

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA



TEC

Instituto Tecnológico de Costa Rica

INFORME FINAL

Proyecto “Desarrollo de productos no convencionales a partir de café y de sus subproductos”

Código 540214312001

ESCUELAS PARTICIPANTES:
INGENIERÍA AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA
QUÍMICA

PROFESIONALES RESPONSABLES:
ING. RANDALL CHAVES ABARCA
LIC. VICTORIA CHAN CHAN
M.Sc. PATRICIA ARGUEDAS GAMBOA
PhD. JESÚS MORA MOLINA



“Innovación y desarrollo integral en los agronegocios”

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA ADMINISTRATIVA

Abril 2009

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	I
RESUMEN	II
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	V
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3. OBJETIVOS	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. FERMENTACIÓN DE PULPAS DE CAFÉ	3
2.2. ELABORACIÓN DE CONFITES	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1. FERMENTACIÓN DE PULPAS DE CAFÉ	8
3.2. ELABORACIÓN DE CONFITES	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. FERMENTACIÓN DE PULPAS DE CAFÉ	22
4.1.1. Fase 1	22
4.1.1.1. Corrida 1	22
4.1.1.2. Corrida 2	23
4.1.2. Fase 2	23
4.1.2.1. Primera corrida	23
4.1.2.2. Segunda corrida	26
4.1.2.3. Tercera corrida	26
4.1.2.4. Cuarta corrida	29
4.2. ELABORACIÓN DE CONFITES	30
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. CONCLUSIONES	35
5.1.1. Fermentación de pulpa de café	35
5.1.2. Elaboración de confites	35
5.2. RECOMENDACIONES	36
5.2.1. Fermentación de pulpa de café	36
5.2.2. Elaboración de confites	37
6. APORTES Y ALCANCES	37
7. BIBLIOGRAFÍA	39
8. ANEXOS	41
8.1. EXTRACTOS DE CAFÉ	41
8.2. CALIDAD DEL GRANO DE CAFÉ	47
8.3. EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE CAFÉ	62
8.4. EQUIPO	70
8.4.1. Cotizaciones	70
8.4.2. Análisis de Cotizaciones y recomendación de compra	75
8.4.3. Recomendación de especificaciones generales y garantías	78

RESUMEN

Costa Rica es un país de tradición agrícola, y entre sus productos de exportación, se ha destacado el café, el cual goza de una alta estima a nivel internacional, basada sobre todo en su calidad. No obstante, los precios de nuestro grano de oro dependen de situaciones internacionales como oferta, consumo, costo de mano de obra, climas, etc. Nuestro café es además exportado en grano, dándose la torrefacción y otras transformaciones fuera de nuestras fronteras. Como en la mayoría de las agroindustrias, la actividad cafetalera genera un desecho de difícil manejo y alta perecibilidad. Los problemas de manejo y contaminación ambiental generados por la pulpa de café, estimada en la cosecha 2007-2008 en 1,6 millones de fanegas, no ha encontrado una solución satisfactoria y continúa siendo uno de los principales problemas a resolver por aquellas personas, empresas e instituciones involucradas en la actividad cafetalera.

Producto de una preocupación ante la problemática planteada, INFOCOOP (Instituto Nacional de Fomento Cooperativo) se acercó al ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica) en busca de soluciones y se generó el presente proyecto, cuyo objetivo general fue "Desarrollar productos no tradicionales derivados del café y de sus subproductos con el fin de ofrecer al sector cafetalero nuevas alternativas que den valor agregado a su producción". En él participan como escuelas ejecutoras las de Química y la de Ingeniería en Administración Agropecuaria. Los representantes de los beneficiarios del proyecto, decidieron iniciar con el desarrollo de productos en las áreas de confitería y de fermentación.

Considerando las familias asociadas a las cooperativas cafetaleras, y los empleos indirectos que la puesta en marcha de medianas empresas productoras de confites, jarabes, vinos y licores de café puede implicar, el número asciende a la suma de 635616 costarricenses (cálculo estimado por los investigadores, a partir de información suministrada por INFOCOOP y por ICAFÉ).

Ante un atraso de más de dos años en la entrega del equipo ofrecido por INFOCOOP para el desarrollo del producto, los investigadores del ITCR debieron iniciar una etapa a nivel artesanal, cuyos resultados son los que se presentan en este informe.

CONFITERÍA:

Las pruebas fueron realizadas "a fuego abierto" o condiciones de presión ambiental.

Se definió el diagrama de proceso y se experimentó con diez formulaciones, recomendándose las que aparecen identificadas en este informe como #9 y #10. Se recomienda la utilización de glucosa en polvo, y no glucosa semi-fluida.

Se realizó pruebas de selección de material de empaque, encontrándose que si el confite se distribuye solamente con empaque primario, lo más recomendado para evitar la absorción de agua es empaque de tres laminaciones. Si se utiliza empaque secundario, el confite puede envolverse en celofán y aluminio, empacándose luego en polipropileno de alta densidad.

Se investigó sobre la manera más eficiente de obtener el extracto de café. Se aplicó cinco métodos de extracción, encontrándose que la mayor eficiencia se logra con adición del agua en aspersión y en forma fraccionada. Los investigadores utilizaron como parámetro la medición el color según sistema tridimensional, utilizándose, por recomendación del Dr. Franklin, el parámetro L, que indica la posición del color entre blanco y negro.

FERMENTACIÓN:

Se puede dividir el trabajo realizado en dos etapas: con equipo de condiciones controladas y no controladas (fermentador o bio-reactor de laboratorio).

Se realizó cuatro corridas en cada una de las etapas.

Se definió un diagrama de flujo, y se probó diversas relaciones pulpa:agua:azúcar, así como dos tipos de levadura, ambas SACCHAROMYCES CEREVISIAE. El primer tipo de levadura es el de panadería, y el segundo es el utilizado para elaboración de vinos y cerveza. Se concluye que el uso de la levadura de panadería acorta el proceso de fermentación (su velocidad es mayor) en tanto que la levadura de cerveza da un producto de mejor color y brillo. Se evidenció la necesidad de un buen sistema de filtrado, pues el producto obtenido continúa presentando pequeñas sedimentaciones durante el tiempo de almacenamiento refrigerado, lo que obliga a aplicar centrifugaciones periódicas antes del envasado final.

OTROS RESULTADOS:

- Se elaboró un documento sobre CALIDAD de café, el cual se adjunta en este informe.
- Se investigó sobre productos de café importados y exportados por Costa Rica. Un documento al respecto se adjunta en este informe.
- Se elaboró para INFOCOOP, por falta de experiencia de su personal, el Cartel de Licitación y los Términos de Referencia para adjudicación del equipo. Un documento al respecto se adjunta en este informe.

ABSTRACT

Coffee had been for Costa Rica, one of the principal products of exportation. Costa Rican coffee is considered internationally as one of the highest quality. However, the prices of this product change constantly, depending of the International Marketing Conditions. This product is exported as a grain. All the transformations, at which it is subjected, are made out of our frontiers. As any agro industrial activity, big quantities of wastes are produced before to export coffee (1.6 "fanegas" millions for the production 2007-2008), generating problems of handling, and giving environmental problems.

Trying to offer to coffee producers other possibilities to made their activity more attractive, INFOCOOP (Instituto Nacional de Fomento Cooperativo) and ITCR (Instituto Tecnológico de Costa Rica) joint efforts to create this project, called "Not traditional products development from coffee and its wastes".

The coffee cooperatives managers, chose to begin this project, two principal topics; confectionary and fermentation.

The results of a first step, called artisanal step, are presented in this report:

CONFECTIONARY:

It is presented a process chart, and two recipes are recommended. The authors recommend the use of glucose as a powder, and other ingredients, as butter, lecithin and concentrated milk. Some results about packaging material are presented too.

Authors developed a method to estimate the coffee extraction efficiency, based in color measurement.

FERMENTATION:

The principal waste produced by coffee activity is used to produced a fermented drinking.

It can be considered two levels of fermentation test: using plastic barrels, and using a laboratory bio-reactor.

A process chart is recommended, the same that relationships water:pulp:sugar.

Two different kinds of SACCHAROMYCES CEREVISIAE had been used: yeast for bread production and yeast for wine production.

Using yeast for wine production it is obtained a product with best color and appearance. The yeast for bread production work with higher rates than wine yeast.

OTHER RESULTS:

- Coffee quality. An abstract about this topic is found in this report.
- Exports and imports of coffee products in Costa Rica. An abstract about this topic is found in this report.
- All the requirements to buy process equipment were elaborated by ITCR researchers. An abstract about this topic is found in this report.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Detalle de las dos corridas aplicadas en la fermentación artesanal. _____	10
Cuadro 2. Denominación de los cuatro tratamientos aplicados en la fermentación artesanal. _	11
Cuadro 3. Formulación del mosto de la primera prueba de fermentación _____	15
Cuadro 4. Formulación del mosto para cuarta prueba de fermentación _____	17
Cuadro 5. Formulaciones ensayadas en la elaboración de confites duros _____	21
Cuadro 6. Resultados de la corrida 1 _____	22
Cuadro 7: Resultados de la corrida 2 _____	23
Cuadro 8. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la primera corrida _____	23
Cuadro 9. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la segunda corrida _____	26
Cuadro 10. Datos para balance de masa en la selección de pulpa _____	27
Cuadro 11. Datos para balance de masa en la etapa de colado del mosto en la tercera fermentación _____	27
Cuadro 12. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la tercera prueba _____	28
Cuadro 13. Análisis microbiológicos de fermentación de café (tercera prueba) _____	28
Cuadro 14. Datos para balance de masa en la etapa de colado del mosto en la cuarta fermentación _____	29
Cuadro 15. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a cuarta prueba _____	30
Cuadro 16. Análisis microbiológicos de fermentación de café (cuarta prueba) _____	30
Cuadro 17. Análisis de características después de un mes de almacenamiento. _____	34
Cuadro 18. Formulación seleccionada para realizar las pruebas de fermentación _____	35
Cuadro 19. Formulaciones seleccionadas _____	36
Cuadro 20. Escalas de colores para cada variable “a ,L, b” _____	43
Cuadro 21. Tiempos y temperaturas para determinación de humedad _____	44
Cuadro 22. Extracciones con reciclaje (250 ml de agua) _____	45
Cuadro 23. Extracciones con reciclaje (250 ml de agua) _____	45
Cuadro 24. Extracciones fraccionadas (100-100-50) (250 ml de agua) _____	46
Cuadro 25. Comparación volumétrica de extracciones fraccionadas y recicladas _____	46
Cuadro 26. Características del café inicial _____	46
Cuadro 27. Método fraccionado de la extracción. _____	46
Cuadro 28. Comparación de cinco métodos de extracción _____	47
Cuadro 29. Método de clasificación estándar SCAA. _____	49
Cuadro 30. Producción de Café Fruta por Región Cafetalera. Datos en Fanegas Cosechas 2004-2005 a 2006-2007. _____	63
Cuadro 31. Producción y Comercialización de Café. Sacos 46 kg – Cosechas 2004-2005 a 2006-2007. _____	63
Cuadro 32. Precios de Exportación y Consumo Nacional - Cosechas 2004-2005 a 2006-2007. Precios US\$ por quintal. _____	64
Cuadro 33. Análisis Comparativo de Precios FOB de Exportación. Datos en US\$ por Saco de 46 kg. Años Civiles 2001 a 2006. _____	64
Cuadro 34. Exportaciones de Café por País Destino - Análisis Comparativo. Exportaciones en sacos de 46 kg. Años Cafeteros 1997-1998 y 2006-2007. _____	65
Cuadro 35. Valor FOB de las Exportaciones de Café – Participación en el Valor Total de las Exportaciones de Costa Rica. Datos en Millones de US\$. _____	66
Cuadro 36. Exportaciones de Café Oro por país destino. Sacos de 46 kilogramos. Años Cafetaleros 1997-1998 a 2006-2007 _____	67
Cuadro 37. Resumen de cotizaciones de marmita al vacío _____	71
Cuadro 38. Resumen de cotizaciones de despulpador _____	72
Cuadro 39. Resumen de cotizaciones molino de martillo _____	74
Cuadro 40. Resumen de cotizaciones mesa de amasado _____	74
Cuadro 41. Resumen de cotizaciones dosificador _____	75
Cuadro 42. Recomendación de compra fermentador _____	76
Cuadro 43. Recomendación de compra marmita al vacío _____	76
Cuadro 44. Recomendación de compra despulpador _____	77
Cuadro 45. Recomendación de compra mesa de amasado _____	78
Cuadro 46. Recomendación de compra dosificador _____	78

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Toma de muestra de pulpa para fermentación artesanal.	11
Fotografía 2. Sistema artesanal de fermentación utilizado en la primera fase.	12
Fotografía 3. Fermentador de laboratorio, marca New Brunswick, con control de pH, concentración de oxígeno, temperatura y flujo de aire. a) Vista frontal. b) Vista superior.	13
Fotografía 4. Pantalla de control de las variables del fermentador New Brunswick.....	13
Fotografía 5. Pulpa utilizada en las corridas primera y segunda del CEQIATEC.	14
Fotografía 6. Elaboración del mosto. a) Formulación. b) Mezcla de pulpa y azúcar.	14
Fotografía 7. Fermentación en proceso.	15
Fotografía 8. Extracción de la muestra para análisis microbiológicos y físicos.	16
Fotografía 9. a) Refractómetro Atago, modelo N-50E Brix 0-50%. b) Medición de grado Brix de una muestra. c) Porcentaje de transmitancia determinado con el espectrofotómetro Spectronic 20	16
Fotografía 10. Pulpa de café utilizada en la cuarta corrida.	18
Fotografía 11. Aparato usado en la extracción de café (denominado como moca).	19
Fotografía 12. Cambio en el color del mosto al transcurrir los días de fermentación (la muestra 1 corresponde al tubo primer tubo de derecha a izquierda)	24
Fotografía 13. Producto terminado de diferentes pruebas de fermentación.	24
Fotografía 14. Pulpa utilizada en la tercera corrida de la fase 2 (fermentación hecha en el CEQIATEC.)	26
Fotografía 15. Pulpa después del licuado.....	27
Fotografía 16. Diferencia de color obtenido en el confite, (izquierdo sin aire incorporado,)	31
Fotografía 17. Primer tipo de empaque: papel compuesto + bolsa	33
Fotografía 18. Segundo tipo de empaque: papel celofán.	33
Fotografía 19. Tercer y cuarto tipo de material de empaque: laminado doble (verde)	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de transmitancia de primera corrida de vino de café	25
Gráfico 2. Grado Brix de primera corrida de vino de café	25
Gráfico 3. Ventas de Café para Exportación. Millones Sacos de 46 kg. Cosechas 2000-2001 a 2006-2007.....	64
Gráfico 4. Exportaciones de Café Oro por País Destino. Participación Porcentual Promedio de Años Cafeteros 2004-2005 a 2006-2007.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo base utilizado en la fermentación de pulpa	9
Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de confites duros	20
Figura 3. Diferentes estados del Café (Valencia, G)	48
Figura 4. Distribución del área sembrada de cafeto, año 2001	68
Figura 5. Distribución del área sembrada de cafeto, período 2003-2006	69

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El mercado mundial del café está dominado por unas pocas multinacionales quienes compran el grano crudo de café a los cultivadores y lo venden a los tostadores. Sin embargo, prácticamente todo este café es producido en el Tercer Mundo y más de 20 millones de personas que producen café viven en una pobreza extrema (Innes, 2001).

En el período (1999-2000 a 2003-2004), el volumen de producción de nuestro país se redujo un 22,7% (820 000 fanegas). El impacto de esta disminución en la producción, se ha visto reflejado no sólo desde el punto de vista de pérdida de ingresos por concepto de exportaciones, lo cual perjudica la balanza de pagos y afecta considerablemente la actividad económica en general, sino también por la pérdida de empleo. Como producto de la reducción de la producción, se han registrado disminuciones importantes en la productividad del cultivo y los caficultores disponen cada vez de menos recursos financieros para asistir sus cafetales, o bien, en el peor de los casos abandonan la actividad (INFOCOOP 2004).

La disminución de los ingresos ha tenido una repercusión considerable en la vida económica y social de muchos de los países en vías de desarrollo. Según información suministrada por los gobiernos de países pertenecientes a la OIC, la crisis del café repercute en la pobreza con consecuencias concretas de carácter económico, social y ambiental, se citan: abandono de fincas, emigración al extranjero, pérdida general de empleo, menos ingresos fiscales, menos ingresos en las exportaciones, migración de las zonas rurales a las ciudades, entre otras (ICAFÉ, 2004).

Según datos del INFOCOOP, las 24 cooperativas reportadas en el 2004, empleaban 2576 personas en forma directa. Considerando el tamaño promedio familiar y realizando una proyección de empleo indirecto (cogedores de café, transportistas), comercializadores y exportadores del mismo sector, se obtiene un total de 635616 personas dependientes de la actividad cafetalera (INFOCOOP, 2004).

Tomando en consideración las anteriores informaciones, no queda duda de que el sector cafetalero costarricense debe tomar acciones inmediatas y con carácter urgente, que permitan convertir a esta actividad agroindustrial en algo competitivo y atractivo.

Por ello, se debe mejorar la eficiencia de los procesos existentes, tanto en rendimientos, uso de la energía y calidad obtenida. También se evidencia la necesidad de trabajar en el desarrollo de productos derivados del café, para aumentar el valor agregado de nuestro grano de oro.

1.2. Definición del problema

La baja del precio del café desde 1998 a consecuencia de la sobreoferta a nivel mundial, ha traído como resultado la reducción de la producción nacional. A

raíz de lo anterior, se han perjudicado los indicadores socioeconómicos (abandono de fincas, aumento de pobreza, aumento de desempleo, migración a zonas urbanas, disminución en las exportaciones), viéndose afectada la calidad de vida de un importante sector de nuestra población (635616 dependientes de la actividad cafetalera) (INFOCOOP 2004).

La producción nacional de café se exporta como grano en oro. Posteriormente, los compradores lo procesan, beneficiándose del valor agregado del producto. Los productores nacionales perciben ganancias mínimas, siendo los intermediarios y los tostadores los que obtienen la mayor ganancia. De todo lo anterior, se evidencia la importancia de buscar alternativas que brinden a los productores la posibilidad de dar valor agregado a su producción, y utilizar de manera más rentable las calidades inferiores.

Es por ello que el Instituto Nacional de Fomento Cooperativo (INFOCOOP), se acercó al Instituto Tecnológico de Costa Rica con el propósito de plantear un proyecto conjunto, que permita darle a la producción cafetalera un valor agregado.

En conjunto con los gerentes de las cooperativas cafetaleras de INFOCOOP y con personal administrativo de esta institución, se seleccionaron dos áreas de trabajo, de trece alternativas presentadas por los investigadores del ITCR: Confitería y Fermentación.

El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) por medio de las Escuelas de Ingeniería Agropecuaria Administrativa y Química, presentó el proyecto denominado "Desarrollo de productos no tradicionales a partir del café y sus subproductos".

1.3. Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar productos no tradicionales derivados del café y de sus subproductos con el fin de ofrecer al sector cafetalero nuevas alternativas que den valor agregado a su producción.

Objetivos Específicos:

- 1) Recopilar información sobre el café y la gama de productos derivados del mismo, que se consumen en Costa Rica.
- 2) Valorar alternativas de productos en las áreas de confitería y de fermentación.
- 3) Seleccionar los procesos, equipo, materia prima, aditivos y empaques requeridos.
- 4) Elaborar a nivel piloto, al menos cinco productos no tradicionales derivados del café.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fermentación de pulpas de café

Elaboración de vinos

Se llama vino, simplemente, a la bebida obtenida por fermentación alcohólica de los zumos de uva fresca.

También se obtienen bebidas fermentadas de frutos como manzanas, peras, cerezas, ciruelas, frambuesas, entre otros y de zumos de plantas como tallos de ruibarbo o de palmera. No obstante, la denominación de vino se le da al obtenido de las uvas; los demás se los denomina con el nombre del material del que proceden (Carbó, 1963).

Proceso fermentativo

Las fermentaciones son alteraciones químicas de los alimentos debidas a las enzimas producidas por los microorganismos que se encuentran en el alimento o que se le añaden a éste (Pederson, 1971).

La fermentación alcohólica es un proceso complicado; entre los productos iniciales y finales se establece una cadena compleja de sustancias intermedias. La levadura produce enzimas que actúan sobre los azúcares formando alcohol y anhídrido carbónico como productos principales y otros secundarios, como glicerina, aldehído, ácido acético, ácido succínico, butilenglicol y acetoína. Los productos citados, en mayor o menor proporción con que aparecen en el vino, tienen su carácter y contribuyen a darle conjunto. Las levaduras que intervienen en la fermentación alcohólica son llamadas anaerobias facultativas, puesto que pueden vivir en medios privados de aire (Mareca, 1969).

