientales y de manejo asociados a la calidad del café.....	43
5.1.1	<i>Altitud</i>	43
5.1.2	<i>Variedad</i>	44
5.1.3	<i>Factor topográfico (exposición)</i>	45
5.2	Efecto de la calidad física sobre la calidad organoléptica del café.....	45
5.3	Relación de la sombra y productividad con la calidad del café.....	45
5.3.1	<i>Sombra</i>	45
5.4	Calidad de café entre las cooperativas.....	46
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
7	BIBLIOGRAFIA.....	50
	ANEXOS.....	55

RESUMEN

Banegas, K. 2009. Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad del café (*coffea arabica*) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR.74p.

La calidad del café es el resultado del efecto de diferentes factores que afectan el producto en diferentes etapas, antes y después de la cosecha y donde cada uno de ellos puede diferenciar o aportar cualidades distintas a la bebida. Entre los factores que afectan la calidad antes de la cosecha, los factores ambientales y de manejo ejercen una influencia importante. Con el objetivo de evaluar variables relacionadas con factores ambientales y de manejo como la altitud, variedad, la sombra, productividad, fertilización y la exposición de la vertiente, sobre las características físicas y organolépticas del café, se colectaron un total de 89 muestras en fincas que pertenecen a productores asociados a cooperativas cafetaleras de los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras. Se evaluaron tres rangos altitudinales: ≤ 1060 , 1061-1328 y ≥ 1329 m, y tres variedades, Lempira (Catimor T8667), Pacas y Typica siendo estas las que más se cultivan en ambos municipios y presentan diferentes potenciales genéticos. Las parcelas de donde procedieron las muestras se caracterizaron por su manejo a través de encuestas a los productores y su exposición a través de mapas digitalizados. En una submuestra de 51 parcelas, se caracterizaron además el porcentaje de sombra y la productividad. El análisis estadístico realizado mostró que no existe interacción entre las tres variedades y la altitud, pero si existen efectos de la altitud y de las variedades sobre la calidad. La variedad Typica resultó la de mejor calidad (85,49%), seguida por la variedad Pacas (83,19%) y la variedad Lempira (80,23%), resultó ser la de menor calidad. Adicionalmente, se confirmó que el genotipo resultó ser un factor clave que determinó en gran medida las características de la calidad en la bebida, el tamaño y forma de los granos entre los diferentes tipos de café analizados. Para los niveles de sombra evaluados en el estudio no se encontró efecto en la calidad de la bebida, únicamente favoreció la formación de frutos de mayor tamaño. Se encontró un efecto negativo de la productividad sobre las características organolépticas. Al realizar el análisis con la productividad como covariable se mantuvo

significativo el efecto de la variedad, lo que significa que la menor calidad no fue debida únicamente a productividad si no que va acompañado de la variedad. Se evidenció un efecto del factor topográfico exposición únicamente sobre el tamaño del grano. Las vertientes orientadas al Sur dieron granos de mayor tamaño.

Palabras claves: *Coffea arabica*, Catimor, Lempira, Pacas, Typica, características físicas y organolépticas.

Banegas, K. 2009. Identification of the variation sources affecting coffee quality (*coffea arabica*) in *El Paraíso* and *Alauca* municipalities, Honduras. Mag. Sc. Thesis. CATIE. Turrialba, CR.74p.

SUMMARY

Coffee quality is the result of different factors affecting the product at different stages before and after the harvest where each factor can differentiate or provide different characteristics to the drink. Among the factors affecting quality before the harvest, environmental and management factors have a significant influence. With the objective of evaluating variables related to environmental and management factors such as altitude, range, shadow, productivity, fertilization and slope exposure, in terms of physical and organoleptic coffee properties, a total of 89 samples were collected in coffee farms belonging to coffee producers associated to coffee cooperatives from the municipalities of *El Paraíso* and *Alauca*, Honduras. Three altitudinal ranges (≤ 1060 , 1061-1328 and ≥ 1329 m) and three varieties, (Lempira (Catimor T8667), Pacas and Typica) were evaluated. These varieties were the most cultivated in both municipalities and have different genetic potential. The plots where the samples were taken from were characterized, considering their management, through surveys to farmers and slope exposure via digitized maps. The percentage of shade plus productivity was characterized using a subsample of 51 plots. The statistical analysis performed showed no interaction between the three varieties and altitude, but there were effects related to altitude and varieties on the quality. The Typica variety proved to be the one with the best quality (85,49%), followed by the Pacas (83,19%) variety. The Lempira (80,23%), variety proved to be the one with the lowest quality. Additionally, it was confirmed that the genotype was a key factor that largely determined the quality characteristics of the drink, the size and shape of the coffee beans among the different varieties of coffee examined. Considering the shade levels evaluated in this study, no effect on the drink quality was found. Shade only facilitated the formation of larger coffee beans. A negative productivity effect on the organoleptic characteristics was found.. When the analysis was performed using productivity as a co variable, the effect of the variety continued to be significant. This means that the lowest quality was not due only to the productivity by itself, but also to the variety. An effect of the topographic exposure factor was evidenced only on the size of the coffee beans. The south-oriented slopes produced larger coffee beans.

Key words: *Coffea arabica*, Catimor, Lempira, Pacas, Typica, physical and organoleptic features

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de muestras por cooperativa y variedad.....	17
Cuadro 2. Número de variedades por rango altitudinal.....	18
Cuadro 3. Dimensiones de los tamices utilizados para determinar el tamaño de grano.....	20
Cuadro 4. Rango de las características ambientales y agronómicas de los lotes de café en estudio.....	23
Cuadro 5. Calidades de café a través del agrupamiento de sus principales atributos organolépticos.....	25
Cuadro 6. Prácticas de manejo realizadas en lotes de café muestreados.....	25
Cuadro 7. Diferencias entre los grupos para los atributos organolépticos Sabor y Fragancia .	26
Cuadro 8. Resultados del análisis de tablas de contingencia para las categorías de sabor.....	27
Cuadro 9. Asociación de los grupos de Fragancias con sus descriptores.....	28
Cuadro 10. Relación entre la calidad del café, variables ambientales y de manejo.....	29
Cuadro 11. Correlaciones de Pearson entre la calidad física y calidad organoléptica.....	36
Cuadro 12. Efecto de los factores altura, variedad y la covariable productividad sobre las características organolépticas.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	15
Figura 2. Representación gráfica de los primeros dos ejes del análisis de correspondencia.	29
Figura 3. Representación grafica de la asociación entre la variable altitud con la calidad y las variedades.	30
Figura 4. Representación gráfica de la asociación de la altitud con la calidad organoléptica. ...	31
Figura 5. Diagrama de dispersión de calificación en función del tiempo con las rectas ajustadas por variedades.	32
Figura 6. Representación grafica de la asociación de la variedad con la calidad física	34
Figura 7. Representación grafica de la asociación de la exposición con la calidad física.	35
Figura 8. Representación grafica de la asociación de las cooperativas con la calidad del café	37
Figura 9. Ubicación geográfica de las fincas con lotes de variedad Lempira.	40
Figura 10. Ubicación geográfica de las fincas con lotes de variedad Pacas	41
Figura 11. Ubicación geográfica de fincas con lotes de la variedad Typica	42

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACP: Análisis de correspondencias

ANOVA: Análisis de varianza

CCI: Centro del comercio internacional

COMIPIL: Cooperativa mixta de productores innovadores limitada

COMICAOL: Cooperativa mixta de café oriente limitada

COMUEL: Cooperativa mixta, unión y esperanza limitada

IHCAFE: Instituto Hondureño del café

IICA: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura

1 INTRODUCCIÓN

El café es una planta que ha formado parte de policultivos tradicionales y de múltiples asociaciones. Se ha establecido en diversas plantaciones especializadas, como por ejemplo en sistemas agroforestales con árboles de sombra y múltiples propósitos (madera, frutas, leña y otros) (Samper 1999).

En Centroamérica, se estima que cerca de un millón y medio de personas dependen directamente de su cultivo (CEPAL 2002). A su vez, la región es considerada como la tercera región cafetalera del mundo. El café se ha convertido en uno de los principales productos de exportación; por lo que su producción está estrechamente ligada al desarrollo socioeconómico del istmo (Vaast y Harmand 2002).

El cultivo del café en Honduras se produce en 15 de los 18 departamentos que conforman al país. Por el número de productores, y la cantidad de mano de obra que se requiere la actividad cafetalera ha sido uno de los principales pilares de la sostenibilidad económica, social y ambiental del país y regiones en particular. De acuerdo a datos del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), para la cosecha 2006-2007, el departamento de El Paraíso, obtuvo el tercer lugar en producción de café a nivel nacional, a la vez es el departamento que tiene un mayor número de productores y una mayor área cultivada. De acuerdo a Avelino et ál. 2002, encontraron que el municipio de El Paraíso tiene un alto potencial para producir calidad de café.

A nivel mundial la calidad del café se deterioró gradualmente en las últimas tres décadas, siendo que se le dio prioridad a la producción del café en cantidad, sacrificando a veces su calidad. En los ciclos productivos comprendidos entre 1999/2000 y 2002/2003, la sobreproducción mundial provocó la caída del precio más baja en toda la historia de la caficultura, ocasionando un desastre económico, social y ecológico en las regiones cafetaleras. En contra posición al mercado mundial de grandes volúmenes y precios muy bajos se ha incrementado la demanda de los cafés especiales (orgánicos, eco-amigables, denominación de origen), y otros cafés certificados que tienen precios más atractivos para los productores pero son más exigentes en cuanto a calidad (Lewin et ál. 2004).

En este sentido durante varios años se han realizado varias investigaciones encaminadas a estudiar los factores que influyen en la calidad del café. Tomando en cuenta que la producción de café de calidad se considera una de las principales estrategias para el comercio del café, siendo que estos cafés con características distintivas han resistido mejor la crisis. Sin embargo es preciso mencionar que la producción de café de calidad requiere un trabajo y esfuerzo continuo que no descuide ninguno de los factores que influyen en la calidad.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Determinar factores ambientales y de manejo que tienen efecto sobre la calidad del café y caracterizar las diferentes calidades dentro de una zona de producción.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la variabilidad de la calidad que existe dentro de una zona de producción e identificar factores para explicar esa variabilidad.
- Determinar el efecto de los factores altura, variedad y su interacción sobre las características físicas y organolépticas del café.
- Determinar la relación de la sombra y productividad sobre las características físicas y organolépticas del café.
- Diferenciar la calidad de café dentro de las organizaciones y zonas de producción.

1.2 Hipótesis

- Es posible identificar factores ambientales y de manejo que están relacionados con la calidad del grano.
- La altura del área de producción y la variedad establecida son factores que tiene efecto directo sobre la calidad del café.

- Existe una interacción entre los factores altura y variedad que influye en la calidad del café.
- Existe una relación entre los factores de sombra y productividad con la calidad del grano.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Generalidades del café

El café es uno de los cultivos ideales para la producción agroforestal, siendo una planta originaria de los ecosistemas forestales. Para un buen crecimiento, floración y fructificación se requiere de un microclima fresco con semisombra y suficiente humedad propiciada por especies forestales (Fischersworrying y Robkamp 2001).

El café se puede cultivar en un rango altitudinal de 400 a 2000 msnm. Sin embargo, para obtener la mejor calidad este requiere de altitudes entre los 1200 a 2000 msnm, dependiendo de la latitud (trópico o subtropical). Condiciones climáticas adecuadas de temperatura anual deben estar entre los 17 y 23 °C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días (Icafé 1998). El suelo debe tener un buen drenaje, son preferibles suelos con profundidad no menor de un metro, de color oscuro, ricos en nutrientes especialmente potasio y materia orgánica con textura franca (Fischersworrying y Robkamp 2001).

2.1.1 Especies y variedades de café

Las especies de café más importantes comercialmente son *Coffea arabica* y *canephora*, llamados normalmente como Arábigos y Robustas. *C. arabica* es la especie que, aporta el 65% de la producción mundial, produce el grano de mejor calidad principalmente en América. La especie *C. canephora*, produce alrededor del 35% del café mundial proporcionando un café de menor calidad que procede en su mayoría del África (IICA 2003).

En la región centroamericana existen diferentes variedades de *C. arabica*, se ha prestado especial atención aquellas de alta calidad y productividad, Según Fischersworrying y Robkamp (2001) en las últimas tres décadas se ha venido considerando como característica importante la resistencia a enfermedades como la “roya amarilla del cafeto” (*Hemileia vastratrix*). Dentro de las principales variedades de *C. arabica* están:

- **Variedad Typica.** Comúnmente llamado criollo o arábigo, se caracteriza por ser una planta de porte alto, por el tamaño de su grano relativamente grande,

superior calidad en taza, robustez a condiciones adversas de baja fertilidad y sequía, mayor resistencia y flexibilidad de sus ramas durante la cosecha.

- **Variedad Borbón.** Originaria de la isla de Borbón, es una planta de porte mediano, se caracteriza por sus ramas y entrenudos largos, comparada con la variedad Typica, es más precoz en su producción y el tamaño del grano es inferior.
- **Variedad Caturra.** Originaria de Brasil mutación enana del Bourbón, se caracteriza por sus entrenudos cortos, de los cual se deriva el porte bajo de la planta, su tronco es grueso, sus ramas laterales abundantes con numerosas ramificaciones secundarias que dan a la planta un aspecto vigoroso y frondoso, es más precoz y productivo que el Typica y Bourbón.
- **Variedad Pacas.** Originaria de El Salvador mutación enana del Borbón, es de porte bajo, entrenudos cortos follaje abundante y compacto y fructificación precoz. Se adapta muy bien a zonas bajas, con ocurrencia ocasional de periodos prolongados de sequía, altas temperaturas, en zonas de altura presenta un crecimiento y maduración tardía, reduciendo la producción.
- **Variedad Catuai.** Originaria de Brasil, esta variedad es el resultado del cruzamiento de las variedades Caturra por Mundo Novo, se caracteriza por su porte bajo, menos compacto más desarrollado que el Caturra y Pacas, alto potencial productivo, ramificación abundante y entrenudos cortos.
- **Catimores.** Las variedades que forman parte de la familia de los catimores se originan del cruzamiento de la variedad caturra rojo con el Híbrido de Timor. El Híbrido de Timor se caracteriza por tener genes de resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), dentro de estos catimores están las variedades Lempira e IHCAFE 90.
- **Variedad Lempira (Catimor T8667).** Se caracteriza por su alta productividad, alta resistencia a la roya y tamaño grande del grano. Estudios realizados muestran que presenta una buena calidad en taza (Santacreo 2001).
- **Variedad IHCAFE 90 (Catimor T5175).** Se caracteriza por su uniformidad en el porte bajo de las plantas, hojas anchas de color verde oscuro, ramas largas

con entrenudos cortos, precocidad en crecimiento y producción (Santacreo 2001).

2.2 Calidad del café

El concepto de calidad hoy en día involucra toda la cadena productiva y los procesos que se requieren para llevar al consumidor final un producto que posea todos los atributos por los cuales estaría dispuesto a pagar. Los compradores están cada día mejor informados, muchos buscan una bebida de alta calidad, que no tenga efectos desfavorables para la salud y que haya respetado el medio ambiente a lo largo de la cadena productiva.

La calidad del café, también se refiere a las características intrínsecas del grano es decir las características físicas y organolépticas que inciden principalmente en el precio de venta del café. Sobre la calidad del grano de café influye a su vez en forma determinante la composición química del grano, condicionada por la constitución genética de la especie, si es *C. arabica* o *C. canephora* (Fischersworing y Robkamp 2001).

Las variedades de café de la especie *C. arabica* presentan mejores cualidades organolépticas, bebida suave con buenas características de aroma y acidez, cuerpo mediano y exquisito sabor. Por esta razón, obtienen los mejores precios en el mercado internacional en comparación con los *C. canephora* que presentan una bebida más amarga, con menor acidez y aroma (IICA 2003).

El mercado internacional ha definido cuatro grandes grupos en función de su calidad y precios, 1. Suaves colombianos, 2. Otros suaves, 3. Arábigos brasileños y otros arábigos, 4. Robustas. Los primeros tres corresponden a *C. arabica*, el café de la región centroamericana se clasifica dentro del grupo de Otros Suaves (IICA 2003). Centroamérica, al clasificar sus cafés hace referencia a la altitud en la que se cultivaron, debido a que el café de altura, y por ende de clima más fríos, desarrolla características organolépticas muy finas (CCI 1992).

