

T-02012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA
DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO), EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ**

CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCÍA

Guatemala, noviembre de 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA
DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO), EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL CAFÉ**

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCÍA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

Guatemala, noviembre de 2001.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO:	Prof. ABELARDO CAAL ICH
VOCAL QUINTO:	Br. AXEL AURELIANO HERRERA PÉREZ
SECRETARIO:	Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, noviembre de 2001

Honorable Junta Directiva

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Representantes.

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Documento de graduación titulado:

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

De ustedes atentamente,



CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCÍA
Carnet 8010208

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Sin El no somos nada

MIS PADRES: Guillermina García (QPD) y Carlos Humberto Muñoz (QPD)

MI ESPOSA: Idalia Monroy Lemus

MIS HIJOS. Karla Reneé, Diego Alejandro y Fernando Josué, como un ejemplo para su futuro

MIS HERMANOS: René, Mirna Elena, Gloria Marina , Juan Carlos y Julieta (QPD), porque juntos aceptamos y practicamos las enseñanzas de nuestra madre

MIS AMIGOS: Especialmente a Ponce O., Ardón E., Véliz J., Solís M., Pinto C. y Barrios A., gracias por su amistad y ayuda

Y: A TODA MI FAMILIA EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A: Mi patria Guatemala

Mi pueblo, Esquipulas, Chiquimula

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Asociación Nacional del Café –ANACAFÉ–

Mis catedráticos, amigos y compañeros

AGRADECIMIENTOS

Especialmente a mi madre Guillermina García (QPD), por ese gran esfuerzo que hizo por sacarnos adelante y ese gran amor que nos brindó.

A vos René, más que mi hermano sos mi padre

A mi esposa Idalia, por su comprensión y apoyo

A las familias Ponce Lemus, Castellanos Ramos y Vargas Aldana, jamás olvidaré su ayuda

A la familia Palacios Villatoro de finca la Providencia, por su gran colaboración prestada para llevar a cabo esta investigación

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para que este trabajo se llevara a cabo.

DIOS LOS BENDIGA

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE FIGURAS.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iii
RESUMEN.....	V
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACION	2
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1. GENERALIDADES	4
3.1.1. Origen del café	4
3.1.2. Generalidades del fruto de café	4
3.1.3. Composición de un fruto de café.....	5
3.1.4. Concepto de la calidad del café	6
3.1.5. Determinación de la calidad	6
3.1.6. Características físicas.....	7
3.1.7. Características organolépticas.....	7
3.1.8. Proceso agroindustrial de beneficiado húmedo	9
3.1.9. Formas de remoción o eliminación del mucílago.....	13
3.1.10. Tipos de desmucilagadoras.....	19
IV. OBJETIVOS	25
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1. METODOLOGIA.....	26
5.1.1. Ubicación del experimento.....	26
5.1.2. Primera fase (proceso de beneficiado húmedo).....	27
5.1.3. Segunda fase (laboratorio de catación).....	30
5.1.3. Determinación de las características físicas (apariencia).....	31
5.1.5. Determinación de las características organolépticas.....	35
5.1.6. Preparación de la infusión	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
6.1. Prueba en la primera finca.....	37

6.1.1. Características físicas.....	37
6.1.3. Catación de confirmación.....	47
6.2. Prueba en la segunda finca	48
6.2.1. Características físicas.....	48
VII. CONCLUSIONES	58
VIII. RECOMENDACIONES.....	60
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	62
X. APENDICE.....	65
XI. GLOSARIO	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes que componen un fruto de café	5
Figura 2: Proceso de beneficiado húmedo.....	13
Figura 3: Desmucilaginadora tipo Fukunaga.....	20
Figura 4: Desmucilaginadora por tandas.....	21
Figura 5: Desmucilaginadora tipo Elmu.....	22
Figura 6: Desmucilaginadora de cepillo.....	23
Figura 7: Desmucilaginadora de flujo ascendente tipo DELVA.....	24
Figura 8: Diseño de desmucilaginadora de cepillo.....	68

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Contenido en peso porcentual de un fruto de café	5
Cuadro 2: Tipos de café producidos en Guatemala	8
Cuadro 3: Tratamientos evaluados en la primera finca	28
Cuadro 4: Tratamientos evaluados en la segunda finca	29
Cuadro 5: Apariencia en café pergamino	39
Cuadro 6: Apariencia en café oro (verde)	40
Cuadro 7: Apariencia en café tostado	41
Cuadro 8: Contenido de humedad de las muestras	41
Cuadro 9: Tamaño del grano	42
Cuadro 10: Volumen de café en oro y tostado	43
Cuadro 11: Densidad aparente en oro y tostado.....	43
Cuadro 12: Rendimiento de café pergamino/oro.....	44
Cuadro 13: Rendimiento de café tostado	44
Cuadro 14: Porcentaje de hinchamiento aparente.....	45

Cuadro 15: Características organolépticas de muestras de primera finca.....	46
Cuadro 16: Características organolépticas 5 meses después.....	48
Cuadro 17: Apariencia en café pergamino	49
Cuadro 18: Apariencia en café oro	50
Cuadro 19: Apariencia en café tostado.....	51
Cuadro 20: Contenido de humedad de las muestras.....	51
Cuadro 21: Volumen de café oro (ml).....	52
Cuadro 22: Volumen de café tostado (ml).....	53
Cuadro 23: Densidad aparente del café en oro.....	53
Cuadro 24: Densidad aparente del café tostado(g/l)	54
Cuadro 25: Rendimiento del café pergamino/oro.....	54
Cuadro 26: Rendimiento del café tostado (%).....	55
Cuadro 27: Hinchamiento del café tostado (%).....	55
Cuadro 28: Características organolépticas de muestras de segunda finca	57

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ”.

“THE INFLUENCE OF MECHANICAL DE-MUCILATING ON THE PHYSICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF COFFEE”.

RESUMEN

El proceso de beneficiado húmedo en Guatemala, se desarrolla en diferentes fases: cosecha o recolección, despulpado, remoción del mucílago, lavado, secamiento y almacenamiento. Cuando se realiza cada una de éstas, de forma controlada, se garantiza un producto final de calidad.

La remoción del mucílago es una de las fases más delicadas del proceso, y donde fácilmente se puede perder la calidad. El uso de máquinas que efectúan esta fase, ha ayudado a agilizar el proceso, pero con la incertidumbre de afectar la calidad, por la razón que éstas no logran quitar totalmente el mucílago del grano, especialmente el de la hendidura, lo que provoca una coloración anormal en el café en pergamino, afectando la apariencia.

Es de tomar en cuenta que nuestros cafés permanecen almacenados durante un período aproximado de 4 a 6 meses mientras se exporta, pudiendo provocar que los restos del mucílago que dejan las desmucilagadoras, sufran posfermentaciones indeseadas que cambian las características organolépticas de la bebida (aroma, acidez, cuerpo, fineza). De lo anterior, se ha tenido varias experiencias en diferentes beneficios del país, de las cuales se describen 2 pruebas realizadas en 2 fincas de Huehuetenango en donde se desarrollaron 5 tratamientos en la primera finca, y 4 tratamientos en la segunda, estos fueron: café solo desmucilagado mecánicamente, la combinación de fermentación natural y remoción mecánica y viceversa y solo fermentación natural, todos con secamiento natural en patios. Además en la primera finca, se tomó como referencia la forma que se efectúa en ésta (solo desmucilagado y secamiento mecánico).

Las muestras de la primera finca se cataron luego de ser procesadas y 5 meses después, mientras que las de la segunda finca, solo después de haber sido procesadas.

Se pudo comprobar que la apariencia en café pergamino se ve afectada, debido a que las máquinas desmucilagadoras no quitan totalmente la miel del grano, especialmente la que se encuentra en la hendidura, provocando coloraciones anormales.

Los resultados obtenidos en la prueba de catación de las muestras (de las 2 fincas) tomadas luego de ser procesadas, fue taza sana incluso finas, pero al volverlas a catar 5 meses después (las de la primera finca), los dos tratamientos en los cuales el café solo se pasó por la desmucilagadora, dieron una taza con sabor vinoso, considerado un defecto. Lo anterior es muy importante, debido a que la miel que las desmucilagadoras mecánicas no logran quitar, pueden afectar negativamente la calidad, si el café permanece almacenado por períodos prolongados (más de 5 meses).

La combinación de los métodos de remoción en forma natural y mecánica, dieron como resultado al momento de analizar las muestras, taza sana, al igual que el método de fermentación natural.

Es importante hacer notar que el secamiento puede influir negativamente en la calidad si no se realiza de forma controlada. Asimismo el contenido de humedad del grano al momento del análisis de las muestras debe ser el recomendado (9% a 12%), para que éstas expresen a plenitud todas sus características organolépticas.

Considerando que los cuatro tratamientos técnicamente fueron eficientes, se debe tomar en cuenta los factores ambientales, socioeconómicos, tecnológicos y mercado de venta, antes de ser aplicados.

I. INTRODUCCIÓN

El café de Guatemala es reconocido por su calidad y se considera uno de los mejores del mundo y quizá el mejor, y no se puede mencionar mejor ejemplo que los precios alcanzados en la subasta realizada este año 2001. Es el producto agrícola que más divisas genera a nuestro país.

Actualmente los caficultores están afrontando una crisis debido a los precios tan bajos que están pagando por este grano, una de las razones de esta crisis es la gran oferta que existe en el mercado, razón por la cual consideramos que a Guatemala no le conviene competir en cantidad con otros países que producen mucho más café como Brasil, pero sí puede competir con calidad que es lo mejor que tenemos.

Considerando que en el proceso de beneficiado húmedo fácilmente se puede perder la calidad que el café obtiene en el campo de cultivo, y con más facilidad en la fase de remoción de mucílago, se realizó la presente investigación sobre la influencia que puede tener el desmucilaginado mecánico sobre las características físicas y organolépticas del café, tomando en cuenta el auge que están teniendo estas máquinas en nuestro país. Además, se evaluaron la fermentación natural y la combinación de los dos sistemas: mecánico y natural.

El trabajo se desarrolló en su primera fase (proceso de beneficiado húmedo) en dos fincas de Huehuetenango, ubicadas a más de 1,500 msnm (4,500 psnm), con cafés clasificados como estrictamente duros (SHB), considerados por sus características organolépticas (aroma, cuerpo, acidez y fineza) como los de mejor calidad, y en su segunda fase, en el laboratorio de catación de Anacafé, en donde se llevaron a cabo los análisis correspondientes para determinar si hubo alguna influencia negativa de la remoción de mucílago por medio de los sistemas mencionados.

II. JUSTIFICACION

Debido a las características físicas y organolépticas tan especiales que tiene nuestro café, los tostadores y consumidores en el exterior lo han definido como uno de los mejores del mundo. El proceso de transformación del fruto maduro a café pergamino seco se realiza de tal forma que necesita de agua para su lavado. Por esta forma especial de beneficiado nuestro grano ha sido clasificado entre los llamados "suaves" o "lavados", que "debido a su apariencia, sabor limpio y suave, fino aroma y agradable acidez, obtiene los mejores precios" (J.F. Menchú, 12).

Tradicionalmente, el proceso de beneficiado se ha venido realizando en sus diferentes etapas: corte o recolección, despulpado, remoción de mucílago, lavado, secamiento y almacenamiento.

Cuando estas actividades se realizan de manera correcta, se garantiza la conservación de las características físicas (color, tamaño, forma, aspecto) y organolépticas (cuerpo, acidez, aroma, sabor, fineza) del café, que son las que determinan la buena calidad del producto. Una de las fases del proceso, en las que el café fácilmente puede deteriorarse y perder las características que trae del campo, es la remoción o degradación del mucílago. Esta requiere de un estricto control y que sea una persona experimentada la que determine el momento en que el mucílago se ha degradado completamente para poder realizar el respectivo lavado. Esta degradación puede llevarse a cabo en un tiempo de 12 a 72 horas, según la influencia de ciertos factores, como temperatura ambiental, madurez de la fruta, calidad del agua y otros. Cuando el café se lava antes de alcanzar su "punto de fermento", no se desprende fácilmente la película plateada (espermodermo) que recubre los granos y, según los catadores, esto es lo que provoca el defecto en la taza llamado "sabor áspero o astringente" o el denominado "frutoso". Cuando se lava después del tiempo óptimo o sea el momento en que ya dio "punto", aparece en la taza el sabor defectuoso llamado "sobrefermento", considerado el peor sabor en la bebida de café. Este defecto también puede surgir cuando no se eliminan totalmente los restos de miel al momento de realizar la fase de lavado, ya que a raíz de esos residuos se continúa el proceso de fermentación, provocando sabores indeseables en la "taza". Además de que la miel del café es un excelente sustrato para el desarrollo de hongos, al momento de su almacenamiento, que no sólo alteran el sabor original del café, sino que son nocivos para la salud.

En términos generales, si no eliminamos totalmente la miel o mucílago del café podemos deteriorar completamente la calidad del producto final.

Actualmente, por razones de agilizar el proceso, está tomando auge la utilización de maquinaria especializada en la remoción del mucílago, a través de movimiento y fricción (desmucilagadoras mecánicas). Existe la incertidumbre y la preocupación en los productores de cafés de altura, para utilizar esta forma mecánica de eliminación del mucílago, por la influencia que pueda tener sobre las características físicas y organolépticas de nuestros cafés. Es necesario señalar que hasta el momento no existe ninguna máquina en el mercado que logre eliminar totalmente el mucílago, especialmente el que se encuentra en la ranura del grano, el cual en determinado momento y en condiciones adecuadas, puede provocar problemas de posfermentaciones, afectando el sabor original de la bebida. No debemos olvidar que, cada vez, los consumidores son más exigentes en cuanto a la calidad del café y, además, estamos inmersos en un mundo globalizado, donde la cantidad de países productores es cada día mayor; por lo tanto, crece la oferta del aromático. Tomando en cuenta esto, es necesario estar conscientes de que debemos mejorar o por lo menos mantener la calidad de uno de los productos agrícolas que más divisas genera a nuestro país, para ser siempre competitivos.

Con base en lo anterior, se considera conveniente presentar los resultados de las pruebas realizadas con cafés de altura, los cuales, según los consumidores, son los de mejores atributos en la taza. De esta manera, evaluar si existe alguna influencia del desmucilagado mecánico sobre las características físicas y organolépticas de este preciado grano.

III. MARCO TEORICO

3.1. GENERALIDADES

3.1.1. Origen del café

El origen del café se ubica en Etiopía, Africa, de aquí fue trasladado al Asia por el Mar Rojo y el golfo de Adén.