Por medio de la fórmula matemática de Gay-Lussac se obtiene la relación de azúcar, alcohol y gas carbónico:

$$\begin{array}{rcc} \text{Azúcar} & = & \text{alcohol} + \text{gas carbónico} \\ 100\% & & 51,34\% \quad 48,16\% \end{array}$$

En realidad, como todas las reacciones de la vida, el fenómeno es más complejo. Pasteur estableció que la ecuación de Gay-Lussac es válida para el 90% del azúcar transformado (Peynaud, 1977).

Caracteres generales de las levaduras

La levadura tiene exigencias para su desarrollo y para fermentar. Como todo ser vivo, necesita alimentarse y también respirar o tomar la energía que representa la respiración de alguna forma. Son materias alimenticias de las levaduras: el azúcar, las sustancias nitrogenadas y alguna sal mineral, fundamentalmente. Una acidez determinada, la que normalmente tiene el mosto de uva, conduce la fermentación en forma adecuada para que el mosto se transforme en vino y no en un conjunto de sustancias muy diferente. La

levadura utiliza el oxígeno del aire que se disuelve en el mosto al agitarlo. Por la aireación, además de suministrar a la levadura el oxígeno que consume en la respiración, se eliminan los productos de la fermentación de la superficie de las células y se les aproximan nuevas sustancias nutritivas. Las levaduras privadas de oxígeno se proporcionan la energía que necesitan fermentando el medio donde se encuentran. Cuando tienen presente oxígeno se desarrollan activamente, y el desarrollo queda limitado al consumirse el oxígeno (Mareca, 1969).

Las levaduras son los agentes de la fermentación. Se les puede cultivar como vegetales microscópicos. Si se pusiera un poco de mosto esterilizado que contuviera una pequeña cantidad de levadura bajo el microscopio, se vería brotar las células hasta alcanzar dos o tres gramos por litro e incluso más.

Existe un gran número de especies de levadura que se diferencian por su aspecto, sus propiedades, sus modos de reproducción y por la forma en que transforman el azúcar. Las levaduras del vino pertenecen a una docena de géneros, cada uno dividido en especies. En la clasificación botánica, las levaduras se designan con un doble nombre latino: el primero corresponde al género y el segundo a la especie. Ejemplo: *Saccharomyces ellipsoideus*. El género es *Saccharomyces* (literalmente el hongo del azúcar que transforma el azúcar) y la especie, *ellipsoideus* (que tiene forma elíptica) (Peynaud, 1977).

Las levaduras de la vinificación pueden presentar una de las cuatro formas siguientes: elíptica u ovoide, alargada en forma de salchicha, esférica y apiculada, es decir, alargada y con los extremos en punta, como un limón. La mayor parte de las levaduras del vino presentan, según las condiciones, dos sistemas posibles de reproducción: reproducción vegetativa por gemación y reproducción por formación de esporas, las cuales, después de la germinación, vuelven a generar las levaduras. Las levaduras carentes de esporas, poco abundantes en los vinos, se reproducen sólo por vía vegetativa (Peynaud, 1977).

A partir del momento en que una célula de levadura se encuentra en un medio nutritivo no tardará en aparecer en ella un engrosamiento, que irá aumentando progresivamente, al tiempo que se irá precisando la forma de una nueva pequeña célula. Cuando las dos células alcanzan el mismo grosor se separan y la generación de las células prosigue de igual manera. Esta multiplicación puede seguirse perfectamente bajo el microscopio. En óptimas condiciones, se necesitarán sólo dos horas para doblar la población de las levaduras (Peynaud, 1977).

Cuando el medio es desfavorable, por ejemplo, cuando las levaduras han eliminado el azúcar del medio nutritivo, cesa la multiplicación por gemación y producen ascas o células madres que contienen las esporas. Estas últimas representan una especie de simiente de levaduras cuyo estado de vida paralizada y cuya resistencia les permite sobrevivir en unas condiciones que serían fatales para la levaduras propiamente dichas (deseccación, calor, contacto con agentes químicos, etc.). La reproducción de las esporas exige condiciones especiales y es excepcional en el vino. Las levaduras llenas de granulaciones, observadas en lías, son levaduras muertas, cuyo protoplasma está coagulado y raramente contienen esporas. Cuando las condiciones

vuelven a ser favorables las esporas germinan y dan paso a nuevas células de levaduras (Peynaud, 1977).

El grosor de las levaduras varía mucho según la especie. Su diámetro puede variar de 2 a 10 micras (milésima de mm). Para poder examinarlas bien al microscopio, se necesita un aumento de 600 a 900 diámetros.

Un hecho asombroso es el número de levaduras que se encuentran en un mosto en plena fermentación. Las poblaciones de levaduras son extremadamente densas, del orden de 80 000 a 120 000 por milímetro cúbico. En una gota de uva en fermentación puede haber cinco millones de levaduras (Peynaud, 1977).

La fermentación vinosa no empieza hasta que la temperatura llega a los 16 °C, pero a los 21°C adquiere gran actividad. Favorece la fermentación el operar en grandes cantidades (Carbonell, 1970).

Cuando las sustancias básicas o zumos de frutas se ponen en circunstancias convenientes, la fermentación empieza a las pocas horas o al cabo de unos días, según la temperatura, la riqueza en azúcar y la masa del líquido.

El licor experimenta unos movimientos internos, se vuelve espeso y se enturbia, se eleva su temperatura y se desprende ácido carbónico. Aumenta de volumen y su superficie se recubre de abundante espuma, debido al ácido carbónico retenido durante algún tiempo por la viscosidad del líquido.

Al cabo de algunos días, o un tiempo más o menos largo, según la temperatura y otras circunstancias, la fermentación cesa, el líquido se aclara por haberse precipitado la materia que lo enturbia y el licor, de dulce y viscoso que era, se vuelve vinoso y límpido; se ha convertido en vino.

Tales son los fenómenos generales de la fermentación que demuestran, así como la naturaleza del producto, que las partes constituyentes han experimentado grandes cambios. El más notable es que la cantidad de azúcar ha desaparecido por completo. El líquido es entonces más fluido y sobre todo más claro, y ha adquirido un sabor espirituoso; estas nuevas propiedades se atribuyen a la formación del alcohol que existe en el vino.

Parece ser que sólo el azúcar experimenta descomposición; se divide en dos partes; la una se desprende en forma de ácido carbónico, mientras que la otra que contiene una gran proporción de hidrógeno, queda en el licor bajo la forma de alcohol. Una parte del alcohol es también arrastrada, y el que queda en el líquido se combina con los ácidos y la materia colorante de vino (Bourdon, 1963).

Una vez que han tenido lugar estos fenómenos, se pone el vino en toneles, donde experimenta ulteriores transformaciones, y se acaba con una especie de fermentación que se llama fermentación lenta.

Este es un punto de suma importancia en la elaboración del vino y es, a menudo, de la manera de operar durante este período de donde depende casi por completo esta variedad infinita que existe entre los vinos. Este período también es conveniente, en general, para introducir en el vino las sustancias extrañas apropiadas para darle bouquet. El dulzor de algunos vinos viene de la

presencia de excesiva cantidad de materias azucaradas, y se puede remediar, generalmente, prolongando la fermentación. Por el contrario, cuando la fermentación ha sido llevada bastante lejos para descomponer todo el azúcar, se dice que el vino es seco, y si la cantidad primitiva de azúcar ha sido demasiado reducida, se agría fácilmente (Bourdon, 1963).

Cuando la fermentación lenta ha llegado al punto deseado, se la detiene mediante un trasiego. Este método tiene la ventaja de extraer el sedimento acumulado en el fondo del tonel, que es una mezcla de tartrato o de malato ácido de potasio, de levadura de gluten y de materia colorante. Cuando el sedimento se mezcla al vino o al líquido fermentado por agitación o por cambio de temperatura, desarrolla una nueva fermentación que la convierte en vinagre, lo que conviene evitar.

2.2. Elaboración de confites

Los productos de confitería incluyen una gama de productos dentro de ellos están los caramelos y los confites.

Los caramelos son pastas de azúcares comestibles concentradas por calor, que al enfriarse, se endurecen resultando quebradizos. La adición de aromas y colorantes modifican la apariencia y el sabor de los mismos. Se clasifican en: macizos y duros; rellenos (poseen un centro constituido por frutas confitadas, cremas, derivados del cacao, pralinés y licores entre otros); los blandos tienen consistencia masticable y los bañados son cualquiera de los tipos anteriores a los cuales se le adiciona una cobertura (Desroisier, 1997).

Los confites son obtenidos al recubrir distintos núcleos de productos alimenticios con azúcares, chocolate, harinas y almidones, tienen formas y tamaños variados y pueden contener aditivos y aromatizantes (Desroisier, 1997).

Para la fabricación de confituras se emplean diferentes sustancias, las principales materias primas utilizadas son:

Sacarosa: es el principal elemento edulcorante y formador de cristales en la fabricación de confites, también es usado como preservante.

Jarabes de maíz: son líquidos viscosos que contienen dextrosa, maltosa, azúcares de masa molecular más alto y dextrinas. Retardan la cristalización de la sacarosa y disminuyen la tendencia a la higroscopicidad, así mismo disminuyen la velocidad con que se disuelven los dulces en la boca haciéndolos más chiclosos.

Preservantes: se utilizan para inhibir el metabolismo y crecimiento de bacterias, mohos y levaduras. El ácido cítrico y el ácido benzoico y sus sales son los más utilizados en la industria nacional.

Ingredientes adicionales: contribuyen a dar diferentes texturas. El almidón se usa como espesante; la clara de huevo y la gelatina para endurecer e incorporar aire; la leche contribuye al color y sabor y las grasas proporcionan

sabor a la vez que ablandan y lubrican el producto. Otras materias, como la glicerina y el sorbitol, se emplean como humectantes.

Para la elaboración de estos productos, se calienta una mezcla que contiene agua, sacarosa y la mayoría de las veces glucosa hasta obtener una masa de consistencia adecuada para el moldeo. La mezcla se enfría parcialmente para aumentar su consistencia y dar una presentación más pastosa. Luego se añade el colorante y el saborizante artificial, las esencias y el ácido cítrico. La pasta se amasa para darle homogeneidad y es lo que constituye la base del confite, posteriormente se moldea y se troquela. Finalmente, se enfrían, se pesan y empaacan.

Para obtener una solución de azúcar que no vuelva a cristalizar, será necesario proveer en ella una cantidad determinada de agua. Esta cantidad está en función de la temperatura a la cual se calienta la solución. Cuando la temperatura aumenta, se eleva también la solubilidad del azúcar, creciendo así también el grado de saturación y la concentración. A cada temperatura le corresponde por lo tanto un grado determinado de saturación. Para mantener un artículo en estado cristalizado será preciso llegar a temperaturas mayores.

En el caso de una interrupción de la cocción o de una reducción de la temperatura, empezará a producirse el proceso de recristalización. El adecuado uso de jarabe de glucosa o de azúcar invertido, evita la incidencia de cristalizaciones prematuras.

Los caramelos blandos se cocinan a temperaturas más bajas, y presentan una tendencia muy marcada a la cristalización rápida. Esto justifica el uso de altas concentraciones de jarabe de glucosa. Según la regla general, la proporción ideal es una parte de jarabe por una parte de azúcar cristal. En el caso de la fabricación de caramelos duros, aún la temperatura más alta no basta para alcanzar la situación ideal para la cristalización; es decir, un contenido de agua de tan sólo 1,5 hasta 2%. Esta es la razón que justifica el empleo del vacío. El agua hierve a 100°C bajo condiciones normales atmosféricas. Cuando la bomba de vacío evacua el aire de la cámara, disminuyéndose así la presión atmosférica, el agua hierve a temperaturas esencialmente más bajas. Las temperaturas muy altas llevan a la solución de azúcar a un punto próximo al de caramelización, produciendo oscurecimientos de la masa.

Al cocerse al vacío la receta deberá cambiarse en lo referente a la proporción de jarabe de glucosa, ya que entonces se produce un frotamiento más grande y la mezcla no tiene necesidad de ser cocida a temperaturas tan altas. La inversión es entonces más débil y, en consecuencia, será necesario añadir más jarabe de glucosa.

Equipo y maquinaria utilizada en la producción de confites.

Los principales equipos utilizados para la elaboración de confites son los siguientes:

Marmitas: son recipientes de metal, revestidos con chaqueta o doble forro, los cuales son utilizados para cocinar las mezclas de glucosa, azúcar y agua, base de la elaboración de todos los confites; son herméticas y se calientan mediante vapor.

Amasadora: consiste en una mesa horizontal calentada por vapor, sobre la cual se coloca la pasta de confite para la eficiente elaboración de los confites.

Troquelado: se encargan de cortar el hilo de pasta de confite en las dimensiones requeridas y según los moldes a utilizarse. Contiene un mecanismo automático que acciona un dispositivo que corta el producto a gran velocidad.

Cámaras de enfriamiento: es un sistema dentro del cual viaja una banda transportadora cargada de producto y sobre el que actúan corrientes de aire frío que bajan la temperatura del mismo.

Máquinas envolvedoras-empacadoras: se utilizan para envolver los confites cuando su presentación así lo requiera, pueden llevar uno o dos envoltorios. Las máquinas empacadoras se encargan de depositar los confites en las bolsas adecuadas y de acuerdo con las dosis determinadas, sellándolas luego. La mayoría de la maquinaria utilizada en la elaboración de confites es de origen italiano pero, también hay de origen alemán y español.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Fermentación de pulpas de café

Las pruebas de fermentación de pulpa de café se realizaron en dos fases, la primera de manera artesanal, utilizando baldes plásticos como recipiente de fermentación, y para la segunda se utilizó un biofermentador, con variables controladas, propiedad del CEQIATEC. Se agradece a este Centro de Investigación el equipo facilitado.

Para ambas fases se utilizó como diagrama de flujo base el siguiente (figura. 1), generado por los autores, y basados en la literatura y los trabajos de Berny Phillips (Phillips, 2007) y Randall Chaves y Alexander González (Chaves y González, 2004).

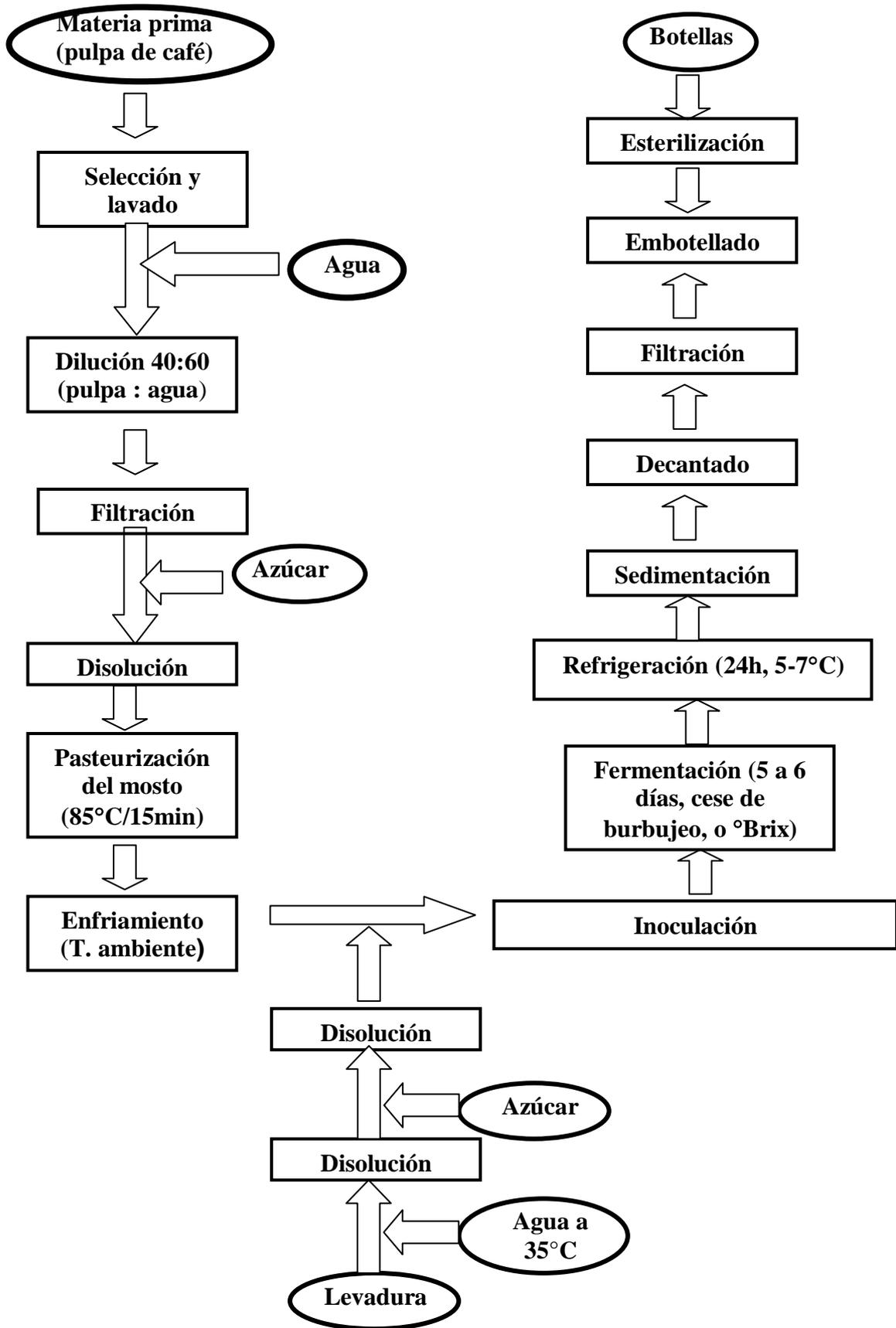


Figura 1. Diagrama de flujo base utilizado en la fermentación de pulpa

Fase 1

Las pruebas de fermentación se realizaron en la Planta Piloto de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Se realizó dos corridas, utilizando pulpa de café proveniente de dos fuentes. Las características de las mismas se describen en el cuadro 1. En cada corrida se trabajó cuatro tratamientos, generados por dos variables: el tipo de levadura y la pasteurización o no después de la fermentación. Esta última con el propósito de disminuir la posibilidad de cambios no deseados durante la maduración y el almacenamiento. Los tratamientos se denominaron según se observa en el cuadro 2.

Cuadro 1. Detalle de las dos corridas aplicadas en la fermentación artesanal.

	Pulpa 01	Pulpa 02
Lugar de origen.	CoopeAgri, Pérez Zeledón.	Beneficio Orlich, Orosi.
Tipo de café.	De altura para exportación.	De altura para exportación.
Fecha de despulpe.	26/02/2007	26/03/2007.
Ingreso a planta.	20/03/2007.	26/03/2007.
Tiempo en refrigeración.	2 semanas	1 semana.
Fecha de inicio	22/03/2007	18/04/2007
Peso de pulpa (kg)	1,6	2,5
Cantidad de agua (L)	6,4	9,5
Materia Prima	fermentada	Fresca
Cantidad de azúcar (kg)	0,90	1,56
Cantidad de Levadura (%)	0,1	0,5
Tipo de levadura	Sacharomyces cerevisiae, para pan	Sacharomyces cerevisiae, para vino
Tiempo fermentación	10 días	8 días
Floculación	NO	NO
Decantación	SI	SI
Centrifugación	SI	SI
Filtración	SI	SI

Fuente: Phillips, 2007

Cuadro 2. Denominación de los cuatro tratamientos aplicados en la fermentación artesanal.

Nomenclatura	Tipo de levadura	Segunda pasteurización
LP1	Para vino	NO
LP2	Para pan	SÍ
LV1	Para vino	NO
LV2	Para pan	SÍ

La pulpa de café se recolectó en bolsas de polietileno (fotografía 1) y se transportó a la Planta Piloto Agroindustrial de Ingeniería Agropecuaria Administrativa del ITCR.



Fotografía 1. Toma de muestra de pulpa para fermentación artesanal. Beneficio Orlich. (Phillips, 2007)

Las fermentaciones se efectuaron de forma “artesanal”. Se utilizó baldes plásticos de 4 litros de capacidad, con tapas de cierre hermético. En la tapa, se hizo un orificio donde se insertó un extremo de una manguera, el otro extremo se introdujo dentro de un recipiente con agua, con el propósito de evacuar el CO₂ e impedir el ingreso de oxígeno al sistema (fotografía 2). Se evidencia de esta manera la marcha y el fin de la fermentación.



Fotografía 2. Sistema artesanal de fermentación utilizado en la primera fase. (Tomado de Phillips, 2007).

Para la fermentación se utilizó la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, una de panificación y otra para vinificación (marca Fermol Súper 16).