Los estudios sobre el sabor del café han recibido gran atención, la percepción del sabor en el café es un fenómeno complejo que involucra sensaciones olfativas, gustativas y táctiles las que están vinculadas directamente con la calidad del mismo (Shankaranarayana y Abraham 1986).

2.2.1 Características físicas del grano de café

Entre las características físicas de mayor relevancia se encuentran; el tamaño, aspecto y color del grano en oro, tueste, aspecto externo y abertura de la hendidura del grano (CCI 1992, Barrios et ál.1998, Geel et ál. 2005). El tamaño de grano (granulometría) se determina utilizando tamices con diferentes diámetros (CCI 1992). Este se expresa en porcentaje de grano oro por clase de tamiz. Además se consideran granos con defectos aquellos que presenten al menos una de las siguientes condiciones: negros, decolorados, malformados, aplastados, inmaduros (verdes), mordidos, picados por insectos, fermentados y manchados, entre otros. Los defectos pueden expresarse tanto en porcentaje o en cantidad (Marín et ál. 2003).

2.2.2 Características organolépticas más relevantes

Los sentidos del olfato y del gusto son importantes en el proceso de definición de la calidad de un café en particular; dentro de las características organolépticas importantes se encuentran: fragancia, aroma, sabor cuerpo, acidez y pos gusto y balance (CCI 1992, Barrios et ál.1998, Geel et ál.2005).

2.2.2.1 Fragancia

Sensación que producen los compuestos volátiles del café cuando son percibidos por el sentido del olfato sin la adición del agua. Se puede detectar algunos defectos o notas particulares, se califica con intensidad y calidad (Lingle 1999).

2.2.2.2 Aroma

Sensación que producen los compuestos del café, cuando son percibidos por el sentido del olfato al preparar la infusión con agua a una temperatura mayor de 55 °C. Este es el primer atributo que disfruta el consumidor cuando se le sirve una taza de café y es determinado por los componentes olfativos que se encargan de definir el olor y/o aroma (Algunos de los términos de aroma más comunes son acaramelado, carbonado, chocolate, frutal, floral, cereal (Menchú 1967).

2.2.2.3 Sabor

La determinación del sabor en el proceso de catación es el producto de la exposición de las cientos de terminales nerviosas en la lengua a diferentes sensaciones simultáneas: dulces, ácidas, saladas y amargas. Esto permite generar una sensación particular vinculada a un sabor preconcebido en el subconsciente (Lingle 1999).

2.2.2.4 Cuerpo

El término cuerpo es utilizado para describir la sensación del café en la boca básicamente, se determina al deslizar suavemente la lengua a través del cielo de la boca, provocando una sensación táctil (Lingle 1999). Esto permite definir el contenido de sólidos, mayor o menor consistencia (densidad de la bebida) (Cleves y Astúa 1998).

2.2.2.5 Acidez

La acidez es la característica más apreciada en la comercialización del café, y por consiguiente con mejor valor comercial (Cleves y Astúa 1998). El grado de acidez es decir su intensidad varía notablemente conforme a la procedencia del café, destacándose los cafés de altura por una acidez alta a mediana, mientras que los cafés de bajura tienen una acidez ligera (Fischersworing y Robkamp 2001).

2.2.2.6 Pos gusto

Sabores post-gustativos que permanecen en la boca después de degustar la bebida, pueden ser agradables o desagradables dependiendo del almacenamiento del producto (Katzeff 1998).

2.2.2.7 Balance

Este atributo indica si el café es armonioso, excesivo o se ha perdido algo en su sabor (Katzeff 1998).

2.2.3 Catación

El objetivo de la catación es analizar en forma sistémica las características organolépticas. El catador posee amplios conocimientos, experiencia y habilidades naturales para percibir cada uno de los atributos y defectos que pueda tener el café (Barrios et ál. 1998, Lingle 1999). Los atributos y defectos pueden dividirse tanto para el aspecto físico del grano

como también para la bebida, y están basados en las exigencias del comprador, de esta manera, la catación determina el verdadero valor y utilidad del café en el mercado (CCI 1992).

2.3 Factores que influyen la calidad del café

La buena calidad del café se empieza a definir desde el campo y depende de los siguientes factores: biofísicos como la altura, precipitación, humedad relativa, luz solar, viento y suelo; los factores agronómicos como presencia de plagas, fertilización y manejo de sombra; los factores de cosecha como la madurez del grano y factores de poscosecha como la recepción de la cosecha, despulpe, clasificación, fermentación, lavado, secado y almacenaje (Mendez et ál. 2004).

Santoyo et ál. (1996) menciona que los factores genéticos de la planta determinan las características como el tamaño, forma y color de los granos, así como su composición química y las propiedades organolépticas de la infusión que de el se puede obtener. Avelino et ál. (2005) manifiesta que el factor topográfico exposición tiene un efecto sobre las características organolépticas de la bebida.

Además se ha afirmado que las variedades de *C. arabica* también presentan variaciones en calidad tanto física como organoléptica (CCI 1992). De manera general se ha consensuado que no hay diferencias marcadas de calidad entre cafés arábigos que se desarrollen bajo condiciones similares (Santoyo et ál.1996, Puerta 1998). Sin embargo entre la familia de los catimores existen diferencias en cuanto a calidad (Astúa y Aguilar 1997).

2.3.1 Factores biofísicos

2.3.1.1 Altitud y temperatura

La altitud modifica las características físicas del grano, el café de altura es de un color verde gris azulado, de menor tamaño pero más denso y con una ranura irregular y cerrada, mientras tanto el café de poca altura es verde pálido, con ranura abierta, regular y es menos denso (Santoyo et ál. 1996). El café cultivado a mayor altitud suele desarrollar más atributos positivos, tales como acidez y aroma, definiendo así un mejor sabor y calidad de bebida (Vaast et ál. 2005)

Gran parte de la influencia benéfica de la altitud en la determinación de la calidad del café es atribuida a los cambios en temperatura y humedad que se producen al ascender altitudinalmente. Altitud y temperatura presentan correlaciones negativas entre sí, donde por cada 100 m que se asciendan verticalmente se disminuyen entre 0.5 -0.6 °C (Wintgens 2004).

Una disminución en la temperatura ocasiona que la madurez de los frutos sea más lenta, logrando con ello un grano con mayor acidez, cuerpo y aroma (Santoyo et ál. 1996). A su vez propicia un mejor llenado de grano y consecuente producción de granos de mayor peso y con mejor calidad de bebida (Wintgens 2004, Vaast et ál. 2005). El rango de temperatura óptima para *C. arabica* está entre 18-22 °C. Por encima de los 25 °C la tasa fotosintética es reducida y las hojas son dañadas por la continua exposición a altas temperaturas (> 30 °C).

Para preservar la calidad del café se deben mantener temperaturas menores de 20 °C (Wintgens 2004). El principal factor limitante de la fotosíntesis bajo condiciones sub óptimas de cafetos a pleno sol son las altas temperaturas (Siles y Vaast 2002).

2.3.1.2 Precipitación y humedad relativa

El cafeto necesita precipitaciones bien distribuidas en el año entre 1400 – 2000 mm. Sin embargo el exceso de lluvia ocasiona un efecto negativo sobre la calidad del café (Avelino et ál. 2002, Decazy et ál.2003). La humedad atmosférica ha marcado influencia en el comportamiento de la planta del café particularmente en el caso de Robusta. Para Robusta el mejor porcentaje de humedad varia entre 70-75% y en los Arábigos es alrededor del 60%. Si los niveles persisten sobre 85% se vera afectada la calidad (Descroix y Snoeck 2004).

2.3.1.3 Suelo y fertilización

La textura, profundidad, pH, contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo son aspectos que están directamente relacionados con el rendimiento del café producido; sin embargo restricciones en estos aspectos también pueden afectar la calidad del café. Deficiencias de algunos elementos como el boro, hierro y fósforo influyen negativamente en la calidad de la taza (incrementan considerablemente el porcentaje de granos vanos, producción de granos de coloración defectuosa), un exceso de nitrógeno también provoca disminuciones pequeñas pero significativas en la calidad de la bebida (Santoyo et ál. 1996). Los niveles de calcio y potasio en la semilla afectan la calidad del café, produciendo una bebida amarga (Regalado 2006). En el caso particular de la textura, se ha encontrado que suelos arcillosos

provocan significativamente más defectos en los granos que los suelos con mejor textura (Vaast et ál. 2003).

2.3.2 Manejo agronómico y cosecha

2.3.2.1 Sombra y productividad

Es un factor fundamental en la producción de café, pues determina en el grano una calidad que no se obtiene en el grano desarrollado a pleno sol, a la vez la sombra regula la floración y maduración del fruto (Figueroa et ál. 1998). Una de las razones fundamentales para el cultivo del café bajo sombra es propiciar el microclima óptimo, que provea la cantidad y calidad de luz solar necesaria para el proceso de fotosíntesis, así como las condiciones adecuadas de temperatura y humedad del ambiente. La influencia de los árboles de sombra sobre el café depende mucho de las condiciones de suelo y clima en cada sitio además de las características de la especie y su manejo (Siles y Vaast 2002).

Muschler (2001) encontró una mejora substancial de la calidad del café bajo sombra en condiciones ambientales sub óptimas, donde las plantas de café se encontraban bajo estrés. Los principales beneficios de la sombra fueron: mayor peso de la cereza, mayor tamaño, mayores tazas de acidez y cuerpo. Lo cual ha sido mencionado que es debido a que bajo condiciones de sombra el café madura más lentamente por la menor temperatura producida por el sombrero (Santoyo et ál. 1996, Vaast et ál. 2005). Sin embargo cuando se cultiva café (Caturra o Catuai) bajo sombra a alturas mayores de 1800 msnm, se obtiene una menor calidad de café, demostrándose así posibles interacciones entre sombra y variedad, sombra y altura (Avelino et ál. 2005).

De acuerdo a Bosselmann et ál. 2007, en altitudes mayores, con baja temperatura y sin déficit de nutrientes y agua, el sombrero de los árboles tiende a convertirse en un factor de estrés para el café (Caturra), el cual resulta en una reducida calidad sensorial. Por esta razón, la planta de café necesitará menores niveles de sombra cuando esta se encuentre bajo condiciones de baja temperatura, mayor humedad relativa (Muschler 2001).

La producción intensiva de café a pleno sol produce un fenómeno de sobrecarga del cafeto; el café es un cultivo que no dispone de un mecanismo regulador para descartar los frutos que sobrepasen su capacidad para alcanzar su plena madurez. Por lo que la sobrecarga

va acompañada de deficiencias nutricionales por lo tanto se ve afectada la calidad organoléptica del café (Wintgens 1992). Es aquí donde la sombra ejerce un efecto positivo (reduce carga fructífera) sobre el desarrollo de los granos al permitir completar el periodo de maduración, produciendo granos de mayor tamaño y con mejor calidad de taza (Vaast et ál. 2005).

2.3.2.2 Cosecha

La cosecha es un factor clave que determina la calidad del café ya que durante la maduración del grano ocurren transformaciones muy importantes entre las que se pueden mencionar a) degradación de la clorofila y síntesis de pigmentos (caratonoides, antocianinas), b) disminución de la astringencia por reducción de compuestos fenólicos, c) aumento de los compuestos responsables del aroma.

Esto significa que solo los frutos que alcanzan la plena madurez llegan a su punto óptimo de calidad y que todo los procesos subsecuentes solo contribuyen conservarla (Santoyo et ál. 1996). Las cerezas muy maduras de color rojo vino (sobre maduras) producen una bebida afrutada e incluso con sabor a levadura o vinoso. Las cerezas negras secadas en el cafeto producen una bebida con sabor a madera (Wintgens 1992).

De acuerdo a Puerta (2000 a b) las mezclas de frutos maduros con contenidos mayores a 2.5 % de frutos verdes producen un deterioro de la calidad de bebida y rendimiento del café. Las cerezas inmaduras (verdes o pintonas) producen un grano descolorido y una bebida con sabor y olor a fermento.

2.3.3 Manejo post cosecha

La calidad intrínseca del café no puede mejorarse en el buen beneficiado (aunque si se pueden eliminar defectos); lo que se hace es preservarla ya que la misma se obtiene del cafeto; pero si se realiza un inadecuado proceso de beneficiado puede dañar completamente la calidad del grano (Fischersworrng y Robkamp 2001). Según los mismos autores el tipo de beneficiado es el factor que en mayor grado determina la calidad de la bebida, dentro del tipo de beneficiado de café se diferencian dos métodos: el beneficiado húmedo y el beneficiado seco, encontrándose dentro de estas diferentes modalidades.

2.3.3.1 Beneficiado húmedo

Fischersworrying y Robkamp (2001) expresan que mediante el beneficiado por la vía húmeda se obtiene un café de mayor calidad en comparación con el procesamiento por la vía seca. De acuerdo a Pineda et ál. 2001. El beneficiado húmedo comprende 5 operaciones; recolección, despulpado, desmucilaginado, lavado y secado las que se describen a continuación. Estas influyen directamente en la calidad del café.

- **Despulpado.** Consiste en remover el epicarpio y parte del mesocarpio (pulpa) del fruto, con el fin propiciar una aceleración del proceso de descomposición del mucílago y evitar el manchado del café pergamino por dispersión de los pigmentos antocianicos presentes en el epicarpio del fruto, se debe realizar cuando el café está maduro y debe hacerse durante las primeras 8 horas posterior a la cosecha (Wintgens 1992).
- **Desmucilaginado.** Consiste en eliminar el resto del mucílago que quedo adherido al pergamino. El propósito de la eliminación del mucilago es para facilitar el secamiento del grano, sin que se deteriore la calidad por efectos de fermentos o sobrefermentos. La separación del mucilago puede realizarse de tres: fermentación natural, química y desmucilaginado mecánico (Pineda et ál. 2001).
- **Lavado.** Tiene el propósito de eliminar todas las sustancias residuales del mucílago que todavía se encuentran adheridos al pergamino del café. En caso de que el café quede mal lavado pueden presentarse fermentaciones secundarias, lo que ocasionará que el café pergamino quede manchado y adquiera un mal olor (Fischersworrying y Robkamp 2001). Se debe evitar almacenar el pergamino húmedo o retardar el paso al proceso de secado. Este tipo de retraso produce efectos negativos sobre la calidad de la bebida: sabor a tierra y fermento, cuerpo sucio, amargo intenso y poca acidez de la bebida (Puerta 1999).
- **Secado.** Se diferencian básicamente dos tipos de secado: el natural o a sol y el secado artificial; sin embargo la mejor calidad se obtiene con el secado natural (Fischersworrying y Rosskamp 2001). De acuerdo a (Wintgens 1992) existen consecuencias severas al realizar un proceso inadecuado de secado tales como:

un grano blanqueado o descolorido, un secado insuficiente genera un grano flojo de color gris oscuro y de consistencia blanda, este defecto permite el desarrollo ulterior de microorganismos que afectan la calidad.

2.3.3.2 El beneficiado en seco

En este proceso se seca la cereza entera inmediatamente después de la recolección hasta que el grano alcance el contenido de humedad deseada (menos del 13%). La calidad de este café se ve afectada por diferentes practicas tales como; la recolección no selectiva, la mezcla de café sobremaduro, el manejo inapropiado del secado del café extendiéndolo directamente sobre la tierra y amontonándolo en capas tan gruesas que se fermenta y se enmohece (Fischersworrning y Robkamp 2001).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en los municipios El Paraíso y Alauca, estos se encuentra ubicados en la zona oriental de Honduras (Figura 1), específicamente en el departamento de El Paraíso. De acuerdo a la clasificación de las regiones cafetaleras de Honduras, el departamento de El Paraíso pertenece a la región denominada Agalta Tropical (IHCAFE). El municipio de El Paraíso cuenta con una extensión territorial de 415.8 km². Limita al norte con los municipios de San Matías y Danlí, al sur con Nicaragua, al Este con Danlí y al Oeste con Alauca. Presenta un rango altitudinal que va desde los 700 a los 1500 msnm. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida de Holdrige, se caracteriza por tener un clima de tipo tropical húmedo, con precipitaciones anuales que oscilan entre 1100 a 2100 mm, la época seca se concentra en los meses de enero a mayo (SISCA 2007).