Los holandeses llevaron el cafeto en el siglo XVII de Java a Holanda, a sus invernaderos del Jardín Botánico de donde se distribuyó a otros jardines botánicos de Europa. Entre 1714 y 1718, vino a América, a la Guayana Holandesa; al llegar a la Isla Bourbon, recibió un fuerte impulso como cultivo.

Según los estudios se estima que el café en Guatemala fue introducido por los padres jesuitas en el año 1760, trayéndolo como planta ornamental para sus jardines de Antigua Guatemala, de aquí se extendió a Jutiapa, las Verapaces y a las orillas de la ciudad de Guatemala. Posteriormente, surgen las fincas grandes en varios departamentos del país, como Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla, Alta Verapaz, Jutiapa, Sacatepéquez, Guatemala y Quetzaltenango.

En 1743, se ofreció una fiesta cuando a la Catedral de Antigua Guatemala se le dio la categoría de Catedral Metropolitana; al terminar la actividad, a los presentes se les convidó a deleitar una taza de café, lo cual fue visto como una medida de muy buen gusto (4).

3.1.2. Generalidades del fruto de café

El fruto de café se clasifica como una drupa, cuya cosecha se realiza en nuestro país de julio a marzo pudiendo llegar a mayo, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar y las condiciones ambientales.

Esta altura influye además en la clasificación del grano, tomando en cuenta que las características organolépticas se acentúan a mayor altura, pero no excediendo 1,700 msnm (5,500 psnm), en donde se pierde la capacidad productiva de la planta.

En la figura 1 podemos apreciar las partes que componen un fruto de café.

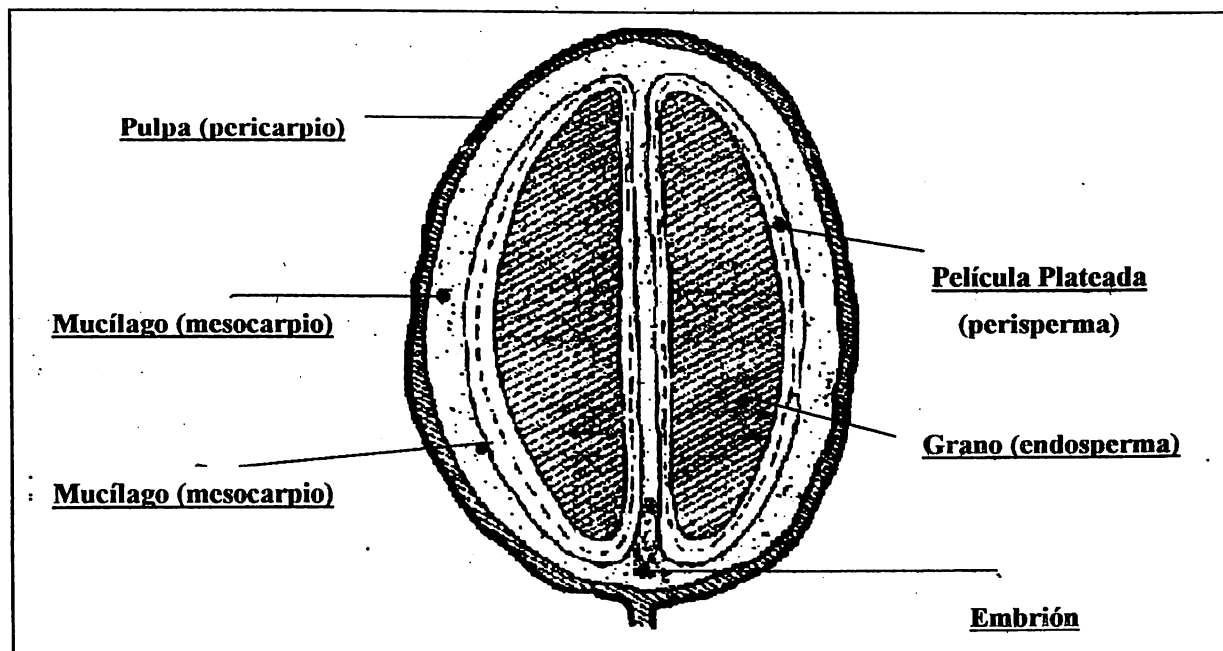


Figura 1: Partes que componen un fruto de café

3.1.3. Composición de un fruto de café

El cuadro 1 contempla el contenido en peso porcentual de un fruto de café (2)

Cuadro 1: Contenido en peso porcentual de un fruto de café

PRODUCTO	PORCENTAJE EN PESO
Fruto del café	100
Pulpa del café	40
Café oro	19.5
Pergamino o cascarilla	4.5
Agua del secado	18
Mucilago	18

Fuente: Manual de Beneficiado Húmedo del Café. Anacafé.

En el cuadro anterior podemos apreciar que 40% del fruto, corresponde a la pulpa y 18% a mucilago, los cuales tienen que ser eliminados o removidos a través del proceso de beneficiado húmedo, que es la forma agroindustrial como se trabaja en Guatemala para obtener un café "suave lavado".

3.1.4. Concepto de la calidad del café

Hablar de calidad en café es muy difícil, abarca muchos aspectos que pueden crear cierta confusión, lo que es bueno para unos puede ser malo para otros. Pero retomamos el concepto de Suárez Salaverria, cuando dice que la calidad en café debe ser "Grado de excelencia, aquello que satisface al consumidor y libre de defectos" (19), ya que consideramos que es lo que más se adapta. Cualquier actividad que se haga mal durante las fases de cosecha o poscosecha puede incidir en el sabor original del café, pudiendo causar un defecto y como consecuencia pérdida de la calidad que busca el consumidor.

3.1.5. Determinación de la calidad

Esta actividad la realiza una persona especializada en el ramo, y no es más que calificar las características físicas y organolépticas del grano. Esta persona debe tener conocimiento, experiencia y habilidad natural para poder percibir cada uno de los atributos o defectos que pueda tener el café. Debe tomarse en cuenta que tanto los atributos como los defectos están basados en las exigencias del consumidor.

En Guatemala se han clasificado las calidades o tipos de acuerdo con la altura donde se producen y las características que presenten.

Normalmente las características que se califican en la catación son las siguientes:

3.1.6. Características físicas

Para determinarlas, se califica lo siguiente:

- a) Aspecto de café en oro (verde)
- b) Secamiento (humedad)
- c) Tamaño del grano
- d) Color en oro y tostado
- e) Olor de grano
- f) Aspecto externo
- g) Hendidura del grano
- h) Defectos

3.1.7. Características organolépticas

- a) Aroma
- b) Intensidad del cuerpo
- c) Acidez
- d) Sabor en general
- e) Presencia de aromas y sabores defectuosos

Para fines de investigación se analizan otras características más específicas que se detallarán en la metodología.

Dependiendo de las características antes mencionadas que muestre el café, así será su clasificación. Se debe mencionar que esta clasificación se realiza debido a que la altura acentúa la acidez, el cuerpo, el aroma, el carácter, la fineza y otros.

En el cuadro 2 se muestran los tipos en que se clasifica el café de Guatemala (2).

Cuadro 2: Tipos de café producidos en Guatemala

TIPOS	METROS	PIES
Bueno lavado	Hasta 606	2,000
Extra bueno lavado	De 606 a 758	2,000-2,500
Prima lavado	De 758 a 909	2,500-3,000
Extra prima lavado	De 909 a 1,060	3,000-3,500
Semiduro	De 1,060 a 1,212	3,500-4,000
Duro	De 1,212 a 1,364	4,000-4,500
Estrictamente duro	1,364 y más	Arriba de 4,500

A continuación se describe las características que hacen diferente a cada uno de estos tipos:

- a. **Bueno lavado (Good Washed = GW):** el grano es poco definido en su forma; pequeño, poco peso, con la ranura bastante abierta y recta, color verde pálido. Su tostado es sin carácter y superficie lisa, mientras que su bebida presenta un aroma suave o tenue, sin cuerpo ni acidez, o muy leves.
- b. **Extra bueno lavado (Extra Good Washed = Extra GW):** Es de mejor presentación que el anterior, con una taza más limpia, con mejor sabor y características. Por los precios tan bajos en estos momentos están tendiendo a desaparecer.
- c. **Prima lavado (Prime Washed = PW):** grano pequeño, forma normal, liso en grano verde y tostado, con la ranura abierta y recta, color verde aceituna. Su tueste es "flojo", color claro, sin carácter. Su aroma es suave y su sabor sin cuerpo ni acidez.
- d. **Extra prima lavado (Extra Prime Washed = Extra PW):** grano mediano, la tonalidad del verde es más oscura que el prima lavado, con la hendidura poco torcida y semiabierta. Este desarrolla en el tueste un poco más de carácter que el anterior, así también de cuerpo y acidez en la bebida.

- e. **Semiduro (Semi Hard Bean = Semi HB):** grano grande, de color verde jade, poco corrugado y su ranura poco torcida. Su tueste es oscuro, con manchitas claras sobre su superficie; presenta bastante aroma, con acidez y cuerpo balanceados.
- f. **Duro (Hard Bean = HB):** se caracteriza por su grano grande, compacto y corrugado, ranura cerrada y torcida o en zig zag. Su tueste presenta buen carácter, su aroma es muy pronunciado, con mejor cuerpo y acidez que el semiduro y bien balanceados.
- g. **Estrictamente duros (Strictly Hard Bean = SHB):** se caracteriza por ser un grano bastante compacto y corrugado, con la hendidura bastante cerrada y torcida o en zig zag; es de color verde azulado. Regularmente presenta cierta cantidad de película plateada adherida. Su tueste es bastante oscuro y corrugado. Su bebida presenta excelente aroma, buen cuerpo, acidez bastante pronunciada y, en muchos casos, lo distingue la fineza. (2, 12).

Además de estos tipos, se ha hecho una clasificación de cafés regionales producidos arriba de 5,000 pies, éstos son:

- a. San Marcos Volcánico
- b. Atitlán
- c. Genuino Antigua
- d. Nuevo Oriente
- e. Cobán
- f. Fraijanes y
- g. Huehuetenango

3.1.8. Proceso agroindustrial de beneficiado húmedo

En Guatemala, como se mencionó anteriormente, debido al sistema utilizado para beneficiar el grano, se producen los cafés llamados “suaves lavados”, igualmente en México, Colombia y los países de Centroamérica. Brasil, que es el mayor productor de café en el mundo, utiliza el sistema de beneficiado por vía seca produciendo los cafés llamados en el ámbito comercial “naturales o fuertes”. Es importante mencionar que la característica de “suave lavado” la brinda el hecho de que al café se le elimine la miel o

mucílago (mesocarpio) en una de las fases del proceso; contrariamente a lo que hace Brasil, que seca su café con todo y su cáscara o pulpa (pericarpio), para que posteriormente se retrille. Como puede notarse en el proceso “vía seca”, el mucílago queda adherido al grano, dándole el sabor característico de natural o fuerte, haciendo notar que si este sabor se detecta en los cafés lavados, es considerado como un defecto.

Actualmente, la calidad del café está jugando un papel muy importante en su comercialización, cada vez los consumidores están siendo más exigentes, desde la variedad utilizada hasta lograr una buena preparación en la bebida, pero es en la plantación en donde el fruto se va a conformar y en donde vamos a obtener las características intrínsecas que tanto se buscan (acidez, cuerpo, aroma, fineza).

Una de las fases poscosecha, que tiene gran influencia en la buena calidad del café, es el proceso de beneficiado húmedo para obtener cafés suaves; en cada etapa de éste se debe poner atención especial, a fin de no cambiar o alterar las características antes mencionadas. Estas etapas se describen a continuación:

a) **Corte o recolección:** Se considera una etapa del proceso, y quizá la más importante, ya que cualquier grano que no esté en su punto ideal de madurez fisiológica puede alterar el sabor de la bebida. Para ser más explícitos, mencionaremos los frutos que pueden alterar este sabor:

- i. **Frutos verdes.** Estos no han llegado a su plena madurez, y difícilmente logren clasificarse durante el proceso con los métodos convencionales (sifón, criba), lo que puede provocar problemas para su despulpada, debido a que carecen de mucílago para efectuar bien esta operación, repercutiendo en el tiempo de vida de la máquina. Además, la fermentación no se realiza adecuadamente, provocando en las pilas o tanques fermentaciones desparejas y problemas en el lavado. A esto debemos sumarle que por no haber alcanzado su total madurez los rendimientos son menores, lo que también repercute en el precio. Por último, podemos mencionar que al momento de su catación generan un sabor “áspero” o “astringente” en la bebida, lo cual es considerado un defecto.
- ii. **Frutos sobremaduros.** Estos han sobrepasado el estado de madurez fisiológica, produciendo una fermentación, y ésta da como resultado un grano manchado de color rojizo, aspecto que demerita su apariencia y provoca a la bebida un defecto llamado “vinoso”. Por lo anteriormente descrito, es importante resaltar que también se produce una alteración en el proceso de fermentación en las pilas.

- iii. **Fruto vano.** Son frutos entre los cuales aparecen un grano bien conformado y el otro mal desarrollado o completamente vacío; el grano vano se elimina con facilidad, al momento de la clasificación en cualquiera de las etapas, mientras que el grano bueno no afecta en lo absoluto el sabor de la bebida, al contrario, se dice que presenta mejor taza que un grano normal.
 - iv. **Granos negros.** Llamados bolitas o jocotes, y son producto de enfermedades fungosas en la plantación, pueden provocar el sabor defectuoso en la taza, llamado “sucio”.
 - v. **Frutos brocados.** Son originados por el ataque de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*), el cual perfora los granos y causa baja en el rendimiento y el sabor defectuoso llamado “sucio”.
 - vi. **Frutos recogidos.** Son aquéllos que por cualquier razón se caen de la planta, y al momento de la cosecha son recogidos del suelo, pudiendo estar contaminados (infectados) por microorganismos. Esto puede provocar en la bebida el defecto llamado “sabor a río” o “sabor a yodo”. Aunque también existen otros frutos que pueden causar problemas, los más comunes son los ya mencionados. (12).
- b) **Recibo del fruto.** Actualmente se están construyendo recibidores total o parcialmente secos, con el fin de utilizar menor cantidad de agua en el proceso, pero es indispensable no obviar la clasificación del fruto maduro, para esto se necesita el tanque o canal sifón, cuyo objetivo es eliminar todos aquellos materiales que por su menor peso flotan en el agua; con esto se logra una separación entre los frutos de peso normal y los materiales que no pesan (café vano, palos, hojas y otros)
- c) **Despulpado.** Después de haberse realizado una clasificación de fruto maduro, se elimina la cáscara o pulpa, mediante las máquinas llamadas despulpadoras, las cuales tienen que estar en perfecto estado para no dañar los granos al momento del despulpe. En la actualidad, estas máquinas están siendo diseñadas para trabajar en seco, lo que ayuda a obtener la pulpa totalmente seca, esto contribuye a que la misma no provoque malos olores al momento de su descomposición y, además, que ésta se realice de manera rápida, y así aprovecharla como un abono orgánico. El café despulpado es necesario clasificarlo, lo que debe hacerse mediante cribas rotativas, zarandas oscilantes u otras formas que logren eliminar todos aquellos materiales que no deben pasar a las pilas de fermentación, tales como pulpa, café semidespulpado, café sin despulpar y otros.