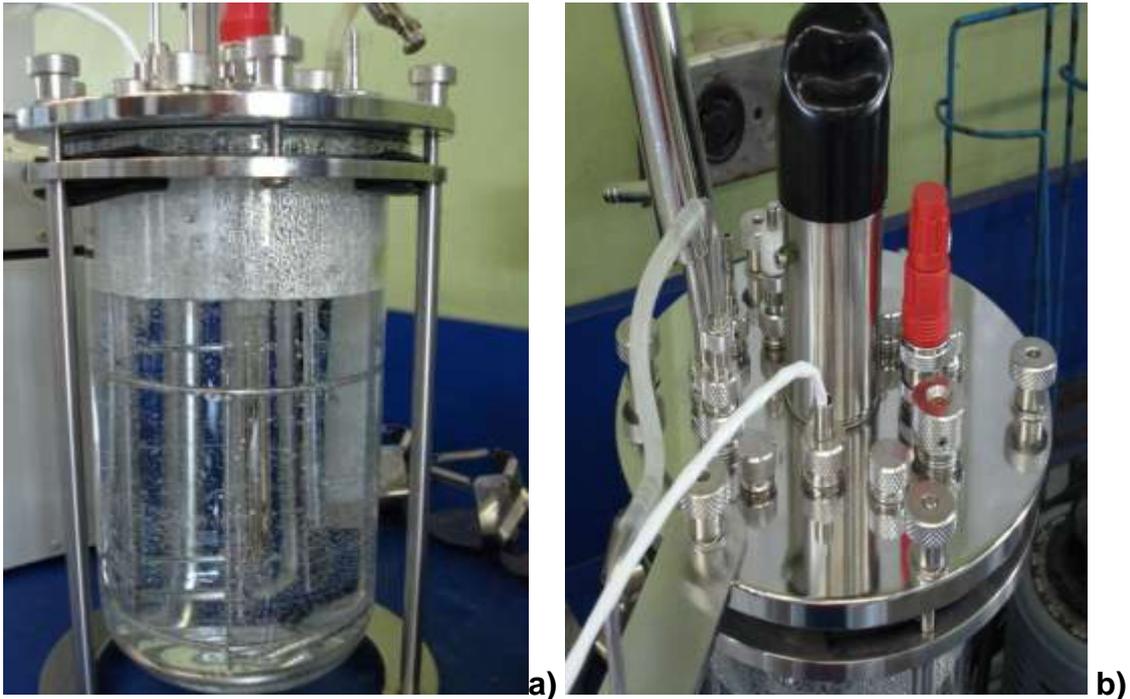
Para la elaboración del mosto, se licuó la pulpa seleccionada y se usó la relación de mezcla (pulpa:agua) 20:80. La mezcla se filtró después de la fermentación a través de una tela de manta colocada sobre un colador; ya que no se cuenta con un equipo de filtro-prensa, el cual daría mejores rendimientos y aseguraría la eliminación de partículas de muy pequeña granulometría, pertenecientes a proteínas y gomas, que darían problemas de turbidez y sedimentación durante el almacenamiento y maduración del producto.

Tal y como se muestra en el diagrama de flujo anterior (figura 1), la pasteurización del mosto se realizó a 85°C por un tiempo de 15 minutos. (Phillips, 2007)

El producto terminado fue decantado y centrifugado después de extraerlo de los recipientes de fermentación, posteriormente, se almacenó en refrigeración y se centrifugó de nuevo dos semanas después.

Fase 2

La segunda fase incluyó cuatro corridas. A diferencia de lo realizado en la Fase 1, la fermentación se llevó a cabo en un fermentador New Brunswick con un volumen total de 3 litros ubicado en el laboratorio microbiológico del CEQIATEC, el cual se muestra en las siguientes fotografías.



Fotografía 3. Fermentador de laboratorio, marca New Brunswick, con control de pH, concentración de oxígeno, temperatura y flujo de aire. a) Vista frontal. b) Vista superior.

Nombre	Valor	Val. Sltado	Control
Temp	21.5	30.0 °C	Auto
Agit	0	200 rpm	Apagado
Bomba A	0.0	5.0 %	Apagado
Bomba B	0.0	100.0 %	Apagado
Bomba C	0.0	10.0 %	Apagado
pH	3.58	2.00 pH	Auto
pO ₂	-1.9	100.0 %	Apagado
O ₂	0.0	0.0 %	Manual

Fotografía 4. Pantalla de control de las variables del fermentador New Brunswick

En la segunda fase, se introdujo una etapa de licuado de la pulpa, por utilizarse pulpas más frescas que en la primera fase. Esto indica que el grano está más entero que en la primera fase, pues las pulpas no han sufrido desintegración natural.

Se efectuó cuatro pruebas de fermentación las cuales se describen a continuación:

Primera prueba

La pulpa de café fue suministrada por COOPEAGRI (fotografía 5), ingresó a la Planta Piloto de Ingeniería Agropecuaria Administrativa el 9 de mayo de 2007 y fue almacenada a una temperatura promedio de -8 grados Celsius en la cámara de congelación. El proceso de fermentación se realizó el 27 de septiembre de 2007. Se midió el contenido de sacarosa disuelta en (grado Brix) la pulpa al inicio del proceso con el fin de determinar la cantidad de azúcar necesaria para la fermentación.



Fotografía 5. Pulpa utilizada en las corridas primera y segunda del CEQIATEC.

A continuación se ilustran las etapas para la obtención del mosto pasteurizado.



Fotografía 6. Elaboración del mosto. a) Formulación. b) Mezcla de pulpa y azúcar. c) Colado. d) Pasteurización con control de temperatura.

Las operaciones ejecutadas se detallan en el diagrama de flujo de la figura 1 y formulación empleada se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Formulación del mosto de la primera prueba de fermentación

Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje %
Pulpa	833,20	17,50
Agua	3166,00	66,50
Azúcar	762,00	16,00
Total	4761,20	100,00

El mosto debe contener entre 16 y 17 °Brix, por lo que la cantidad de azúcar adicionada dependió del contenido de sacarosa en la pulpa que fue de 6 °Brix.

En esta prueba se utilizó levadura *Saccharomyces cerevisiae* para panificación, marca Fleischman, en un porcentaje de 0,1% calculado sobre la masa de la mezcla pulpa + agua. El mosto se inoculó a 33 °C y se colocó en un recipiente plástico previamente esterilizado con agua en ebullición, posteriormente se selló herméticamente para evitar posible contaminación durante el traslado hacia el CEQIATEC. Se colocó 2300 mL de mosto en el fermentador.

Durante la fermentación se determinó tres parámetros físicos en el CIGA:

- ✓ Grado Brix utilizando un refractómetro Atago, modelo N-50E Brix 0-50%
- ✓ pH utilizando un pH – metro Corning Pínachale, modelo 530
- ✓ Porcentaje de transmitancia usando un espectrofotómetro Spectronic 20

Los análisis microbiológicos se realizaron en el CEQIATEC. Se agradece a este centro de investigación la realización de las mismas.



Fotografía 7. Fermentación en proceso.



Fotografía 8. Extracción de la muestra para análisis microbiológicos y físicos.



a)



b)



c)

Fotografía 9. a) Refractómetro Atago, modelo N-50E Brix 0-50%. b) Medición de grado Brix de una muestra. c) Porcentaje de transmitancia determinado con el espectrofotómetro Spectronic 20

Segunda prueba

Se inició la fermentación el 19 de octubre de 2007, se trabajó con el mismo procedimiento, levadura y pulpa de la primera prueba. La determinación del grado Brix de la pulpa fue de 5,0.

Tercera prueba

Esta prueba se llevó a cabo el día 20 de noviembre de 2007. Se utilizó pulpa de café de tercera calidad procedente de Orosi, ésta fue colectada el día 24 de octubre de 2007, casi 24 horas después del despulpado en el beneficio de café Orlich. La pulpa fue almacenada en congelación a -8 °C en la Planta Piloto Agroindustrial de Ingeniería Agropecuaria Administrativa. Su grado Brix fue de 3,0.

Se usó la misma formulación que en las dos pruebas anteriores, pero se cambió la levadura *S. cerevisiae* de panificación por la de vinificación.

Durante la aplicación de esta prueba se realizaron mediciones de peso tendientes a brindar información para un futuro balance de masa de todo el proceso.

Cuarta prueba

Para esta prueba se utilizó pulpa fresca de café de primera calidad obtenida en COOPEDOTA R.L., ubicada en Santa María de Dota. El café fue despulpado el 18 de febrero de 2008 y se trasladó inmediatamente en hielera al ITCR. El proceso se realizó al día siguiente. Su grado Brix fue de 13,5 y su pH de 4,43. La formulación del cuadro 6 evidencia la ventaja de una menor utilización de azúcar adicionada.

Se elaboraron 5000 g de mosto con la siguiente composición de ingredientes.

Cuadro 4. Formulación del mosto para cuarta prueba de fermentación

Ingrediente	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Pulpa	820,5	16,40
Agua	3280,0	65,60
Azúcar	900,0	18,00
Total	5000,0	100

En la fotografía 10 se muestra la pulpa utilizada para realizar esta prueba.



Fotografía 10. Pulpa de café utilizada en la cuarta corrida.

En todos los casos el producto terminado fue decantado y centrifugado después de extraerlo del fermentador, posteriormente, se almacenó en refrigeración y se centrifugó de nuevo dos semanas después.

3.2. Elaboración de confites

Para ello, se efectuó pruebas de extracción de café con el propósito de usarlo como materia prima y para valorar la eficiencia de la extracción con diferentes equipos (Anexo 8.1). Luego de evaluar los resultados obtenidos y la disponibilidad del equipo, se decidió utilizar el aparato que se muestra en la fotografía 10. El extracto se preparó con 30 g de café molido y se adicionó agua en tres fracciones (100, 100 y 50 ml), para así obtener una mejor extracción. El extracto de café se utilizó en la elaboración de confites para darle el sabor y olor al producto.

Se elaboraron confites llamados “*caramelos duros*” con sabor y color a café. Se ensayaron 11 formulaciones. Se partió de una formulación base, la cual fue modificada variando los porcentajes de los diferentes ingredientes con el fin de obtener un producto con las características adecuadas (cuadro 5, formulaciones).

La elaboración de los confites se realizó según el procedimiento que aparece en el diagrama de la figura 2. Una vez obtenida la masa se dividió en dos partes, una de ellas se moldeó directamente y la otra fue batida manualmente para incorporar aire previo al moldeo. Los moldes se engrasaron con mantequilla para facilitar el desmoldado.

El jarabe de glucosa, uno de los ingredientes usados, se calentó hasta una temperatura de 108-110°C. Los principales cambios en los ingredientes fueron de: a.- en lugar de leche condensada se ensayo también con leche en polvo, b.- se cambiaron tanto los porcentajes del agua como del extracto de café y c.- se cambiaron los porcentajes de glucosa y sacarosa.

La temperatura final de cocción en la elaboración de los confites fue de 118 - 138 °C, no se obtuvo los 140 °C que recomienda la literatura, esto debido a que se trabajó bajo condiciones atmosféricas.



Fotografía 11. Aparato usado en la extracción de café (denominado como moca).

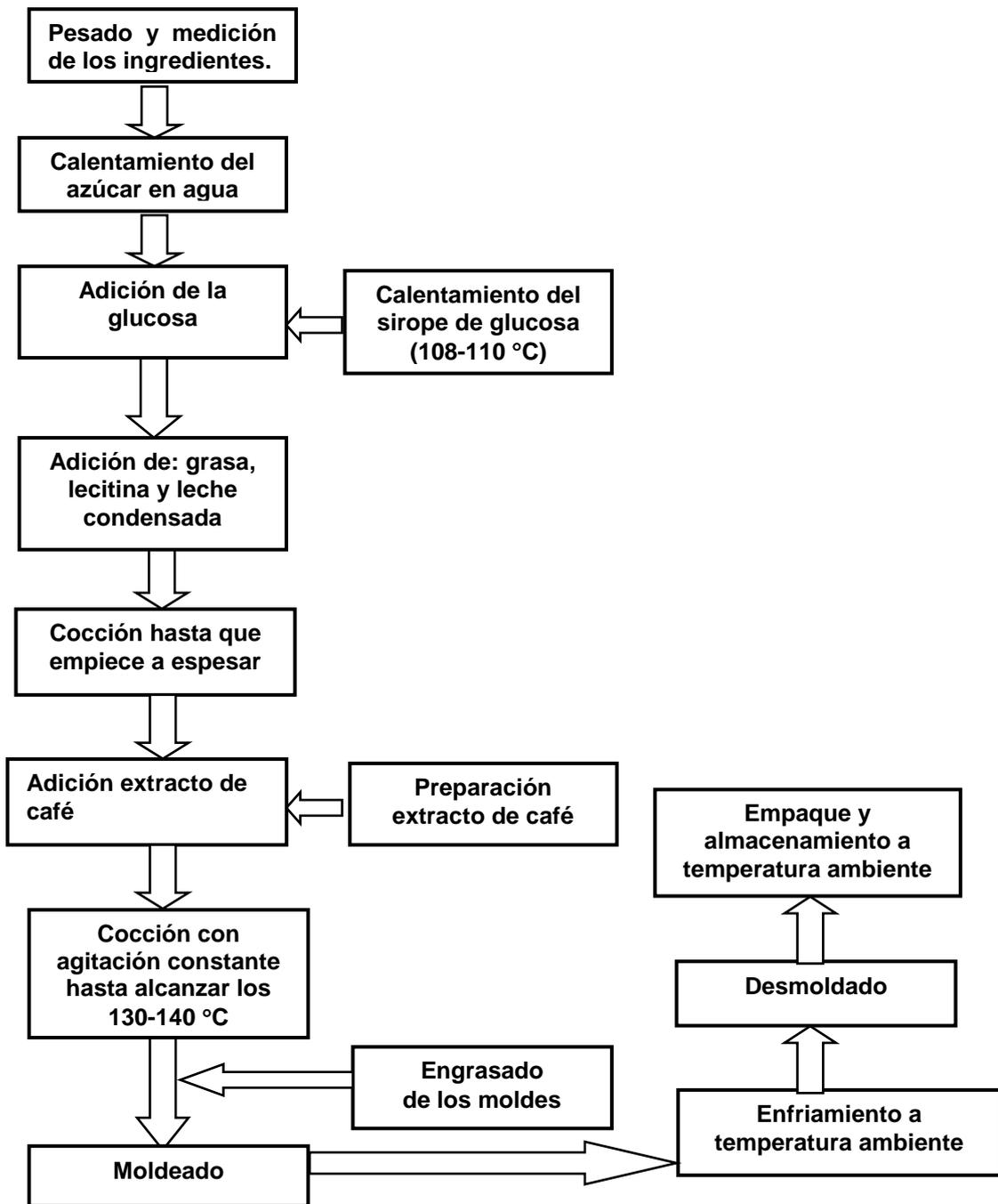


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de confites duros

Cuadro 5. Formulaciones ensayadas en la elaboración de confites duros

FORMULACIÓN		INGREDIENTES								Total
		Azúcar	Jarabe de glucosa	Agua	Grasa (margarina)	Extracto de café	Lecitina	Leche condensada	Leche en polvo	
BASE	%	56,62	26,82	11,18	2,97	2,34	0,06	-----	-----	100
	g	967	458	191	50,8	40	0,6	-----	-----	1707,8
1	%	53,50	25,33	10,57	2,81	5,53	0,06	2,21	-----	100
	g	53,50	229	95,5	25,4	50	0,5	20	-----	903,9
2	%	40	40	9	4,5	2	0,05	4,5	-----	100
	g	400	400	90	45	20	0,5	45	-----	1005
3	%	39,5	39,5	9	4,5	3	0,05	4,5	-----	100
	g	400	400	90	45	30	0,5	45	-----	1015
4	%	45	30	11,94	5	5	0,06	-----	3	100
	g	450	300	119,4	50	50	0,6	-----	30	1000
5	%	48,1	32,1	9,6	4,8	2,1	0,1	3,2	-----	100
	g	450	300	90	45	20	0,5	30	-----	935,5
6	%	50	25	-----	5	5	0,06	3	-----	100
	g	500	250	-----	50	50	0,6	30	-----	1000
7	%	45	30	-----	5	16,94	0,05	-----	3	100
	g	450	300	-----	50	169,94	0,5	-----	30	1000
8	%	50	25	-----	5	16,94	0,06	3	-----	100
	g	500	250	-----	50	169,94	0,6	30	-----	1000
9	%	50	-----	25	5	16,94	0,06	3	-----	100
	g	500	-----	250	50	169,94	0,6	30	-----	903,9
10	%	52,6	-----	21,5	5,3	17,4	0,1	3,2	-----	100
	g	500	-----	204	50	165,4	0,6	30	-----	950

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar cumplimiento el objetivo específico “Recopilar información sobre el café y la gama de productos derivados del café, que se consume en Costa Rica”, se obtuvo los siguientes productos:

- Información sobre la calidad del grano café (Anexo 8.2)
- Información sobre exportaciones e importaciones de café (Anexo 8.3)

4.1. Fermentación de pulpas de café

4.1.1. Fase 1

Tal y como se describió en la sección de metodología, se realizó dos corridas de manera artesanal. Cada corrida estuvo compuesta por 4 pruebas, usando en dos de ellas la levadura específica para vinificación y en las otras la de vinificación, a su vez se pasteurizó una de las pruebas de cada tipo de levadura, posteriormente a la fermentación.

4.1.1.1. Corrida 1

En el siguiente cuadro se presentan los datos determinados en las pruebas realizadas en esta corrida.

Cuadro 6. Resultados de la corrida 1

Propiedades del mosto	CORRIDA 1			
	L.P.1.	L.P.2.	L.V.1.	L.V.2.
Peso inicial del mosto (g)	2 240	1 800	2 040	1 860
°Brix inicial del mosto	13	13	13	13
pH inicial del mosto	4,05	4,05	4,05	4,05
Peso de pulpa filtrada (g)	988.6	780.5	875,0	944.5
Cantidad final de vino (ml)	850	700	900	800
°Brix final del vino	4	3	4	3
pH final del vino	3,96	3,92	3,96	3,93

Fuente: Phillips, 2007

Se obtuvo mayor producción de bebida fermentada cuando se usó la levadura para vinificación (L.V.1. y L.V.2.). Las pruebas presentaron valores de °Brix y pH final similares.

4.1.1.2. Corrida 2

En esta corrida también se aprecia una mayor disminución del pH en aquellas pruebas inoculadas con levadura para vinificación. Sin embargo, el rendimiento en este caso fue muy similar.

Cuadro 7: Resultados de la corrida 2

Propiedades del mosto	CORRIDA 2			
	L.P.1.	L.P.2.	L.V.1.	L.V.2.
Peso inicial mosto (g)	2 600	2 600	2 620	2 620
°Brix inicial del mosto	15	15	15	15
pH inicial del mosto	4,62	4,62	4,62	4,62
Peso de pulpa filtrada (g)	880	760	880	720
Cantidad final de vino (ml)	590	540	580	500
°Brix final del vino	5,0	3,5	5,0	3,5
pH final del vino	4,14	4,07	3,85	3,89

Fuente: Phillips, 2007

4.1.2. Fase 2

4.1.2.1. Primera corrida

Para esta prueba el tiempo de fermentación fue de 13 días, lográndose una disminución de 8,5 °Brix. Los datos de las determinaciones hechas a esta prueba se muestran en el cuadro 8.

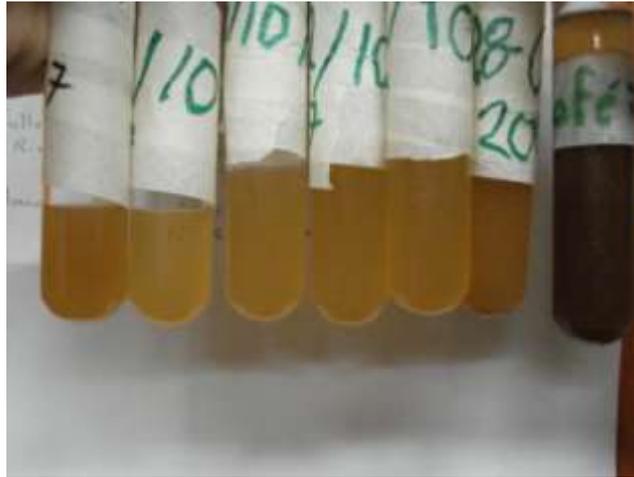
Cuadro 8. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la primera corrida

Muestra	Fecha	pH	°Brix	% de tramitancia
1 (inicial)*	27/09/2007	3,82	16,0	12
2	28/09/2007	3,77	13,0	20
3	01/10/2007	3,81	12,0	34
4	02/10/2007	3,58	11,0	39
5	03/10/2007	3,74	10,5	41
6	04/10/2007	3,65	10,0	41
7	05/10/2007	3,50	9,0	49
8	08/10/2007	3,49	8,0	75
9	09/10/2007	3,48	7,5	90

* Antes de colocarla en el fermentador

Es importante denotar el cambio en la coloración del producto. Inicialmente el mosto presentó un desagradable color café oscuro. Sin embargo, al transcurrir el tiempo de fermentación, el color café disminuyó su intensidad, dando lugar a tonalidades color champán, típicas de bebidas fermentadas. Esto se observa en la fotografía 12.