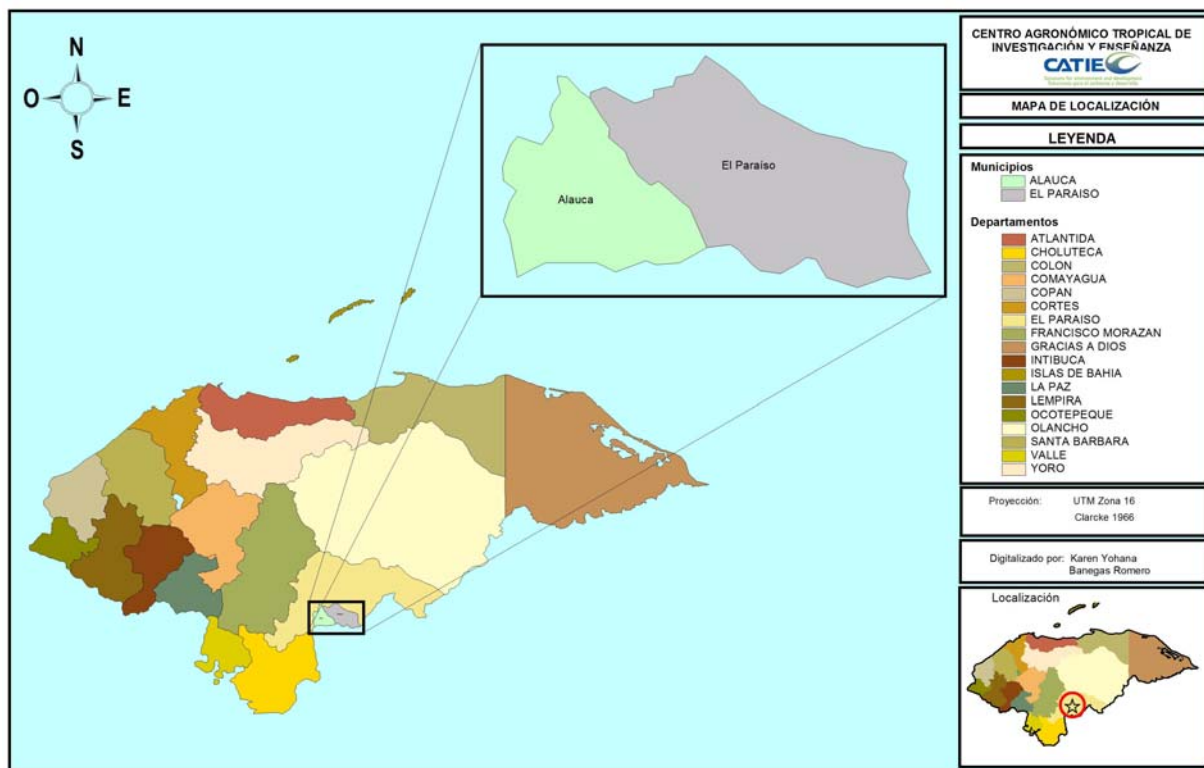


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

El municipio de Alauca cuenta con una extensión territorial de 170.1 km². Limita al norte con el municipio de San Matías, al sur con Nicaragua, al Este con el municipio de El

Paraíso y al Oeste con Yuscarán y Oropolí. Presenta un rango altitudinal que va desde los 600 a los 1500 msnm, la temperatura varía en un rango de 18 a 34 °C, con promedio de 26 °C, con precipitaciones anuales que oscilan entre 1000 a 1500 mm (Fundación Vida 2004).

3.2 Metodología

Se evaluaron variables relacionadas con los factores ambientales y de manejo como la altitud, variedad, sombra, productividad, fertilización. Los datos fueron colectados en fincas de café que pertenecen a productores asociados a cooperativas cafetaleras. Inicialmente se realizó una reunión con cada uno de los representantes y productores de las organizaciones involucradas en el estudio, en donde se obtuvo una respuesta favorable y aceptación para la realización de la investigación. Dichas cooperativas están siendo apoyadas por el proyecto de Innovación de cadenas de valor del café, ejecutado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

3.2.1 Selección de variedades

Se evaluaron tres variedades por zona, las cuales fueron seleccionadas tomando en cuenta los siguientes criterios: por ser las que más se cultivan en el municipio y presentar diferentes potenciales genéticos (porte alto y bajo). Las variedades estudiadas son Lempira (Catimor T8667), Pacas y Typica.

3.2.2 Selección de sitios y recolección de muestras

Para seleccionar los sitios se tomó como criterio que en las fincas se encuentren dos o tres variedades de las seleccionadas, de tal forma que la variación del ambiente y manejo sea la mínima posible. Una vez seleccionados se visitó cada uno de los productores en su finca, se procedió a explicarles a través de una capacitación como se realizaría la recolección de las muestras, y a la vez se les entregó una hoja volante como recordatorio donde se explicaba la técnica de muestreo para la obtención de la muestra.

3.2.3 *Obtención y beneficiado de las muestras*

Se colectaron un total de 89 muestras (Cuadro 1), las que fueron colectadas en los meses de diciembre a febrero del 2008, correspondientes a la cosecha 2007/2008. El patrón de muestreo contempló coleccionar 20-30 lbs. (una cajuela) de granos de café maduro (rojo) durante la época pico de cosecha, lo cual estuvo en función de la altura a la cual se encuentran las fincas. Las muestras de café colectadas se despulparon inmediatamente después de ser cosechadas. La siguiente fase que es la fermentación, se estuvo monitoreando hasta que los granos ya no tenían mucílago (grano áspero al tacto); esta fase duro aproximadamente 14-24 horas. Posteriormente las muestras fueron lavadas, fueron entregadas por el productor en pergamino húmedo y fueron trasladadas de las fincas al centro de acopio de cada una de las cooperativas en donde fueron secadas en secadora solar, hasta obtener un 12% de humedad. El proceso antes mencionado se monitoreó constantemente haciendo una planificación con cada productor.

Una vez obtenido el porcentaje de humedad las muestras fueron almacenadas en bolsas de papel manila, seguido de bolsa de plástico completamente nueva. Todas las bolsas fueron rotuladas (nombre del productor y fecha de recepción). Las muestras permanecieron en reposo durante un periodo de aproximado de dos meses, posteriormente se realizó el análisis de la calidad física y organoléptica.

Cuadro 1. Número de muestras por cooperativa y variedad

Cooperativa	Variedades			Total
	Lempira	Typica	Pacas	
COMICAOL	7	6	18	31
COMUEL	6	5	18	29
COMIPIL	2	16	11	29
Total	15	27	47	89

3.2.4 *Caracterización de los lotes muestreados*

Esta etapa se desarrolló una vez finalizada la recolección de las muestras y consistió en realizar mediciones de los distintos factores en estudio (altitud, sombra, productividad), a la

vez se realizó un diagnóstico agronómico (área, producción, fertilización, plagas) por medio de una encuesta a cada propietario de la finca.

3.2.4.1 Determinación de la altitud, georeferenciación y exposición

La determinación de la altitud (Cuadro 2) se realizó utilizando un GPS Garmin e.Trex Leyend. Esta variable fue medida en metros sobre el nivel del mar (msnm). También se georreferenció cada parcela, lo cual nos permitió indicar la relación espacial entre fincas. Para validar la información los puntos obtenidos se colocaron en el modelo de elevación digital; para ello se utilizó el programa de información geográfica Arcview 3.3.

Cuadro 2. Número de variedades por rango altitudinal

Altitud	Lempira	Typica	Pacas	Total
<1060	5	6	11	22
1061-1328	8	7	28	43
>1329	2	14	8	24
Total	15	27	47	89

La determinación de la exposición de los lotes de café se determinó a partir del modelo de elevación (SRTM). Se calculó en relación a la orientación de la pendiente en el lote, con una precisión de 90 m, obteniendo un valor original en grados, siendo estos clasificados con base en la dirección cardinal (N, S, E, O).

3.2.4.2 Determinación del nivel de sombra

Para medir el porcentaje del dosel ocupado por la copa de los árboles asociados al café, se utilizó un densiómetro esférico Model-C. Este está compuesto por un espejo cóncavo dividido en una cuadrícula de 24 cuadros (Lemmon 1956, citado por Dzib 2003). Se realizaron 4-7 mediciones, de acuerdo a la homogeneidad o la heterogeneidad del dosel presente en cada lote. La medición se realizó de la siguiente manera: por cada punto de medición de cobertura se tomaron 4 registros cubriendo los cuatro costados (N, S, E y O), por cada punto se sacó un promedio de las cuatro mediciones y por cada lote se calculó un promedio de todas las mediciones con el que se obtuvo el porcentaje de cobertura del lote. Dicha variable fue medida en 51 lotes de café.

3.2.4.3 Productividad

Esta variable fue medida en el lote donde se tomó la muestra para el análisis de calidad (51 lotes). Fueron seleccionadas 10 plantas. Se contó el número de nudos fructíferos de cada planta seleccionada. De acuerdo a (Upreti et ál. 1992, citado por Avelino et ál. 2002), el número de nudos fructíferos de 5 plantas de café es un indicador de producción.

3.2.5 *Análisis de calidad del café*

3.2.5.1 Calidad física

Seguido del proceso de beneficiado se realizó el análisis físico de las muestras de café, el cual se llevo a cabo en el laboratorio de catación del Instituto Hondureño del café ubicado en la oficina regional de El Paraíso. Posteriormente se realizó el análisis físico de las muestras de café, inicialmente se determinó el contenido de humedad para corroborar que estas tenían un 12% de humedad. Luego a partir de una muestra de 100 gr de café pergamino se determinó las formas de grano; el procedimiento consistió en separar manualmente cada una de las formas encontradas: caracol, triangulo, monstruo y plano o convexo. Luego se pesó la cantidad encontrada por cada forma de grano. Para la realización del análisis estadístico se calculó el porcentaje para cada una de las formas de granos encontradas.

El café fue clasificado por tamaño a partir de una muestra de 100 gramos de café oro, para ello se utilizaron tamices, con agujeros que retiene los granos de mayor tamaño sobre una medida determinada dejando pasar los granos pequeños (Cuadro 3). Los tamaños de tamices fueron expresados en números, utilizando tamices graduados en 1/64 pulgadas, (12/64 a 20/64), se peso la cantidad de café retenido por cada tamiz, se calculo el porcentaje de cada categoría de tamaño en relación a la muestra de café verde utilizada, este valor fue expresado en porcentaje de grano verde por clase de tamiz.

Cuadro 3. Dimensiones de los tamices utilizados para determinar el tamaño de grano

Número de tamiz	Dimensiones ISO (mm)
12	4.75
13	5.00
14	5.60
15	6.00
16	6.30
17	6.70
18	7.10
19	7.50
20	8.00

3.2.5.2 Calidad organoléptica

Se realizó el análisis organoléptico por un panel de catadores (tres) miembros del laboratorio de catación del IHCAFE, el protocolo de catación utilizado fue una adaptación de la metodología desarrollada por la Asociación Americana de Café Especial (SCAA).

3.2.5.2.1 Ficha de anotación

Para registrar los resultados de la catación se utilizaron formularios que contienen los atributos evaluados fragancia/aroma, cuerpo, acidez, sabor, pos gusto y balance. La intensidad de cada atributo se establece a partir de una escala de 0-10 a excepción para el balance que fue de 0-5, donde 1 es el valor mínimo y 10 el máximo posible. Es preciso mencionar que todas las muestras obtuvieron un puntaje inicial de 50%, al sumarle las calificaciones dadas en cada atributo se obtiene la calificación final para una de las muestras las que se calificaron entre los siguientes rangos: 60-69 bueno, 70-79 muy bueno, 80- 89 excelente y 90-100 extraordinario.

3.2.5.2.2 Proceso de tostado y molido

El café a evaluar fue tostado un día antes de la catación, se utilizaron 200 gr de café verde por muestra, sin defectos, se tostaron únicamente granos del tamiz (16-20), para obtener uniformidad en el tueste. El tiempo de tostado duro aproximadamente de 9 -11 minutos, el color obtenido fue claro americano (escala 45-55). Posterior a ello el café fue molido; se molió la cantidad de café de cada taza por separado y entre cada una de las muestras se limpiaba el molino para evitar contaminaciones cruzadas.

3.2.5.2.3 *Catación*

A los catadores se les presentaron únicamente las tazas con códigos, para no crear sesgo en cuanto a la calificación dada a los atributos de cada muestra. Las cataciones se realizaron por mesas de 10 muestras, tres tazas por muestra. Este método de comparación permitió evaluar la consistencia o similitud entre las muestras. Diferencias entre las tazas indican que no hay uniformidad, lo cual es considerado como una gran falla de calidad. A cada una de la tazas se les agregó 13 gr de café; en este momento se calificó la fragancia, posterior a ello se le agrego 250 ml de agua, se esperó por lapso de 2 a 4 minutos y se realizó lo que los catadores llaman limpieza de taza, que consiste en quitar con cucharas la espuma que se forma en la superficie de la bebida, en este momento se determinó el aroma del café. A los atributos fragancia y aroma se les dio una sola calificación, y se determinó la presencia de los descriptores de ambos (chocolate, dulce, floral, frutas, cítrico, melocotón, suave, maderoso, maní, herboso y neutro). Luego se esperó por tres minutos para que se asentaran las partículas en suspensión y así calificar los demás atributos (acidez, cuerpo, sabor, pos gusto y balance). Respecto al atributo sabor fue también calificado de manera cualitativa la presencia de diversos sabores, entre ellos: cítrico, floral, jazmín, herboso, maní, maderoso, dulce, melocotón, frutas, áspero, chocolate y vegetal.

3.3 Métodos estadísticos

Para determinar la asociación de los factores altitud, variedad, manejo y exposición con la calidad del café de las 89 muestras, se utilizaron técnicas de análisis multivariado, entre las cuales están: árboles de clasificación, análisis de conglomerados y análisis de correspondencias simples y múltiples. También se realizaron análisis de correlaciones y de tablas de contingencia.

Para determinar la relación de la sombra y la productividad con la calidad del café, se realizó una ANOVA, donde uno de los factores fue la variedad y el otro factor el rango altitudinal. Se utilizaron como covariables la sombra y productividad. El modelo matemático para el análisis fue:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + A_j + VA_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} es una observación para la variable de interés

μ = media general

V_i es el efecto de la i -ésima variedad

A_j es el efecto de la j -ésima altura

VA_{ij} es la interacción variedad x altura

ϵ_{ijk} es el término de error aleatorio independiente y supuestamente distribuido normal con media cero y varianza conocida.

4 RESULTADOS

4.1 Descripción ambiental y agronómica de los lotes de café en estudio

Los lotes de café muestreados se ubicaron en fincas con características diversas en cuanto a condiciones ambientales y agronómicas se refiere (Cuadro 4). De acuerdo a la caracterización biofísica de los lotes de café, se encontró que el área promedio de las fincas es de 4,31 ha, con una densidad de plantación de 4,028 plantas ha⁻¹ y un promedio de edad de plantación de 12 años. Los productores reportaron que la producción promedio de los cafetales para la cosecha del periodo 2007-2008 fue de 13 qq ha⁻¹.

Cuadro 4. Rango de las características ambientales y agronómicas de los lotes de café en estudio

Cooperativa	Altitud (msnm)	Área (ha)	Densidad (Plantas/ha)	Edad (Años)	Producción (qq/ha)
COMICAOL	876-1274	1.5-22	2840-4970	8-25	1.5-35
COMUEL	1024-1420	0.7-21	2840-4970	4-25	2.5-32
COMIPIL	990 -1555	0.7-5.6	2840-4970	3-20	4-34

En lo que se refiere al manejo realizado por los productores en sus fincas, los resultados demuestran que el 87,30 % aplica fertilización química, un 6,34% aplica fertilizantes orgánicos y el 6,34% no realiza aplicaciones de ningún tipo. La cantidad de fertilizante promedio aplicado a las plantaciones es de 132,71 kg ha⁻¹ de NPK. Los fertilizantes comúnmente utilizados son la fórmula cafetalera (18-6-12), urea, 18-46-0, lombricompost y pulpa de café; el número de aplicaciones del fertilizante varía de 0 a 3 veces por año (tomando en cuenta la etapa fenológica del cultivo). Adicionalmente, se realiza un control manual de malezas con una frecuencia de 2 a 4 veces por año.