- d) **Remoción del mucílago.** Se considera como una de las etapas más delicadas del proceso, debido a que cualquier descuido puede alterar considerablemente el sabor de la bebida. Existen diferentes maneras de eliminar la miel o mucílago del grano: en forma bioquímica (fermentación natural), enzimática, química y mecánicamente (desmucilagadoras). Más adelante nos referiremos detalladamente a este tema, por ser el de interés en este estudio.
- e) **Lavado.** Cuando el mucílago se ha degradado en las pilas de fermentación, hay que eliminarlo completamente, por lo que es necesario lavarlo con agua limpia para no dejar restos de miel que puedan afectar las características organolépticas de la bebida. Es importante señalar que esto se realiza cuando el mucílago del café se degrada en las pilas de fermentación, pero cuando se hace en forma mecánica, la metodología es otra, la cual será descrita más adelante. En esta etapa del proceso también debe realizarse una clasificación, debido a que las despulpadoras, aunque estén bien calibradas, siempre dejan pasar algunos granos sin despulpar o cierta cantidad de pulpa, que se van hacia las pilas, lo cual se puede eliminar al momento de lavarlo.
- f) **Secamiento.** Al momento de lavar el café, el contenido de humedad del grano es de 55% aproximadamente, el cual tiene que bajarse en esta etapa al 10-12% para poder almacenarse o trillarse. Puede hacerse en forma natural (al sol), mecánica (secadoras) o mediante la combinación de ambas.
- g) **Almacenamiento.** Esta etapa merece especial atención, porque el café es demasiado delicado para su almacenamiento. Cualquier cambio de humedad dentro del almacén influye en el grano, asimismo cualquier olor extraño al café puede contaminarlo. Por lo anterior, es indispensable almacenar el café en lugares en donde no se den cambios bruscos de temperatura o humedad y que no haya ningún producto que pueda alterar el sabor original del café (ver figura 2).

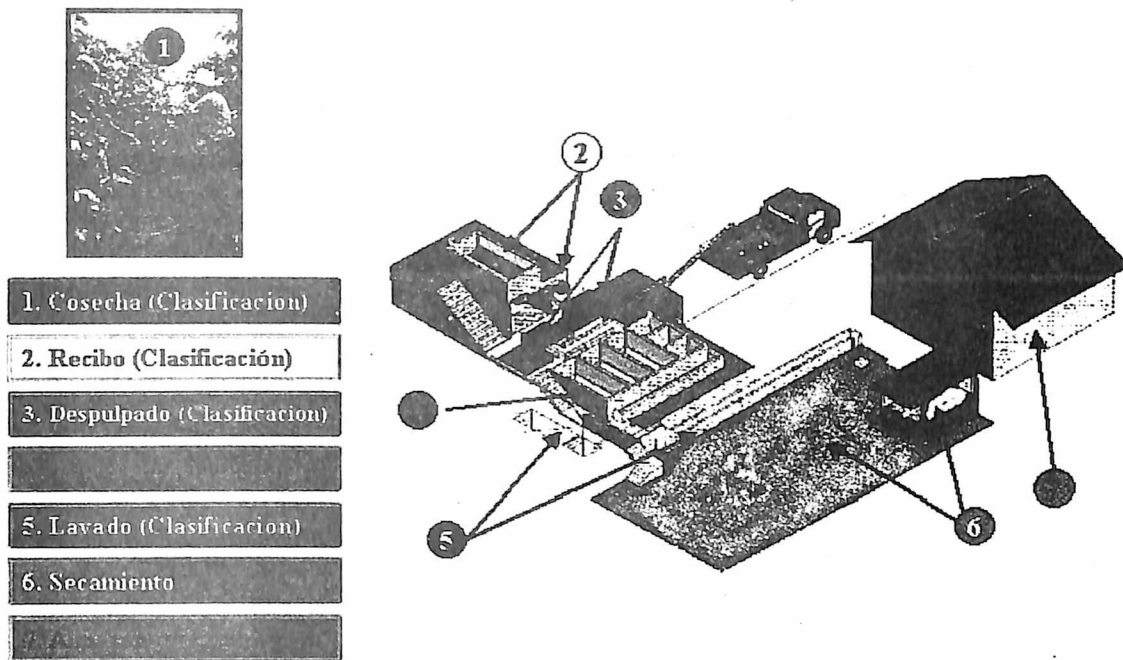


Figura 2: Proceso de beneficiado húmedo

3.1.9. Formas de remoción o eliminación del mucílago

El mucílago es un material coloidal insoluble en el agua (hidrogel), el cual es necesario solubilizarlo para obtener un hidrosol y poder eliminarlo en el lavado. Los objetivos de su eliminación son los siguientes.

- a. Facilitar el secamiento de café en pergamino
- b. Impedir el posible deterioro de la calidad, que puede ocurrir como consecuencia de fermentaciones indeseables
- c. Prevenir las posfermentaciones
- d. Evitar que los granos recubiertos con partículas de mucílago se adhieran entre sí y se provoque un daño mecánico al momento de trillarlo.

Tomando en cuenta que en nuestro país y otros que producen cafés suaves o lavados, la forma de remover el mucílago ha sido de manera tradicional, dejando el grano en fermentación de 12 hasta 72 horas, factor que hace que el proceso se prolongue; por lo que los productores han buscado la forma de cómo reducir ese tiempo para que el café no sufra pérdida de peso, y lograr una agilización. De esta cuenta, las formas utilizadas son las siguientes:

a) Método bioquímico o fermentación natural

b) Métodos enzimáticos

c) Sistemas mecánicos (desmucilagadoras)

d) Métodos químicos

e) y actualmente la combinación del sistema mecánico con el bioquímico, independientemente de cual se haga primero.

Cada una de estas formas de eliminación del mucílago tiene sus ventajas y sus desventajas, y en su momento han servido para agilizar el proceso, pero es importante tomar en cuenta que para su uso existen ciertos factores que podrían ser una limitante: costo, tiempo, mano de obra, interacción con el medio ambiente, calidad del producto final y otros.

a) Método bioquímico o fermentación natural

En Guatemala como en otros países que producen cafés lavados, éste es el sistema que se ha utilizado durante más de 100 años.

Esta actividad se realiza en pilas o tanques de fermentación e incluso en costales.

La fermentación se lleva a cabo en un tiempo que oscila entre las 12 y 72 horas, dependiendo de ciertos factores, como:

- a. Altura sobre el nivel del mar
- b. Temperatura
- c. Madurez del fruto
- d. Drenaje de las pilas
- e. Altura de las pilas
- f. Calidad del agua utilizada en el despulpado y otros.

Cuando se toman en cuenta estos factores y la persona encargada del proceso realiza eficientemente esta fase, se asegura un producto final de calidad, como la afirma Roa, M.G., et al. “Cuando esta operación se realiza bajo control se obtienen cafés con alta calidad en taza” (16).

Tradicionalmente es el método que se ha usado a través de los años, y se han obtenido excelentes precios en el mercado cuando el proceso se ha desarrollado en forma eficiente.

Es importante hacer notar que en nuestro país se estima que existen alrededor de 16,000 beneficios y que de éstos alrededor de 12,000 son catalogados como artesanales (5, 7), en donde la fermentación se realiza ya sea en pequeñas pilas o en costales.

Anteriormente se señalaba que dependiendo de ciertos factores, así era el tiempo en que la fermentación se lleva a cabo. Por ejemplo, el simple hecho de utilizar agua limpia para despulpar provoca que la fermentación en las pilas sea demasiado lenta, lo que viene a evitar que el proceso sea continuo, lo cual incide en la pérdida de tiempo.

En los beneficios clasificados como tradicionales, la cantidad de agua empleada es muy elevada, y esto constituye una desventaja para esta forma de remoción. En Guatemala se están reconvirtiendo los beneficios, de manera que el consumo de agua sea lo menos posible, siempre con el objetivo de poder obtener un producto final de calidad. Hasta el momento, los resultados obtenidos demuestran que el recircular las aguas no afecta en lo absoluto la calidad (8), cuando el manejo de este líquido se emplea correctamente.

Muchos investigadores coinciden en la pérdida de peso cuando el proceso de fermentación se prolonga (Alvarez G., Carbonel y Villanova, Calle H.) (1).

Según Cleves, R. (18) esta pérdida de peso se atribuye a los procesos metabólicos que transforman materiales sólidos en gases que se pierden por difusión. Esta pérdida se estima en un 3% o 4%, incluso puede ser mayor, asegura.

Debemos tomar en cuenta que las investigaciones realizadas, para determinar la pérdida de peso del café, al remover el mucílago en forma natural (fermentación), se han hecho cuando el despulpado se lleva a cabo con la ayuda de agua limpia. Actualmente se está incrementando el uso de agua recirculada para despulpar. Cuando hablamos de agua recirculada, también debemos aclarar que ésta es la que se utiliza para lavar por segunda ocasión el café, o sea el agua de "segundo lavado". Esta contiene enzimas, pectinas y microorganismos que, al momento de despulpar, se adicionan al café que cae a los tanques de fermentación, lo que permite acelerarla y, por ende, efectuarla en menor tiempo; por la tanto, la pérdida de peso por la degradación del mucílago ya no es tan significativo.

Con respecto al uso del agua, podemos mencionar que según estudios realizados por técnicos de Anacafé, se determinó que la cantidad de agua utilizada en un beneficio tradicional para procesar un quintal de pergamino seco es de 2,000 a 3,000 litros mientras que en un beneficio tecnificado, el consumo de agua por quintal pergamino es de aproximadamente 100 a 200 litros, un ahorro de más o menos el 90% (2, 5, 7).

b) Método enzimático

Con el objetivo de agilizar el proceso y más que todo la fase de remoción del mucílago, se ha recurrido al uso de enzimas del café y otras frutas, lo que ha dado resultados satisfactorios en cuanto al tiempo y calidad de taza, según el estudio efectuado por León Menéndez, M.T.,(11), quien no encontró diferencias significativas en la dosificación . De acuerdo con este autor, a mayor cantidad de enzimas pueden elevarse los costos del proceso, y esto representa una desventaja, sumado a que actualmente es difícil conseguir dichas enzimas en el mercado y si se encuentran su costo es muy alto. Si tomamos en cuenta que son enzimas extraídas del café, puede resultar mucho más barato y más fácil la recirculación del agua que anteriormente mencionamos, considerando que no hay que realizar ningún tipo de premezclado, como lo menciona Alvarez, G. (1) en los siete reportes que él describe. En el Manual de Beneficiado Húmedo, de Anacafé, podemos observar en forma detallada la recirculación del agua en una planta de beneficiado (2).

c) Método químico

Es preciso señalar que el hecho de que en nuestro país exista gran cantidad de beneficios, en ciertas circunstancias ha resultado beneficioso, debido a que las cantidades de café a trabajar son mínimas comparadas con las cantidades en beneficios húmedos de El Salvador. En este país la cantidad de beneficios no llega a cien, por lo que son centrales de beneficios (centros de acopio) las que existen, ya que la cantidad de café que se trabaja es superior comparada con los beneficios nuestros. Por lo anterior, era necesario encontrar formas de agilizar el proceso de fermentación.

Este método fue utilizado más que todo en El Salvador, Carbonel y Villanova son los primeros investigadores sobre este tema (Menchú)(3). Los productos utilizados fueron soda cáustica y cloruro de calcio, siempre con el interés de reducir el tiempo en la fase de fermentación, lo cual fue satisfactorio en los resultados obtenidos de estas pruebas. Indudablemente, existen siempre algunas desventajas en el uso de productos químicos. Por ejemplo, con soda cáustica se da el inconveniente del control de la dosis exacta y el momento del lavado, además provoca una coloración indeseable en el pergamino. También el uso de la cal presenta ciertos problemas, ya que para preparar la solución que se agregaría al café, tenía que ser con

agua caliente. Actualmente, usar estos productos resulta problemático por los costos, la dificultad de preparación y, lo más riesgoso, los problemas de contaminación que podrían provocar.

La cal, en algunos casos en nuestro país se sigue usando, pero no con la metodología antes mencionada, sino aplicándola en forma de polvo sobre el café, o encalando las pilas y de alguna manera ha ayudado a que se realice la fermentación en un tiempo más corto.

d) Remoción mecánica

Podemos comenzar diciendo que hasta el momento no hay ninguna máquina que logre remover completamente el mucílago (13). La manera como éstas ejecutan esta función es por medio de fricción y agitación, aprovechando la velocidad a la que trabaja la máquina.

Esta forma ha tenido cierto auge en nuestro medio, debido a que es un método rápido de remoción del mucílago y según asegura Roa, et al., en su extracto del libro Beneficio Ecológico del Café, una Operación Rentable,(16), “El desmucilaginado mecánico permite realizar la remoción rápida del mucílago sin afectar la calidad física y organoléptica. Si la operación de secado es iniciada inmediatamente”. Asimismo, otros autores aseguran que la calidad no es afectada al utilizar este método (13,14).

No olvidemos que Guatemala es un país que ha destacado en lo que respecta a la producción de cafés de altura, y que según los consumidores son los de mejor calidad; por lo tanto, debemos asegurarnos de que cualquier cambio que adoptemos en la tecnología de proceso de beneficiado húmedo debe garantizarnos que no afectará la calidad del producto final.

Además, recordemos que nuestro café en pergamino permanece por algún tiempo almacenado, mientras se ejecuta el proceso de compraventa, y de alguna manera, ya sea por cambio en la temperatura o humedad, puede generar un proceso de posfermentación no deseada que puede afectar tanto la apariencia como el sabor de la bebida. Por lo anterior, es necesario realizar investigaciones que nos brinden la certeza de que este método puede o no afectarnos la calidad de nuestro café, para poder aplicarlo, si es conveniente y poder aprovechar las ventajas que ofrece.