En el cuadro 8 se aprecia que el porcentaje de tramitancia aumenta conforme transcurre el periodo de fermentación. Este comportamiento que también se observa en el gráfico 1, coincide con el cambio en el color del producto. En la fotografía 12 se ordena los tubos de ensayo de derecha a izquierda, la muestra 1 es el primer tubo de ensayo de la derecha y el último de la izquierda corresponde a la muestra 9.



Fotografía 12. Cambio en el color del mosto al transcurrir los días de fermentación (la muestra 1 corresponde al tubo primer tubo de derecha a izquierda)

En general, las muestras presentaron un cambio positivo en cuanto a color y aspecto de la bebida, en comparación con el mosto inicial de aspecto turbio y color café oscuro. Dicho resultado obedece a la acción conjunta de las enzimas microbianas (de las levaduras) que provocan cambios físico-químicos, y a las operaciones aplicadas de decantado, centrifugado, almacenamiento en frío y nuevo centrifugado. La fotografía 13 presenta el producto final de diferentes corridas



Fotografía 13. Producto terminado de diferentes pruebas de fermentación.

Gráfico 1. Porcentaje de tramitancia de primera corrida de vino de café

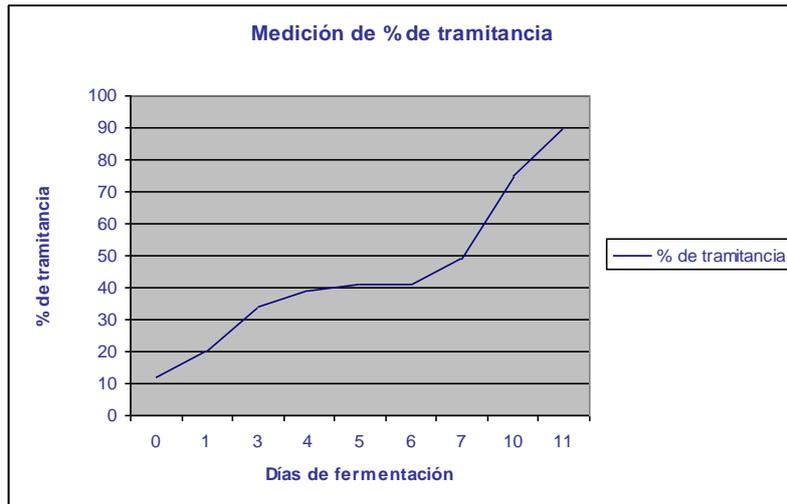
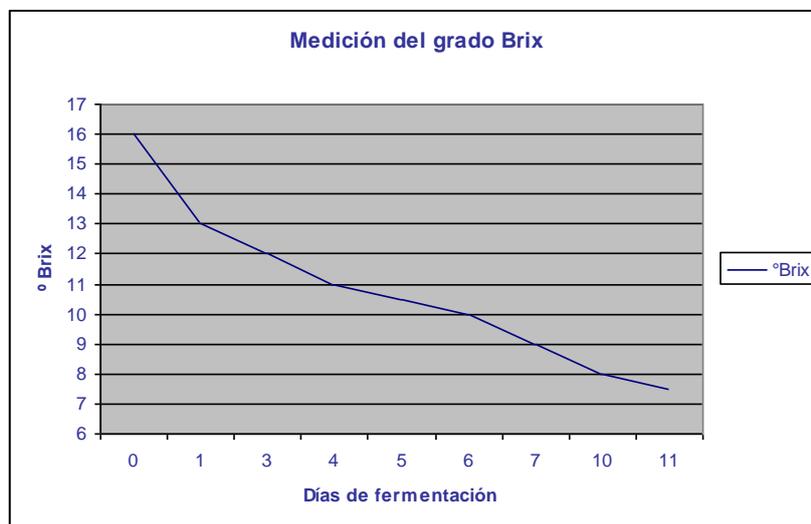


Gráfico 2. Grado Brix de primera corrida de vino de café



En el gráfico 2, se observa la disminución del grado Brix, denotando una mayor disminución de esta característica al inicio del proceso. Posteriormente la velocidad en la fermentación tiende a disminuir. Esto se evidencia con la disminución de la pendiente.

4.1.2.2. Segunda corrida

En esta prueba el tiempo de fermentación fue de 14 días, ocurriendo una disminución de 10,5 grados Brix. En el cuadro 9 se muestran los datos de las mediciones efectuadas, el pH se mantiene relativamente estable durante el proceso. Al igual que en la primera corrida, la determinación del % de tramitancia evidencia una clarificación del producto al transcurrir el tiempo.

Cuadro 9. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la segunda corrida

Muestra	Fecha	pH	°Brix	% de tramitancia
1 (inicial)*	19/10/2007	3,45	17,0	12
2	22/10/2007	3,42	14,0	20
3	23/10/2007	3,51	11,0	34
4	26/10/2007	3,53	8,5	39
5	01/11/2007	3,55	6,5	41

4.1.2.3. Tercera corrida

En esta corrida, se utilizó pulpa de tercera calidad, la cual presentó ciertas características que complicaron algunas etapas de proceso y pueden tener implicaciones negativas en el producto final. En café de tercera calidad se puede encontrar gran cantidad de frutos con poco desarrollo, frutos que no alcanzaron la madurez adecuada o en los cuales hay presencia de enfermedades como el conocido “ojo de gallo” (*Mycena citricolor*). Todo esto ocasiona que en este tipo de pulpa haya gran presencia de semillas adheridas a la pulpa, tal y como se muestra en las fotografías 14 y 15. Además, el grado Brix de esta pulpa fue menor al de la utilizada en las dos anteriores corridas, siendo 3 el grado Brix de esta tercera corrida. Lógicamente, esto implica que a la hora de preparar el mosto, se hace necesario adicionar grandes cantidades de azúcar, lo cual eleva los costos de producción.



Fotografía 14. Pulpa utilizada en la tercera corrida de la fase 2 (fermentación hecha en el CEQIATEC.)



Fotografía 15. Pulpa después del licuado

Tal y como se mencionó en la parte metodológica, en esta tercera corrida se incluyó la determinación de masas para cálculo de rendimientos en la elaboración de la bebida.

En los siguientes cuadros se presenta los datos obtenidos durante la elaboración del mosto.

Cuadro 10. Datos para balance de masa en la selección de pulpa

Selección de la pulpa		
Masa inicial (g)	Masa después del seleccionado (g)	Porcentaje con respecto a la masa inicial (%)
1100,00	977,5	88,86

De acuerdo a estos datos el porcentaje de pérdida fue de un 11,14 %, sin embargo este porcentaje puede ser mayor, debido a que es muy difícil separar semillas adheridas a la pulpa.

El cuadro siguiente muestra los datos para el cálculo de rendimiento en la etapa de colado.

Cuadro 11. Datos para balance de masa en la etapa de colado del mosto en la tercera fermentación

Preparación de mosto				
	Masa inicial (g)	Masa después del licuado (g)	Masa después primer colado (g)	Masa después segundo colado (g)
	4761,20	4640,00	3700,00	3660,00
Porcentaje respecto a la masa inicial (%)	100,00	97,45	77,71	76,87
Porcentaje respecto a la etapa anterior (%)		97,45	79,74	98,92

En este caso interesa principalmente el porcentaje de rendimiento después de realizar los colados, este porcentaje indica que hay una pérdida considerable de un 23,13 % con respecto a la masa inicial.

Los resultados de la tercera prueba se muestran en el cuadro 11. Una de las principales diferencias apreciadas con respecto a las pruebas anteriores, es la considerable

disminución en la velocidad de la fermentación, ya que en 17 días la disminución del grado Brix fue de 5, al respecto se debe considerar que en esta prueba se utilizó levadura *Saccharomyces cerevisiae* para vinificación, además de la pulpa de tercera calidad, por lo que cualquiera de estas dos variables puede ser la responsable por las diferencias con respecto a las anteriores corridas. Además, el pH mostró una disminución muy amplia con respecto a la primera determinación que se realizó en esta corrida, pasando de un pH inicial de 4,73 a 3,03.

Cuadro 12. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a la tercera prueba

Muestra	Fecha	pH	°Brix	% de tramitancia
1 (inicial)*	20/11/2007	4,73	18,0	3,0
2	23/11/2007	3,44	17,5	6,0
3	26/11/2007	3,17	17,5	12,0
4	28/11/2007	3,11	17,0	8,0
5	30/11/2007	3,24	16,0	12,5
6	03/12/2007	3,07	14,0	17,0
7	06/12/2007	3,03	13,0	39,0

* Antes de colocarla en el fermentador

Nuevamente se aprecia como el porcentaje de tramitancia aumenta debido a la clarificación que sufre el producto.

Además, de las determinaciones mencionadas anteriormente, se utilizó esta corrida como prueba para realizar análisis microbiológicos de hongos y levaduras y recuento total.

En el siguiente cuadro se muestra la información correspondiente a los análisis microbiológicos aplicados.

Cuadro 13. Análisis microbiológicos de fermentación de café (tercera prueba)

Muestra	Fecha de recibo	Fecha de inicio de análisis	Fecha de informe	Hongos y levaduras U.F.C./ml	Recuento total U.F.C./ml
1	23/11/2007	23/11/2007	28/11/2007	$2,2 \times 10^8$	$8,0 \times 10^7$
2	26/11/2007	27/11/2007	04/12/2007	$9,1 \times 10^8$	$7,8 \times 10^8$
3	28/11/2007	30/11/2007	05/12/2007	$2,2 \times 10^9$	$2,6 \times 10^8$
4	30/11/2007	30/11/2007	05/12/2007	$2,5 \times 10^8$	$6,0 \times 10^8$
5	30/11/2007	30/11/2007	30/11/2007	$9,2 \times 10^6$	$8,5 \times 10^8$
6	03/12/2007	03/12/2007	03/12/2007	$9,9 \times 10^9$	$9,5 \times 10^8$

El análisis de hongos y levaduras mostró un comportamiento variable, ya que en algunas pruebas se observa una disminución con respecto a las anteriores, luego vuelve a aumentar. El recuento total muestra un aumento importante, si se considera esta variable y la disminución del pH hasta un valor de 3,04, indican que se dio un crecimiento indeseado de microorganismos que afectan las propiedades sensoriales del producto así como la inocuidad del mismo.

4.1.2.4. Cuarta corrida

Al ser una pulpa de primera calidad, los rendimientos en la etapa de selección de la pulpa son mayores que los obtenidos en la tercera corrida elaborada con pulpa de tercera calidad, en el caso de la cuarta corrida el rendimiento en la etapa de selección fue de 7,02%, inicialmente se tomaron 2162,5 g de pulpa, de los cuales se extrajeron 152 g de café verde.

A diferencia de las anteriores corridas el grado Brix determinado para la pulpa fue de 13,5° con un pH inicial de 4,43.

En el siguiente cuadro se muestran los rendimientos obtenidos en la etapa de colado, se aprecia la diferencia con respecto a la tercera corrida ya que el rendimiento en la tercera corrida fue de 76,87 %, mientras que en la cuarta corrida, después de realizar los dos colados, el rendimiento con respecto a la masa inicial fue de 83,60%; este mayor rendimiento obedece a la mejor calidad de la pulpa. Incluso, puede obviarse el segundo colado, ya que como se indica, la masa después del segundo colado es casi la misma que la obtenida al realizar el primer colado, representando un 99,52 % de la masa obtenida después del primer colado.

Cuadro 14. Datos para balance de masa en la etapa de colado del mosto en la cuarta fermentación

Preparación de mosto			
	Masa inicial (g)	Masa después primer colado (g)	Masa después segundo colado (g)
	5000,00	4200,00	4180,00
Porcentaje respecto A la masa inicial (%)	100,00	84,00	83,60
Porcentaje respecto A la etapa anterior (%)	--	--	99,52

En el cuadro 15 se presentan los datos de las mediciones hechas a la cuarta corrida, tanto en el CEQIATEC como en el laboratorio de la Planta Piloto. Es importante comentar acerca de la lenta disminución en la fermentación, lo cual puede apreciarse en la disminución del grado Brix, incluso a tal punto que hasta cumplirse los cinco días de iniciado el proceso de fermentación es que se determina una disminución en el grado Brix del mosto. Al transcurrir 20 días de fermentación se obtiene un grado Brix de 8,5, por lo cual el azúcar consumido en esta corrida corresponde a 12,5 ° Brix.

Cuadro 15. Determinaciones de pH, °Brix y % de tramitancia a cuarta prueba

Muestra	Fecha de muestreo	Tiempo de proceso	Determinación				
			Temp Fermentación (° C)	pH fermentación (° C)	pH	°Brix	%T
M1	19-02-08	0	_____	_____	4,71	21,0	
M2	21-02-08	2	22,5	3,	3,93	21,0	11
M3	25-02-01	5	21,7	3,63	3,31	20,0	22
M4	29-02-08	9	23,6	3,49	3,45	18,5	20
M5	04/03/08	13	25,8	3,5	3,63	12,0	44
M6	06/03/08	15	27,1	3,51	3,53	10,0	42
M7	11/03/08	20	24,0	3,58	3,33	8,5	42

Según estos resultados, hay una diferencia en la velocidad de fermentación si se considera la levadura empleada, en este caso, al igual que en la tercera corrida, se usó *Saccharomyces cerevisiae* para vinificación, en ambos casos se apreció una lenta disminución del grado Brix, lo cual indica menor velocidad en el “arranque” del proceso de fermentación.

El análisis microbiológico muestra un incremento en la presencia de hongos y levaduras, lo cual resulta normal, sin embargo, también se da un incremento en el recuento total, lo que resulta inconveniente para garantizar la calidad y la inocuidad del producto.

Cuadro 16. Análisis microbiológicos de fermentación de café (cuarta prueba)

Muestra	Fecha de recibo	Fecha de inicio de análisis	Fecha de informe	Hongos y levaduras U.F.C./ml	Recuento total U.F.C./ml
1	19/02/2008	21/02/2008	11/03/2008	11	Negativo
2	21/02/2008	22/02/2008	11/03/2008	928	Negativo
3	25/02/2008	28/02/2008	11/03/2008	$5,0 \times 10^5$	$6,3 \times 10^5$
4	29/02/2008	04/03/2008	11/03/2008	$5,0 \times 10^3$	$2,2 \times 10^7$
5	04/03/2008	04/03/2008	11/03/2008	$7,0 \times 10^3$	$1,3 \times 10^7$
6	07/03/2008	07/03/2008	11/03/2008	$2,9 \times 10^9$	$2,1 \times 10^7$
7	11/03/2008	11/03/2008	24/03/2008	$7,4 \times 10^7$	$1,5 \times 10^7$

4.2. Elaboración de confites

En la formulación 1 se usó extracto de café elaborado en el laboratorio con la moka. Se adicionó la glucosa a la temperatura de 108-110°C. Una vez obtenida la masa, se separó en dos partes, una de ellas se moldeó directamente y otra fue batida para incorporar aire antes de la cristalización. Esta última mostró un color café claro, en contraste con la primera que presentó un café más oscuro (fotografía 16). La textura en ambas fue dura y quebradiza. Se detectó un leve sabor a café en el producto final. El moldeo se efectuó en moldes plásticos de confitería.



Fotografía 16. Diferencia de color obtenido en el confite, (izquierdo sin aire incorporado, derecha con aire incorporado)

En la formulación 2 se aumentaron los porcentajes de glucosa y de grasa, se disminuyó el del extracto de café y además se le sustituyó por uno comercial preservado en medio etílico.

El producto obtenido presentó un color café más claro que en la formulación 1, una textura brillante menos quebradiza más bien un poco chiclosa, de dulzor agradable y se detectó mejor el sabor a café.

La temperatura final alcanzada fue entre 118 a 120 °C, no se obtuvo los 140 °C que se recomienda en la literatura, debido probablemente a la presión atmosférica de trabajo. Aunque se disminuyó el porcentaje del extracto café, se detectó mejor el sabor a café, esto posiblemente por el aumento de la grasa la cual atrapó mejor los compuestos aromáticos del café, como consecuencia se distribuyó mejor el sabor en la boca.

A partir de la formulación 3 se usó el extracto de café elaborado en el laboratorio, se aumentó su porcentaje a un 3%. En ésta se mantuvieron los porcentajes de la formulación 2. El producto presentó una textura “hulosa”, un sabor muy leve a café.

En la formulación 4 se aumentó los porcentajes de sacarosa y de extracto de café, se disminuyó el porcentaje de glucosa y se sustituyó la leche en polvo por leche condensada. La leche en polvo se disolvió previamente en agua y parte del extracto de café. Se obtuvo un producto no homogéneo con residuos, burbujas, textura arenosa, más quebradiza y menos chiclosa que en las formulaciones 2 y 3, de color café oscuro y el sabor a café se detecta mejor que en las formulaciones anteriores. La lecitina se añadió al mismo tiempo que la margarina, no se disolvieron bien y se quemaron. En la masa se apreciaron residuos y burbujas, esto debido, posiblemente, a la incompleta dilución de la leche en polvo. La masa durante la cocción se pegó en el fondo del recipiente, formando una costra negra.

En la formulación 5 se sustituyó la leche en polvo por la leche condensada, y se variaron los demás porcentajes con respecto de la formulación 4. La temperatura final de cocción fue de 130 °C. Se obtuvo un producto de color café más claro que en la formulación anterior, homogéneo y de sabor tenue a café, no presentó textura arenosa. La textura fue dura y chiclosa, por lo que se decidió modificar la relación sacarosa-glucosa en la siguiente formulación.

En la formulación 6 se disminuyó el porcentaje de glucosa y se aumentó el de azúcar, El producto presentó características similares a la formulación 5 con respecto a textura, color y sabor. Debido a que el sabor a café fue tenue, se sustituyó lo correspondiente al porcentaje de agua por extracto de café, aumentándose este porcentaje para las próximas formulaciones.

La formulación 7 fue similar a la 4 en cuanto a porcentajes empleados y se eliminó el agua y se sustituyó por extracto de café. El producto presentó un sabor más pronunciado a café, se detectó el sabor residual amargo y característico de la bebida. Se obtuvo una textura chiclosa (pegajosa) y el producto fue difícil de desmoldar. El color obtenido fue un café más oscuro que en las formulaciones anteriores. Al disolver completamente la leche en polvo, el producto fue homogéneo y no se presentaron los problemas de grupos y material quemado a diferencia de la formulación 4. La temperatura final de cocción fue de 118 °C. De esta formulación se realizó una corrida adicional para comprobar los resultados, obteniéndose los mismos resultados.

Con el fin de obtener un producto de textura apropiada, en la formulación 8, se cambió la relación sacarosa:glucosa, la formulación usada fue similar a la 6 variando sólo la sustitución del agua por extracto de café. El producto quedó con sabor a café similar a la formulación 7, de textura homogénea y dura lo que facilitó el desmoldado. La temperatura final de cocción fue 138 °C.

La formulación 9 es la misma que la 8, sólo que se sustituyó el jarabe de glucosa por glucosa en polvo. El producto cristalizó rápido. Los confites presentaron buena textura, con una dureza adecuada y se percibió el sabor característico a café. La temperatura final de cocción fue de 132°C. La utilización de glucosa facilitó el proceso de cristalización y desmoldeo. Debido a que se obtuvieron buenos resultados, se realizó una corrida adicional y se obtuvieron los mismos.

El producto de la formulación 10 presentó características muy parecidas a las obtenidas en el producto de la formulación 9.

PRUEBAS DE EMPAQUE

Se probaron cuatro tipos de empaque: Todos estos fueron conseguidos como muestras suministradas por diferentes empresas comerciales. Los mismos fueron:

1) Envoltura individual del confite y posterior introducción en bolsa plástica tipo doy-pack: El confite se envuelve en un material compuesto por papel cerado a lo interno y papel metálico a lo externo. Posteriormente se introduce en una bolsa plástica de tipo doy-pack. Este tipo de empaque se ilustra en la fotografía 17.



Fotografía 17. Primer tipo de empaque: papel compuesto + bolsa

- 2) Bolsas de celofán. Este material se aplicó en confites tipo “chupa-chupa”, tal como se muestra en la siguiente fotografía.



Fotografía 18. Segundo tipo de empaque: papel celofán.

- 3) Laminado doble: Polietileno + metálico. Este material es utilizado para empaclar champú. Se obtuvo en forma de rollo, y el empaque individual fue necesario hacerlo con selladora manual.
- 4) Laminado triple: Polietileno + metal + polietileno. Este material se utiliza para empaclar productos de olor fuerte, como desinfectantes y jabones líquidos. También es suministrado en forma de rollo.