El dosel de sombra de los cafetales donde se colectaron las muestras presenta diferentes asociaciones de especies entre sitios y una distribución irregular. El estrato más alto del sistema lo conforman las especies maderables (muy poco frecuentes), seguido de leguminosas (*Inga* sp.) y musáceas (*Musa* spp.). Las estimaciones realizadas para determinar el porcentaje de sombra, mostraron que un 9,8% de las fincas tienen un 20% de cobertura

arbórea, el 13,7% presentaron valores en un rango entre 20 a 40%, el 41,2% están en niveles entre 40 a 60% y finalmente el 35,4% alcanzaron más del 60% de cobertura.

De acuerdo a la encuesta realizada a los productores para caracterizar el sistema productivo de las plantaciones, los cafetales se encuentran en buen estado fitosanitario. Manifestaron que las plagas de mayor predominancia en la zona son la broca, la roya y el ojo de gallo. Cada productor expresó el nivel de daño causado por las enfermedades, que resultó ser relativamente bajo, como consecuencia de los controles culturales realizados como la pepena, repela y regulación de sombra.

4.2 Factores ambientales y de manejo asociados a la calidad del café

4.2.1 Calidad organoléptica

Para determinar la asociación que existe entre la calidad organoléptica del café con las variables altitud, variedad (Lempira, Typica y Pacas), manejo y el factor topográfico (exposición), se formaron grupos con cada una de estas variables. Inicialmente con el fin de determinar qué alturas clasificaban mejor las calidades de café se realizó un análisis multivariado de árboles de clasificación, con la suma de cuadrados corregida, usando como variable a la calificación dada a cada una de las muestras y como regresora la altitud. Con esto se pudo determinar que la primera separación de grupos de calidad se encontró a lo 1329 msnm. La segunda separación de grupos fue a lo 1060 msnm, por lo tanto se formaron tres grupos, menores a 1060, entre 1061 y 1328 y mayores a 1329 msnm. Luego, utilizando estos grupos como variables de clasificación, se realizó un ANOVA, donde se encontraron diferencias entre los tres rangos altitudinales ($F = 26,24; p \leq 0,0001$).

El factor topográfico (exposición) permitió indicar la ubicación de las parcelas respecto a la orientación de la pendiente (N, S, E y O). Luego se formaron grupos para la variable manejo y la calidad organoléptica a través de la técnica análisis de conglomerados; obteniendo cinco grupos para la calidad del café y tres grupos para las actividades de manejo.

Posteriormente se realizó un ANOVA que indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los cinco grupos obtenidos para clasificar la calidad del café (Cuadro 5). Los grupos se formaron con los principales atributos organolépticos: cuerpo, acidez, post gusto, balance, siendo el grupo denominado Q1 el mejor por obtener las mayores

calificaciones en cada atributo; los demás grupos le siguen en orden descendente hasta al el Q5 que es el grupo de menores calificaciones.

Cuadro 5. Calidades de café a través del agrupamiento de sus principales atributos organolépticos

Calidad de café	Cuerpo (0-10)	Acidez (0-10)	Pos gusto (0-10)	Balance (0-5)	Calificación	n
Q1	7,22 e	7,19 e	7,39 e	2,11 c	88,78 e	9
Q2	6,91 d	6,91 d	7,06 d	0,61 b	85,44 d	19
Q3	6,61 c	6,54 c	6,55 c	0,12 a	83,03 c	24
Q4	6,10 b	6,14 b	6,19 b	0,06 a	80,92 b	21
Q5	5,83 a	5,76 a	5,45 a	0,00 a	78,33 a	16
Total	6,53	6,50	6,52	0,58	83,3	89
F	79,92**	63,44**	80,05**	105,29**	191,84**	

Letras distintas indican diferencia significativa según prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$), n = tamaño de muestra
** $p < 0,01$

Los diferentes grupos de la variable manejo incluyen las prácticas realizadas por los productores en los lotes de café, siendo éstas la fertilización (NPK kg ha⁻¹), el número de aplicaciones realizadas por año y el número de limpieas para el control de malezas. Se realizó un ANOVA que indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos obtenidos (Cuadro 6). El grupo M1 es donde se ubican los productores que aplican mayor cantidad de NPK por ende un mayor número de aplicaciones y a la vez mayor número de limpieas al año, le siguen en orden descendente M2 y M3.

Cuadro 6. Prácticas de manejo realizadas en lotes de café muestreados

Manejo	N(kg ha⁻¹)	P(kg ha⁻¹)	K(kg ha⁻¹)	Números de aplicaciones	Número de limpieas	n
M1	113,99b	12,55b	110,9b	2,1c	3,2c	29
M2	50,81 ^a	11,79b	32,08 a	1,0b	2,52b	30
M3	42,51 ^a	5,56 ^a	21,42 a	0,8 a	2,10 a	30
Total	70,10	9,96	54,81	1,3	2,60	89
F	40,14**	3,72*	24,18**	166,01**	47,50	

Letras distintas indican diferencias significativas según prueba LSD de Fisher
** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, n= tamaño de muestras

Para los atributos organolépticos sabor y fragancia más sus descriptores se formaron grupos por atributo a través de la técnica de análisis de conglomerados, obteniendo tres grupos (Cuadro 7). Posterior a ello, se realizó un ANOVA para las variables cuantitativas, el cual indica que existen diferencias significativas para los grupos de Sabor ($p=0,0004$). Siendo el S1 el mejor, le siguen en orden descendente el S2 Y S3. Para los grupos de fragancia se encontraron diferencias ($p=0,0001$), siendo el F1 el mejor por obtener las mayores puntuaciones, seguido en orden descendente por el F2 y el F3. Es preciso mencionar que los atributos sabor y fragancia fueron calificados en una escala de 0-10. La calificación de ellos depende de la ausencia o presencia de sus descriptores.

Cuadro 7. Diferencias entre los grupos para los atributos organolépticos Sabor y Fragancia

Sabor	Calificación (0-10)	N	Fragancia	Calificación (0-10)	n
S1	6,79 b	42	F1	6,87b	32
S2	6,58 ab	11	F2	6,36 a	27
S3	6,15 a	36	F3	6,24 a	30
Total	6,51	89	—	6,49	89
F	8,59**	—	—	15,82**	—

Letras distintas indican diferencia significativa según prueba LSD de Fisher

** $p \leq 0,01$, n= número de muestras

Para los descriptores del sabor y la fragancia se realizaron tablas de contingencia para determinar la asociación de estos con cada grupo (Cuadro 8) obteniendo las frecuencias por cada descriptor y el valor que determina la asociación.

Se observa que el mejor grupo, S1, esta asociado significativamente a los sabores frutas, flores, cítrico, melocotón y dulce, el grupo S2 a chocolate, cítrico, flores y suave, en cambio el grupo S3 se caracteriza por los sabores maní, herboso, maderoso, áspero, comparte con los demás el sabor a chocolate, cítrico y dulce.

Cuadro 8. Resultados del análisis de tablas de contingencia para las categorías de sabor

Descriptores Sabor	Frecuencia de sabores (%)			X ²
	S1	S2	S3	
Chocolate	27,2	85,7	51,4	18,98**
Maní	0,0	0,0	28,5	20,67**
Frutas	27,2	4,7	0,0	15,84**
Áspero	0	4,7	25,7	14,61**
Cítrico	51,5	33,3	11,4	13,52**
Herboso	0,0	0,0	17,1	11,88**
Flores	18,1	9,5	0,0	9,38**
Melocotón	12,1	0,0	0,0	8,26*
Maderoso	0,0	0,0	11,4	7,76*
Dulce	45,4	42,8	25,7	3,31 ^{ns}
Suave	3,0	4,7	0,0	2,31 ^{ns}

** p≤ 0,01, * p≤ 0,05, ns= no significativo

Respecto a la fragancia se observa (Cuadro 9), que el mejor grupo F1 esta asociado significativamente a las fragancias florales, melocotón, frutas y suave, por su parte el grupo F2 floral, chocolate, frutas y dulce, el grupo F3 se caracteriza por las fragancias a maní, chocolate, vegetal, maderoso y dulce .

Es preciso mencionar que se incluyó en el análisis la clasificación cualitativa, calificada por los catadores. Dicha clasificación fue realizada por el IHCAFE, siendo los tipos de café de Honduras: Specialty, Strictly High grown, High grown, Standard (Anexo 2). Para determinar la asociación de la calidad del café, con las cooperativas, se incluyeron en el análisis las tres cooperativas participantes en el estudio (COMICAOL, COMIPIL, COMUEL).

Cuadro 9. Asociación de los grupos de Fragancias con sus descriptores

Descriptores fragancia	Frecuencia de fragancia (%)			
	F1	F2	F3	X ²
Floral	43,4	10,7	0,00	23,46**
Maní	0,0	0,0	21,0	14,68**
Chocolate	39,1	64,2	81,5	11,46**
Melocotón	8,6	0,0	0,0	5,55*
Frutas	39,1	30,4	13,1	5,38*
Vegetal	0,0	0,0	5,2	3,47 ^{ns}
Suave	4,3	0,0	0,0	2,74 ^{ns}
Maderoso	0,0	0,0	2,6	1,72 ^{ns}
Dulce	34,7	42,8	44,7	0,62 ^{ns}

** p≤0,01, * p≤0,05, ns= no significativo

Posterior a la formación de grupos se realizaron tablas de contingencia y la prueba de χ^2 para lo cual se tomo el valor de p perteneciente a la χ^2 MV-G2 ya que esta me permite el 20% de las celdas con valores teóricos ≤ 5 . El resultado obtenido (Cuadro 10) es que existe una asociación significativa entre la variable altitud con la calidad (Q), sabor y fragancia, entre la variedad con la calidad (Q) y los tamaños de grano, sin embargo no existe asociación significativa entre la calidad (Q), el sabor, la fragancia y el tamaño de grano con la variable manejo. La variable exposición esta asociada a los tamaños de grano, para diferenciar la calidad entre cooperativas se encontró asociación con la calidad (Q), sabor y fragancia.

Las asociaciones entre variables que resultaron significativas se graficaron mediante un grafico bitplot obtenido a través de un análisis de correspondencias simples y múltiples. Únicamente el factor manejo no presentó asociación con la calidad del café (Figura 2), es preciso mencionar que se realizaron diferentes representaciones para apreciar mejor la dispersión de las variables

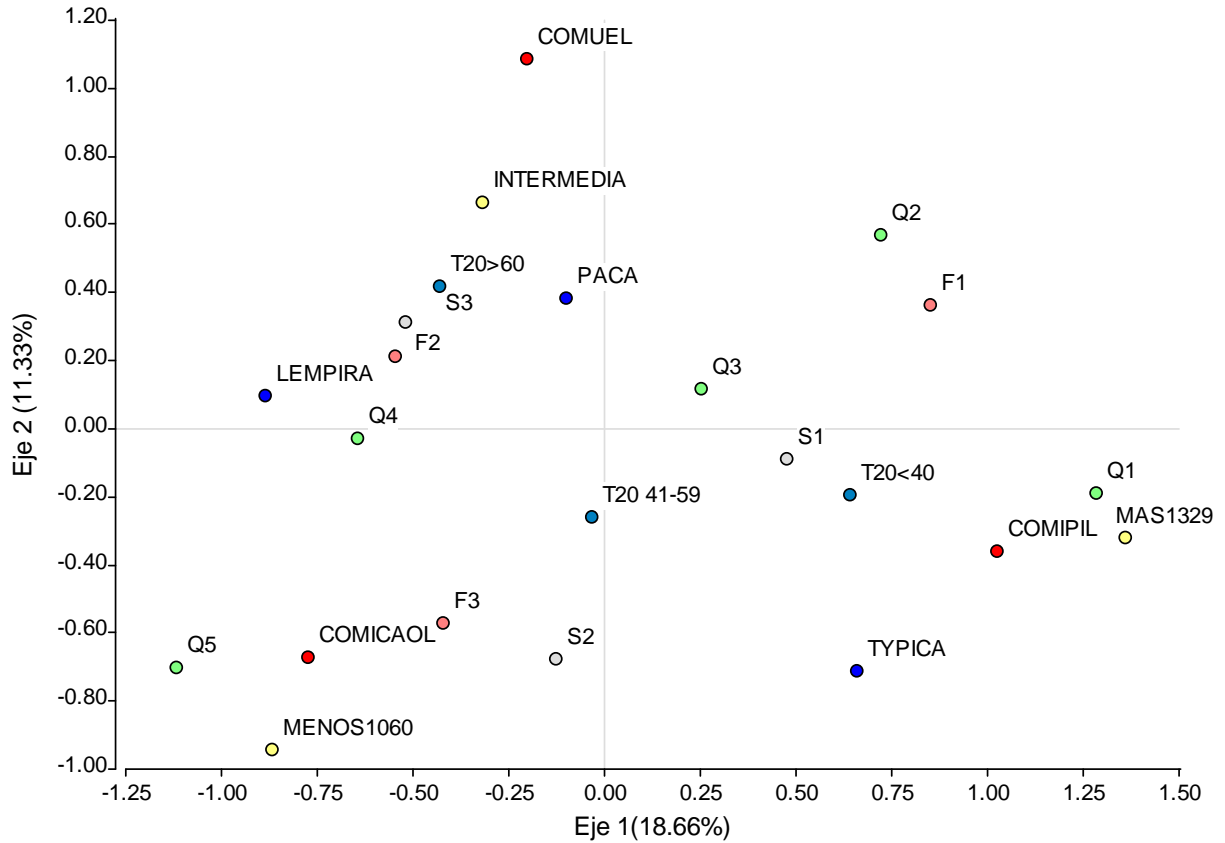


Figura 2. Representación gráfica de los primeros dos ejes del análisis de correspondencia.

Cuadro 10. Relación entre la calidad del café, variables ambientales y de manejo

Variables	Q		S		F		Tamaños de grano	
	χ^2	gl	χ^2	gl	χ^2	gl	χ^2	gl
Altitud	39,0**	8	9,1*	4	23,4**	4	5,9 ^{ns}	4
Variedad	23,4**	8	6,5 ^{ns}	4	3,3 ^{ns}	4	16,6**	4
Manejo	7,7 ^{ns}	8	8,2 ^{ns}	4	4,5 ^{ns}	4	0,74 ^{ns}	4
Orientación	10,2 ^{ns}	12	2,3 ^{ns}	6	4,7 ^{ns}	6	18,8**	6
Cooperativa	24,4**	8	4,5**	4	18,2**	4	7,7 ^{ns}	4
Tipo de taza	146,84**	12	29,1**	6	31,6**	6	9,96**	6

Q= Tipos de café, S= Sabor, F= Fragancia, ** p≤0,01, * significativo p≤0,05.