Calle H., citado por Vásquez M. e Hidalgo U. (19), menciona que el uso de desmucilagadoras mecánicas provoca la adherencia de la película plateada en un 92% de los granos, así también Wilbaux también citado por Vásquez (19), asegura que los restos de miel que quedan adheridos a las semillas pueden generar posfermentaciones que resultan nocivas durante el escurrimiento y el presecado.

Otro hecho significativo puede ser el uso combinado de fermentación natural y desmucilaginado mecánico, con el objetivo de reducir el tiempo de remoción, pero no olvidemos que las condiciones climáticas de nuestro país son muy variables en las distintas zonas cafetaleras, por lo que también hay que investigar cuáles son los tiempos necesarios de fermentación para poder combinarlo con las desmucilagadoras, y además averiguar si esta fermentación debe ser antes o después de pasarlo por la máquina, debido a que se han encontrado casos en los que al dejar por mucho tiempo el café fermentando en pilas y pasarlo después por las máquinas, produce que el café se pele, o sea se elimine el pergamino con facilidad, influyendo en los rendimientos y en la calidad de taza.

3.1.10. Tipos de desmucilagadoras

Con el fin de agilizar la remoción del mucílago, se han inventado una serie de desmucilagadoras, pero no todas han llenado los requerimientos de los caficultores por diferentes circunstancias: anteriormente no trabajaban en forma continua, no eliminaban totalmente el mucílago y gastaban mucha energía. Actualmente algunas de estas desventajas se han mejorado, ya existen máquinas que trabajan en forma continua, pero aun no se ha solucionado el problema de eliminación total del mucílago, siempre se mantiene el problema que estas máquinas dejan cierto porcentaje de miel en el grano de café, pudiendo afectar la calidad. Otro problema es el gasto de energía, estas máquinas necesitan de motores no menores de 5 hp para su funcionamiento; para pequeños caficultores o para beneficios de grupos en donde aun no ha llegado la energía eléctrica es un verdadero problema.

Las desmucilagadoras más conocidas antiguamente eran: la Roeng (alemana), la Aqua- Pulpa (versión inglesa de la anterior), la Hess (de Puerto Rico), la D'Andrea (de Brasil) y la Fukunaga de Hawaii (3).

De cualquier manera se ha ido mejorando en el diseño y forma de trabajo de las máquinas, y en su momento han resultado de gran utilidad, pero siempre se han encontrado algunos detalles que se han logrado mejorar sustancialmente.

a) Desmucilaginadora tipo Fukunaga

Esta fue construida en Guatemala, la idea original fue del Dr. E. Fukunaga, tenía la característica de eliminar en forma continua el mucilago del café, pero tenía el inconveniente que la eliminación no era completa, dejaba un 25% de miel adherido en el grano (3).

Aproximadamente tenía la capacidad de trabajar 40 quintales maduro por hora (24 quintales despulpado), con un gasto de agua de 1.5 galones por minuto; su velocidad óptima era de 1,000 revoluciones por minuto (rpm) en su primer agitador y 1,200 rpm. en su segundo agitador; la energía necesaria para su funcionamiento era de 2 HP (caballos de fuerza) (ver figura 3) (3).

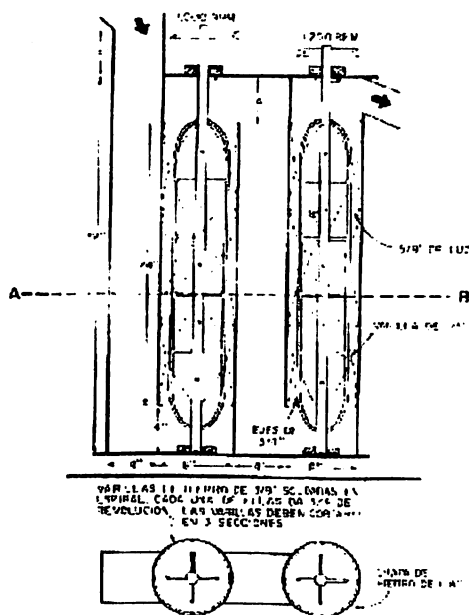


Figura 3: Desmucilaginadora tipo Fukunaga.

b) Desmucilagadoras por tandas

También llamadas Centroamericanas, constan de un depósito en donde se coloca el café, el cual lleva un eje central con un agitador de disco perforado o de hélice, que al estar en movimiento hace un buen desmucilaginado, en períodos de 30 minutos; frecuentemente se utilizaban con agua caliente o con mezclas de enzimas. El inconveniente de esta máquina, es que al hacerlo por tandas (60 qq /hora) requiere de cierto tiempo para su funcionamiento (ver figura 4) (3).

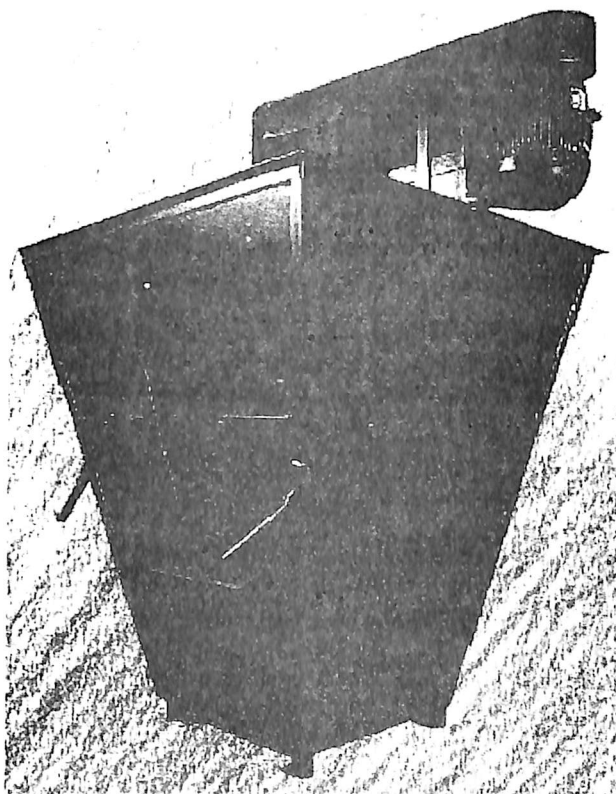


Figura 4: Desmucilagadora por tandas.

c) Desmucilagadoras Elmu

El propósito del desmucilagado mecánico es agilizar el proceso de remoción del mucílago, y en el afán de encontrar una desmucilagadora que realizara este proceso en forma continua, en El Salvador se ensayó la tipo Elmu (eliminación de mucílago), la cual dió buen resultado debido a que su funcionamiento era continuo. Consiste básicamente en un cilindro vertical con barras fijas y un eje central con barras que giran alrededor de 530 rpm., impulsadas por un motor de 11 kw. El café penetra por la parte posterior y por gravedad recorre tres compartimientos buscando la salida en la parte inferior de la máquina. Posteriormente fue producida en Costa Rica con algunas modificaciones. Actualmente todavía la construyen algunas casas comerciales (ver figura 5) (3).

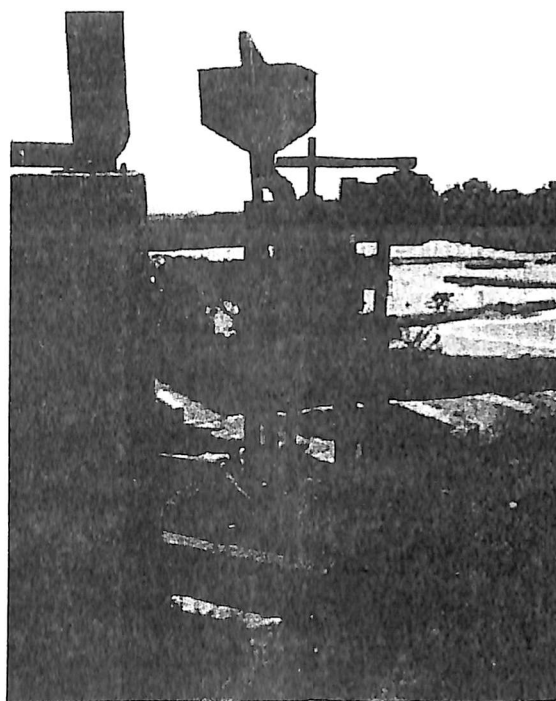


Figura 5: Desmucilagadora tipo Elmu

d) Desmucilagadora de cepillo

El gran problema de las desmucilagadoras es que no logran eliminar el mucilago que tiene el grano en la ranura o hendidura, el cual en determinado momento puede provocar problemas de calidad en la bebida. Tomando en cuenta esto el Ing. Mec. Adolfo Barrios diseño un prototipo de desmucilagadora que consistía básicamente en un cilindro hermético, un eje principal, un tornillo “sinfin” transportador, un cepillo de fibra plástica, una tolva de recepción y un motor eléctrico trifásico de 3 hp. Su funcionamiento consistía en alimentar la tolva de entrada con café despulpado, el cual era transportado por el tornillo “sinfin” que rotaba a una velocidad de 95 rpm., siendo distribuido de manera uniforme por un embudo acoplado al eje. La fricción provocada por el cepillo plástico y la lámina perforada provocaban la limpieza del grano. Dependiendo de la necesidad de la limpieza del grano, el cilindro podía inclinarse con el objetivo de que el café permaneciera por más tiempo en contacto con el cepillo limpiador. Desafortunadamente no se contó con el apoyo necesario para su fabricación y distribución por lo que no fue ampliamente conocida (ver figura 6) (6).



Figura 6: Desmucilagadora de cepillo.

e) Desmucilagadora continua de flujo ascendente

Buscando siempre la mayor limpieza del grano, se vio que la desmucilagadora tipo Elmu por ser de flujo descendente, el café permanecía poco tiempo en contacto con los agitadores por lo que el café aun salía con cierta cantidad de mucílago adherido. Actualmente se está combinando el desmucilagado y el lavado en una sola máquina, y son los colombianos los que se ha dedicado a realizar investigaciones sobre la mayor eficiencia en el desmucilagado. Resultado de estas investigaciones han resultado una serie de máquinas que han tenido gran éxito. Una de éstas y quizá la más conocida en nuestro país es la desmucilagadora vertical ascendente tipo "Delva", que según sus fabricantes con un litro de agua puede eliminar el mucílago a un kilogramo (2.2 libras) de café pergamino seco. Este tipo de desmucilagadoras vertical ascendente ya se fabrican en varios países como: Guatemala, Costa Rica, Colombia Brasil y otros, el principio es exactamente el mismo, con algunas diferencias como el tener un calibrador para el tipo de fruto que se este cosechando según la época de corte y madurez de éste (ver figura 7) (2).



Figura 7: Desmucilagadora de flujo ascendente tipo DELVA.

IV. OBJETIVOS

1. **Evaluar los métodos de remoción del mucílago: en forma mecánica, natural (fermentación) y la combinación de ambos, y su influencia sobre las características físicas y organolépticas del café.**
2. **Determinar si la combinación de los dos métodos, mecánico y natural, puede ayudar a agilizar y facilitar la remoción del mucílago sin alterar la apariencia y el sabor del café.**
3. **Generar información sobre el método de remoción del mucílago del café vía mecánica, que pueda servir como base tanto a productores como a cualquier persona involucrada en el sector café, que le ayuden a tomar decisiones en el proceso de beneficiado húmedo.**
4. **Encontrar alternativas que agilicen la remoción del mucílago sin alterar las características físicas y organolépticas del café**

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. METODOLOGIA

El presente trabajo recaba la información que se generó a través de las pruebas realizadas, las que ayudaron a determinar la influencia que pueden tener las distintas maneras de remoción del mucílago, ya sea en forma tradicional, aplicando el método conocido como fermentación natural en pilas o tanques, el sistema mecánico, para lo cual se usan las máquinas llamadas desmucilagadoras y la combinación de ambos sistemas.

El interés de la investigación está dirigido a los cafés de altura, considerados los más finos, tomando en cuenta que, según los consumidores, son los que contienen mejores atributos y que proporcionan una mejor taza (mejor calidad); de éstos nuestro país produce más del 60%.

El trabajo se llevó a cabo en dos fases: la primera en el proceso de beneficiado húmedo y la segunda en el laboratorio de catación de Anacafé.

Se debe tomar en cuenta que el café en pergamino no se exporta inmediatamente después de haber sido procesado en el beneficio húmedo, sino permanece alrededor de cinco meses almacenado, mientras se logra su venta. Es de interés también investigar qué sucede con esos cafés desmucilagados mecánicamente, mientras están almacenados. Se quiere determinar si, de alguna manera, la fase de almacenamiento influye sobre los restos de mucílago que hayan quedado adheridos al pergamino, y si afecta positiva o negativamente sobre el sabor en la taza. Por lo tanto, se presentarán los resultados de taza al catar cinco meses después los mismos cafés de la primera prueba.

5.1.1. Ubicación del experimento

Se efectuaron pruebas en dos fincas situadas en el departamento de Huehuetenango, a una altitud entre los 1,212 y 1,364 msnm (4,000 y 5,000 psnm). Sus beneficios húmedos tienen capacidad de procesar alrededor de 800 quintales de café maduro, al día, y cada uno emplea diferente mecanismo para realizar dicho proceso.

5.1.2. Primera fase (proceso de beneficiado húmedo)

Esta fase se practicó en dos fincas de Huehuetenango, productoras del café clasificado según la altura y sus características organolépticas como “estrictamente duro” (SHB).

En la primera finca el proceso se desarrolla de la forma siguiente: el café se recibe en un tanque sifón, cuya función es desnatar o sea quitar o eliminar cafés que por su baja densidad flotan y cualquier otro material (hojas, palos y otros). El fruto maduro de buen peso se lleva hacia los despulpadores, los cuales efectúan este trabajo totalmente en seco; los granos despulpados se clasifican en una criba cilíndrica, la que separa granos no despulpados, vanos y pulpas. Luego, el grano bueno se transporta con ayuda de un tornillo “sin fin” hacia las desmucilagadoras, proceso que se realiza aproximadamente en un tiempo de 2 a 4 horas dependiendo de la cantidad de café que se trabaje, de aquí es trasladado a los patios de secamiento, en donde permanece por un día, con el objetivo de eliminar el agua superficial, posteriormente es llevado hacia las secadoras mecánicas tipo guardiolas en donde permanece alrededor de 24 horas, para su secamiento total. Como puede notarse, el café no pasa por las pilas de fermentación, y de hecho éstas se encuentran en desuso.