En la siguiente fotografía, aparecen confites envueltos con los dos últimos tipos mencionados de material de empaque.



Fotografía 19. Tercer y cuarto tipo de material de empaque: laminado doble (verde) y laminado triple (plateado)

Utilizando las formulaciones de las corridas 9 y 10, realizaron dos corridas más (11 y 12) para evaluar el efecto de los cuatro tipos de empaque. A continuación se describen las características de los confites después de un mes de almacenamiento a temperatura ambiente.

Cuadro 17. Análisis de características después de un mes de almacenamiento.

Tipo de empaque	OBSERVACIONES	
	Corrida 9	Corrida 10
PAPEL + BOLSA	El confite se queda pegado al papel cerado. Queda brillante, translúcido y color ámbar. Con respecto al producto de la corrida 12, sabe menos dulce y es más duro.	El producto despega bien del envoltorio, pero se dio cambio de color. Los confites no son translúcidos, son melcochosos y más suaves que los de la corrida 11.
PAPEL CELOFÁN	Producto oscuro y translúcido. No aparenta absorción de agua.	El confite no es translúcido. Su tonalidad es más clara que los de la tanda 11. Textura quebradiza, con sabor más intenso a café.
LAMINADO DOBLE	Confites de color homogéneo.	El producto quedó quebradizo. Se evidencia absorción de humedad. Debido a esto, el confite quedó veteado o marmoleado.
LAMINADO TRIPLE	Confites de color homogéneo. Color más claro que los de la tanda 12. No se evidencia absorción de color.	Confites de color homogéneo. No se evidencia absorción de color. Sabor a café más fuerte que el de la corrida 11.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1 Fermentación de pulpa de café

- ⇒ Producto de las pruebas realizadas se define la siguiente formulación para elaborar el vino de café:

Cuadro 18. Formulación seleccionada para realizar las pruebas de fermentación

Ingrediente	Porcentaje %
Pulpa	16,40
Agua	65,60
Azúcar	18,00
Total	100,00

- ⇒ En todas las corridas elaboradas se apreció un cambio muy significativo en el aspecto del producto, principalmente se evidenció un cambio en el color y transparencia del producto importantes para la posible aceptación del mismo, con respecto del mosto.
- ⇒ La levadura *Saccharomyces cerevisiae* para vinificación marca Fermol Super 16 mostró una menor velocidad para fermentar que la levadura para panificación marca Fleishmann.
- ⇒ La calidad de la pulpa afecta al proceso de fermentación y a la calidad del producto final. Las fermentaciones realizadas con pulpa de café de primera calidad mostraron un mejor comportamiento en el proceso de fermentación que las calidades inferiores. Esto referido a grado alcohólico final, rendimientos, color y apariencia.
- ⇒ Para la obtención de bebidas fermentadas de pulpa de café es necesario partir de materia prima fresca. No debe permitirse que se inicien fermentaciones no controladas.
- ⇒ Con el proceso de fermentación de la pulpa se pasa de un desecho agroindustrial voluminoso y muy fermentable a un residuo sólido muy compacto, seco, fibroso y de fácil manejo.

5.1.2 Elaboración de confites

- ⇒ De las 10 formulaciones realizadas, las formulaciones 9 y 10 presentaron los mejores resultados. En estas formulaciones se usó glucosa en polvo y leche condensada en lugar de jarabe de glucosa y leche en polvo, los confites quedaron con buena textura, la cristalización fue rápida y fue muy fácil sacarlos del molde, además quedaron con buen sabor a café.

Cuadro 19. Formulaciones seleccionadas

Ingredientes	Formulación 9		Formulación 10	
	%	gramos	%	gramos
Azúcar	50	500	52,6	500
Glucosa en polvo	25	250	21,5	204
Grasa (margarina)	5	50	5,3	50
Extracto de café (moka)	16,94	169,4	17,3	165,4
Lecitina	0,06	0,6	0,1	0,6
Leche condensada	3	30	3,2	30
Total:	100	903,9	100	950

- ⇒ La temperatura final de cocción lograda en el proceso fue de entre 130 °C y 138 °C, no se logró la recomendada por la literatura.
- ⇒ El empaque más adecuado es el laminado triple, por razones de absorción de agua y conservación del producto.
- ⇒ La mejor formulación es la 9, por razones de absorción de agua, y por lo tanto, también de vida útil.
- ⇒ Para la elaboración de los extractos de café, el equipo más eficiente es aquel que realiza una lixiviación en la que el agua se adiciona de forma fraccionada, caliente y en aspersión.

5.2. Recomendaciones

5.2.1 Fermentación de pulpa de café

- ⇒ Se recomienda continuar las pruebas de fermentación de la pulpa de café con el fin de valorar otros parámetros que no fueron determinados en esta etapa, tales como azúcares reductores, porcentaje de etanol en el producto, otros subproductos que influyen en la calidad del producto terminado.
- ⇒ Con el fin de determinar las principales variables que afectan la obtención de esta bebida fermentada, es recomendable realizar el proceso en un equipo de fermentación controlada. Es preferible que se disponga de una batería de fermentadores, para realizar al mismo tiempo varios tratamientos, bajo las mismas condiciones de clima y otras variables, como calidad de pulpa, procedencia, grado de madurez y tipo de levadura.
- ⇒ Se recomienda continuar las pruebas de fermentación de la pulpa de café con materia prima de primera calidad, ya que el café de tercera calidad tiene una serie de características que dificultan la elaboración del vino y pueden afectar negativamente la aceptación del producto.

- ⇒ Las pruebas que se realicen en etapas posteriores deben ser elaboradas con pulpa procedente de café muy maduro. Esto garantiza un alto grado Brix y características sensoriales acordes a bebidas fermentadas tipo vino.
- ⇒ Es necesario efectuar pruebas para comprobar la inocuidad de la bebida fermentada a partir de la pulpa de café antes de proceder a realizar las pruebas de degustación que valoren las características sensoriales del producto (presencia de furfurales y otros alcoholes diferentes al etanol).
- ⇒ Debe realizarse un estudio detallado de balance de masa del proceso, para poder cuantificar impacto ambiental y de manejo de desechos. Es necesario estimar el porcentaje de los desechos que podrían ser utilizados para la obtención de una bebida como la planteada. Debe conocerse con exactitud el volumen de producto terminado, y el peso del desecho obtenido.
- ⇒ Deben buscarse alternativas de utilización del desecho sólido proveniente de los fermentadores.

5.2.2 Elaboración de confites

- ⇒ Se recomienda sustituir el porcentaje del agua por extracto de café y realizar un análisis sensorial de las formulaciones 9 y 10 para determinar cual de las dos es la más apta para la elaboración de confites duros.
- ⇒ Se recomienda conseguir un material de empaque que tenga la misma impermeabilidad al agua, pero que sea más delgado y fácil de manipular, además encontrar una formulación que no se pegue al papel cerado, que sea más resistente a la permeabilidad del agua al empaque y que el producto presente mejor sabor a café.
- ⇒ Por último se recomienda realizar las formulaciones seleccionadas con el equipo requerido como usar equipo con vacío para alcanzar las temperatura adecuadas de proceso.

6. APORTES Y ALCANCES

A pesar de que por motivos de fuerza mayor no se contó con el equipo industrial adecuado para realizar idóneamente las pruebas y procesos, se logró establecer formulaciones y detalles de proceso que se convierten en importantes insumos para la segunda etapa del proyecto:

- ⇒ Con respecto a la fermentación de la pulpa de café se cuenta con una formulación definida y un proceso bastante avanzado. Esta información será la base para que cuando se cuente con el equipo adecuado proceder a seleccionar muy bien cepas, aditivos, y procesos posteriores a la fermentación (secuencia de decantado, filtraciones, centrifugaciones y reposos). Los resultados alcanzados permiten sugerir una serie de procedimientos que están al alcance de las cooperativas interesadas en la elaboración del producto.

- ⇒ El proceso de elaboración de una bebida fermentada a partir del importante desecho agroindustrial costarricense como es la pulpa de café implica el establecimiento de una estrategia en el manejo de este desecho. No es cualquier pulpa la que sirve para el proceso. Las cooperativas cafetaleras que decidan incursionar con este proceso (obtener un producto de alto valor agregado) deben utilizar pulpa de café de primera y con un alto grado de madurez.
- ⇒ Una implicación importante de los resultados obtenidos, es el hecho de que la unidad de fermentación (pequeña empresa) y la unidad productora de la materia prima (beneficio) deben estar a corta distancia una de otra, para que no se inicie la fermentación espontánea de la pulpa de café.
- ⇒ El proyecto planteado tiene la importante implicación de que permite pasar de un desecho agroindustrial voluminoso y muy fermentable, a un producto terminado de alto valor agregado (bebida tipo vino) más una pequeña cantidad de un desecho sólido seco, poco voluminoso y muy fibroso.
- ⇒ En la elaboración de confites se cuenta con dos formulaciones aceptadas y probadas (formulaciones 9 y 10), que serán la base para la formulación con equipo al vacío.
- ⇒ Las pruebas de empaque realizadas dieron todas las pautas para la posterior selección del material que se utilice en el producto terminado. Lo ideal parece ser el material de tres capas, pero el mismo es caro y de difícil manipulación en producto pequeño.
- ⇒ El trabajo realizado sobre elaboración de extractos (aparece como apéndice en este informe) brinda información relevante para la construcción de equipo de las cooperativas que deseen implementar medianas empresas productoras de confites de café.
- ⇒ La elaboración de confites de café brinda un producto de alto valor agregado, pero no utiliza altos porcentajes de café. El porcentaje de extracto de café es relativamente bajo (del orden de 2 a 6 %). Lo que se utiliza en altos porcentajes (del orden de 50 a 57) es el azúcar, otro producto agroindustrial importante en Costa Rica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Bondiac, E. Elaboración de vinos: vinificación moderna. Tercera edición. Editorial SINTES S.A. Madrid, España. 1972.
- Bourdon, J. Jarabes, Bebidas Gaseosas, Vinos de Frutas, Sidras. Segunda Edición. Editorial SINTES S.A.. Madrid, España. 1963.
- Carbó, J. Elaboración del Champaña. Editorial Sintés S.A. Madrid, España. 1963.
- Carbonell, M. Tratado de Vinicultura. Anexo sobre vinagres. Editorial AEDOS, Barcelona, España. 1970.
- Cléber, R. Zonificación Agroecológica Cafetalera de Costa Rica.
- Chaves, R; González, A. (2004). Plan de negocios para la creación de una empresa elaboradora de vino de frutas tradicionales y exóticas e la zona de Los Santos (Tesis de Bachillerato Universitario, I.T.C.R).
- Desroisier, N. "Elements of Food Technology" AVI Publishing Company, Westport, Connecticut 1997. Ref.. 604 CITA.
- Hyginov, C. Elaboración de Vinos. Introducción al HACCP y al control de los defectos. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 2000.
- ICAFÉ. (2004). Informe sobre la Actividad Cafetalera de Costa Rica. Consulado en Marzo 06, 2007. en <http://www.icafe.go.cr>.
- Informe de la Actividad Cafetalera de Costa Rica. ICAFÉ. San José, Costa Rica. Diciembre, 2005.
- Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café. ICAFE, Unidad de Producción Agrícola. 1998.
- Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org.
- Mareca, I. Enología enfoques científicos y técnicos sobre la vid y el vino. Editorial Alhambra S.A. Madrid, España. 1969.
- Pederson, C. Microbiology of Food Fermentations. Editorial AVI. Connecticut, Estados Unidos. 1971.
- Peynaud, E. Enología práctica: conocimientos y elaboración del vino. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1977.

Phillips, B. (2007). Propuesta metodológica y costos directos para la producción de una bebida fermentada a partir de pulpa de café. (Tesis de Bachillerato Universitario, I.T.C.R).

Sharma, S. Ingeniería de alimentos: operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. México. Limusa.

Valencia, G. Taller itinerante de nutrición y fertilización de café". Perú.
[http://www.ppifar.org/ppiweb%5Cpltamn.nsf/\\$webindex/article=C21AD0C505256FFE005](http://www.ppifar.org/ppiweb%5Cpltamn.nsf/$webindex/article=C21AD0C505256FFE005).

8. ANEXOS

8.1. Extractos de café

Proceso de lixiviación o extracción

La lixiviación o extracción sólido líquido es una operación para separar los constituyentes solubles de un sólido inerte con un solvente. El proceso completo de extracción suele comprender la recuperación por separado del solvente y del soluto.

Preparación del sólido: El éxito de una lixiviación y la técnica que se va a utilizar dependen con mucha frecuencia de cualquier tratamiento anterior que se le pueda dar al sólido.

En algunos casos, las pequeñas partículas del material soluble están completamente rodeadas de una matriz de materia insoluble. Entonces, el disolvente se debe difundir en la masa y la solución resultante se debe difundir hacia el exterior antes de poder lograr una separación. La trituración y molienda de estos sólidos acelerará bastante la acción de lixiviación, porque las porciones solubles son entonces más accesibles al disolvente.

Los cuerpos vegetales y animales tienen una estructura celular, los productos naturales que se van a lixiviar a partir de estos materiales se encuentran generalmente dentro de las células. Si las paredes celulares permanecen intactas después de la exposición a un disolvente adecuado, entonces en la acción de lixiviación interviene la ósmosis del soluto a través de las paredes celulares. Éste puede ser un proceso lento. Sin embargo, moler el material lo suficientemente pequeño como para liberar el contenido de las células es poco práctico y algunas veces indeseable.

Operaciones en estado no estacionario

Las operaciones en estado no estacionario incluyen aquéllas en que los sólidos y los líquidos se ponen en contacto únicamente en forma de lotes y también aquéllas en que un lote del sólido se pone en contacto con una corriente que fluye continuamente del líquido (método por semi lotes). Las partículas sólidas gruesas generalmente se tratan en lechos fijos mediante métodos de percolación, mientras que los sólidos finamente divididos, que pueden mantenerse más fácilmente en suspensión, pueden dispersarse en todo el líquido con la ayuda de algún tipo de agitador.

Velocidad de extracción

La velocidad de extracción es afectada por los siguientes factores: temperatura, concentración del solvente, tamaño de las partículas, porosidad y agitación. El equipo puede ser de etapas o de contacto continuo; algunas industrias requieren un tipo especial de equipo, pero en general las dos técnicas usadas son: rociar el líquido sobre el sólido o sumergir el sólido completamente en el líquido, el equipo usado en cada caso depende mucho de la forma física de los sólidos y del costo. Partículas trituradas (grandes) son tratadas en lechos fijos por métodos de percolación. Partículas molidas (finamente divididas) son puestas en suspensión en tanques llenos de solvente por medio de agitación.

Los principales métodos para extracción de partículas trituradas son: extracción en el sitio, extracción de montón, tanques percolados, sistema de multietapa en contracorriente.

Los objetivos del proceso de lixiviación o extracción fueron los siguientes:

- Definir la mejor técnica para elaborar una “tinta de café”, en función a eficiencia de la extracción.
- Identificar un método de análisis confiable, rápido y práctico para evaluar la eficiencia de la extracción, preferiblemente con equipo existente en el ITCR, y que implique el menor costo posible en reactivos.
- Elaborar balance de masa de los procesos de extracción.

MÉTODOLOGÍA USADA

Sistemas de extracción.

Se inició las pruebas con café “molido a la vista”, adquirido en un supermercado de la localidad. El primer método de extracción utilizado fue el realizado con un equipo doméstico conocido como “mocca”, el cual implica colocar el café en un embudo perforado, bajo el cual se coloca la cantidad adecuada de agua. El equipo debe colocarse en cocina o plantilla, y una vez alcanzada la temperatura de ebullición del agua, la misma sube hacia el café por una pequeña tubería, realizándose entonces la extracción por lixiviación.

Se aplicó dos métodos sobre la utilización de la “mocca”, con el propósito de seleccionar el más eficiente.

1. Adición inicial de toda el agua a utilizar (250 ml), recirculando (tres extracciones) sobre la misma cantidad de café (30 g). (RECICLAJE).
2. Adición del agua a utilizar en tres fracciones o tres extracciones (100, 100 y 50 ml). (FRACCIONADO).

Evaluación de la eficiencia de la extracción.

Para la determinación de la eficiencia de la extracción se consideró tres posibilidades:

1. Cromatografía de gases para cuantificar en los extractos los componentes mayormente responsables de su sabor característico.
2. Análisis sensorial, aplicando la técnica de diluciones, hasta definir, para cada extracto, la máxima dilución a la que todavía los panelistas detectan la presencia de café.
3. Análisis del color por separación en sus tres componentes a, b y L, lo cual tiene relación directa con la concentración de los componentes responsables de los aromas y sabores característicos.

La primera de las opciones considerada, aunque cuantitativamente es muy precisa y exacta, es muy cara y requiere de la compra de patrones muy específicos, caros y difíciles de adquirir. Los investigadores no consideraron justificable utilizar esta técnica. La segunda posibilidad resulta barata en cuanto a reactivos y equipo, pero cada determinación implica mucho tiempo y recurso humano. Se requiere también de un grupo

grande de panelistas, que aunque no requieren estar entrenados, si debe constituirse en un grupo constante. La tercera opción fue la elegida. Es un método cuantitativamente confiable, seguro y preciso. La inversión en equipo inicial es alta, pero dicho equipo ya se posee en el CIGA (Centro de Investigación en Gestión Agroindustrial). La obtención de resultados es inmediata.

Para el análisis de color se utilizó un colorímetro portátil llamado COLORTEC electrónico. Las medidas se tomaron en el espacio vectorial “a, b y L”.

El colorímetro COLORTEC tiene varios espacios vectoriales para medir el color, pero el más común utilizado en este tipo de experimento es el espacio “a, L, b”, ya que es uno de los métodos más sencillos para visualizar el cambio de color en productos agroindustriales. Las escalas de los colores y la representación numérica que se utilizó se pueden apreciar en el cuadro 1.

Cuadro 20. Escalas de colores para cada variable “a ,L, b”

Parámetro	Color	Ambito
“a”	Verde a rojo	-50 a 50
“b”	Azul a amarillo	-50 a 50
“L”	Negro a blanco	0 a 100

En un inicio, los extractos de café se introdujeron en bolsas plásticas, para su determinación de color, pero la variabilidad así obtenida fue muy grande. Finalmente, se estandarizó la determinación utilizando “cremeras” plásticas blancas, y colocadas sobre papel blanco. El diámetro de la cremera debe ser constante, y el volumen de determinación también, para que el colorímetro se mantenga siempre a la misma profundidad del líquido al cual se le está realizando la determinación.

El procedimiento aplicado para la estandarización de las condiciones de lectura es el siguiente:

1. Se mide 100 ml de la muestra con probeta de 100 ml.
2. Se vierte la muestra en una cremera transparente de 150 ml.
3. Se colocan las cremers sobre una hoja blanca de papel bond en el fondo.
4. Se introduce el COLORTEC y se efectúa la medición, en las tres variables, a, b y L.
5. Entre cada medición, se limpia el COLORTEC lavándolo con agua destilada contenida y aplicada con piseta. Se seca con papel “Fisher Lens paper#.

Determinación de humedad.

La determinación de humedad se realizó utilizando la lámpara de humedad. Este equipo utiliza la técnica de pérdida de peso por evaporación. Es un método confiable, preciso, y se adapta a los requerimientos del trabajo que se está realizando, el cual no obliga a determinar la humedad de un número grande de muestras al mismo tiempo. Los tiempos y las temperaturas utilizados, aparecen a continuación en el cuadro 21, según la muestra de que se trate.

Cuadro 21. Tiempos y temperaturas para determinación de humedad

MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)
Café en polvo seco	70	60
Broza húmeda	70	75

Balance de masa.

El método de extracción aplicado para este propósito, fue el fraccionado, por haberse definido, gracias al análisis de color, que es el que garantiza una extracción más eficiente. Se pesó una cantidad de café cercana a 30,0 gramos y el agua se adicionó en tres fracciones, de 100, 100 y 50 mililitros.

Se midió el volumen de extracto de cada fracción.

Se determinó el peso de broza húmeda de cada fracción.

Se determinó el porcentaje de humedad de la broza húmeda después de cada extracción.

Al tomar muestras de broza húmeda para la determinación de humedad, después de cada extracción, ya no se hacía posible continuar con el procedimiento de extracción establecido inicialmente, por lo que fue necesario empezar el proceso de extracción en tres ocasiones, y realizar todas las determinaciones necesarias.

Paso 1:

Llenar el embudo del aparato Mocca con $\pm 30,0$ g de café. Colocar en recipiente de lixiviación. Adicionar 100,00 ml de agua. Proceder a lixiviación.

Paso 2:

Colocar en recipiente de lixiviación del aparato Mocca. Adicionar 100,00 ml de agua. Proceder a lixiviación.