No significativo = ns

La mejor calidad (Q1) esta asociada a un rango de altura mayor a los 1329 msnm, (Cuadro 5) resultando ser la variedad Typica la de mejor calidad, seguido por la variedad Pacas. Las calidades de café Q3 y Q4 están asociadas a un rango altitudinal intermedio. En alturas menores a 1060 msnm la calidad del café disminuye (Q5), siendo la variedad Lempira la que esta asociada a una menor calidad (Figura 3)

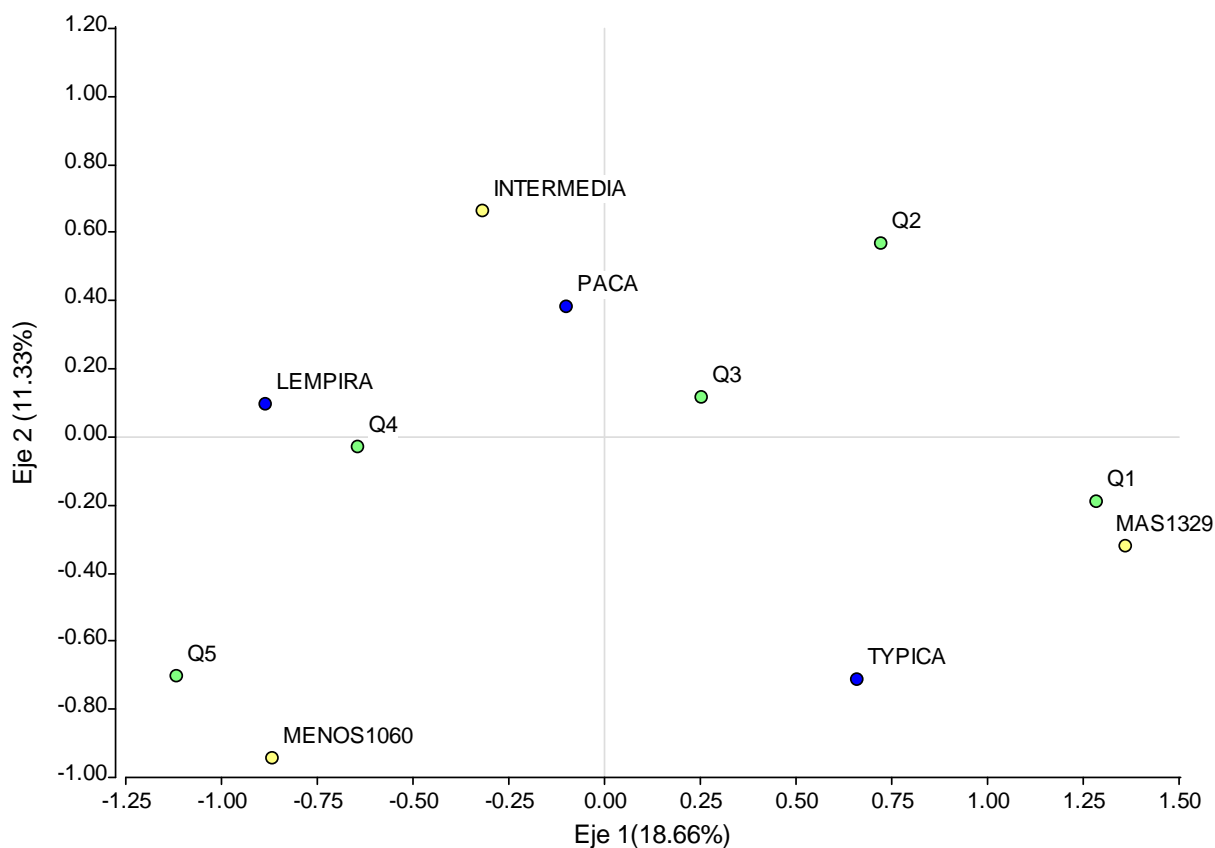


Figura 3. Representación grafica de la asociación entre la variable altitud con la calidad y las variedades.

Los sabores y fragancias (Cuadro 7), con la calificación superior se encuentran asociados a altitudes mayores de 1329 msnm, una fragancia media y un menor sabor asociado a alturas intermedias y un sabor medio con una menor fragancia a alturas menores de 1060 msnm (Figura 4).

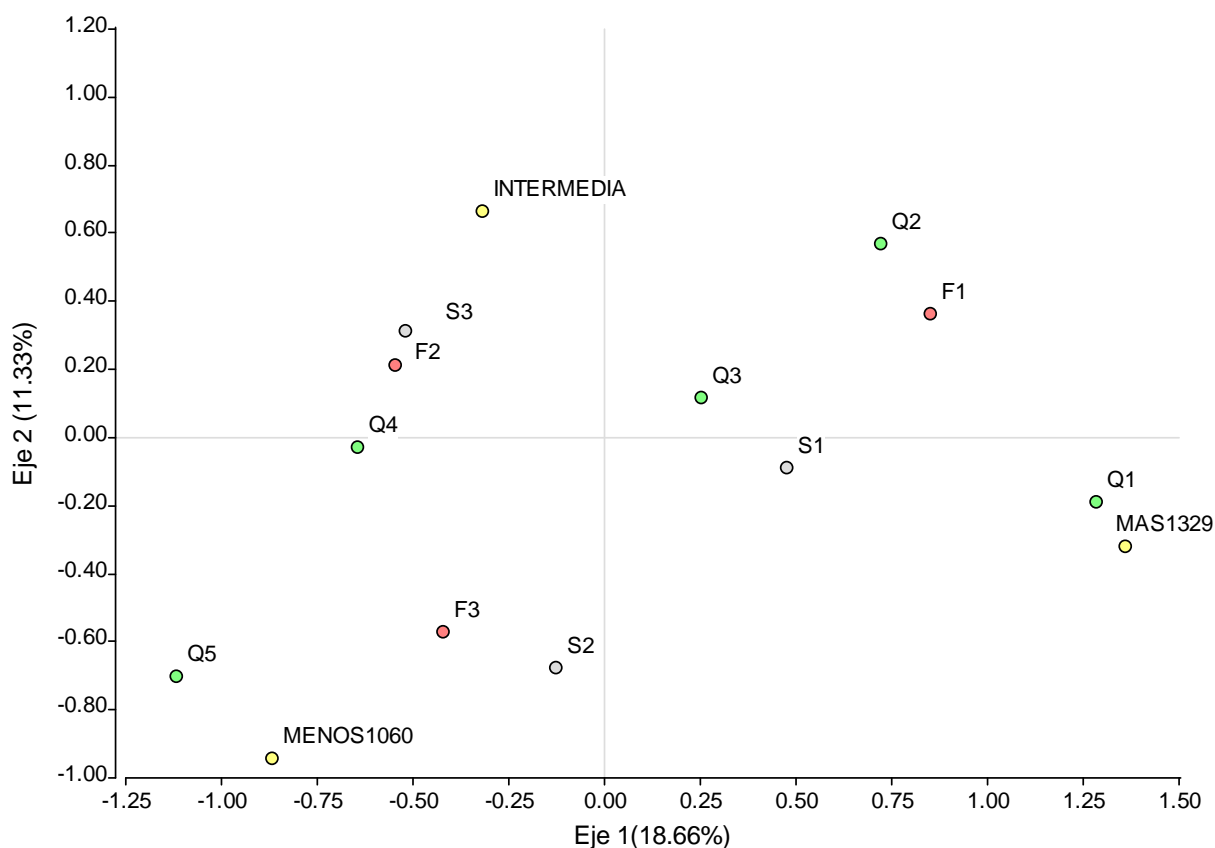


Figura 4. Representación gráfica de la asociación de la altitud con la calidad organoléptica.

Con el objetivo de verificar el efecto de la altura, la variedad y su interacción se realizó un análisis de regresión lineal con variables auxiliares para comparación de pendientes y ordenadas al origen de las tres variedades Paca, Typica y Lempira al regresar la calidad del café con la altura sobre nivel del mar (Figura 5).

El modelo de análisis de regresión lineal con variables auxiliares para comparar pendientes resultó significativo ($F=9,45$; $p < 0,0001$; $r^2= 0,36$). Hay efecto de la altitud sobre la calificación de la variedad Lempira ($F=34,11$; $p=0,0001$). No hay diferencias de pendiente entre la variedad Paca con la Lempira ($F=0,01$; $p=0,9427$), ni entre Typica y Lempira ($F=1,03$; $p =0,3122$) ni entre Typica y Paca ($F=0,25$; $p=0,6161$). Respecto a las ordenadas al origen, se

encontraron diferencias entre Lempira y Pacas ($F=7,17$; $p= 0,0089$) y entre Lempira y Typica ($F=4,92$; $p=0,0293$), pero no se encontraron diferencias entre Typica y Pacas ($F=0,46$; $p=0,4979$). Esto indica que no existe interacción entre esas tres variedades y la altura, pero si existe un efecto de la altura sobre la calidad.

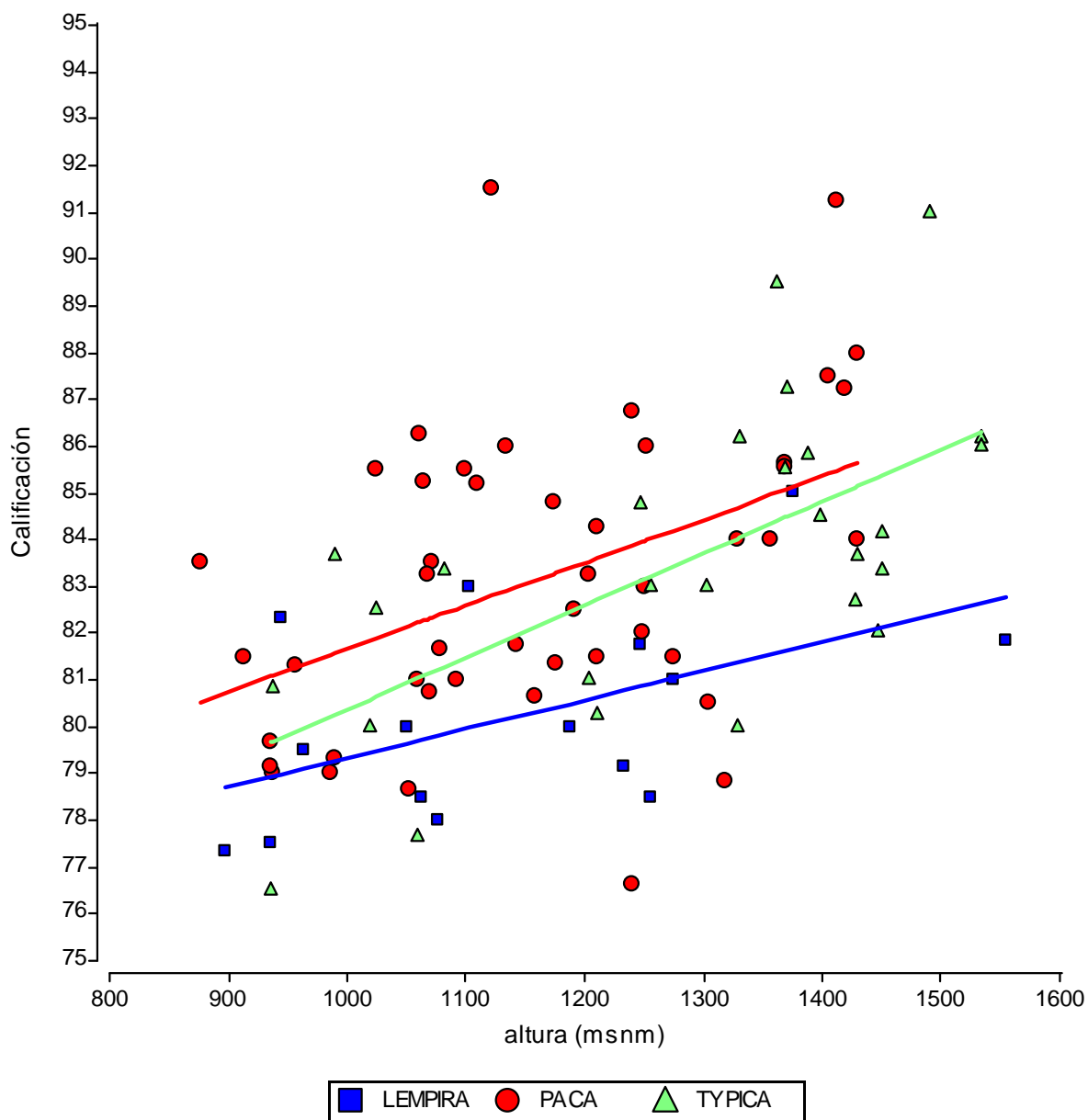


Figura 5. Diagrama de dispersión de calificación en función del tiempo con las rectas ajustadas por variedades.

4.2.2 Calidad Física

Con el objetivo de determinar el efecto de la altitud, variedad, manejo y el factor topográfico (exposición) sobre la calidad física del café, se realizaron tablas de contingencia con los grupos formados anteriormente para cada variable. Se obtuvo únicamente una asociación significativa entre la variedad y la exposición, con la calidad física del café.

Es preciso mencionar que el análisis organoléptico se realizó a partir del tamaño de grano con tamiz número T16 a T20, a la vez estos fueron subdivididos en dos grupos T20 a T18 y T17 y T16. A través del análisis físico se determinó el porcentaje de tamaño por clase de tamiz utilizando estos porcentajes se dividió en tres categorías, obteniendo una proporción $\leq 40\%$, un 41 a 49% y $\geq 60\%$, de tamaño de grano agrupado en el tamiz T20-T18. El criterio utilizado para la separación de categorías es que hubiese una asignación proporcional, *i.e.* que para cada categoría fuese similar la frecuencia de muestras.

En la Figura 6 se muestra que existió asociación entre la variedad y el tamaño de grano. Altas proporciones ($\geq 60\%$) de grano grande T20 esta asociado a la variedad Pacas y Lempira, caso contrario sucede con bajas e intermedias proporciones de este tamaño ($\leq 40\%$, 41-59%) están asociadas a la variedad Typica.

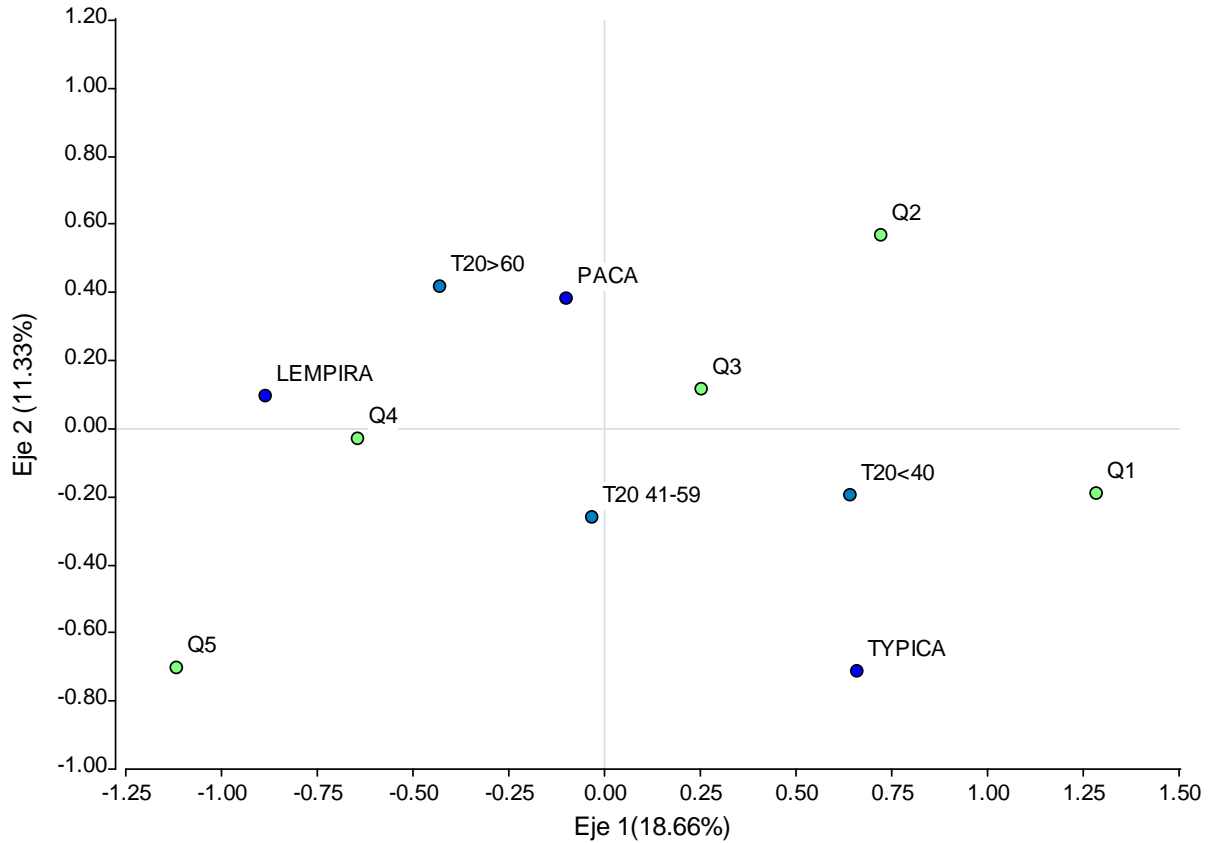


Figura 6. Representación gráfica de la asociación de la variedad con la calidad física

A través de un análisis de correspondencias simple, se encontró que existe una oposición entre la exposición Norte y Sur, al igual al Este y Oeste. Altas proporciones de tamaño grande ($\geq 60\%$) T20-T18 esta asociado a las parcelas con exposición Sur, bajas proporciones ($\leq 40\%$) de este tamaño están asociados a la orientación Oeste, una proporción intermedia del tamaño de grano tamiz T20-T18, esta asociado a la orientación Norte y Este (Figura 7).