Es importante señalar que el café que se utilizó en el tratamiento E, es según este proceso.

La maquinaria utilizada para realizar el proceso son 4 despulpadores 255-C de la marca Penagos, con capacidad para despulpar 45-55 qq/h, mientras que las desmucilagadoras son del tipo vertical ascendente DELVA-7500, con capacidad para 150 qq/h.

Los tratamientos evaluados en la primera finca fueron los siguientes:

TRATAMIENTO A: se tomó una muestra de café al salir de la desmucilaginadora, seguidamente se llevó a la fase de secamiento en forma natural en patios.

TRATAMIENTO B: se tomó una muestra del café de la desmucilaginadora y se dejó fermentando durante 14 horas, en sacos de yute, el objetivo era lograr cierta degradación del mucílago de la hendidura, posteriormente se lavó y se llevó a los patios para su secamiento.

TRATAMIENTO C: después de despulpar el café se tomó una muestra y se dejó fermentando hasta que el mucílago se degradó completamente, lo cual ocurrió a las 42 horas (punto de fermento), posteriormente se lavó tratando de no dejar restos de miel adheridos al pergamino,

TRATAMIENTO D: ya despulpado el café, se tomó una muestra y se dejó fermentando durante 14 horas, posteriormente se pasó a la desmucilaginadora, para luego llevarse a la fase de secamiento en patios.

TRATAMIENTO E: este tratamiento se tomó como referencia, debido a que la finca despulpa el café y lo lleva directamente a la desmucilaginadora, similar al tratamiento A, con la única diferencia de que este café se deja un día en patios y después se termina de secar en forma mecánica en una guardiola (secadora rotativa) (cuadro 3).

Cuadro 3: Tratamientos evaluados en la primera finca

TRATAMIENTOS	METODOLOGÍA
A	Desmucilaginado mecánico
B	Desmucilaginado mecánico + 14 horas de fermentación
C	Fermentación natural
D	14 horas de fermentación natural + desmucilaginado mecánico
E	Desmucilaginado mecánico como lo hace la finca

Es importante señalar que las muestras de los tratamientos A, B, C Y D se secaron en los patios en forma natural (al sol), mientras que el tratamiento E se hizo como se explicó anteriormente. Asimismo, hay que señalar que las fermentaciones de los diferentes tratamientos se hicieron en costales de nylon, debido a que las pilas se utilizan para que pasen los tornillos que transportan el café hacia las desmucilagadoras.

En la segunda finca, el proceso se realiza de diferente manera: el café se despulpa y se deja en reposo en las pilas de fermentación durante 15 horas, posteriormente se pasa por las desmucilagadoras, luego es enviado a una cascada lavadora de aproximadamente 15 metros, la que ayuda a eliminar cualquier resto de mucílago que haya quedado adherido; seguidamente, se lleva hacia los patios de secamiento en donde permanece durante 3 días, luego es llevado a las secadoras en donde se les da punto de secado (9 a 12%), similar al tratamiento D, con la diferencia que en este tratamiento el secamiento fue totalmente al sol.

La maquinaria utilizada son los despulpadores marca Rea, remodelados por industrias Fumagalli, con capacidad para despulpar 80 qq/h, mientras que las desmucilagadoras son las tipo vertical ascendente Delva 10,000, con capacidad para 200 qq/h, y la marca Fumagalli, tipo vertical ascendente con la misma capacidad que la anterior.

Los tratamientos evaluados fueron los presentados en el cuadro 4.

Cuadro 4: Tratamientos evaluados en la segunda finca

TRATAMIENTOS	METODOLOGÍA
A	Desmucilagado mecánico
B	Desmucilagado mecánico + 15 horas de fermentación
C	Fermentación natural
D	15 horas de fermentación natural + desmucilagado mecánico

Estos tratamientos se trabajaron de esta manera:

TRATAMIENTO A: una muestra de café despulpado se pasó por la desmucilaginadora, posteriormente se llevó a patios de secamiento. Este tratamiento es tal como lo recomiendan los fabricantes de estas máquinas.

TRATAMIENTO B: del café despulpado se tomó una muestra, y se pasó por la desmucilaginadora, posteriormente se dejó fermentando durante 15 horas, el objetivo de esto era degradar los restos de mucílago que pudiera dejar la desmucilaginadora. Luego se lavó y se llevó a patios para su secamiento.

TRATAMIENTO C: consistió en tomar una muestra de café despulpado, se puso a fermentar en costales, al comprobar que el mucílago ya se había degradado por completo a las 46 horas (punto de fermento), se procedió a lavarlo como tradicionalmente se hace, y después se llevó a patios de secamiento

TRATAMIENTO D: el café que permaneció durante 15 horas en las pilas de fermentación se pasó por la desmucilaginadora, se tomó una muestra y se llevó a patios de secamiento. El objetivo de fermentar durante 15 horas es lograr que el mucílago se degrade un poco para facilitar su remoción mecánicamente

5.1.3. Segunda fase (laboratorio de catación)

Para determinar las características físicas y organolépticas de las muestras se usó el laboratorio de catación de Anacafé, en donde un experto catador y su equipo analizaron las muestras.

En la primera prueba se tomaron 5 libras de café pergamino de cada tratamiento, las cuales se llevaron al laboratorio para realizar su dictamen en una sola catación; mientras que en la segunda prueba, las 5 libras de cada tratamiento se dividieron en tres partes iguales, con el objetivo de hacer 3 repeticiones y obtener resultados más concluyentes.

5.1.3. Determinación de las características físicas (apariencia)

Para determinar las características físicas de las primeras muestras, se pesaron 1,000 gramos (10), mientras que para las segundas muestras se pesaron 766 gramos, para cada repetición.

Variables evaluadas

- a) **Aspecto del grano en pergamino,**
- b) **Aspecto del grano oro (verde)**
- c) **Aspecto del grano tostado**
- d) **Secamiento (humedad)**
- e) **Tamaño del grano**
- f) **Volumen en oro**
- g) **Volumen en café tostado**
- h) **Densidad aparente en oro**
- i) **Densidad aparente en tostado**
- j) **Rendimiento en pergamino/oro**
- k) **Rendimiento del tueste**
- l) **Hinchamiento aparente**
- m) **Olor en grano oro**
- n) **Aspecto externo**
- o) **Hendidura del grano**
- p) **Defectos (granos imperfectos)**

Debemos mencionar que para este tipo de investigación, es importante evaluar variables como: volumen en oro y tostado, la densidad aparente tanto en oro como en tostado, el rendimiento pergamino/oro, rendimiento del tueste (%) e hinchamiento aparente, lo que no se hace en forma general con las muestras que normal y a diario llegan al laboratorio para su catación. Además se toma en cuenta el **carácter**, que no es más que el grado de corrugación y el color del tueste que presenta el grano, esto también está determinado por la altura, a más altura el café presenta mayor carácter (12).

a) Aspecto del grano en pergamino

A las muestras se les observó la coloración que presentaba el pergamino (apariencia física), y de las que presentaron color diferente, a la normal, se tomaron algunos granos y se sumergieron en agua para comprobar si aun tenían restos de mucilago. Para este caso en especial es importante analizar este aspecto debido que la coloración del pergamino nos puede decir mucho de la forma en que se ha realizado el proceso de remoción. Normalmente esta evaluación, aunque sí se realiza en el laboratorio, no es tan importante como lo es para este estudio.

b) Aspecto del grano oro (verde)

El color normal del café de altura es verde jade, regularmente estos cafés presentan una película plateada adherida, la cual se suelta con facilidad al momento del tueste sin provocar daño en la bebida, pero cuando esta película es abundante y no se suelta fácilmente puede deberse a un mal proceso, obteniéndose una taza defectuosa. Por lo tanto, se observa cualquier anormalidad en el aspecto o en la coloración del grano.

c) Aspecto del grano tostado

Aquí se observa la corrugación que presenta el grano tostado (carácter) y el grado de tueste que se dio en los tostadores.

d) Humedad

Aunque no es una característica, es necesario determinarla, debido a que puede influir en el sabor de la bebida; este análisis se efectuó con la ayuda de un determinador de humedad tipo DOLE-400 marca Eaton.

d) Tamaño del grano

Se pesaron 100 gramos de café oro por cada muestra, luego se pasaron a través de las zarandas No. 18, 17, 16 y 15, que son el tamaño de las perforaciones medidas en sesenticuatroavos de pulgada (1/64" es equivalente a 0.3968 mm).

e) Volumen del café en oro

Se pesaron como base 100 g de cada muestra, los cuales se introdujeron en un analizador volumétrico de 250 ml, programado para compactar a 100 golpes, realizándose la lectura del volumen en mililitros ocupado por la muestra, después de terminada la prueba.

f) Volumen café tostado

Se utiliza la misma metodología de determinación del volumen del café oro, o sea pesar 100 gr e introducirlos en el analizador volumétrico de 250 ml, programándolo para 100 golpes de compactación, tomándose la lectura del volumen en mililitros ocupado por la muestra.

g) Densidad aparente del café oro

El cálculo de esta variable se realizó con los datos de peso y volumen del café oro, y para esto se utilizo la fórmula siguiente. El resultado se expresa en gramos/litro

$$\frac{1,000 \text{ g café oro}}{\text{vol. oro}} \times 100 = \text{D.A. oro}$$

h) Rendimiento pergamino/oro

Para determinar esta variable se utilizó la relación del peso del café en pergamino y el peso del café en oro, expresándose en porcentaje.

$$\frac{\text{Peso del café pergamino}}{\text{Peso del café oro}} \times 100 = \text{Rend. perg./oro}$$

i) Densidad aparente del café tostado

Para este cálculo se utilizaron los datos de peso y volumen del café tostado obtenidos a partir de la fórmula siguiente. El resultado se expresa en gramos/litro.

$$\frac{\text{Peso café tostado}}{\text{Vol. tostado}} = \text{D.A. tostado}$$

j) Rendimiento café tostado

El cálculo se realizó con base en la relación del peso del café tostado y el peso del café oro, mediante la fórmula siguiente. Se expresa en porcentaje.

$$\frac{\text{Peso café tostado}}{\text{Peso café oro}} \times 100 = \text{R.T.}$$

k) Hinchamiento aparente del café tostado

Para el cálculo de esta variable se utilizó la fórmula siguiente, expresando el resultado en porcentaje.

$$\frac{\text{D.A. oro}}{\text{D.A. tostado}} \times \text{R.T.} - 100 = \text{H.A.}$$

Las variables color en oro y tostado, olor de grano, aspecto externo, hendidura del grano y los defectos (granos imperfectos), son las características que normalmente se califican en el laboratorio de catación en cualquier muestra de café, para determinar el tipo de café y la forma en que se pudo realizar el proceso de beneficiado húmedo incluyendo la recolección, y que pueden tener influencia negativa sobre la bebida.

5.1.5. Determinación de las características organolépticas

VARIABLES EVALUADAS

- a) Aroma**
- b) Cuerpo**
- c) Acidez**
- d) Fineza**

a) Aroma

Es la primera cualidad que el catador percibe e investiga en la bebida. Se puede calificar como suave o apagado en los cafés bajos (bueno y extra bueno lavado, prima y extra prima lavado), hasta el fragante y penetrante en los cafés de altura (estrictamente duros). Pero también nos puede decir si un café ha sido mal procesado o mal almacenado, apareciendo olores defectuosos como: el moho, sobrefermento y otros.

b) Cuerpo

Se puede definir como la cantidad de sólidos solubles presentes en la infusión. Al momento de catar la bebida, el catador la puede definir como una mayor o menor concentración de sabor que puede provocar mayor o menor llenura bucal, calificándose como flojo para cafés bajos y pronunciado para cafés de altura. Define en gran parte el tipo de café que se está catando.

c) Acidez

Es una cualidad que se percibe en el paladar y que se compara aunque no en igual magnitud, con el ácido que contienen los cítricos. La intensidad con que se siente en el paladar se incrementa conforme los cafés van subiendo en altura sobre el nivel del mar. Puede calificarse como aguda y penetrante en los cafés estrictamente duros, de mediano en cafés de mediana altura (extra prima lavado) y falta absoluta de acidez en los cafés que se producen en las partes bajas (bueno lavado).

d) Fineza

Es una sensación agradable de posgusto que dejan en el paladar algunos cafés de altura y que perdura por algún momento. Es importante aclarar que no todos los cafés aunque sean de altura poseen esta cualidad, por lo que para este estudio se evaluará si lo hay, influye de gran manera factores genotípicos y ambientales, y por supuesto la forma de proceso que se realice para mantener estas características del café.

Los catadores los pueden calificar con los términos: muy bueno o pronunciado fino, bueno o pronunciado, regular o moderado y leve, u otros sinónimos, los cuales son parámetros subjetivos.

e) Sabor

El cuerpo y la acidez presente en distintas intensidades, se complementa y pueden dar para cada taza un sabor determinado, el cual puede ser "sano" si no presenta otro sabor diferente al café que corresponde a cada tipo y a su procedencia. Este sabor puede ser alterado cuando exista presencia de granos imperfectos (verdes, sobremaduros, negros, y otros) en las muestra a catar, que el café haya sido mal procesado (sucio, sobrefermento, agria, y otros) o se haya contaminado al momento de su almacenamiento (humo, cardamomo, químicos y otros) (10).

5.1.6. Preparación de la infusión

Del café tostado se tomaron alrededor de 10 a 12 gramos, se colocaron en un vaso y se le agregaron alrededor de 150 ml de agua a una temperatura de 100° C, formándose una nata o costra en la superficie, ésta permitió realizar la prueba de la inhalación o “quiebre de la taza”, que no es más que remover con una cuchara dicha costra y al mismo tiempo inhalar los vapores que surgen de la bebida caliente. Esta práctica permite determinar el aroma de la infusión.

Posteriormente, se procedió a degustar la bebida, mediante una forma típica de hacerlo, llevándose la cuchara a los labios y dando un sorbo fuerte al líquido, tratando de que éste penetrara en forma de pequeñas gotas a la boca; según los catadores, esta metodología se realiza para activar las papilas gustativas y así determinar cualquier sabor (ácido, amargo, salado o dulce) que tenga la bebida. Esto también logra determinar las características organolépticas del café, como lo son el cuerpo, la acidez, sabor y fineza de cada muestra o cualquier sabor no agradable por mal proceso (9, 12, 15).