Paso 3:

Se extrae el extracto obtenido, se determina el volumen, que será la fracción 1.

Paso 4:

Se coloca el embudo de nuevo en recipiente de lixiviación y se adicionan de nuevo 100 ml de agua. Se procede a la lixiviación.

Paso 5:

Se extrae el extracto obtenido, se determina el volumen, que será la fracción 2.

Paso 6:

Se coloca el embudo de nuevo en recipiente de lixiviación y en esta ocasión se adiciona 50 ml de agua. Se procede a la lixiviación.

Paso 7:

Se extrae el extracto obtenido, se determina el volumen, que será la fracción 3.

Comparación de cinco métodos de extracción.

A la hora de hacer extractos de café, para la adición a confites a nivel industrial, es muy importante pensar en la eficiencia de dicha extracción. Es decir, se debe elegir un método que minimice el uso de recursos (agua, materia prima, energía), produciendo el extracto con el sabor más concentrado. Para esto se probó con cinco métodos de realizar los extractos, utilizando el método de análisis de color para medir la concentración o “fuerza” del extracto.

Los métodos de extracción utilizados fueron los siguientes:

1. Extracción fraccionada con mocca.
2. Extracción fraccionada con coffee-maker.
3. Método de café expresso.
4. Percolador.
5. Café dormido.

Con respecto a la utilización de mocca, ya fue demostrado que es más eficiente el método fraccionado. El coffee-maker utilizado tiene la característica de adicionar el agua poco a poco, en forma de aspersion. El mismo es de la marca GRINDMASTER. La extracción de café expresso, fue hecha con un equipo elaborado para esto, saliendo el agua a alta presión. El mismo es de la marca BARAVILOR.

- El percolador utilizado es de la marca WEST BEND.
- Para el café dormido, se trabajó en beaker y plantilla.

Para todos los casos, se utilizó una misma concentración, de 31 g de café y 250 ml de agua. El café utilizado también fue el mismo, de CAPRESSO, tueste oscuro, que consiste en una mezcla mitad y mitad de café de primera, provenientes de Naranjo y de Chirripó.

RESULTADOS

En los cuadros 22,23 y 24 se presenta resultados de determinaciones realizadas por los dos métodos (reciclaje y fraccionamiento), de manera independiente, para observar los diferentes procedimientos y obtener información útil para la elaboración de balances de masa. En el cuadro 6 los resultados que se presenta corresponde a determinaciones realizadas el mismo día, con la misma materia prima, con el propósito de comparar entre los dos métodos mencionados.

Cuadro 22. Extracciones con reciclaje (250 ml de agua)

Mocca N°	P. de café	Vol. 1era extcn.(ml)	Vol. 2da Exton.(ml)	Vol. 3era extcn.(ml)	P. broza (g)	Hum broza (%)
1	29,56	192,5	175,0	162,0	76,3	69,2
2	29,72	211,5	190,0	173,0	78,72	69,5

Cuadro 23. Extracciones con reciclaje (250 ml de agua)

Mocca N°	P. de café	Vol. 1era extcn.(ml)	Vol. 2da Exton.(ml)	Vol. 3era extcn.(ml)	Hum Café Inc. (%)	Hum broza (%)
1	29,76	191,5	172,0	153,0	9,1	
2	30,54	172,5	156,0	152,0	9,1	61,0

Es importante notar que un café que se deja un día en el Laboratorio de la Planta Piloto en una bolsa de papel, pasa de un 3,3% de humedad a 9,3%.

Como resultado de la extracción se obtiene que 30,10 g de café en polvo seco, se convierten en 66,36 g de broza.

Cuadro 24. Extracciones fraccionadas (100-100-50) (250 ml de agua)

Mocca N°	P. de café (g)	Vol. 3era Extn.(ml)	Volumen final (ml)	Hum. broza (%)
1	29,31	49,5	175,0	66,7
2	30,10	42,5	175,5	65,2

Cuadro 25. Comparación volumétrica de extracciones fraccionadas y recicladas

MÉTODO DE EXTRACCIÓN	Vol. 1era extcn.(ml)	Vol. 2da extcn.(ml)	Vol. 3era extcn.(ml)	Vol. Final (ml)	Peso de broza (g)	Hum. broza (%)
RECICLADO1	170,0	161,0	148,0	148,0	87,12	60,3
RECICLADO2	218,0	198,0	191,0	198,0	88,26	63,8
FRACCIONADO 1	60,0	90,0	44,0	194,0	69,56	58,2
FRACCIONADO 2	62,0	88,0	48,0	198,0	70,46	66,3

En todos los casos, tanto para la extracción FRACCIONADA, como para la RECICLADA, se usó un peso de café de 30,9 g y un volumen de agua de 250 ml. El café utilizado para las extracciones tenía una humedad inicial de 3,0%.

Balance de masa.

A continuación en el cuadro 26 podemos observar las características del café inicial y en el cuadro 10 el método fraccionado de la extracción.

Cuadro 26. Características del café inicial

PESO (g)	HUMEDAD (%)
32,18	3,00

Cuadro 27. Método fraccionado de la extracción.

FRACCIÓN ↓	VOLUMEN DE EXTRACTO (ml)	PESO DE BROZA (g)	HUMEDAD DE BROZA (%)
PRIMERA	59,5	62,86	57,3
SEGUNDA	84,5	64,66	60,2
TERCERA	40,0	69,38	63,4

Para todos los cálculos de este balance de masa, se consideró la densidad del agua, y del extracto obtenido, de 1,00 g/ml. En el cuadro 28 se presenta la comparación de cinco métodos de extracción.

Cuadro 28. Comparación de cinco métodos de extracción

MÉTODO	Parámetro de color		
	a	b	L
1) Mocca	-1,41	0,75	11,68
	-1,71	0,87	11,75
	-1,53	0,87	11,62
2) Cofee-maker	-1,53	0,83	11,47
	-1,53	0,75	11,72
	-1,53	0,87	11,62
3) Espresso	-1,84	0,78	11,89
	-1,47	0,87	11,75
	-1,71	0,97	11,75
4) Percolador	-0,98	2,21	12,29
	-1,31	1,97	12,28
	-1,02	1,82	12,08
5) Café dormido	-0,96	3,48	13,41
	-0,76	3,41	13,57
	-0,90	3,51	13,38

Si se considera para asociar con la fuerza del extracto el parámetro L, que localiza al color entre blanco y negro, entre más bajo sea el valor correspondiente a dicho parámetro, más concentrado sería el extracto. Este criterio nos indica que los métodos que más favorecen la eficiencia de la extracción son el método de la mocca (extracción fraccionada) y el de coffee maker (también es una extracción fraccionada). Los métodos menos recomendados serían percolador y café dormido.

8.2. Calidad del grano de café

Definición de calidad: es un atributo o cualidad que distingue o que caracteriza una cosa y que permite su clasificación. Para el café existe, entre otras, la prueba de catación, que consiste en una serie de pruebas que realiza un experto para calificar un lote de café, ya sea Arabicas Lavados, Arabicas no lavados o Robustas. El café es evaluado en Cereza, Pergamino, Almendra, Tostado y Molido y Bebida. (figura 3)

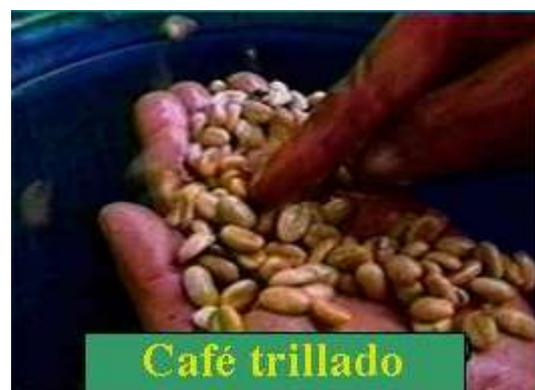




Figura 3. Diferentes estados del Café (Valencia, G)

Características de calidad a evaluar en el café:

Calidad Física:

Color
Apariencia
Defectos físicos
Tamaños

Calidad Sanitaria: *Presencia o ausencia de:*

Hongos
Residuos de plaguicidas
Contaminantes químicos
Toxinas

Calidad Sensorial:

Aroma
Acidez
Cuerpo
Sabor

Para esta evaluación se utiliza la herramienta de catación, en la cual es muy importante la calidad en la taza, que debe ser limpia y sin sabores extraños.

Existen otras calidades de café.

Especiales: Valorados por los consumidores por sus atributos y características

Orgánicos: Cualquiera puede producir café orgánico, es decir, sin químicos.
Cafés de Origen: Son exóticos, regionales, de finca, exigen clima y suelo de características especiales.

Cuadro 29. Método de clasificación estándar SCAA¹.

PESO DE LAS MUESTRAS			
Café Verde 350 gramos		Café Tostado 100 gramos	
TABLA DE EQUIVALENCIA DE LOS DEFECTOS			
Defectos Categoría 1	Defectos Totales Equivalentes	Defectos Categoría 2	Defectos Totales Equivalentes
Grano Negro	1	Negro Parcial	3
Grano Agrio / Vinagre	1	Agrio Parcial	3
Cereza Seca	1	Pergamino	5
Daño por Hongos	1	Flotador	5
Materia Extraña	1	Inmaduro	5
Grano Brocado Severo	5	Averanado o Arrugado	5
		Conchas	5
		Partido/Molido/Cortado	5
		Cáscara o Pulpa Seca	5
		Grano Brocado Leve	10

Grado Especialidad

No se admiten defectos Categoría 1

Máximo 5 faltas totales

Grado Premium

Se permiten Defectos Categoría 1 y 2

Máximo 8 faltas totales

Contenido de Humedad del Café Verde:

Cafés lavados deben contener de 10 a 12% al arribo,

Cafés naturales deben contener de 10 a 13% al arribo,

Tamaño del Grano:

Variación no mayor de 5% de la especificación contractual, medida por retención del grano en malla tradicional de perforación circular.

Uniformidad del Tostado:

Grado especial -No se permiten "quakers"

Grado Premium -Máximo 3 "quakers" permitidos

Clasificación: Cuando dos defectos se encuentran presentes en un mismo grano, el defecto que tenga impacto en la taza será el que se tome en cuenta.

Metodología de Catación:

¹Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

La catación es una técnica profesional para evaluar del café su fragancia, aroma, sabor y sabor residual. 150 mililitros de agua hirviendo se aplican directamente en 8,25 +/- 0,25 gramos de café tostado y molido hasta obtener una infusión. Usando una cuchara grande, se revuelve, aspira y se dejar asentar, y posteriormente sorber vigorosamente a varias temperaturas para revelar sus características de sabor.

Características del Sabor:

En taza, la muestra debe mostrar distintivos atributos de sabor, acidez, cuerpo y aroma acordados por el comprador y el vendedor. Debe estar libre de cualquier defecto o contaminación.

Cáscara o Pulpa²



Nombre del defecto: Cáscara o Pulpa

Nombre en Inglés: Hull or Husks

Clasificación SCAA: Defecto Secundario: 5 Cáscaras = 1 defecto total

Efectos en la taza: En cantidades, puede producir sabores sucios, tierra, moho, fermento o fenol.

Otros Efectos: Afecta la apariencia del café verde.

Causa(s): Beneficio. La cáscara o pulpa aparece también en los cafés naturales que no han sido limpiados correctamente. Una mala calibración de la maquina despulpadora puede resultar en pedazos de pulpa que se secan a fragmentos de cáscara.

Correctivos: 1) EN CAMPO. Ninguno
2) BENEFICIO. Una apropiada calibración del equipo de despulpado.

Descripción Física: La cáscara o pulpa, son fragmentos secos de cereza, de color rojo oscuro.

Pergamino



Nombre del defecto: Pergamino

Nombre en Inglés: Parchment

Clasificación SCAA: Defecto Secundario: 5 pergaminos = 1 defecto total

Efectos en la taza: Ninguno.

Otros Efectos: Afecta la apariencia del café verde,

Beneficio: Este defecto ocurre en la planta trilladora. Debido a un desajuste en la maquina trilladora,

Correctivos: 1) EN CAMPO, Ninguno
2) BENEFICIO" Mantener la maquina trilladora debidamente ajustada y calibrada. Los granos con pergamino pueden ser removidos mediante las clasificadoras densimétricas.

Descripción Física: Son granos cubiertos parcial o totalmente por el pergamino.

Flotador³



² Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

³ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

Nombre del defecto: Flotador
Nombre en Inglés: Floater
Clasificación SCAA: Defecto Secundario: 5 flotadores = 1 defecto total
Efectos en la taza: Varían. Sabores a fermento, hierba, paja seca, tierra o moho. Puede también diluir el sabor del café sin causar sabores defectuosos.
Otros Efectos: Afecta la apariencia del café verde.
Causa(s): Beneficio: Este defecto es causado principalmente por mal secado del café o deficientes condiciones de almacenamiento. Granos de pergamino dejados en los rincones de los patios o secadoras, generalmente se blanquean y pierden color y peso. Café pergamino mal secado o almacenado en condiciones extremadamente húmedas, puede también causar granos flotadores.
Correctivos: 1) EN CAMPO. Ninguno.
2) BENEFICIO. El café pergamino se debe secar de forma gradual y homogénea hasta un apropiado contenido de humedad. En la planta trilladora, algunos granos flotadores pueden ser removidos mediante los clasificadores de densidad, sin embargo aquellos más densos requieren selección manual o electrónica.

Descripción Física: Los granos flotadores, son extremadamente blancos y decolorados que dan al café verde una apariencia dispareja. Si hay alguna duda, coloque los granos en agua – flotan!

Concha³



Nombre del defecto: Concha
Nombre en Inglés: Shell
Clasificación SCAA: Defecto Secundario: 5 conchas = 1 defecto total
Efectos en la taza: Las conchas se pueden quemar y producir sabores a quemado o carbonizado.
Otros Efectos: En cantidades, pueden dar al café tostado una apariencia dispareja.
Causa(s): Agrícolas. Este defecto se debe a factores genéticos del árbol.
Correctivos: 1) EN CAMPO. Seleccionar las variedades apropiadas y óptimas condiciones de cultivo.
2) BENEFICIO. En la trilladora, las conchas son fácilmente removidas mediante las clasificadoras de densidad.

Descripción Física: Las conchas son granos malformados que consisten de dos partes, que por fricción o golpes generalmente se separan. La parte externa tiene la forma de una concha de mar y la parte interna forma cónica o cilíndrica.

Grano Averanado o Arrugado

Nombre del defecto: Grano Averanado
Otros Nombres: Grano Arrugado
Nombre en Inglés: Withered Bean
Clasificación SCAA: Defecto Secundario: 5 granos inmaduros = 1 defecto total
Efectos en la taza: Generalmente imparte sabores a hierba, paja seca.
Otros Efectos: Afecta principalmente el aspecto del café verde.

Causa(s):	Agrícolas. El grano averanado o arrugado se debe principalmente a falta de agua o sequía durante el desarrollo del grano. La intensidad del daño depende de la duración e intensidad del verano o sequía. La proporción de granos averanados se puede ver intensificada, si las plantas se encuentran indebidamente fertilizadas o en mal estado de salud.
Correctivos:	1) EN CAMPO: Mantener los cultivos debidamente fertilizados y en buen estado puede reducir la magnitud del daño en caso de una sequía. Sin embargo desórdenes climáticos como “El Niño” pueden tener efectos desastrosos para el cultivo del café. Árboles de sombra inapropiados, pueden competir por la humedad en suelo durante veranos prolongados. 2) BENEFICIO: Los granos averanados muy afectados son menos densos y flotan en la superficie del agua y son fácilmente eliminados en este punto. En la planta trilladora, los granos averanados pueden ser removidos en las seleccionadoras de densidad debido a su bajo peso y densidad. Aquellos granos averanados más densos tendrán que ser removidos manualmente.

Descripción Física: Los granos averanados son generalmente pequeños, de baja densidad, malformados y de superficie arrugada.

Grano Inmaduro⁴

Nombre del defecto:	Grano Inmaduro
Otros Nombres:	Grano Verde – “Quaker” (en café tostado)
Nombre en Inglés:	Immature Bean - Quaker (when roasted)
Clasificación SCAA:	Defecto Secundario: 5 granos inmaduros = 1 defecto total
Efectos en la taza:	Varía. Generalmente imparte sabores a hierba, paja o verdosos y es causa principal de la astringencia.
Otros efectos:	Afecta principalmente el aspecto del café tostado.
Causa(s):	En Campo: El grano inmaduro no ha madurado correctamente debido a varios factores que incluyen: una recolección de granos verdes o inmaduros, una maduración irregular en variedades de maduración tardía cultivadas en gran altura y falta de fertilización y cuidados del cultivo.
Correctivos:	1) EN CAMPO. Los granos inmaduros se pueden evitar cosechando únicamente cereza madura, cultivando variedades de maduración temprana o intermedia en alturas medias y manteniendo una adecuada fertilización y cuidado de los cafetales 2) BENEFICIO. Los granos inmaduros pueden ser eliminados tanto en el beneficio húmedo como en la planta trilladora. En el beneficiadero se pueden eliminar usando una zaranda inmediatamente después del proceso de despulpado. En la trilladora, los inmaduros se podrán eliminar mediante las seleccionadoras de densidad. Las seleccionadoras de color no son eficientes eliminando este tipo de defecto.

Descripción Física: Los granos inmaduros se reconocen por su tamaño pequeño, de baja densidad, de forma cóncava y con bordes afilados. La tradicional película plateada o

⁴ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

tegumento es generalmente de color pálido amarillento o verdoso y firmemente adherida al grano.

Grano Partido, Mordido, Cortado⁵



Nombre del defecto:	Grano Partido, Mordido o Cortado
Nombre en Inglés:	Broken, Chipped, Cut
Clasificación SCAA:	Defecto Secundario: 5 granos partidos /mordidos/cortados = 1 defecto total
Efectos en la taza:	Puede causar sabores a tierra, sucios, agrios o fermentos.
Otros Efectos:	Afecta el aspecto del café verde y del tostado.
Causa(s):	Beneficio. Granos partidos, mordidos o cortados, generalmente durante los procesos de despulpado y trilla, por mal ajuste o calibración de los equipos, que causan excesiva fricción o presión al grano.
Correctivos:	1) EN CAMPO: Recolectar únicamente cereza madura, dado que las cerezas verdes no despulpan correctamente. 2) TRILLADORA: a) Mantenga debidamente ajustados y calibrados los equipos de despulpado. b) Mantenga debidamente ajustada la maquina trilladora para evitar excesiva fricción o presión al grano y remover los granos partidos o mordidos, mediante las seleccionadoras de criba y seleccionadoras de densidad. Los granos partidos o mordidos de mayor tamaño deberán ser removidos manualmente o mediante seleccionadoras de color.

Descripción Física: Los granos mordidos o cortados generalmente presentan una coloración rojiza oscura, debido a una oxidación del área cortada durante el proceso de despulpado. Esta cortada puede ser inicio de actividad bacteriana, fermentaciones y formación de hongos, resultando en una amplia gama de sabores defectuosos en taza. Los granos partidos o cortados por la máquina trilladora son fragmentos de granos limpios sin presencia de oxidaciones.

Grano Brocado Severo / Grano Brocado Leve¹

Nombre del defecto:	Grano Brocado
Otros Nombres:	Broca
Nombre en Inglés:	Berry Borer
Clasificación SCAA:	Defecto Primario. Daño Severo, 3 o mas perforaciones, 5 granos = 1 defecto total Defecto Secundario: Daño Leve, menos de 3 perforaciones, 10 granos z 1 defecto total
Efectos en la taza:	Pueden resultar sabores sucios, agrios, Rio, moho especialmente en grandes cantidades de grano brocado.
Otros Efectos:	Riesgo de Ochratoxina (OTA). Afecta el aspecto del café verde y del tostado.
Causa(s):	Agrícola. La Broca es sin duda la peste más dañina en el cultivo del café. La Broca (<i>hypothenemus hampei</i>) perfora la cereza aun en el árbol, formando túneles en la blanda semilla, con el fin de

⁵ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

reproducirse en su interior. Las jóvenes brocas emergen del otro lado del grano y no es raro encontrar *granos* con múltiples perforaciones. La incidencia de la broca tiende a disminuir a mayor altura del cultivo.

Correctivos:

1) EN CAMPO: Después de una cuidadosa inspección, la mejor forma de eliminar la broca es erradicando las condiciones que favorecen su propagación. El control químico es una opción, pero sus limitados y riesgosos efectos han dado vía al manejo integrado tal como, el hongo *Beauveria bassiana*) y el uso de la avispa (*C. stephanoderis*). Dado que la broca se reproduce dentro de la semilla, la recolección de todas las cerezas del suelo y su eliminación favorecen al control de esta peste. Adicionalmente la pula se debe mantener retirada del cultivo hasta que este completamente descompuesta. Durante la recolección es difícil diferenciar una cereza sana de una atacada por broca dado que el daño ocurre dentro del grano.