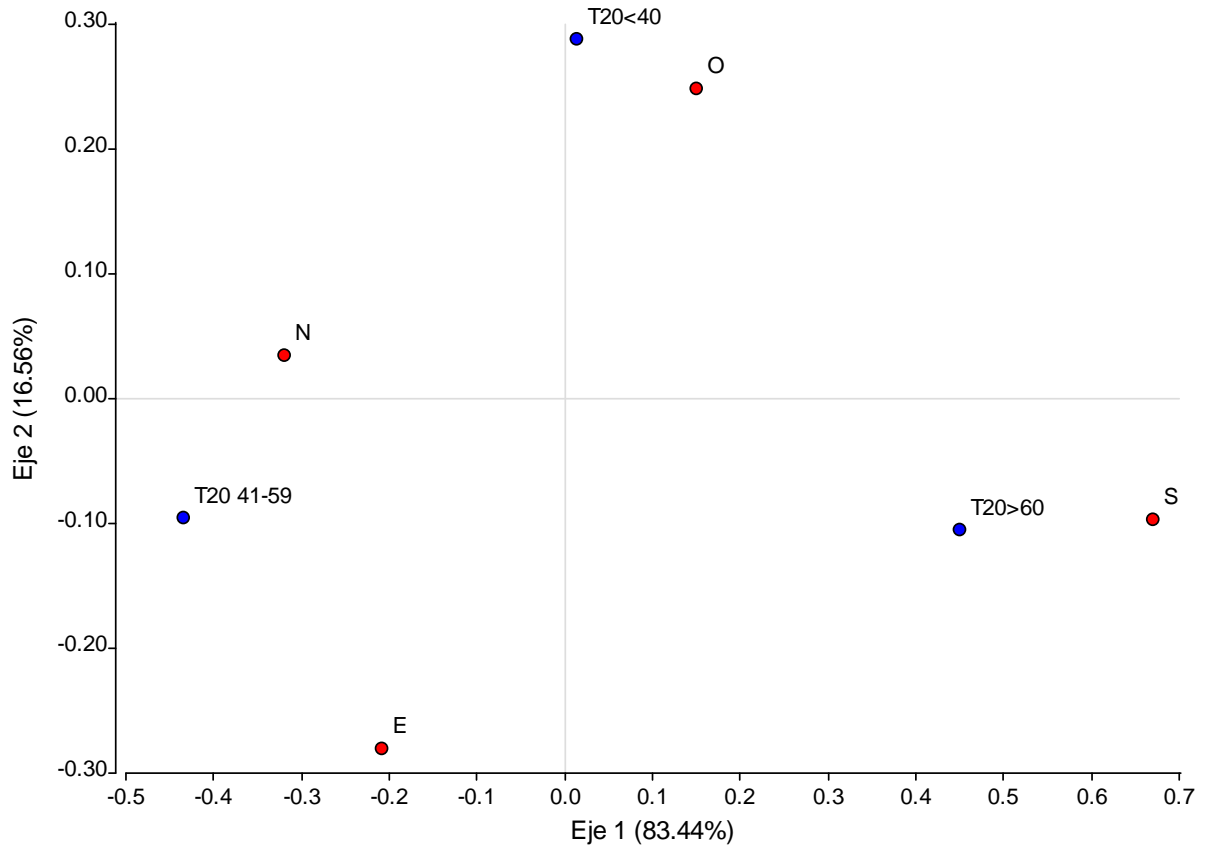


Figura 7. Representación gráfica de la asociación de la exposición con la calidad física.

4.2.2.1 Efecto de la calidad física sobre la calidad organoléptica del café

Se realizó un análisis de correlación de Pearson (Cuadro 11) para determinar el efecto de la calidad física sobre la calidad organoléptica encontrándose que no existe un efecto del tamaño de grano de las variedades Lempira y Pacas sobre la calidad, sin embargo una gran proporción de tamaño grande de la variedad Typica tiene un efecto negativo para los atributos fragancia, cuerpo y acidez.

Cuadro 11. Correlaciones de Pearson entre la calidad física y calidad organoléptica

Atributos	Variedades/ tamaño de grano					
	Lempira		Pacas		Typica	
	T20 a T18		T20 a T18		T20 a T18	
	R	P	r	P	r	P
Fragancia	0.35	0.20	-0.26	0.08	-0.43	0.02*
Cuerpo	0.11	0.69	-0.10	0.52	-0.40	0.04*
Acidez	0.28	0.32	-0.14	0.35	-0.42	0.03*
Sabor	0.07	0.80	-0.17	0.25	-0.27	0.17
Post gusto	0.10	0.72	-0.16	0.29	-0.27	0.18
Balance	-0.03	0.91	-0.17	0.25	-0.08	0.69

* $p \leq 0,05$ indica que existe correlación entre las variables analizadas

4.3 Diferenciación de la calidad de café entre cooperativas

Para diferenciar la calidad de café de las tres cooperativas participantes en el estudio, se realizaron tablas de contingencia a partir de los cinco grupos obtenidos para clasificar la calidad del café (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5). El resultado obtenido es que existe una asociación significativa entre la calidad de café con las cooperativas ($p = 0,0017$), a la vez se determinó si existe asociación entre el sabor y fragancia con cada una de las cooperativas, y se encontró que existe una asociación significativa con la fragancia ($p = 0.0011$). Caso contrario sucedió con el sabor ($p = 0.3370$). Las asociaciones entre variables que resultaron significativas fueron graficadas (Figura 8).

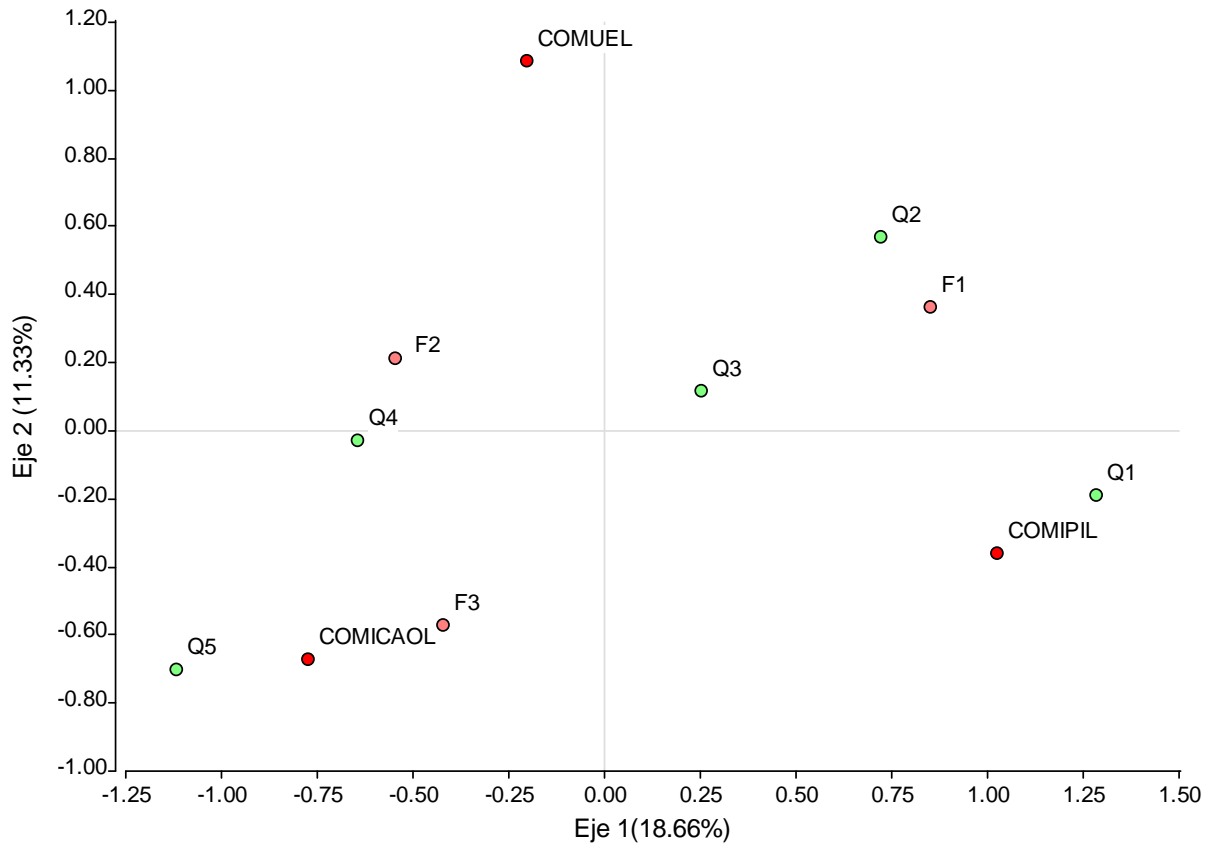


Figura 8. Representación gráfica de la asociación de las cooperativas con la calidad del café.

Se observa que la calidad (Q1) y la fragancia (F1) están asociada con la cooperativa COMIPIL, la calidad de café (Q2 y Q3) y la fragancia (F2) están asociadas a la cooperativa COMUEL, la calidad del café (Q5 y Q4) y fragancia (F3) esta asociada a la cooperativa COMICAOL (Cuadro 5 y Cuadro 7).

4.4 Relación de la sombra y productividad con la calidad del café

4.4.1 Calidad organoléptica

Se realizó un ANOVA para determinar la relación de la sombra y productividad con las características organolépticas utilizando como factores la altura y variedad y como covariables la sombra y productividad. El análisis se realizó con un total de 51 muestras; obteniendo un efecto negativo de la productividad sobre los atributos cuerpo, acidez, sabor y pos gusto, no se encontró ningún efecto de la sombra sobre la calidad organoléptica del café.

Cuadro 12. Efecto de los factores altura, variedad y la covariable productividad sobre las características organolépticas

Altitud(msnm)	Fragancia	Cuerpo	Acidez	Sabor	Post gusto	Balance
<1060	6,05 a	5,91 a	5,93 a	5,73 a	5,86 a	0,00 a
1061_ 1328	6,33 b	6,33 b	6,34 b	6,28 b	6,22 b	0,20 a
>1329	6,92 c	6,78 c	6,81 c	7,09 c	7,00 c	0,86 b
Variedad						
Lempira	6,25 a	6,07 a	6,09 a	5,91 a	5,97 a	0,15 a
Typica	6,40 ab	6,42 b	6,33,a	6,59 b	6,51 b	0,28 a
Paca	6,65 b	6,54 b	6,66 b	6,60 b	6,60 b	0,63 b
Productividad	0,1980	0,0112 ^{*-}	0,0127 ^{*-}	0,0222 ^{*-}	0,0221 ^{*-}	0,2377

Letras distintas indican diferencia significativa según prueba LSD de Fisher, * $p \leq 0,05$

Los valores para fragancia, aroma, cuerpo, acidez, sabor y post gusto se calificaron en una escala de 0-10, el balance 0-5

El análisis permitió observar el efecto significativo de la los factores altitud y variedad (Cuadro 12), los resultados confirman que el incremento altitudinal mejoró las características organolépticas de las variedades en estudio. Los resultados muestran que no existe interacción entre altitud y variedad, siendo la variedad Lempira la que tiene una menor calidad en los tres rangos altitudinales. La variedad Lempira resultó estadísticamente diferente a las demás obteniendo un menor cuerpo, sabor y pos gusto, sin embargo resultó similar a la variedad Typica en fragancia, acidez y balance. A la vez se encontró que la variedad Pacas es diferente estadísticamente al resto, y presenta una mejor acidez y balance, sin embargo comparte con Typica las variables fragancia, cuerpo, sabor y pos gusto.

4.4.2 Calidad física

Se realizó un ANOVA para determinar la relación de la sombra y productividad con las características físicas (tamaño y formas de grano) utilizando como factores la altura y variedad y como covariables la sombra y productividad. Obteniendo como resultado que no hay interacción entre altura y variedad, que no existen diferencias entre alturas, lo que influye en el tamaño del grano es la variedad y la sombra.

Se encontraron diferencias entre variedades (Cuadro 13) La variedad Lempira difiere del resto por tener un mayor porcentaje de granos agrupados en el tamiz número T20-T18, y un menor porcentaje de granos en el tamiz T17-T16. Para los granos agrupados en el tamiz

T15–T12. Las tres variedades son estadísticamente diferentes. La sombra tiene un efecto significativo positivo sobre el porcentaje de granos de tamaño agrupados en el tamiz número T20-T18, sin embargo tiene un efecto significativo pero negativo sobre los granos de tamiz número T17-T16, no tiene efecto sobre los granos de tamiz T15-T12.

Cuadro 13. Efecto del factor variedad y la covariable sombra sobre la calidad física del café

Variedad	Factor Tamaño de grano (%)		
	T20-T18	T17-T16	T15-T12
Lempira	74,2 b	23,4 a	2,26 a
Typica	49,3 a	44,9 b	5,67,b
Paca	42,4 a	49,1 b	8,41 c
Covariable	Valor p		
Sombra	0,0159	0,0154*	0,1238

Letras distintas indican diferencia significativa según prueba LSD de Fisher,

* $p \leq 0,05$

Únicamente el factor variedad tiene efecto significativo sobre la forma del grano (Cuadro 14). El resultado obtenido es que no existe diferencias entre variedades para la forma caracol, caso contrario sucedió en la forma de grano triangulo donde la variedad Typica y Pacas son similares. Para la forma de grano monstruo la variedad Typica presentó un mayor porcentaje. Para la forma convexa o grano normal presentó el menor porcentaje.

Cuadro 14. Efecto de las variedades de café sobre la calidad física

Variedad	Formas de grano (%)			
	Caracol	Triangulo	Monstruo	Convexo
Lempira	2,69 a	3,81 ^a	0,43 a	93,06 b
Paca	4,27 a	6,54 b	0,65 a	90,33 b
Typica	3,46 a	5,56 ab	1,37 b	87,82 a

4.5 Ubicación geográfica de las variedades y tipo de café

Se observa que la variedad Lempira (Figura 9) se encuentra distribuida en toda la zona de estudio. Se mencionó que dicha variedad esta asociada a la menor calidad y al tipo de café Estándar, sin embargo esta tiene potencial para producir los otros tipos de café, exceptuando un café tipo Specialty.

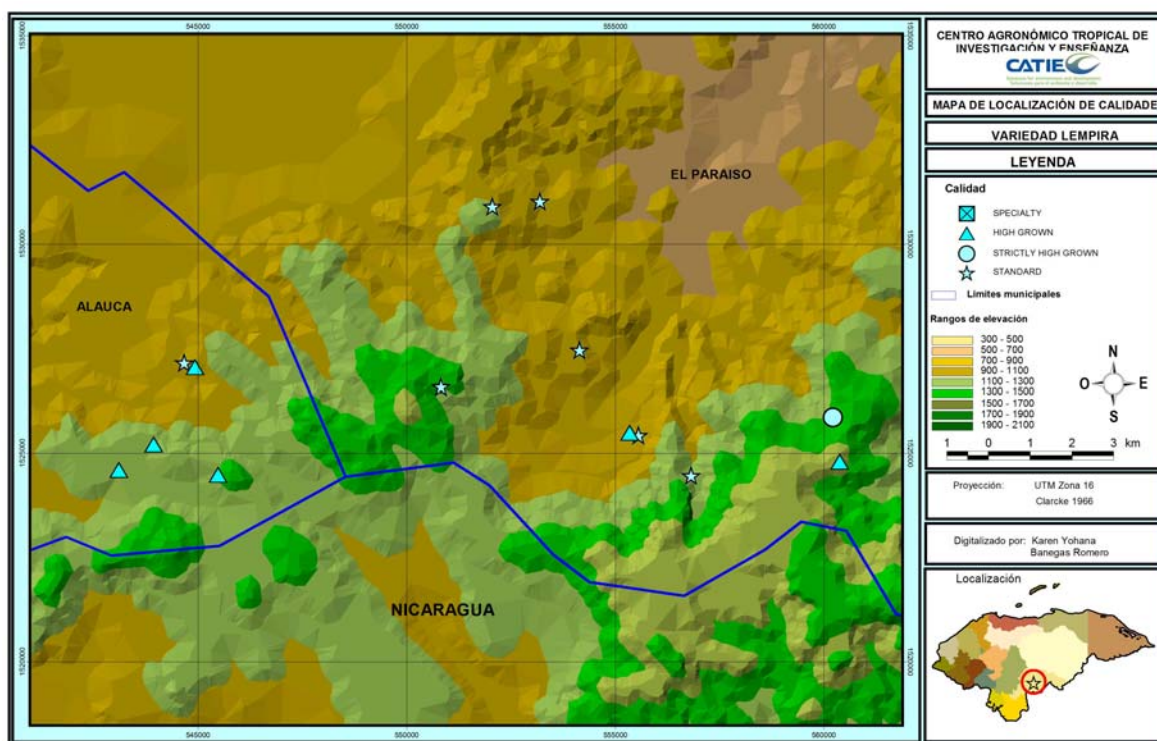


Figura 9. Ubicación geográfica de las fincas con lotes de variedad Lempira.