Para cada muestra se prepararon dos tazas, permitiendo tener más elementos de base y así determinar la homogeneidad en la muestra.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Prueba en la primera finca

6.1.1. Características físicas

a) Café en pergamino (aspecto)

La primera impresión que se percibe al momento de tener una muestra de café en pergamino es su coloración y el aspecto que presenta; para el objetivo de este estudio, interesan los resultados siguientes ya que indican la forma en que se realizó el proceso (cuadro 5).

En el tratamiento A, se puede notar que la coloración que presenta el pergamino es porque aún contiene miel o mucílago adherido y que la desmucilagadora no logró quitar en su totalidad, por lo tanto el aspecto que presenta es “sucio”.

En el tratamiento B, se puede apreciar que la coloración del pergamino es diferente al tratamiento A, al realizar la prueba de sumergir el pergamino en agua se comprobó que ya no había restos de mucílago, no hubo presencia de éste, por lo que dicha coloración es resultado de un secamiento natural al sol.

El tratamiento C tomó una coloración similar al tratamiento A, aunque un color amarillento más claro y más limpio, lo cual demuestra que no hay presencia de miel en el pergamino

En el tratamiento D., la coloración fue más amarillenta y se pudo determinar que la muestra aún contenía restos de mucílago. Es importante señalar que los restos de mucílago que se observaron en el pergamino fue debido a que la fermentación se realizó en costales de nylon, la cual fue deficiente y desapareja.

En el tratamiento E, se apreció una coloración totalmente diferente a la de los otros tratamientos, lo que puede deberse a la forma de secamiento. Es importante señalar que al momento de tomar esta muestra, no se controló la temperatura en las secadoras mecánicas, lo cual pudo provocar esta coloración opaca y “ceniza”.

Cuadro 5: Apariencia en café pergamino

TRATAMIENTO	APARIENCIA FÍSICA
A (desmucilaginado mecánico)	Pergamino amarillento con restos de miel adheridos
B (desmucilaginado mecánico + 14 horas de fermentación)	Pergamino algo amarillento
C (fermentación natural)	Pergamino amarillento claro
D (14 horas de fermentación + desmucilaginado mecánico)	Pergamino amarillento con algunos granos con miel adherida
E (desmucilaginado mecánico como lo hace la finca)	Pergamino blanqueado, opaco y "cenizo"

b) Café oro (verde)

Esta variable indica si un café ha sido bien trabajado o, por el contrario, si se ha realizado un mal proceso. Como puede notarse, todos los tratamientos presentan granos argeños, brocados, mordidos por el pulpero, vanos, verdes y, en la mayoría de casos, película plateada adherida (A, B, C y E). Es de resaltar que la apariencia en el **tratamiento A** es buena, al igual que en los **tratamientos B y D**, no así en los **tratamientos C y E**.

En el **tratamiento C**, la apariencia regular es causada por un alto porcentaje de humedad (16%), producto de un secamiento deficiente, por lo que el café se nota con un color más oscuro que el normal. Llama la atención el **tratamiento E**, porque además de presentar granos sobrefermentados (igual al **tratamiento D**), tiene un olor sucio y película rojiza adherida, factor que puede influir negativamente en el sabor de la bebida; hay que recordar que este tratamiento es el que se practica en la finca, por lo que se tomó como referencia (cuadro 6).

Cuadro 6: Apariencia en café oro (verde)

TRATAMIENTO	APARIENCIA FÍSICA
A	Buena apariencia y color, secamiento bueno, tamaño mediano, con algunos granos: argeños, brocados, mordidos por el pulpero, vanos y con película plateada
B	Buena apariencia y color, secamiento bueno, tamaño mediano, con granos: argeños, brocados, mordidos por el pulpero, vanos, verdes y con película plateada
C	Regular apariencia y color, secamiento malo, húmedo, color verde intenso y desparejo por humedad, café con algunos granos: argeños, cerezos, vanos y verdes
D	Buena apariencia y color, secamiento bueno, tamaño mediano. Café poco pálido, con algunos granos: argeños, brocados, con película plateada, encerados, vanos, verdes y sobrefermentados
E	Regular apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, tamaño mediano café con olor sucio, con película plateada y rojiza adherida, con algunos granos: brocados, cerezos, mordidos por el pulpero, vanos verdes y sobrefermentados

c) **Café tostado**

Se debe tomar en cuenta que las muestras seleccionadas son del café cosechado el mismo día, por lo tanto, al momento del tueste los 5 tratamientos muestran similares características: parejos, buen carácter con algunos quakers. Sólo el tratamiento D muestra un color rojizo; posiblemente originado por el grado de tueste al momento de su torrefacción (tostado) (cuadro 7).

Cuadro 7: Apariencia en café tostado

TRATAMIENTOS	APARIENCIA FÍSICA
A	Bueno, parejo, con buen carácter, algunos quakers
B	Bueno, parejo, con buen carácter, algunos quakers
C	Bueno, parejo, con buen carácter, algunos quakers
D	Bueno, parejo, con buen carácter, con algunos quakers, algo rojizo
E	Bueno, parejo, con algunos quakers

d) Humedad (secamiento)

La apariencia del grano oro está muy ligada al secamiento y puede notarse cómo el **tratamiento C**, que tiene 16% de humedad, coincide con una regular apariencia ocasionada posiblemente por un mal control en el secamiento (malo) o por cambios de humedad en el ambiente al momento de almacenar las muestras. Hay que recordar que en el campo esta práctica se realiza de forma empírica, guiándose sólo por el color que muestra el café (cuadro 8).

Cuadro 8: Contenido de humedad de las muestras

TRATAMIENTO	HUMEDAD (%)	CALIFICACIÓN
A	11.6	Buena
B	10.90	Buena
C	16.0	Mala
D	9.8	Buena
E	13.30	Regular

e) **Tamaño del grano**

Según los resultados obtenidos al momento de pasar el café oro por las diferentes zarandas, la clasificación según el tamaño de éstos, para cada tratamiento son los que se muestran en el cuadro 9.

Tomando en cuenta que para realizar este estudio se trabajó con el mismo café para no alterar los resultados, es lógico que todos los tratamientos dieran el mismo tamaño (mediano).

Cuadro 9: Tamaño del grano

TRATAMIENTO	TAMAÑO
A	Mediano
B	Mediano
C	Mediano
D	Mediano
E	Mediano

f) **Volumen de café en oro y en tostado**

El mayor volumen en oro lo alcanzaron los tratamientos B y C, mientras que el tratamiento A presentó el menor volumen. El tratamiento A y el E se trabajaron en condiciones iguales de proceso, no así el secamiento como ya se mencionó, lo que pudo influir en la diferencia de volúmenes. Esto cambia, como puede verse en el volumen de café tostado para estos tratamientos (A y E), el volumen del tratamiento A es mayor que el del E. Los tratamientos B y C presentan el mayor volumen en oro, en tostado el tratamiento C es el mayor (cuadro 10).

Cuadro 10: Volumen de café en oro y tostado

TRATAMIENTO	VOLUMEN EN ORO (ml)	VOLUMEN EN TOSTADO (ml)
A	132.00	198.00
B	136.00	198.00
C	136.00	200.00
D	134.00	198.00
E	134.00	196.00

g) Densidad aparente

Esta variable dice mucho de la forma de proceso del café; cuando ha sido fermentado y cuándo ha sido sometido a un proceso rápido de remoción de mucílago. La mayor densidad en oro la tuvo el tratamiento A, y la menor los tratamientos B y C, cuando se trata de café oro. Mientras que en café tostado la mayor densidad la tuvo el tratamiento E y la menor el tratamiento C, comportamiento similar (para el tratamiento C) al café en oro (cuadro 11).

Esto demuestra que al momento de realizarse la fermentación en pilas hay pérdidas de ciertos componentes del café, lo que no sucede en el proceso de remoción rápida a través de desmucilagadoras mecánicas en donde no hay pérdidas considerables de peso.

Cuadro 11: Densidad aparente en oro y tostado

TRATAMIENTO	DENSIDAD EN ORO (gr/l)	DENSIDAD EN TOSTADO (gr/l)
A	757.58	421.72
B	735.29	434.34
C	735.29	407.50
D	746.27	434.34
E	746.27	441.33

h) Rendimiento (pergamino/oro)

El café fue bien trabajado durante el proceso de beneficiado, obteniéndose una relación pergamino/oro similar en todos los tratamientos (cuadro 12).

Cuadro 12: Rendimiento de café pergamino/oro.

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (qq pergo/qq oro)
A	1.20
B	1.19
C	1.18
D	1.20
E	1.20

i) Rendimiento de café tostado

Cuando se analiza esta variable, se debe tomar en cuenta el porcentaje de humedad que contiene el café, hay que recordar que al momento de realizar el tueste hay pérdida de agua; por lo tanto, mientras más humedad contenga el café, el rendimiento del café tostado será menor. Podemos ver que el tratamiento C es el que muestra el menor rendimiento, debido a que el porcentaje de humedad al momento del tueste era de 16%, superior a las muestras de los otros tratamientos (cuadro 13).

Cuadro 13: Rendimiento de café tostado

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO (%)
A	83.50
B	86.00
C	81.50
D	86.00
E	86.50

j) Hinchamiento aparente

Estos resultados parecen lógicos, tomando en cuenta que para determinar esta variable los datos usados son la densidad del café oro y la densidad del café tostado. El mayor porcentaje de hinchamiento lo tuvo el tratamiento A y el menor lo tuvo el tratamiento B (cuadro 14).

Cuadro 14: Porcentaje de hinchamiento aparente

TRATAMIENTOS	HINCHAMIENTO APARENTE (%)
A	50.00
B	45.59
C	47.06
D	47.76
E	46.27

6.1.2. Características organolépticas

Las características que muestre la bebida son las que realmente determinan si el café está con un sabor limpio o presenta algún sabor originado por un mal proceso o por alguna contaminación. Los resultados en cuanto a taza son los siguientes:

Tratamiento A: la calificación de la variable aroma, para este tratamiento, fue regular, mientras que la acidez y cuerpo tuvieron una calificación de pronunciado, mientras tanto la taza que es la que define realmente el sabor total del café resultó sana, o sea que no tuvo influencia el desmucilaginado sobre el sabor original de la bebida. El tipo se clasificó como un estrictamente duro, o sea las características organolépticas no se vieron alteradas por el uso de la desmucilaginadora.

Tratamiento B: el aroma fue calificado de bueno, mientras que la acidez tuvo una calificación de pronunciada fina. El cuerpo fue pronunciado y la taza final una calificación de sana. Esto quiere decir que si comparamos el tratamiento A y B, las características aroma y acidez, fueron más acentuadas en el tratamiento B.

Tratamiento C: la calificación del **aroma** fue buena, la **acidez moderada** y el **cuerpo leve**. En términos generales, la **taza** resultó sana, dictaminándose como un **tipo estrictamente duro**. Llamaron la atención la acidez y el cuerpo, posiblemente la humedad (16%) que tenía el café al momento de su catación pudo influir para que la bebida no mostrara totalmente sus atributos.

Tratamiento D: el **aroma** fue calificado de bueno, **acidez pronunciada** y **cuerpo moderado**. La **taza** fue calificada como **ligeramente agria**, y el **tipo** como un **estrictamente duro**. Generalmente, la **taza agria** es provocada en el proceso de beneficiado húmedo, cuando el café se **sobreseca** en secadoras mecánicas por altas temperaturas, pero en este caso el secado se hizo en patios, en forma natural, además el porcentaje de humedad al momento de su catación era de 9.8%, o sea secamiento bueno (ver el cuadro de humedad). Posiblemente influyó que el café se haya quedado con cierta cantidad de miel adherida, a pesar de haberlo dejado fermentándose durante 14 horas, y después pasarlo por la desmucilagadora, teóricamente sirviendo como lavadora.

Tratamiento E: es importante resaltar que este tratamiento es como normalmente se trabaja en la finca, y sus **características organolépticas** fueron inferiores a las que se esperaban. En el **aroma** tuvo una calificación de regular, la **acidez** fue moderada el **cuerpo** leve y la **taza** mostró el defecto **ligeramente áspero**, por lo que se le clasificó como un **duro**, un tipo inferior a lo que realmente debió clasificar (cuadro 15).

Cuadro 15: Características organolépticas de muestras de primera finca

TRATAMIENTOS	CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS				
	Aroma	Acidez	Cuerpo	Taza	Tipo
A	Regular	Pronunciado	Pronunciado	Sana	SHB
B	Bueno	Pronunc. Fino	Pronunciado	Sana	SHB
C	Bueno	Moderado	Leve	Sana	SHB
D	Bueno	Pronunciado	Moderado	Lig. Agria	SHB
E	Regular	Moderado	Leve	Lig. Aspera	HB

6.1.3. Catación de confirmación

Los cafés en pergamino generalmente se mantienen almacenados alrededor de 4 a 6 meses antes de exportarse en "oro", este almacenamiento ha generado la incertidumbre si la cantidad de miel que las desmucilaginas no quitan, pueden provocar algún cambio en el sabor original de la taza debido a posfermentaciones. Tomando en cuenta esto, almacenamos muestras del mismo café con el que se realizó la primera prueba, y se cataron 5 meses después, dando los siguientes resultados.

Tratamiento A: el aroma al igual que el resultado anterior, dio regular, mientras que la acidez y el cuerpo, cambiaron a moderado. La taza mostró un cambio, apareciendo el defecto llamado "Sabor vinoso". El tipo no cambió.

Tratamiento B: en este tratamiento no hubo ningún cambio en lo que se refiere al aroma, acidez, cuerpo y taza, asimismo en el tipo.

Tratamiento C: en lo que respecta al aroma no hubo ningún cambio, pero la acidez mejoró, dando un resultado de pronunciada fina. Asimismo en lo que se refiere a cuerpo, cambió de leve a moderado. El tipo se mantuvo en el mismo.

Tratamiento D: el aroma cambió de bueno a muy bueno, asimismo la acidez cambió de pronunciada a pronunciada fina, El cambio se manifestó también en el cuerpo, de moderado pasó a pronunciado. La taza mejoró de ligeramente agria a sana, y el tipo se mantuvo en el mismo.

Tratamiento E: en lo que se refiere al aroma, cuerpo y acidez, se mantuvieron los mismos resultados, mientras que la taza tuvo un cambio significativo de ligeramente áspera a áspera y vinosa, pero hay que hacer notar que el tipo también tuvo un cambio de duro a estrictamente duro. Este cambio de tipo llamó la atención, al consultar con el catador de Anacafé, nos indicaba que de alguna manera, el café al permanecer almacenado por algún tiempo pierde el sabor "herboso" peculiar de los recién cosechados, y se acentúan el cuerpo, la acidez y a veces aparecen con fineza (cuadro 16).