2) BENEFICIO: Una vez trillado el pergamino, el grano brocado es evidente y las seleccionadoras de densidad podrán remover la mayoría de los granos muy deteriorados. Los granos levemente afectados solo podrán ser removidos manualmente.

La peste de la broca puede ser devastadora para los cafetaleros, dejando grandes porciones de su cosecha no exportables.

Descripción Física: Grano Brocado, como se le conoce comúnmente, se distingue por las pequeñas y oscuras perforaciones de (0.1 a 0.5 mm) en diámetro. Algunos granos presentan ataques severos con más de tres perforaciones.

5 granos brocados severos (3 o más perforaciones) = 1 defecto total

10 granos brocados leves (menos de 3 perforaciones) = 1 defecto total

Cereza seca⁶



Nombre del Defecto:

Cereza

Nombre en Inglés:

Dried Cherry or Pods

Clasificación SCAA:

Defecto primario: 1 Cereza seca = 1 defecto total

Efectos en la taza:

Puede producir sabores a fermento, moho o sabor fenólico.

Otros riesgos:

Afecta la apariencia del café verde.

Causa(s):

Beneficio. En cafés lavados, la presencia de cerezas secas o guayaba, es el resultado de un deficiente proceso de despulpado y de eliminación de los flotes; falta de mantenimiento o mal ajuste de la maquinaria. En cafés naturales, la presencia de cerezas secas es el resultado de un deficiente proceso de trilla y selección.

Agrícola: Sequía o enfermedades pueden causar que la fruta o cereza se seque en el árbol y caiga al suelo.

Correctivos:

1) EN CAMPO. Evitar recoger cerezas secas del suelo.

2) BENEFICIO. Las maquinas trilladoras no son efectivas cuando hay muchas cerezas secas. Por lo tanto, una efectiva eliminación de los flotes durante el beneficio húmedo y mantener calibrados los equipos de despulpado, ayudan a reducir el número de cerezas secas.

Las cerezas que lleguen a la planta trilladora pueden ser eliminadas en las seleccionadoras de densidad.

⁶ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

Descripción Física: La pulpa seca generalmente cubre parte o todo el pergamino, algunas veces con la presencia de manchas blancas, que son signo de formación de hongos que afectan la taza y el aspecto del café verde.

Materia extraña⁷

Nombre del Defecto: Materia Extraña

Otros Nombres: Impurezas

Nombre en Ingles: Foreign Matter

Clasificación SCAA: Defecto primario: 1 materia extraña = 1 defecto total

Efectos en la taza: Contaminación por materia extraña puede afectar el café verde, causando sabores defectuosos.

Otros riesgos: Afecta el aspecto del café verde; puede dañar equipos como tostadoras y molinos; puede poner en riesgo la salud.

Causa(s): Varias: La materia extraña se puede acumular en cualquiera de las etapas del proceso.

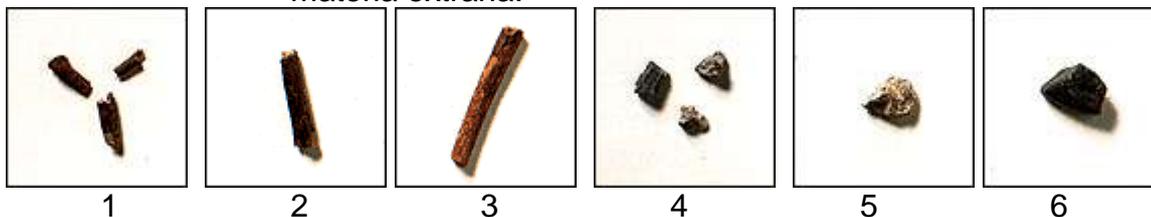
Correctivos: 1) EN CAMPO. Ninguno

2) BENEFICIO. La materia extraña se puede remover o evitar así:

a) Cuidados en la recolección, evitando piedras y palos.

b) Evitar que material extraño como piedras, palos, puntillas, clavos, etc. estén presentes en los patios de secado.

c) En la planta trilladora, utilizar equipos adecuados tales como, despedregadoras e imanes, que puedan remover efectivamente la materia extraña.



1. Palos pequeños

2. Palos medianos

3. Palos grandes

4. Piedras pequeñas

5. Piedras medianas

6. Piedras grandes

Descripción Física: La materia extraña incluye todo objeto no originario del café encontrado en el café verde tal como piedras, palos, clavos, etc. Que le dan al café verde un mal aspecto y evidencian una pobre selección y clasificación.

El material extraño puede dañar costosos equipos, principalmente los molinos de café.

Daño por Hongos⁸

Nombre del defecto: Daño por Hongos

Otros Nombres: Cardenillo

Nombre en Inglés: Fungus Damage

Clasificación SCAA: Defecto primario: 1 Grano dañado por hongos = 1 defecto total

⁷ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

⁸ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

- Efectos en la taza:** Varían. Puede producir sabores a fermento, moho, tierra, sucio y fenol.
- Otros riesgos:** Riesgo de Ochratoxina (OTA)
- Causa(s):** Agrícolas y Beneficio. Los granos afectados por hongos son causados principalmente por hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium* que infectan el grano en cualquier etapa del proceso desde la recolección hasta el almacenamiento. Igualmente condiciones adversas de temperatura y humedad facilitan la propagación de hongos.
- Correctivos:**
- 1) **EN CAMPO.** Dado que el café se cultiva en regiones húmedas que favorecen la propagación de hongos, se deben hacer esfuerzos que limiten los vectores que dan origen a las esporas contaminantes. Esto incluye la recolección de cerezas del suelo, broca excesiva, granos de anteriores procesos dejados en los sacos de recolección y tanques de fermentado o lavado.
 - 2) **BENEFICIO.** La contaminación se puede prevenir con buenas prácticas en finca y en la trilladora. Las causas de contaminación incluyen granos cortados o mordidos durante el despulpado, fermentación descontrolada, granos descompuestos de anteriores procesos, demoras o interrupciones durante el proceso de secado, almacenar café pergamino en condiciones de alta humedad y temperatura.
- Los granos atacados por hongos son bastante aparentes cuando se retira el pergamino durante la trilla. Durante el proceso de selección. Los granos mas afectados por hongos pueden ser removidos por las seleccionadoras electrónicas. Sin embargo, aquellos granos levemente afectados solo pueden ser retirados manual mente.

Descripción Física: El grano afectado por hongos o Cardenillo como se le conoce comúnmente, se reconocen por la manchas de color amarillo – rojizo recubiertas de un polvillo, que van creciendo en tamaño hasta cubrir completamente el grano. El grano afectado por hongos libera esporas que pueden contaminar a otros granos.

Grano Agrio / Agrio Parcial¹



Nombre del Defecto: Grano Agrio Otros Nombres: Agrio Parcial
Nombre en Inglés: Full Sour - Partial Sour
Clasificación SCAA: El Grano Agrio es un defecto primario:
1 Grano Agrio = 1 defecto total

El Agrio Parcial es un defecto secundario: Menos de agrio, 3 granos = 1 defecto total

- Efectos en la taza:** Varían. Puede producir sabores agrios o vinagres, fermento o stinker dependiendo del grado de sobre fermentación del grano,
- Otros riesgos:** Afecta el aspecto general del café verde.
- Causa(s):** Agrícolas y beneficio. El grano agrio se produce por fermentación, que es resultado de contaminación microbial en varias etapas del proceso de beneficio, Causas específicas: recoger cerezas sobre maduras recoger cerezas del suelo, contaminación de aguas durante el proceso de lavado, o sobre fermentación de la cereza en el árbol en condiciones de alta humedad.

- Correctivos:**
- 1) EN CAMPO. Recoger solamente cerezas maduras (evitar sobre maduras), no recoger cerezas del suelo, no cultivar café en zonas bajas o cerca de ríos, lagos o represas.
 - 2) BENEFICIO. Los granos agrios se pueden evitar:
 - a) Despulpas las cerezas a tiempo (inmediatamente después de recolectarlas, evitando almacenar cereza por periodos largos.
 - b) En cafés lavados, controlar los tiempos de fermentación en los tanques de fermentado.
 - c) Evitar uso de aguas contaminadas o recirculadas durante el proceso de lavado.
 - d) Asegurando un proceso de secado óptimo sin interrupciones.
 - e) Los granos agrios se tornan aparentes al remover el pergamino y la selección manual o seleccionadoras electrónicas son la manera más efectiva de removerlos.

Descripción Física: Los granos agrios se reconocen por su color amarillo pálido, amarillo intenso, carmelita o rojizo. Generalmente el embrión dentro del grano se nota negro. Si el grano se raspa o corta, este libera un olor agrio similar al vinagre. Una vez tostado y molido, un solo grano agrio puede contaminar una jarra entera de café.

Grano Negro / Negro Parcial⁹



Nombre del Defecto: Grano Negro
Otros nombres: Negro o Negro Parcial
Nombre en Inglés: Full Black - Partial Black
Clasificación SCAA: El Grano Negro es un defecto primario:
1 Grano Negro = 1 defecto total

El Negro Parcial es un defecto secundario: Menos de negro, 3 granos = 1 defecto total

Efectos en la taza: Varían. Fermento o sabor stinker, sucio, moho, agrio, sabor fenólico,
Otros riesgos: Riesgo de Ochratoxina (OTA)
Causa(s): Agrícola. Causado principalmente por sobre fermentación de granos verdes en los patios de secado, especialmente en los cafés naturales. Otra causa es sequía, recolección de cerezas del suelo, enfermedades (hongos), El oscurecimiento del grano se debe a sobre fermentación de los pigmentos asociada a actividad microbial.

- Correctivos:**
- 1) EN CAMPO. Los granos negros se evitan recogiendo únicamente cerezas maduras y evitando su sobre fermentación durante el proceso de beneficio en la finca.
 - 2) TRILLADORA. Los granos negros son bastante aparentes cuando se retira el pergamino. Generalmente son más pequeños y menos densos y pueden ser removidos mediante clasificadores de densidad. La manera más efectiva de removerlos es manualmente o mediante seleccionadoras electrónicas.

Descripción Física: Los granos negros se distinguen por su color oscuro opaco.

SCAA Green Arabica Coffee Classification System¹⁰

⁹ Manual de Defectos del Café. Specialty Coffee Association of America (SCAA). www.scaa.org

¹⁰ Manual de Recomendaciones para el Cultivo del Café. ICAFE, Unidad de Producción Agrícola. 1998.

Grano negro: Predominantemente negro opaco

Grano Agrio o Vinagre: Predominantemente rojizo o amarillo/carmelita.

Cereza Seca/Guayaba/ Cáscara: Grano parcial totalmente cubierto de la oscura pulpa seca o cereza.

Grano Cardenillo/ Afectado por Hongos: Presenta una coloración amarillosa o carmelita indicativa de ataque de hongos.

Grano afectado severamente por insectos: Presenta 3 o más perforaciones.

Materia extraña / impurezas: Cualquier elemento no originario del café como palos o piedras.

Grano negro parcial: Menos de medio grano negro/opaco.

Grano parcial agrio o vinagre: Menos de medio rojizo o amarillo/ Carmelita.

Pergamino: Parcial o totalmente cubierto por el pergamino seco.

Grano flotador: De color claro y bajo en densidad.

Grano Inmaduro: Sin desarrollar, de color verdoso y con la película plateada muy adherida.

Partido/Mordido/Quebrado: Grano cortado o fragmento.

Grano Averanado: Grano de color claro y de superficie arrugada.

Concha: Grano mal formada que consiste de una cavidad.

Pulpa o Cereza Seca: Fragmento de cáscara o cereza seca.

Afectado levemente por insectos: Con menos de tres perforaciones de insectos.

Quakers: Grano inmaduro que no desarrolla totalmente durante la torrefacción

Coloración del café verde: Los cafés sin tostar presentan coloraciones que van desde el azul-verdoso al Carmelita dependiendo del origen, proceso o tiempo de almacenamiento.

Norma de Clasificación:

Grado Especial: No se permiten defectos de categoría 1. Máximo 5 defectos totales.

Grado Premium: Se permiten defectos de categoría 1 y 2. Máximo 8 defectos totales

PROBLEMAS DEL SECADO ORIGEN Y POSIBLES SOLUCIONES

1) Granos gris oscuro de consistencia suave: Como consecuencia de secado insuficiente lo cual propicia el desarrollo de microorganismos durante el almacenamiento afectando la calidad.

2) Granos gris azulados con el germen hundido: Se originan en el secamiento como consecuencia de altas temperaturas en el proceso, o cuando se mantiene el café muy húmedo (25 % o 30%) en silos, con solamente ventilación forzada. Se recomienda que en silos secadores, el café no debiera exceder del 20 % ni la temperatura los 40 °C.

3) Granos amarillentos o ámbar: Se producen por sobresecamiento, presentan el germen hundido.

4) "Springers": Son granos vitrificados por sobresecamiento de color gris azulado, opacos, al lanzarlos al suelo rebotan, de donde proviene su nombre. Si se les golpea con un martillo sobre una superficie dura, se pulverizan, como si se tratara de cuentas de vidrio.

Se presenta con mayor incidencia en cosechas muy voluminosas en las que, por insuficiente capacidad del beneficio se lava mal el café y se usan altas temperaturas en el secamiento. El café con residuos de mieles, se adhiere a las estructuras de las secadoras verticales, principalmente en las de los "baffles", y es sometido a mayor tiempo de secamiento.

No producen mal sabor, pero no aportan nada a la bebida y generan reclamos por parte del comprador, porque afecta la apariencia del café verde y el tueste.

5) Granos blanqueados: La decoloración puede ser uniforme, o bien en los bordes o en parches ocurre con mayor intensidad cuando el café se almacena en oro en condiciones de alta humedad relativa, o cuando se ha dejado a un nivel de humedad superior al 12 %. Se atribuye a procesos de oxidación, de naturaleza enzimática.

Cuando el daño es severo se puede dar la pérdida total de sus cualidades y valor comercial. con mayor severidad e intensidad en cafés producidos en zonas bajas y lluviosas porque está asociado a la dureza física del grano.

6) Granos descoloridos, veteados: Se deben a rehumedecimiento después del secado presentan coloración blanca en las puntas, o vetas sobre la almendra.

7) Granos cardenillo: Es un daño de origen fungoso debido al almacenamiento de café húmedo, se produce un polvillo amarillo, o amarillo rojizo en las puntas del grano, que luego se extiende a la totalidad del mismo. Afectando gravemente la apariencia como la taza.

8) Grano mohoso: Se presenta cuando se almacena café en pergamino húmedo, o café en oro en bodegas húmedas o mal ventiladas, cuando ocurre ataque fungoso, el grano presenta los bordes amarillos lo cual origina problemas muy severos de taza.

PROCEDIMIENTO DE CATACION PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD

EJEMPLO:

La responsabilidad de la ejecución del proceso adecuado de preparación y evaluación de cada muestra recae sobre el catador.

Es recomendable tener presente cualquier análisis físico si se requiere, antes de proceder a tostar la muestra. Por ejemplo: Humedad, % sobre zaranda, % de granos negros, quebradas, densidad, etc. Es muy importante limpiar bien el equipo y la sala de

degustación para poder efectuar la operación en una forma óptima. Las condiciones de degustación deberán ser las mismas en todas las sesiones, con objeto de que la única variable sea el café que haya de catarse

Conservar parte de la muestra en verde debidamente identificada para referencia o que por alguna razón se pase de tueste.

Su tueste debe ser claro si se requiere una mejor identificación de los defectos, un tueste medio si se quiere intensificar la calidad y la zona. Un tueste muy oscuro podría ocultar los defectos.

No se debe moler el café si no está completamente frío. Para una buena degustación es preferible molerlo en su punta. Molido demasiado fino se perderá muy de prisa la sustancia aromática del grano, y demasiado grueso el aroma será menos perceptible.

Utilizar un mínimo de 6 tazas por muestra con 10 gramos de café tostado y molido por 6 onzas de agua. En caso de duda aumentar el número de tazas a 12.

Debe agregarse agua hirviendo en las tazas para obtener el aroma original, luego se corta la taza para valorar características y defectos del café en aroma. (Preferible utilizar cafetera de cobre y agregar el agua al momento de alcanzar el estado de ebullición).

Se limpia la taza de espumas y partículas de café (descachazar).

Finalmente el catador valora las cualidades, cuerpo y acidez, y se define en la taza su calidad o defectos del café.

EL ANALISIS Y LA CATACIÓN DEL CAFÉ:

Es la prueba que comprende el análisis físico y organoléptico en la cual se valoran las siguientes características propias del café: Calidad, Preparación, Tueste, Aroma, Cuerpo, Acidez y Taza.

- a) **Calidad:** Es la selección o clasificación del café pergamino después de despulpado (vía húmeda), y los cafés trabajados por la (vía seca) llamados Naturales de verdes, Naturales de maduros, Naturales de juntas.
- b) **Preparación:** Es la selección o Clasificación del café después de despergaminado o pelado según corresponda.
- c) **Tueste:** Se entiende por tueste el proceso continuo de calor dentro del cilindro o tambor con una temperatura aproximada de entre 150 a 200 grados centígrados.
- d) **Aroma:** Es una cualidad que el catador percibe al momento de agregar el agua a la molienda, varía de acuerdo a la zona de procedencia, beneficiado, almacenamiento, etc.
- e) **Cuerpo:** En esta cualidad el catador analiza densidad o espesor en el momento de sorber el café, algunos catadores lo definen como la mayor o menor consistencia o densidad de la bebida.

- f) **Acidez:** Característica fina y placentera que el catador percibe en la parte inferior de las papilas gustativas y esta relacionada con el clima y la altura donde se cultiva el café.
- g) **Taza:** Representa las características propias del café o refleja los defectos producto de un mal manejo del café. (Cultivo, beneficiado, beneficio seco, y torrefacción).

La Torrefacción

CONDUCCIÓN: La transferencia de calor se efectúa por contacto entre las paredes del torrefactor y los granos de café.

CONVECCIÓN: La transferencia de calor se efectúa directamente entre el aire caliente y los granos de café

IRRADIACIÓN: Esta técnica se basa en la absorción particular de microondas infrarrojas. La transferencia de calor esta en función del tenor de agua de los granos de café.

TUESTE CLARO: U.S.A. Alemania, Holanda, Austria, Suiza Finlandia, Suecia, Dinamarca, Noruega, Corea del Sur, Canadá, etc.

TUESTE MEDIANO: Francia, España, Bélgica, Portugal, Inglaterra, Irlanda, Singapur, Hungría, Republica Checa, Polonia, Japón, etc.

TUESTE OSCURO: Italia, Israel, Jordania, Siria, etc.

Durante este periodo el café sufre diferentes modificaciones Físicas y Químicas muy importantes

MODIFICACIONES FISICAS:

- ▲ El agua del grano es eliminada casi en su totalidad pasando de 12% para el grano oro a 3,5 % para el café tostado.
- ▲ Hay una pérdida de peso entre 17 y 22 %, con una media de 19 %.
- ▲ Los azúcares son degradados y forman el color característico del café tostado.
- ▲ Hay un aumento de volumen entre 50 y 110 %.
- ▲ Hay un desprendimiento de la 'película plateada "por el aumento de volumen del grano.
- ▲ Se desarrolla la coloración "Café" característica; siendo responsables de la intensidad del color, las modificaciones en las estructuras de los granos.
- ▲ La temperatura usada oscila entre 175 a 210 grados Celsius durante un periodo aproximado de 10 minutos

En términos generales el café en Costa Rica se clasifica de la siguiente manera:

- Según las exigencias del cliente final: se brinda la clasificación de la zona (ej. SHB como se explica más adelante), a nivel internacional se maneja una tabla de cantidad de defectos (en las preparaciones europeas, no se puede exceder de 8 defectos en una muestra de 350g), se debe indicar el % de humedad, y en ocasiones se dice de qué zona específica es el café (ej. Tarrazú). También existe

- una clasificación estándar internacional para el tamaño del grano de café, se llama zarandas (ej. café zarandal 18 = grano extra grande; zaranda 12 = grano pequeño).
- El "producto no conforme" para nosotros es aquel café que tuvo algún problema a la hora de realizarse la prueba de catación (ej. sabor a fermento en 1 taza de 5), se separa del resto del café para luego reprocesarlo en las máquinas clasificadoras. Generalmente, se encuentra problemas en calidades inferiores, pero puede ocurrir en buenas calidades (aunque no es lo deseable).
 - La clasificación de los rechazos se realiza bajo el criterio de cada beneficio, a nivel nacional puede que coincidan algunos nombres ya que influye mucho el Icafé en esto, sin embargo no es un estándar que haya que cumplir.
 - Las siglas "SHB" significan "Strictly Hard Bean", y "HB" es "Hard Bean" que corresponden a la zonificación cafetalera de Costa Rica, y para cada clasificación existe una tabla que indica las características típicas del grano y de la taza. Son siglas conocidas internacionalmente. De todas formas, cada beneficio decide cómo llamar a su café, en nuestro caso sólo usamos nombres como "Primera Orosi", "Segundas", "Terceras", etc. A la hora de "inscribir" al beneficio en el ICAFE, por la zona del café a recibir es donde se registra la clasificación, en nuestro caso pertenecemos a la zona Atlántica.
 - El café posee varias capas que se van removiendo durante el proceso. A continuación una breve explicación:
 1. La primera capa es la pulpa o broza, es la que conocemos generalmente de la mata, que es roja. Se remueve en el proceso de despulpado.
 2. La siguiente capa se llama mucílago, que es una miel que hay que cortar en el proceso de fermentación natural (en otros beneficios se utilizan máquinas especiales para esto en los casos que no existan pilas), luego se procede a lavar el café para eliminar toda esta miel del grano.
 3. La tercera capa se llama pergamino, el café se seca hasta tener un contenido de humedad de 11% en promedio, el pergamino en esta etapa es muy importante ya que el café se almacena durante varios meses y lo protege de la humedad ambiental.
 4. Cuando exista una orden de pedido, el café se saca del almacén y pasa por una máquina peladora, la cual elimina el pergamino (cascarilla) y una última capa delgada. En este caso el café pasa por unas clasificadoras y está listo para ensacar, en grano "oro verde".