La variedad Pacas (Figura 10) se encuentra distribuida en toda la zona de estudio. Dicha variedad esta asociada a una calidad intermedia, y un tipo de café High Grown, pero también produce los demás tipos de cafés.

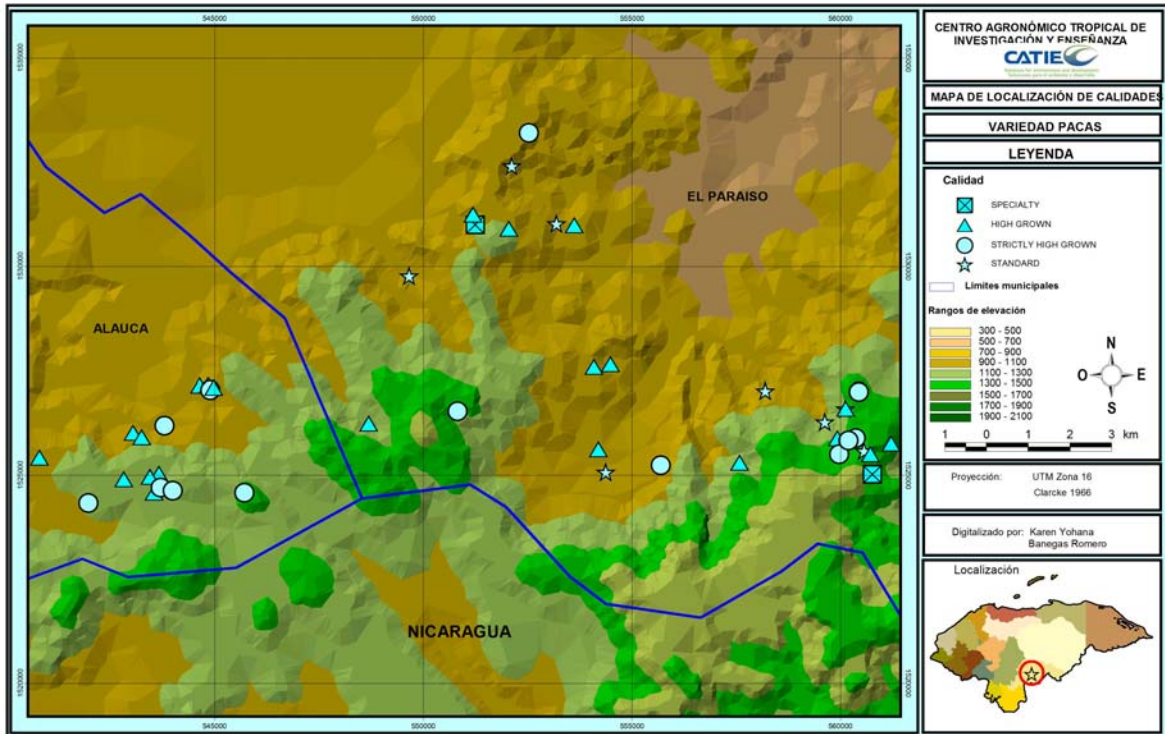


Figura 10. Ubicación geográfica de las fincas con lotes de variedad Pacas.

La variedad Typica (Figura 11) se encuentra focalizada en una determinada zona (El Pacón), a pesar de que es la variedad asociada a la mejor calidad, también produce de los otros tipos de café.

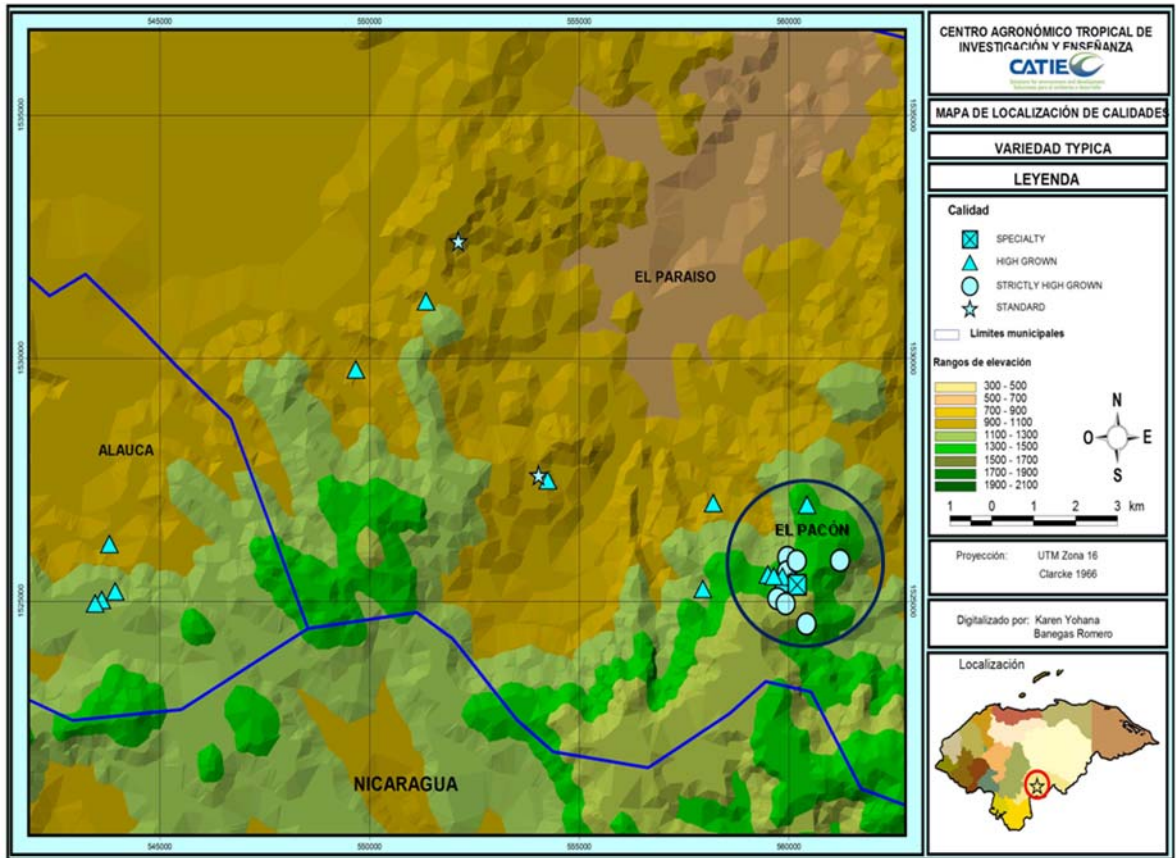


Figura 11. Ubicación geográfica de fincas con lotes de la variedad Typica.

5 DISCUSIÓN

5.1 Factores ambientales y de manejo asociados a la calidad del café

Se encontró una asociación entre la altitud y la calidad organoléptica (Q, S y F). El factor variedad presentó asociación con la calidad física y la calidad organoléptica, excepto para el sabor y fragancia. Los últimos resultaron independientes de la variedad, influenciados por la altitud. En cuanto al factor manejo no presentó ninguna asociación con la calidad del café, el factor topográfico exposición presentó asociación con la calidad física (tamaño de grano).

Las distintas asociaciones encontradas entre la calidad del café con los factores altitud, variedad, exposición confirman que la calidad del café es el resultado del efecto de diferentes factores, y que cada uno de ellos puede, diferenciar o aportar cualidades distintas a la bebida.

5.1.1 *Altitud*

Los resultados obtenidos indican que no existe interacción entre las variedades en estudio y la altitud, pero sí existe un efecto de la altitud sobre la calidad. El incremento altitudinal mejoró las características organolépticas; tradicionalmente se ha mencionado que la calidad de la bebida depende en gran medida de la altitud en donde se encuentren las zonas de producción. Los resultados que se han obtenido confirman lo que algunos autores han mencionado; la altitud propicia un mejor llenado de grano y consecuente producción de granos de mayor densidad y con mejor calidad de bebida (Wintgens 2004, Avelino et ál. 2005, Vaast et ál. 2005).

El café cultivado a mayor altitud suele desarrollar más atributos positivos, tales como acidez y aroma, definiendo así un mejor sabor y calidad de bebida (Vaast et ál. 2005), gran parte de la influencia benéfica de la altitud en la determinación de la calidad del café es atribuida a los cambios en temperatura y humedad que se producen al ascender altitudinalmente.

Sin embargo no existe un efecto de la altitud sobre la calidad física del café (tamaño de grano y formas). La variedad es el factor que tiene el mayor efecto sobre estas variables en estudio.

5.1.2 Variedad

El factor variedad presentó un efecto significativo sobre la calidad organoléptica encontrando diferencias entre las variedades en estudio, siendo la variedad Lempira (Catimor T8667) la que esta asociada a una menor calidad. Al compararla con las variedades Pacas y Typica resultó estadísticamente diferente obteniendo un menor cuerpo, sabor y pos gusto. A pesar de que esta asociada a una menor calidad, resulto similar a la variedad Typica en fragancia, acidez y balance. A la vez se encontró que la variedad Pacas es diferente estadísticamente al resto, presenta una mejor acidez y balance, sin embargo comparte con Typica las variables fragancia, cuerpo, sabor y pos gusto. Estos efectos se mantienen a diferentes alturas, siendo que no existe interacción entre altura y variedad. La menor calidad de la variedad Lempira es debido a su origen genético.

Wintgens 2004 manifiesta que la mayoría de los catadores de café coinciden en que existe muy poca o ninguna diferencia entre cafés arábigos cultivadas en condiciones agroclimáticas similares, pero que este no es el caso de híbridos como el Catimor, donde algunas de sus características organolépticas se han observado ser inferior en comparación con los arábigos. Igualmente Astúa y Aguilar (1997), encontraron que la calidad en taza del Catimor es levemente inferior a la variedad caturra la que es bastante similar a la variedad Pacas porque ambas provienen de una mutación enana del Borbón.

Respecto a la calidad física (tamaño y formas de grano) la variedad presentó un efecto significativo encontrando diferencias entre las variedades. Siendo la variedad Lempira la que presentó un mayor porcentaje de grano grande (T20-T18) y uniformidad, resultado similar al encontrado por Astúa y Aguilar (1997). Los resultados obtenidos validan lo expresado por diferentes autores quienes resaltan que los factores genéticos que influyen en la calidad del café (tamaño, forma y color), son características relacionadas con su genotipo, entre los diferentes tipos de café, existen considerables variaciones de tamaño, forma y densidad (Regalado 2006, Wintgens 2004).

Igualmente Santoyo et ál. (1996) mencionan que los factores genéticos de la planta determinan las características como el tamaño, forma y color de los granos, así como su composición química y las propiedades organolépticas de la infusión que de el se puede obtener. Además se ha afirmado que las variedades de *C. arabica* también presentan variaciones en calidad tanto física como organoléptica (CCI 1992).

5.1.3 Factor topográfico (exposición)

Se encontró un efecto de la orientación de la parcela sobre el tamaño del grano, altas proporciones ($\geq 60\%$) de grano grande T20 está asociado a las parcelas ubicadas en la exposición Sur. Caso contrario, sucede con bajas proporciones de este tamaño ($\leq 40\%$) están asociados a la exposición Oeste. Una proporción intermedia para el tamaño de tamiz T20 (41 a 59%) está asociadas a la exposición Norte y Este. A pesar que la orientación de la parcela presento efecto sobre el tamaño de grano, no se encontró efecto sobre las características organolépticas como lo ha reportado el estudio realizado por Avelino et ál. 2005.

5.2 Efecto de la calidad física sobre la calidad organoléptica del café

El tamaño del grano de las variedades Lempira y Pacas no presentó efecto significativo sobre las características organolépticas del café. Estudios realizados con otras variedades reportan que el mayor contenido de grandes tamaños tiene efecto positivo y significativo sobre la calidad. En el caso de la variedad Lempira obtener calificaciones inferiores en algunos de los atributos organolépticos podría asociarse a la condición genética de la misma, a pesar del tamaño de grano grande que tiene.

El efecto negativo del tamaño de grano de la variedad Typica retenido en el tamiz número T20-T18 sobre las características organolépticas (fragancia, cuerpo acidez), es una relación inversa a lo que se podría esperar, probablemente es debido a la variabilidad genética dentro de la variedad. Lo anterior no impidió a que la variedad Typica estuviera asociada a la mejor calidad. Existe un efecto positivo del tamaño de grano T17-T16 sobre las características organolépticas (fragancia, cuerpo acidez) de la variedad Typica. Una alta proporción ($\geq 60\%$) de este tamaño están asociados a la variedad antes mencionada.

5.3 Relación de la sombra y productividad con la calidad del café

5.3.1 Sombra

Existe una correlación negativa entre altitud y sombra, en nuestros datos. A mayor altitud menor porcentaje de sombra, la mejor calidad de las variedades en estudio se obtuvo a altitudes \geq de 1329 msnm que presentan condiciones similares a las manifestadas por

Muschler (2001) y Garcia y Straube (1998). La planta de café necesitará menores niveles de sombra cuando este se encuentre bajo condiciones de baja temperatura, mayor humedad relativa, menor exposición a la luz solar.

Los resultados encontrados indican que la sombra favoreció la formación de frutos de mayor tamaño, pero difieren de otros reportes ya que indican que un mayor tamaño de grano viene acompañado por una mayor acidez, cuerpo y aroma (Santoyo et ál. 1996, Salazar 1999, Muschler 2001, Vaast et ál. 2005), posiblemente porque existe una asociación del tamaño de grano grande con la variedad Lempira la cual presentó un menor cuerpo, sabor y pos gusto.

Para los niveles de sombra evaluados en este estudio no se encontró efecto de la sombra en la calidad de la bebida. Sin embargo es preciso mencionar que según estudios realizados la bebida de cafés cultivados al sol es más amarga y astringente que los cultivados bajo sombra, siendo mayor la acidez y preferencia de los cafés producidos bajo sombra, en comparación a los provenientes de plena exposición solar (Vaast, et ál. 2005, Avelino et ál. 2006).

5.3.2 Productividad

Se encontró un efecto negativo de la productividad sobre los atributos cuerpo, acidez, sabor y pos gusto, lo cual indica que a mayor productividad menor calidad de taza. Al realizar el análisis se mantuvo significativo el efecto de la variedad, lo significa que la menor calidad no es debida únicamente a la productividad si no que va acompañado de la variedad.

Resultado similar a los reportados por diferentes investigadores quienes manifiestan que la alta carga fructífera incrementa la competencia entre los frutos por carbohidratos y nutrientes lo cual reduce el tamaño, la composición bioquímica y la calidad de la bebida (Avelino et ál. 2005, Vaast et ál. 2005).

5.4 Calidad de café entre las cooperativas

La cooperativa COMICAOL está asociada a una menor calidad (Standard), la COMUEL calidad intermedia (High Grown), y COMIPIL asociada a la mayor calidad (Specialty, Strictly High Grown), lo cual indica que existen diferentes calidades de café entre las cooperativas participantes en el estudio, el principal factor que las hace diferir es la altitud, seguido la variedad. La COMICOL está asociada a una menor calidad, lo cual es debido principalmente a

que dicha cooperativa no presentó muestras de fincas ubicadas a altitudes mayores de 1329 msnm, participó con un 22% de las muestras de la variedad Lempira; le sigue en orden ascendente la COMUEL tiene la mayoría de sus fincas (79%) ubicadas en un rango altitudinal intermedio y el 20% de las muestras son de la variedad Lempira. La cooperativa asociada a una mejor calidad es la COMIPIL debido a que las fincas (72%) en donde se recolectaron las muestras están ubicadas a altitudes mayores de 1329 msnm; únicamente tiene un 6% de muestras de la variedad Lempira.