Es importante aclarar, que para fines comerciales, el “tipo” es importante cuando la taza está sana, al evidenciar defectos (áspero, vinoso, sobrefermento u otros), el “tipo” pierde su importancia predominando el o los defectos.

Cuadro 16: Características organolépticas 5 meses después.

TRATAMIENTOS	AROMA	ACIDEZ	CUERPO	TAZA	TIPO
A	Regular	Moderada	Moderado	Vinosa	SHB
B	Bueno	Moderada	Pronunciado	Sana	SHB
C	Bueno	Pronunciada fina	Moderado	Sana	SHB
D	Muy bueno	Pronunciada fina	Pronunciado	Sana	SHB
E	Regular	Moderada	Leve	Aspera y vinosa	SHB

6.2. Prueba en la segunda finca

6.2.1. Características físicas

a) Café en pergamino (aspecto)

Tratamientos A: la coloración del pergamino del tratamiento A era más amarillenta que en el tratamiento C, al hacer la prueba de sumergir el pergamino en agua, se determinó que aún había restos de mucílago adherido, lo cual le cambió el color al pergamino.

Tratamientos B y D: los dos tratamientos presentan un aspecto normal y limpio, resultado de no contener restos de miel adherida que pudieran cambiar su coloración en el pergamino.

Tratamiento C: podemos observar que el pergamino presenta una coloración un poco manchada y además restos de mucílago adherido, seguramente haber realizado la fermentación en costales influyó al momento de lavar el café, aún no estaba en su punto óptimo de fermento para lavarlo (cuadro 17).

Cuadro 17: Apariencia en café pergamino

TRATAMIENTO	APARIENCIA FÍSICA
A (desmucilaginado mecánico)	Pergamino amarilento y manchado, con mucílago adherido
B (desmucilaginado mecánico +15 de fermentación natural)	Pergamino con aspecto normal, limpio
C (fermentación natural)	Pergamino poco manchado, con restos de mucílago adherido
D (fermentación natural durante 15 horas + desmucilaginado mecánico)	Pergamino con aspecto normal, limpio

b) Apariencia en café oro (verde)

Tratamiento A: las tres repeticiones presentaron buena apariencia, color y olor, y en dos repeticiones (I y II), el café resulto un poco húmedo y con algunos granos con película plateada sin influir negativamente en la apariencia.

Tratamiento B: en dos repeticiones la apariencia y color fueron normales asimismo el olor, pero en una repetición la apariencia fue calificada de regular debido a que tenía película plateada adherida. En dos de las repeticiones (I y II), el café estaba algo húmedo sin afectar negativamente la apariencia.

Tratamiento C: a pesar de que hubo cierto descontrol en el punto de fermentación, el olor y color del grano oro fue normal, algunos granos presentaron película plateada adherida, pero no provocaron mal aspecto.

Tratamiento D: en términos generales el café presentó buena apariencia, olor y color. En dos de las tres apareció algo húmedo y en una repetición algunos granos con película plateada, sin influir negativamente en la apariencia (cuadro 18).

Cuadro 18: Apariencia en café oro

REP.	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor normal, color normal, con algunos granos con película plateada, vanos y verdes	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor normal, color normal, con algunos granos con película plateada, verdes, vanos y lastimados.	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor normal, color normal, con algunos granos con película plateada, verdes, vanos y lastimados	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor normal, con algunos granos con película plateada, verdes, vanos y lastimados
II	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, con algunos granos verdes, vanos y lastimados	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor y color normales, con algunos granos con película plateada adherida, verdes, vanos y lastimados por el pulpero	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, con algunos granos verdes, vanos y lastimados	Buena apariencia y color, secamiento regular, algo húmedo, olor y color normales, con algunos granos vanos, verdes, con película y lastimados
III	Buena apariencia y color, secamiento bueno, olor normal, con algo de película plateada adherida, con algunos granos vanos, verdes, y lastimados	Regular apariencia color, secamiento bueno, olor normal, con película plateada adherida, con algunos granos vanos, verdes y lastimados.	Buena apariencia, secamiento bueno, olor y color normales, con algunos granos vanos, verdes y lastimados	Buena apariencia y color, secamiento bueno, olor normal, con algunos granos con película plateada adherida, con algunos granos vanos, verdes y lastimados

c) Tostado

Los cuatro tratamientos presentaron las mismas características en el tueste, bueno, parejo con buen carácter, lo que afirma que los cafés utilizados para realizar el estudio eran de la misma partida (cuadro 19).

Cuadro 19: Apariencia en café tostado

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter
II	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter
III	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con buen carácter	Bueno, parejo, con algunos Quakers	Bueno, parejo, con buen carácter

d) Humedad (secamiento)

Anteriormente mencionamos que el porcentaje de humedad adecuada para determinar las características físicas y organolépticas del café es de 9% a 12%, y como puede verse algunas repeticiones en los tratamientos presentan un porcentaje más alto (hasta 13.20), calificándose como regular, para este caso, las características físicas no fueron alteradas negativamente. En lo que respecta a las características organolépticas se verán más adelante (cuadro 20).

Cuadro 20: Contenido de humedad de las muestras

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	13.00 (Regular)	13.20 (Regular)	13.20 (Regular)	13.00 (Regular)
II	13.20 (Regular)	12.60 (Regular)	12.60 (Regular)	13.00 (Regular)
III	11.40 (Bueno)	11.40 (Bueno)	11.60 (Bueno)	11.20 (Bueno)

e) Tamaño del grano

De acuerdo con el porcentaje de café que va quedando en las diferentes zarandas, así será su clasificación en tamaño. Para este caso el café de los cuatro tratamientos fue clasificado como tamaño mediano.

f) Volumen de café en oro (ml)

En tres tratamientos (A, C y D) aparece por lo menos una repetición en donde el volumen fue de 140 ml., mientras que en el tratamiento B, llama la atención que una de las repeticiones tuvo un volumen de 128 ml., tomando en cuenta que fue la misma cantidad de café analizada (100 gramos). Si observamos los promedios en las repeticiones, notaremos que también el tratamiento B es el que presenta el menor volumen (cuadro 21).

Cuadro 21: Volumen de café oro (ml)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	138.00	138.00	140.00	140.00
II	140.00	138.00	138.00	138.00
III	138.00	128.00	138.00	138.00

g) Volumen café tostado (ml)

En lo que respecta a esta variable, el mayor volumen (en una repetición) lo presentó el tratamiento D, y el menor volumen el C. Pero si observamos los promedios de las tres repeticiones, el tratamiento que tuvo el menor volumen fue el tratamiento C. Esto quiere decir, que al momento de realizar el tueste, los que menos se hincharon fueron los del tratamiento C (cuadro 22).

Cuadro 22: Volumen de café tostado (ml)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			
	A	B	C	D
I	192.00	198.00	198.00	198.00
II	200.00	200.00	200.00	220.00
III	210.00	206.00	200.00	202.00

h) Densidad aparente café oro (g/l)

Es importante observar estos resultados, debido a que los cafés más densos los tuvo el tratamiento B (promedio de 743.51 g/l), se esperaba que la mayor densidad la presentara el tratamiento A por el hecho de no tener una fermentación en pilas lo cual podría provocar pérdida de elementos intrínsecos del grano pero no fue así, ya que en los otros tratamientos (incluyendo el desmucilaginado mecánico, tratamiento A), el promedio fue de 721.19 g/l (cuadro 23).

Cuadro 23: Densidad aparente del café en oro.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS (g/l)			
	A	B	C	D
I	724.64	724.64	714.29	714.29
II	714.29	724.64	724.64	724.64
III	724.64	781.25	724.64	724.64

i) Densidad aparente café tostado (g/l)

Los promedios obtenidos en cada uno de los tratamientos nos reflejan que la mayor densidad aparente en café tostado la obtuvo el tratamiento C (421.4 g/l), mientras que la más baja (407.3 g/l) el tratamiento D (cuadro 24).

Cuadro 24: Densidad aparente del café tostado(g/l)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS (g/l)			
	A	B	C	D
I	432.29	419.19	419.19	419.29
II	425.0	420.0	420.0	381.82
III	400.0	412.62	425.0	420.79

j) Rendimiento (pergamino/oro)

Generalmente los rendimientos de café pergamino/oro para este tipo (estricatamente duros), cuando han sido bien trabajados están alrededor de 1.20, para este caso los rendimientos están en términos generales bajos o sea que necesitamos más café pergamino para obtener un quintal de café oro. En promedio, los cuatro tratamientos tienen el mismo rendimiento, con alguna diferencia que no es representativa (cuadro 25).

Cuadro 25: Rendimiento del café pergamino/oro

REPETICIONES	TRATAMIENTOS (qq pergo/qq oro)			
	A	B	C	D
I	1.23	1.24	1.24	1.24
II	1.25	1.26	1.27	1.25
III	1.23	1.22	1.22	1.22

k) Rendimiento café tostado (%)

En café tostado, los resultados obtenidos son exactamente iguales para los cuatro tratamientos. Esto quiere decir que necesitamos la misma cantidad de café oro para obtener la misma cantidad de café tostado en los cuatro tratamientos. Para ser más claro, podemos decir que de un quintal de café oro obtendremos la misma cantidad de café tostado (84 libras) para los cuatro tratamientos (cuadro 26).

Cuadro 26: Rendimiento del café tostado (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	83.0	83.0	83.0	83.0
II	85.0	84.0	84.0	84.0
III	84.0	85.0	85.0	85.0

l) Hinchamiento aparente café tostado (%)

Una característica de los cafés de altura es su densidad, la que los distingue de los cafés cultivados en alturas bajas, por lo tanto, a más altura los cafés son más densos, asimismo se comportan al momento del tueste, mientras menor sea el hinchamiento, la densidad es mayor.

Para este caso el tratamiento que mostró mayor hinchamiento promedio fue el B (49.78%), y el menor fue el tratamiento C (43.76%) (cuadro 27).

Cuadro 27: Hinchamiento del café tostado (%)

REPETICIONES	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
I	39.13	43.48	41.43	41.43
II	42.86	44.93	44.93	59.42
III	52.17	60.94	44.93	46.38

6.2.2. Características organolépticas

Como ya mencionamos en la metodología, las variables a evaluar son aroma, cuerpo, acidez y fineza.

Tratamiento A: en lo que se refiere al aroma, acidez y cuerpo, en las tres repeticiones a nivel de laboratorio se definieron como pronunciados. Mientras que en la taza, dos de las tres muestras dieron taza sana y una se pronunció como una taza sana, fina y dulce, clasificándose como un SHB.

Tratamiento B: para este tratamiento llama la atención que tanto el aroma como acidez y cuerpo fueron definidos como pronunciados, y en las tres tazas no se presentó ningún defecto que pudiera ser provocado por el desmucilaginado mecánico, las tres repeticiones dieron taza sana, en una resultó fina y dulce, en otra fina y en la otra sólo sana, clasificándose como un SHB.

Tratamiento C: el aroma en este tratamiento fue definido como pronunciado, asimismo la acidez y cuerpo. En la taza, dos de las repeticiones se calificaron como sanas, dulces y finas, lo cual es muestra de un buen café, clasificándose como un SHB.

Tratamiento D: en lo que respecta al aroma, podemos observar que en una de las repeticiones fue moderado, mientras que en las otras dos repeticiones, pronunciado. En cuanto a acidez, en las tres repeticiones se presentó como pronunciada, no así en el cuerpo, que en una de las repeticiones fue moderada. La taza es la que realmente manifiesta las cualidades del café, y para este tratamiento, dos de las tres repeticiones dieron como resultado una taza sana, fina y dulce, esto nos dice que el café fue bien trabajado, lo que a la vez permitió que manifestara sus cualidades. Por sus características en la taza se clasificó como un SHB (estrictamente duro), coincidiendo con la altura donde fue producido.

Como podemos observar, ninguno de los tratamientos mostró defecto en la taza, y en términos generales presentaron buen aroma, acidez y cuerpo, clasificándose como estrictamente duros (SHB). Esto nos permite determinar que tanto el café desmucilaginado como la combinación con la fermentación natural para este caso, no afectó negativamente las características intrínsecas del café. Se pudo ver que todos los tratamientos mostraron tazas finas, significado de un buen proceso.

En el cuadro 28 pueden observarse los resultados obtenidos.

Cuadro 28: Características organolépticas de muestras de segunda finca

		CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS				
REP.	TRAT.	AROMA	ACIDEZ	CUERPO	TAZA	TIPO
I	A	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana	SHB
	B	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina y dulce	SHB
	C	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina	SHB
	D	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina y dulce	SHB
II	A	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana	SHB
	B	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina	SHB
	C	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina y dulce	SHB
	D	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana	SHB
III	A	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina y dulce	SHB
	B	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana	SHB
	C	Moderado	Pronunciada	Moderado	Sana	SHB
	D	Pronunciado	Pronunciada	Pronunciado	Sana, fina y dulce	SHB

VII. CONCLUSIONES

1. La combinación de los sistemas de remoción en forma mecánica y natural (fermentación) y viceversa no afectan negativamente las características físicas y organolépticas del café, al contrario pueden acentuarlas positivamente.
2. La combinación de los dos sistemas, natural y mecánico, no afectan en lo absoluto la calidad del café y se pueden acortar los tiempos de remoción del mucílago.
3. Las máquinas desmucilagadoras no remueven totalmente el mucílago, lo que provoca un color amarillento "sucio" al grano en pergamino, afectando negativamente la apariencia. En cuanto a la apariencia en grano verde (oro), aunque presentó película plateada, en catación no se consideró como un defecto. Para el café tostado no tuvieron ninguna influencia negativa los 4 tratamientos, incluso como la realiza la finca (tratamiento E).
4. Cuando el mucílago del café ha sido removido en forma mecánica, y estos cafés se almacenan durante cierto tiempo (4 a 5 meses), los restos de mucílago que ésta no logra quitar, pueden afectar negativamente la calidad del café, con una taza vinosa u otro defecto más severo.
5. En este estudio, el desmucilagado mecánico no afectó las características organolépticas del café en las muestras analizadas luego de concluido el proceso (hasta un mes), pero si podría resultar afectado si se almacena por períodos prolongados (más de 5 meses).
6. La remoción del mucílago en forma natural (por fermentación), no afecta negativamente las características físicas y organolépticas del café, toda vez se controle bien el momento para su lavado (punto de fermento), al contrario las pueden acentuar positivamente.
7. La forma de secamiento de los cafés desmucilagados es importante, temperaturas altas en las secadoras mecánicas (arriba de 70° centígrados en Guardiolas), puede afectar negativamente la calidad del café (tratamiento E).

8. El contenido de humedad es básico en la determinación de la calidad. Cafés con contenido de humedad fuera del rango recomendado (entre 9% y 12%) afectan tanto el olor como el color del grano, asimismo, no se logra percibir a plenitud al momento de su catación, todas sus características organolépticas.
9. El tiempo en que se efectúa la remoción tiene relación con las pérdidas de elementos constituyentes del café, según los resultados en café verde (oro), la mayor densidad lo obtuvieron los tratamientos en donde intervino el desmucilaginado mecánico (A,B y E). La fermentación natural resultó con menor densidad que el proceso de desmucilaginado mecánico.
10. En el café tostado, los mejores rendimientos lo tuvieron los tratamientos que combinaron la fermentación con el desmucilaginado mecánico (86.0%).
11. Los rendimientos pergamino/oro para la primera prueba (primera finca), son los normales para cafés estrictamente duros bien procesados (entre 1.18 y 1.20), aun así el mejor rendimiento lo tuvo el proceso de fermentación natural (1.18). Para la segunda prueba (segunda finca) los rendimientos son muy bajos (1.24) para todos los tratamientos, rendimientos que realmente corresponden para cafés altos mal procesados o cafés cultivados en partes bajas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. En forma general se puede indicar, que los caficultores pueden usar cualquiera de los métodos analizados, dependiendo de las características socioeconómicas y tecnológicas que tengan y siguiendo los pasos adecuados para cada método, debido a que todos resultaron ser eficientes técnicamente.
2. Tomando en cuenta que la fase de despulpado generalmente se realiza durante la tarde, es conveniente combinar la fermentación natural con la remoción mecánica, aprovechando las horas de la noche para que el mucílago logre cierta degradación, especialmente el que se encuentra en la hendidura del grano. Qué se haga primero dependerá, de la forma en que trabaje el beneficio y que le convenga más al productor, así también la cantidad de horas que el café permanezca en las pilas será influido por las condiciones ambientales, la calidad del fruto maduro, tamaño de pilas, calidad de agua utilizada en el despulpado, tipo de desmucilagadora y otros.
3. Cuando existen problemas de mucho tiempo de fermentación en las pilas, es recomendable la combinación con el proceso mecánico, tomando en cuenta los factores anteriores.
4. Antes de utilizar el proceso de remoción del mucílago en forma mecánica, se debe tomar en cuenta factores como: costo inicial y de proceso, la cantidad de café a procesar, el clima de la región, capacidad del beneficio (especialmente pilas de fermentación y capacidad de secado), la calidad del café que deseamos obtener, mercado de venta y el tipo de desmucilagadoras a utilizar.
5. La fermentación natural seguirá siendo el proceso de remoción de mucílago más barato, en donde las condiciones lo permiten, por lo tanto, para casos de pequeños y medianos productores no es conveniente el uso de desmucilagadoras, toda vez se tenga en mente, que para mantener la calidad en la fermentación se debe tomar en cuenta los siguientes factores: madurez del fruto, clima, altura de la masa de café en las pilas, calidad de agua, drenaje de las pilas.
6. Si queremos acortar los tiempos de proceso de beneficiado y específicamente la fase de remoción de mucílago sin afectar la calidad del café, puede lograrse utilizando agua recirculada en el despulpado,

toda vez el agua no esté demasiado sucia o espesa. Cuando se usa recirculación de agua es conveniente, monitorear constantemente el café en las pilas, debido a que la fermentación se agiliza por efecto del alto contenido de enzimas, pectinas y microorganismos.

7. Es necesario hacer un estudio siguiendo los lineamientos científicos y económicos para poder específicamente recomendar el método adecuado para cada estrato del sector cafetalero.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ, G. 1983. Los procesos enzimáticos ultrarápidos para el beneficiado del café. Revista Cafetalera (Gua.) no. 228: 4-13.
2. ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ. s.f. Manual de beneficiado húmedo. Guatemala. 240 p.
3. _____. 1985. Manual de beneficiado húmedo; 25 años de progreso. Guatemala. 119 p.
4. _____. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
5. BARRIOS, A.W. s.f. Los desafíos de beneficiado húmedo del café en Centro América. Guatemala, Anacafé, 24 p.
6. _____. 1994. Diseño de un prototipo para eliminar mecánicamente y de forma continua el mucílago de café. Tesis Ing. Mec. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 56 p.
7. _____. 1999. Situación tecnológica y ambiental del beneficiado húmedo de café en Guatemala. En Seminario regional de consulta actual del beneficiado de café: revisión y avances tecnológicos del proceso (1998, Costa Rica). Memorias. Costa Rica, IICA. p. 188.
8. CAFETICULTURA MEXICANA. 1996. Beneficiado ecológico. ConCafé (Mex)no. cero especial 32
9. DÍAS, A., M.J. 1996. Catación y mercadeo de cafés especiales de Guatemala vrs. otros países. Guatemala, ANACAFÉ. 57 p.
10. FIGUEROA, S. 1997. Caracterización de la calidad de las variedades comerciales de café (*Coffea arábica* L.), por medios físicos y organolépticos en el departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Fac. de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 54 p.

11. LEÓN, M.T. 1981. Evaluación de dos sistemas enzimáticos para el desmucilaginamiento de grano de café (*Coffea arabica* L.), en tres localidades de las zonas centro y sur- oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 60 p.
12. MENCHÚ, J.F. 1971. La determinación de la calidad de café. Guatemala, ANACAFÉ. Boletín no. 8: 51 p.
13. OLIVEROS, C.E. *et al.* 1995. Desmucilaginadores mecánicos de café. Avances Técnicos (Gua.) no. 217:4
14. OLIVEROS, C.E.; GUNASECARAN, T. 1994. Caracterización reológica del mucílago y de las suspensiones mucílago-café en baba y mucílago-café pergamino húmedo. Revista Cenicafé (Col.) 45(4):125-136.
15. PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y COMERCIALIZACIÓN DEL CAFÉ. 1992. Manual para el control de la calidad y comercialización del café. República Dominicana. 68 p.
16. ROA, M.G. *et al.* 1996. Beneficio ecológico del café, una opción rentable; extracto. Colombia, CENICAFÉ. 83 p.
17. RODAS, C.A. 1987. Soluciones provisionales para la disposición de aguas de lavado de café en Guatemala. En: Simposio sobre utilización integral de los subproductos del café (3., 1987, Guatemala). Memorias. Guatemala, PNUMA/ICAITI/ANACAFÉ. P. 94-98.
18. TECNICAFÉ. (Gua). 1991. Beneficiado eficiente del café; resumen. Guatemala. 81 p.

19. VÁSQUEZ M., R.; HIDALGO U., G. 1993. Influencia del desmucilaginado mecánico del café y de diferentes períodos de espera al secado sobre la calidad. En Seminario regional sobre el mejoramiento de la calidad del café (1990, Honduras). Memorias. Honduras, IICA. p.114

10.100.
Patwardhi



X. APENDICE

XI. GLOSARIO

Sabor vinoso.

Originado generalmente por la sobremaduración del fruto o por tardanza en su despulpado, al principio es agradable pero puede convertirse en agrio y en un verdadero defecto. Generalmente el grano presenta película rojiza adherida.

Sabor a río.

Proviene del fruto reventado y caído al suelo a causa de la lluvia y que allí se sobrefermentó, se asemeja al sabor del yodo.

Sabor sucio.

Este se siente en los cafés mal lavados o lavados con agua sucia, o también en cafés mal preparados con mucho grano procedente de "natas", verdes, etc.

Sabor terroso.

Sabor común en cafés naturales, puede resultar de un lavado defectuoso, combinado con el almacenamiento del café a medio secar, lo cual produce mohos que tienden a dar el gusto a tierra.

Sobrefermento.

Tiene como origen la mala conducción del proceso de fermentación. Puede surgir en las pilas de fermentación, en las casetas de los patios, tolvas de las secadoras o por cafés recién lavados y que se han dejado amontonados.

Sabor frutoso o fruty.

Este sabor recuerda al de las piñas muy maduras, su origen es partidas mal lavadas o en cafés sobrecalentados.

Sabor a cebolla.

Ocurre en partidas donde la sobrefermentación tiene lugar a expensas de las pectinas del mucílago, sin la presencia de los azúcares naturales y las cuales han sido lavadas por acción mecánica antes de la propia fermentación. Aparece también en la sobrefermentación ocurrida en cafés almacenados mojados y donde la fermentación no fue completa o resultó despareja,

Sabor agrio.

Se desarrolla aparentemente si persisten las condiciones que originan el sabor a fruty o vinoso.

Sabor a viejo.

Resultado del envejecimiento natural del grano y puede ser originado por mal almacenamiento del grano, en condiciones de mucha humedad relativa y altas temperaturas.

Sabor mohoso.

Resulta de almacenar cafés con mucha humedad o en condiciones de mucha humedad relativa en el ambiente.

Sabor áspero.

Generalmente lo origina los frutos verdes que se cuelean en las muestras, al momento de su tueste dan los granos llamados quakers.

Quakers.

Son granos muy livianos y anormales, procedentes de fruto verde o enfermo, dan tuestes muy claros y abiertos con sabor y olor a maní, producen aspereza en la lengua al degustar la bebida.

Carácter.

Se define en términos de catación como el aspecto en la superficie que presenta el grano tostado, y aparecerá más o menos corrugada dependiendo de la altura de la plantación, esta característica va unida al aspecto de la hendidura, color de la película y amplitud de la abertura.

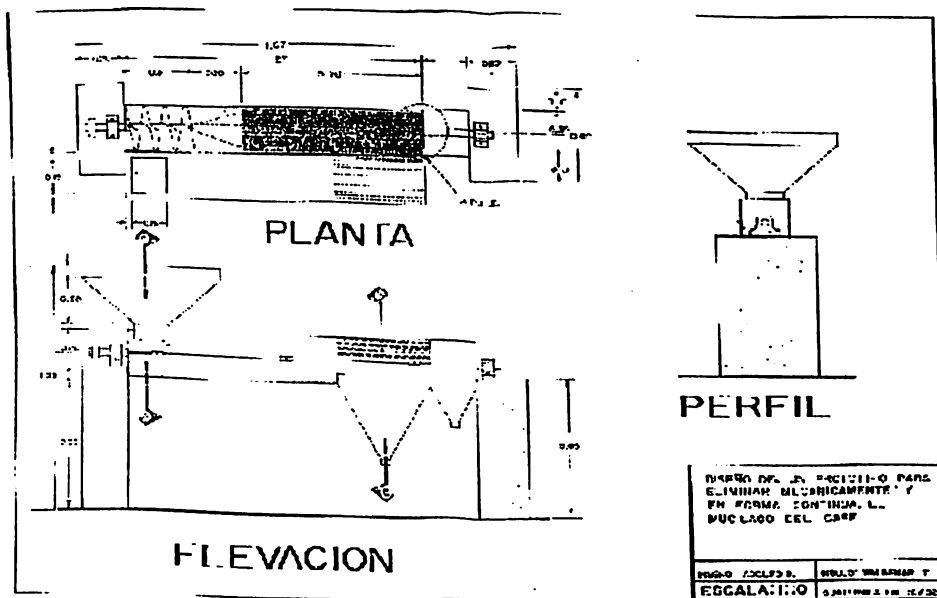


Figura 8: Diseño de desmucilaginadora de cepillo

Guatemala, octubre 19 de 2001

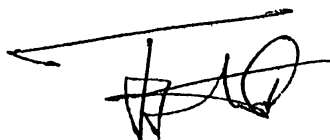
Doctor
Ariel Abderramán Ortiz López
Director IIA
Facultad de Agronomía
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Presente

Doctor Ortiz,

Por este medio le informo que he cumplido con el nombramiento que ese importante Instituto de Investigaciones Agronómicas me recomendara, en concordancia y de conformidad con el "Programa Extraordinario para la realización de Tesis de Grado para la carrera de Ingeniero Agrónomo", con ese fin asesoré el trabajo del estudiante **CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCÍA** con carné No. 80-10208, bajo el título **"EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ"**.

Al trabajo se le efectuaron las recomendaciones vertidas en las observaciones hechas al mismo, por lo que considero que este estudio satisface los requisitos para su aprobación como documento de graduación.

Atentamente,



Dr. Francisco Anzueto Rodríguez
Colegiado No. 369





Guatemala, octubre 19 de 2001.

FACULTAD DE AGRONOMIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

Doctor
Ariel Abderramán Ortiz López
Director Instituto de investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía
Presente

Doctor Ortiz,

Atentamente le informo que he cumplido con el nombramiento que para el efecto el Instituto de Investigaciones Agronómicas me encomendara, de conformidad con el "Programa Extraordinario para la realización de Tesis de Grado para la carrera de Ingeniero Agrónomo", con ese fin conjuntamente con el Dr. Francisco Anzueto Rodríguez asesoramos el trabajo de graduación del estudiante **CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCÍA** con carné 80-10208, bajo el título "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCIÓN MECÁNICA DEL MUCÍLAGO (DESMUCILAGINADO) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ".

Considero que este estudio satisface los requisitos para su aprobación como documento de graduación.

Atentamente,

Ing. Agr. Victor Hugo Méndez Estrada
Colegiado No. 462

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



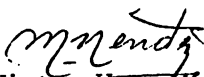
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

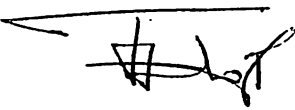
DOCUMENTO DE GRADUACION: "EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LA REMOCION MECANICA DEL MUCILAGO (DESMUCILAGINADO), EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL CAFE"

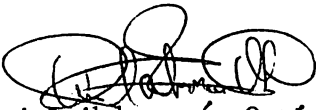
DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: CARLOS ROBERTO MUÑOZ GARCIA.
CARNE 80-10208.

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Victor Hugo Méndez Estrada
Dr. Francisco Anzueto Rodríguez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.


Ing. Agr. Victor Hugo Méndez Estrada
A S E S O R


Dr. Francisco Anzueto Rodríguez
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
DIRECTOR I. I. A.



AAOL/Oscar E.
cc. Archivo
Control Académico.

IMPRESA



Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>