Es preciso mencionar que aunque se vean estas tendencias las cooperativas tienen potencial para producir café de calidad, siendo que dentro de la cooperativa COMICAOL se presentaron muestras calificadas como café Specialty y Strictly High Grown aunque no tiene muestras procedentes de fincas con altitudes que superen los 1329 msnm.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio confirma que la calidad del café es el resultado del efecto de diferentes factores, donde cada uno de ellos puede diferenciar o aportar cualidades distintas a la bebida. Sin embargo, existen algunos factores que ejercen una influencia importante independientemente de los demás. En este sentido los factores altitud y variedad son los que más influyeron en la calidad del café. Aunque la altitud es una ventaja comparativa que no puede ser igualada por los caficultores de regiones con menor altitud, caso contrario sucede con el factor variedad, donde los productores son quienes pueden elegir las variedades (favoreciendo la mayor expresión de la calidad).

No existe interacción entre las tres variedades y la altitud, pero existe un efecto de la altitud sobre la calidad. La variedad Typica resultó la de mejor calidad, seguido por la variedad Pacas; este comportamiento se presentó en los tres rangos altitudinales evaluados. Caso contrario sucedió con la variedad Lempira, la cual resultó ser la de menor calidad en los mismos rangos altitudinales. Adicionalmente, se confirmó que el genotipo resultó ser un factor clave que determinó en gran medida las características de la calidad en la bebida, el tamaño y forma de los granos entre los diferentes tipos de café analizados.

Los resultados indican que la sombra favoreció la formación de frutos de mayor tamaño, pero no se presentó efecto en la calidad organoléptica del café. Existió una correlación negativa entre altitud y sombra (mayor altitud menor porcentaje de sombra). En cuanto a calidad, lo descrito anteriormente es ideal, debido a que en condiciones óptimas del cultivo (≥ 1000 msnm), el café necesitará menores niveles de sombra. Se recomienda mantener el asocio de árboles con café ya que este propicia un microclima óptimo para el cultivo.

La zonificación de los cafetales de acuerdo a sus características organolépticas y su ubicación geográfica, es un instrumento muy importante que permitirá a las cooperativas ofrecer su producto en diferentes mercados y producir de acuerdo al potencial ambiental con el que cuentan. A nivel de las cooperativas se observaron diferencias y similitudes entre calidades, a pesar de ello, todas cuentan con el potencial de producir café de calidad. Se debe definir un plan de manejo (sombra, nutrición, podas). Que además incluya un ordenamiento de los lotes por variedad. Referente a producción de calidad, esta información podría ser muy valiosa. Al conocer con mayor precisión los lotes que producen una mejor calidad del grano,

se podrá acceder a un manejo diferencial de los mismos (cosecha y beneficio). Una vez producida una alta calidad en el campo, el reto es mantenerla a través del proceso de beneficiado.

Es de suma importancia la determinación final de la calidad de café en taza a través de la catación. Una catación estandarizada es un factor indispensable para la producción y el mercadeo de café especial. La catación es una prueba de calidad para el comprador/consumidor y una información retroalimentaria para el productor. Por lo cual, es recomendable para las cooperativas contar con un laboratorio de catación y por supuesto con catadores capacitados.

7 BIBLIOGRAFIA

- Astúa, G; Aguilar, G. 1997. Prueba comparativa de las cualidades organolépticas de la bebida del Catimor T5175 variedad Costa Rica 95, Caturra y Catuai, en ocho regiones cafetaleras de Costa Rica in Memorias del XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultora IICA. San José. pp 262-267.
- Avelino, J; Barboza, B; Araya, J; Fonseca, C; Davrieux F; Guyot, B; Cilas C. 2005. Effects of slope exposure altitude and yield on coffee quality in two altitude terrior of Costa Rica Orosi and Santa Maria de Dota. Journal of the Science of food and Agriculture. 85:1869-1876.
- Avelino, J; Perriot, J; Guyot, B; Pineda C; Decazy F; Cilas C. 2002. Identifying terrior coffees in Honduras. Plantions recherche developpement. p 6-16.
- Barrios, AW; Ovalle de la Vega, CF; Davila R RJ; Valdez L RA; Solís G ME; Muñoz, CR. 1998. Beneficiado Húmedo y su Control de Calidad. In Manual de Caficultura. ANACAFE. Ciudad de Guatemala. Guatemala. P 229-259.
- Bosselmann, AS; Dons, K. 2007. The influence of shade tres on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. Tesis M.Sc. University of Copenhagen. 77p
- CCI (Centro del Comercio Internacional). 1992. Café: Guía del Exportador Suiza. 402 p.
- Cleves, SR; Astua, RG. 1998. Defectos y vicios del café que se origina o manifiestan en el beneficiado. In Cleves. Eds. Tecnología en Beneficiado de Café. San José. CR.
- Córdoba, S. 2006. El siglo veintiuno impone al café un nuevo reto: Masificar el consumo d ecalidad.. In P Jurgen; L, Sotol. ed. El cafetal del futuro. Realidades y visiones Mexico. Chiapas ECOSUR, El colegio de la frontera Sur. p 462.
- Decazy, F; Avelino, J; Guyot, B; Perriot, J; Pineda, C; Cila, C. 2003. Quality of Different Honduran Coffes in Relation to Several Environments. Journal of Food Science 68(7):2356-2361.

- Descroix, F; Snoeck, J. 2004. Environmental factors suitable for Coffee cultivation. In J Wintgens. eds. Coffee: Growing Processing Sustainable Production. Alemania Wiley VCH. p. 164-177.
- Dzib, B. 2003. Manejo, secuestro de carbono e ingresos de tres especies forestales de sombra en cafetales de tres regiones contrastes de Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba CR CATIE.77p
- Figueroa, R; Fischersworing,B; Rosskamp, R. 1998. Guía para la caficultura ecológica: café orgánico. 2 ed. Lima Perú. 176 p.
- Fischersworing, B; Rosskamp R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3 ed. Lima Peru. 153p.
- Fundación Vida. 2004. Diagnóstico ambiental municipal participativo y plan de acción (en línea).Consultado 10 sep. 2008. Disponible en http://cochit.rds.hn/el_paraiso/doc_alauca/diagnostico_alauca.pdf
- Geel, L; Kinnear, M; Kock, H. 2005. Relating consumer preferences to sensory attributes of instant coffee Food Quality and preference 16: 237-244.
- Haggar, J. Café: calidad ecología y diversificación (en línea) Costa Rica CATIE.Consultado 2 jun. 2007. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0854E/A0854E.pdf>
- ICAFFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 1ª. ed. Heredia Costa Rica. 193p.
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café): Estadísticas, informe 2006_2007(en línea). Consultado 29 oct. 2008. Disponible en <http://www.cafedehonduras.org/ihcafe/>
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café): Regiones cafetaleras de Honduras(en línea). Consultado 29 oct. 2008. Disponible en http://www.cafedehonduras.org/ihcafe/administrador/aa_archivos/documentos/mapas4_test.pdf
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2003. Cadena de Comercialización del Café. Managua Nicaragua. 169 p
- Katzeff, P. 1998. Manual del catador Dominicano del café. 2004 (en línea). Consultado 17 ago.2008. Disponible en <http://www.peritajesdecafe.info/Manual%20del%20Catador%20Dominicano%20de%20Cafe.pdf>

- Lara, L. 2005. Efectos 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. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR CATIE.77p.
- Lewin, B; Giovannucci, D;Varangis, P.2004. Coffe markets new paradigms in global suply and demand. Agricultural and Rural Development Discussion Paper, 3. (en línea). Consultado 10 nov 2008. Disponible en http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/06/22/000310607_20070622095247/Rendered/PDF/283000REVISED0Coffee1Markets01PUBLIC1.pdf.
- Lingle, T. 1999. Fundamentos para la catacion de café ABECAFE abril- mayo-junio p 21-23.
- Marin, L; Arcilla, P; Montoya, R; Oliveros, T. 2003. Cambios físicos y químicos durante la maduración del fruto de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia). CENICAFE 54(3)
- Menchu, J. 1967. Cualidades de la bebida del café: aroma cuerpo acidez y sabor el café de Nicaragua 191: 16-18
- Muschler, R. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee- zone of Costa Rica. Agroforestry Systems 51(2):131-139.
- Pineda, C; Reyes, C; Oseguera, F. 2001. Beneficiado y calidad del café. Manual de caficultora. 3 ed. Tegucigalpa Honduras. 211 p.
- Puerta, G. 1998. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia. CENICAFE 49(4): 265-278.
- Puerta, G. 2000. Calidad en taza de algunas mezclas de variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. CENICAFE 51(1): 5-19.
- Puerta, G. 2000. Influencia de los café cosechados verdes en la calidad física y organoléptica de la bebida. CENICAFE 51(2): 136-150.
- Puerta, G.1999. Influencia del proceso de beneficiado en la calidad del café. CENICAFE 50(1): 78-88.
- Regalado, A. 2006. ¿Qué es la calidad en el café? Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Mexico.309p.

- Salette, J; Asselin, C; Morlat, R. 1998. The relationships between "terrior" and product: an analysis of the "terrior- vine-wine" system and its analogous application to other products. *Sciences des Aliments*. 18:251-265.
- Samper, KM. 1999. Trayectoria y viabilidad de las Caficultoras Centroamericanas. In B Bertrand; B Rapidel. eds. *Desafios de la caficultura en Centroamérica*. San José. C.R. IICA.PROMECAFE. CIRAD. IRD. CCCR. p 168.
- Santacreo, R. 2001. Variedades y mejoramiento genético del café. *Manual de caficultora*. 3 ed. Tegucigalpa Honduras. 211 p.
- Santoyo, VH; Díaz, S; Escamilla, E; Robledo, JD. 1996. Factores agronómicos y calidad del café. Chapingo. México. Universidad Autónoma Chapingo/Confederación Mexicana de Productores de Café. 21 p.
- Scholer, M. 2004. ¿Amargo o dulce del café? El incierto futuro del café revista del Centro del Comercio Internacional. No.2. (en línea). Consultado 6 Nov. 2007. Disponible en <http://www.forumdecomercio.org/news/printpage.php/aid/623/%BFAmargo%20-%20dulce-El%20incierto-futuro-del-caf%C3%A9.html>.
- Shankaranarayana, M. 1996. Evaluacion of Coffe Quality Using Chemical and Instrumental Methods *Journal of Coffeee Research* 16(12): 14-22
- Siles, P; Vaast, P. 2002. Comportamiento fisiológico del café asociado con *Eucalyptus degluta*. *Terminalia ivorensis* o sin sombra. *Agroforestería en la Américas* 9(35-36):44-49.
- SISCA (Secretaría de la Integración Social Centroamericana). 2007. Caracterización del municipio de El Paraíso, departamento de El Paraíso. Honduras (en línea). Consultado 10 Oct. 2007. Disponible en http://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=odoc_18945_1_01102007.pdf
- Vaast, P; Bertrand, B. 2005. Date of harvest and altitude influence bean characteristics and beverage quality of *Coffea arabica* in intensive management conditions. *HortScience* In press.
- Vaast, P; Harmand, J. 2002. The importance of agroforestry systems for coffee production in Central America and Mexico. *Plantations Recherche Developpement*. p 34 – 43.

- Vaast, P; Perriot, J; Cilas, C. 2003. Mejoramiento y Fortalecimiento en los Procesos de Certificación de Calidades y Comercialización del Café. Reporte. CIRAD-UNICAFE. 40 p.
- Vaast, P; Van Kanten, R; Siles, P; Dzib, B; Frank N; Harmand J; Genard M. 2005. Shade: A Key Factor for Coffee Sustainability and Quality. ASIC Conference Bangalore India. p 887-896.
- Wintgens, J. 1992. Factores que Influyen la Calidad del Café. XV Simposio Latinoamericano de caficultura Xalapa Veracruz Mexico. 33 p.
- Wintgens, J. 2004. Factors Influencing the Quality of Green Coffee. In J Wintgens. eds. Coffee: Growing Processing Sustainable Production. Alemania Wiley-VCH. p 798-809.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a productores de café participantes en el estudio

Nombre del productor/a: _____

Comunidad: _____ Municipio: _____

Organización: _____ Altura (msnm): _____

Fecha de la toma de muestra: _____

Información sobre manejo del lote de donde proviene la muestra

Área café productivo (mz): _____ Edad del cafetal (años): _____

Variedad: _____ Producción qq café oro/mz

% de sombra: _____ Número de limpieas _____

Manejo: Orgánico () Transición orgánico () Convencional ()

Fertilización.

Fertiliza su cafetal: _____

Formula o tipo de abono/fertilizante: _____

Frecuencia (número de fertilizaciones): _____

Dosis (cantidad por planta): _____

Control fitosanitario

Realiza podas _____

Plagas más comunes en su cafetal: _____

Nivel de daño: alto _____ medio _____ bajo _____

Realiza algún control _____

Cosecha

Selecciona su café para ser despulpado o mezcla _____

Beneficiado húmedo

Fermenta en: Saco () Cajón de madera () Pila cemento ()

Tiempo promedio que dura la fermentación _____

Secado en: Cajillas () Orea en patio () Orea en plástico ()

Almacena su café _____

Anexo 2. Tipos comerciales de café en Honduras

CALIDAD		Estandar STD	Altura HG	Estricta Altura SHG	Especiales
Altitud (m.s.n.m.)		<700 msnm	700-1200 msnm	> 1200 msnm	> 1200 msnm
Color Mínimo (escala)		Verde claro. Pantone 5793C	Verde claro. Pantone 5793C	Verde Aceituna claro Pantone 5783C	Verde Aceituna claro Pantone 5783C
Uniformidad de color (%)		entre 70 y 80%	entre 70 y 80%	Arriba del 80%	Arriba de 90%
Olor		Limpio y sin contaminaciones.	Limpio y sin contaminaciones.	Limpio y sin contaminaciones.	Limpio y sin contaminaciones.
Humedad		10-12%	10-12%	10-12%	10-12. %
Preparacion Americana	Tamaño de grano (Zarandas x/64avos de pulgada)	50% arriba de 15/64, no más 5% bajo 14/64	50% arriba de 15/64, no más 5% bajo 14/64	50% arriba de 15/64, no más 5% bajo 14/64	No más de 5% de variación en lo convenido.
	Número de defectos (350 gramos)	entre 9 y 23 defectos completos	entre 9 y 23 defectos completos	entre 9 y 23 defectos completos	Grado Specialty: No más de 5 secundarios. Premium: No más de 8.
	Tueste (100 gramos)	máximo 5 granos quaker's	máximo 5 granos quaker's	máximo 5 granos quaker's	Grado Specialty: Cero Grado Premium: Máximo 3
Preparacion Europea	Tamaño de grano (Zarandas x/64avos de pulgada)	85% arriba de 16/64, no más 5% bajo 15/64	85% arriba de 16/64, no más 5% bajo 15/64	85% arriba de 16/64, no más 5% bajo 15/64	No más de 5% de variación en lo convenido.
	Número de defectos (350 gramos)	menor de 8 defectos completos Secundarios	menor de 8 defectos completos Secundarios	menor de 8 defectos completos Secundarios	Grado Specialty: No más de 5 secundarios. Premium: No más de 8.
	Tueste (100 gramos)	máximo 5 granos quaker's	máximo 3 granos quaker's	máximo 3 granos quaker's	Grado Specialty: Cero Grado Premium: Máximo 3
Taza		Compuesto de grano de café lavado, aroma agradable, Cuerpo liviano y acidez baja.	Compuesto de grano de café lavado, con aroma y sabor a chocolate; cuerpo y acidez balanceado con un post gusto sostenido.	Compuesto de grano de café lavado, presenta un aroma intenso, cuerpo muy bueno y una pronunciada acidez.	Compuesto de grano de café lavado, sumamente bien procesado y preparado, excelente calidad de taza. Debe exhibir un atributo distintivo en una de sus características: Sabor, Acidez, Cuerpo o Aroma, las cuales serán determinadas entre comprador y vendedor
		75- 79 puntos	80-84 puntos	85-89	Arriba de 90 puntos
		Limpia y sin contaminaciones	Limpia y sin contaminaciones	Limpia y sin contaminaciones	Limpia y sin contaminaciones
Nota:	Los cafés con certificaciones o sellos internacionales se clasifican de acuerdo a taza y sello respectivo.				
	Las Denominaciones de Origen serán determinadas por el consejo regulador de la denominación respectiva.				
	Las calificaciones en taza en base a un formato que mide y cuantifica en una escala de 1 a 10 para los parámetros de aroma, cuerpo, acidez sabor y post gusto. Con una base de 50 puntos.				