8.3. Exportaciones e importaciones de café

Según datos del Banco Central de Costa Rica el subsector café ha venido bajando paulatinamente su importancia como generador de divisas para el país, producto del desarrollo de otras actividades económicas, y del aumento de la oferta internacional que ha bajado significativamente los precios del producto. Una situación como esta puede tener diferentes efectos: desde el punto de vista económico, se espera que algunos productores abandonen la actividad disminuyendo la producción nacional; se descuiden las plantaciones con el riesgo de problemas fitosanitarios; se cambien o modifiquen las técnicas de cultivo y sus variedades con posible efecto en la calidad del producto nacional; y por último, el efecto social que pueda tener en los productores pequeños y más vulnerables. A la par del abandono de la actividad en algunas zonas, también se observa un mayor desarrollo en los campos del mercadeo y procesamiento del cafeto de

alta calidad, lo que ha permitido al país posicionarse en el mercado de este tipo de grano.¹¹

Las áreas sembradas para café se muestran en los mapas 1 y 2 (figura 4 y 5), en los anexos 2 y 3, respectivamente.

Para el 2007, la actividad agropecuaria presentó una tasa de crecimiento de un 6,8%, atribuible al aumento de la producción de piña, a la recuperación de la actividad cafetalera y de la caña de azúcar, al aporte positivo de la actividad bananera, y a un aumento en la producción de leche. En cuanto al café, indica que el retraso en la maduración de la cosecha 2006-07 favoreció una concentración de la recolección del grano en el año 2007.¹²

ICAFÉ reporta en la cosecha 2006-2007 un aumento del 2,13 por ciento con respecto a lo registrado en el periodo anterior, al situarse en 2 383 313 fanegas, siendo la anterior de 2 333 648 fanegas¹³.

Cuadro 30. Producción de Café Fruta por Región Cafetalera. Datos en Fanegas Cosechas 2004-2005 a 2006-2007.

Región Cafetalera *	2004-2005		2005-2006		2006-2007	
	Fanegas	Porc.	Fanegas	Porc.	Fanegas	Porc.
Valle Central	448 692	17.8%	459 230	19.7%	407 840	17.1%
Valle Occidental	446 771	17.8%	490 822	21.0%	414 261	17.4%
Turrialba	164 277	6.5%	160 420	6.9%	179 161	7.5%
Pérez Zeledón	383 594	15.3%	373 865	16.0%	330 258	13.9%
Coto Brus	238 677	9.5%	168 724	7.2%	271 786	11.4%
Los Santos	764 503	30.4%	638 675	27.4%	728 015	30.5%
Zona Norte	67 930	2.7%	41 911	1.8%	51 991	2.2%
Prod.Nacional	2 514 444	100.0%	2 333 647	100.0%	2 383 313	100.0%

*/ Con base en las regiones cafetaleras que define el Reglamento a la Ley No 2762.

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica

Según datos del ICAFE, durante la cosecha 2006-2007, se registraron 1 903 228 quintales de café vendidos para exportación (81,88% del total) y 421 224 quintales para consumo nacional (18,12% del total) (cuadro 2), a precios promedio rieles de US\$126,37 y US\$101,04 por quintal, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 31. Producción y Comercialización de Café. Sacos 46 kg – Cosechas 2004-2005 a 2006-2007.

Concepto	Cosecha		
	2004-2005	2005-2006	2006-2007 *
Producción	2 487 225	2 284 243	2 324 452
Exportación	2 009 478	1 817 758	1 903 228
Porcent.	80.78%	79.58%	81.88%
Cons.Nal.	477 747	466 485	421 224
Porcent.	19.20%	20.42%	18.12%

*/ Cifras sujetas a ajustes

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica.

¹¹ Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE). 2007. Censo Cafetalero: Turrialba y Coto Brus 2003, Valle Central y Valle Central Occidental 2004, y Pérez Zeledón, Tarrazú y Zona Norte 2006.

¹² Banco Central de Costa Rica, 2007. Memoria Anual. http://www.bccr.fi.cr/flat/bccr_flat.htm

¹³ ICAFE, Informe sobre la actividad cafetalera 2007.

http://www.icafe.go.cr/sector_cafetalero/estadisticas/Congreso%20Cafetalero%202007.pdf

Cuadro 32. Precios de Exportación y Consumo Nacional - Cosechas 2004-2005 a 2006-2007. Precios US\$ por quintal.

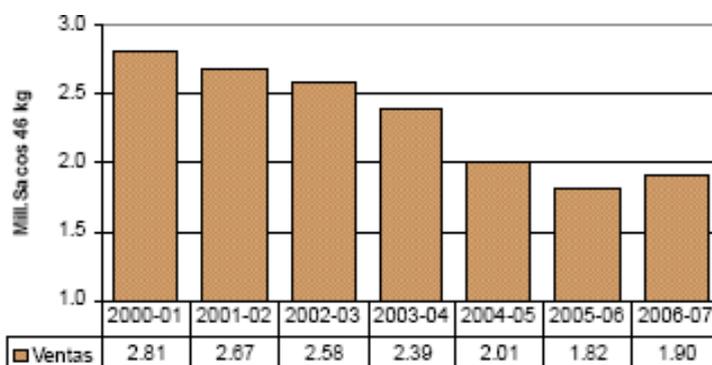
Concepto	Cosecha		
	2004-05	2005-06	2006-07 *
1. Exportación	109.73	118.46	126.37
2. Cons.Nal.	99.03	92.36	101.04
Relación (2/1)	90.3%	78.1%	80.0%

*/ Cifras sujetas a ajuste

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica

Con respecto de la exportación de café, en la cosecha 2006-2007, la cantidad total de café destinado al mercado externo fue de 1,90 millones de sacos de 46 kg, como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 3. Ventas de Café para Exportación. Millones Sacos de 46 kg. Cosechas 2000-2001 a 2006-2007.



Fuente: Instituto del Café de Costa Rica.

El precio unitario promedio de las ventas de café con destino a la exportación correspondiente a la cosecha 2006-2007 fue de US\$126,37 rieles por quintal de café oro.

El volumen del café costarricense vendido para exportación en la cosecha 2006-2007 fue de 1 903 228 sacos de 46 kg, lo cual generó un valor FOB de venta por US\$247,36 millones.

El cuadro 33 muestra el precio promedio que ha obtenido Costa Rica por sus exportaciones de café en el periodo 2001 a 2006; para el 2006 obtuvo el mayor precio de venta.

Cuadro 33. Análisis Comparativo de Precios FOB de Exportación. Datos en US\$ por Saco de 46 kg. Años Civiles 2001 a 2006.

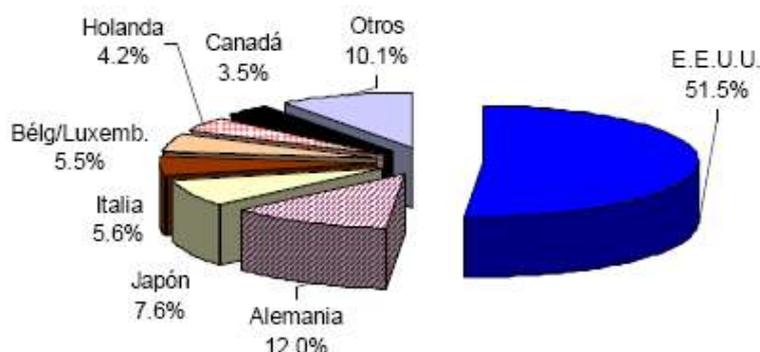
País	Año Calendario					
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Costa Rica	64.79	67.39	73.22	85.79	113.35	122.23
Colombia	67.06	65.24	67.59	79.75	114.08	118.88
Kenya	68.31	79.61	77.23	116.65	120.06	116.91
Nicaragua	59.14	64.57	70.43	75.65	106.10	114.17
México	66.73	67.17	72.57	80.95	116.92	113.49
El Salvador	58.14	52.58	60.43	70.22	98.49	111.78
Etiopía	78.52	60.25	59.61	70.05	107.25	108.11
Guatemala	56.85	59.27	59.53	75.88	105.61	107.09
Honduras	51.52	51.89	57.97	69.27	105.88	106.32
Perú	51.94	51.54	55.39	69.77	99.05	100.50
Brasil	46.72	37.29	45.77	58.54	84.98	92.36
Indonesia	31.55	49.78	37.80	45.41	59.30	74.42
Vietnam	18.89	19.73	29.69	29.84	36.37	54.63

Fuente: Organización Internacional del Café

Lo anterior evidencia que la estrategia definida por el ICAFE en conjunto con el sector cafetalero de producir calidad y no cantidad, orientando sus esfuerzos en la búsqueda de iniciativas y proyectos tendientes al mejoramiento de la calidad del café nacional, está dando sus frutos.

El principal país destino de las exportaciones costarricenses entre los años cafeteros 2004-2005 y 2006-2007, ha sido y es los Estados Unidos de América, al adquirir en promedio, el 51,5% de nuestro café de exportación; seguido por Alemania con el 12,0% y Japón con 7,6%, del total de las exportaciones. (Gráfico 4).

Gráfico 4. Exportaciones de Café Oro por País Destino. Participación Porcentual Promedio de Años Cafeteros 2004-2005 a 2006-2007.



Fuente: Instituto del Café de Costa Rica.

Comparando entre los destinos de exportación de café de Costa Rica para los años cafeteros 1997-1998 y 2006-2007, Japón es un mercado que ha crecido sostenidamente el cual representa el tercer destino en importancia para el café costarricense. También cabe destacar que Costa Rica ha perdido participación de mercado en los países de Unión Europea, así como en el grupo de países nórdicos. El Cuadro 35 presenta un resumen de las exportaciones de café por país.

Cuadro 34. Exportaciones de Café por País Destino - Análisis Comparativo. Exportaciones en sacos de 46 kg. Años Cafeteros 1997-1998 y 2006-2007.

Destino	Año Cafetero		Destino	Año Cafetero	
	1997-1998	2006-2007		1997-1998	2006-2007
EE.UU.	844 463	1 004 050	Australia	29 243	17 368
Alemania	386 838	214 118	Francia	104 951	15 150
Japón	91 238	149 049	Austria	3 000	8 850
Bélgica/Luxemburgo	154 821	130 538	Marruecos	2 700	7 838
Italia	182 384	114 776	Finlandia	109 362	5 775
Canadá	73 893	69 965	Suiza	54 981	5 098
Holanda/Países Bajos	160 134	52 690	Suecia	55 226	2 475
Portugal	37 200	33 024	Irlanda	4 350	2 063
Israel	23 927	24 366	Grecia	1 500	413
Reino Unido	195 494	22 211	Dinamarca	5 130	361
España	58 494	21 528	Otros	142 491	17 095
Exportaciones Totales (qq)					
Año	1997-1998	2 721 818			
Cafetero	2006-2007	1 918 798			

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica.

Datos del Banco Central de Costa Rica indican que el subsector café generó en el año 2006, US\$225.8 millones en divisas para el país. El cuadro 35 presenta el valor FOB de las exportaciones de café en el periodo 1997 a 2006.

Cuadro 35. Valor FOB de las Exportaciones de Café – Participación en el Valor Total de las Exportaciones de Costa Rica. Datos en Millones de US\$.

Año	Total Café	Total Exportaciones	Participación
1997	402.30	4 205.50	9.57
1998	409.40	5 525.60	7.41
1999	288.70	6 662.40	4.33
2000	272.00	5 849.70	4.65
2001	161.80	2 021.40	8.00
2002	165.10	5 263.50	3.14
2003	193.60	6 102.20	3.17
2004	197.60	6 301.50	3.14
2005	232.70	7 026.40	3.31
2006 *	225.80	8 199.80	2.75

*/ Cifras preliminares

Fuente: Banco Central de Costa Rica

Las importaciones de café en nuestro país no representan volúmenes significativos, si se comparan con las cantidades de café nacional que se vende para consumo interno. Los productos que se importan corresponden principalmente a cafés procesados de las formas instantáneo y café sin tostar descafeinado.

En el cuadro 36 se presentan datos sobre la exportación de café oro a diferentes destinos compradores de este producto, de 1997 al 2007.

Cuadro 36. Exportaciones de Café Oro por país destino. Sacos de 46 kilogramos. Años Cafetaleros 1997-1998 a 2006-2007

Destino	Año Cafetalero									
	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007 ^a
Total	2 721 818	2 803 644	2 880 241	2 866 290	2 630 832	2 536 939	2 356 123	2 090 571	1 833 770	1 918 798
EE.UU.	844 463	880 045	859 105	1 051 232	1 080 662	1 103 609	1 105 788	1 063 078	941 747	1 004 050
Comunidad Europea	1 470 254	1 353 772	1 426 964	1 360 829	1 157 806	1 074 579	914 793	724 420	632 021	624 382
Alemania	386 838	360 635	488 999	462 868	399 099	379 532	382 077	300 812	187 471	214 118
Bélgica/Luxemburgo	154 821	102 639	109 248	98 853	92 751	135 227	80 708	86 427	103 575	130 538
Italia	182 384	219 523	234 778	222 668	237 396	195 438	174 423	118 058	98 840	114 778
Holanda/Países Bajos	160 134	135 287	90 948	108 578	94 721	112 011	91 198	93 202	98 265	52 690
Francia	104 951	76 959	82 453	118 995	82 712	51 124	28 199	19 815	29 078	15 150
Reino Unido	195 494	121 495	72 885	58 778	28 082	39 874	33 814	20 374	28 518	22 211
Portugal	37 200	40 278	34 950	42 489	33 413	26 736	32 895	27 187	24 038	33 024
España	58 494	77 809	68 688	59 810	56 017	54 501	20 939	17 060	22 838	21 528
Suecia	55 228	41 633	67 285	58 209	73 013	31 083	34 580	27 900	22 275	2 475
Finlandia	109 362	154 650	142 688	107 025	50 115	28 425	8 325	8 250	4 950	5 775
Austria	3 000	2 625	4 922	1 248	3 272	2 481	0	2 143	4 688	8 850
Dinamarca	5 130	4 500	11 745	2 625	3 150	0	0	1	4 593	381
Irlanda	4 350	3 375	3 600	3 000	2 040	3 713	2 083	2 888	1 650	2 083
Grecia	1 500	2 288	2 288	225	1 200	1 650	1 238	1 650	413	413
Polonia	11 372	2 577	375	13 350	0	12 375	24 338	0	6	0
Otros ^b	0	7 500	11 153	6 118	825	413	0	852	825	413
Otros destinos	407 100	569 827	594 172	454 228	392 364	358 751	335 562	303 073	260 001	290 366
Japón	91 238	95 917	156 147	127 660	164 538	187 136	180 597	171 205	124 046	149 049
Canadá	73 893	102 713	99 308	114 743	90 698	78 787	78 988	62 723	71 310	69 985
Israel	23 927	30 863	23 567	30 902	18 844	21 597	17 199	15 188	21 389	24 388
Australia	29 243	19 711	27 113	19 365	10 680	12 713	18 975	15 283	17 360	17 388
Marruecos	2 700	3 525	8 813	1 988	1 650	3 713	3 300	5 775	3 300	7 838
Suiza	54 981	35 093	39 702	12 579	18 893	20 588	9 320	10 088	5 998	5 098
Noruega	34 019	48 375	40 313	33 555	20 790	5 850	4 950	6 300	1 763	141
Los Demás	97 101	233 631	199 211	113 438	66 271	30 369	24 255	16 513	14 837	16 542

a/ Cifras sujetas a ajuste.

b/ Otros países: Bélgica, Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, República Checa y Rumania

Fuente: Instituto del Café de Costa Rica.

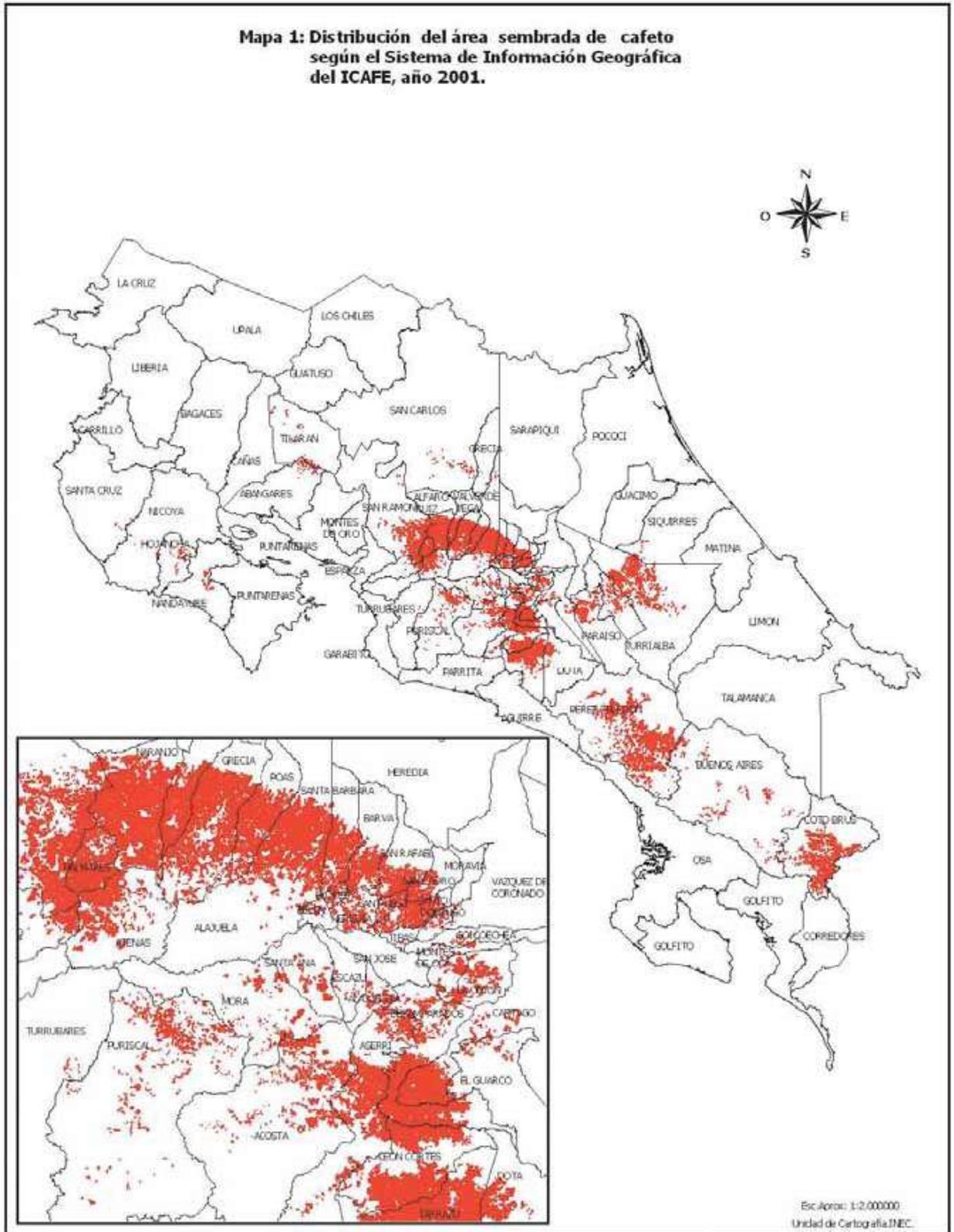


Figura 4. Distribución del área sembrada de cafeto, año 2001

ANEXO 3

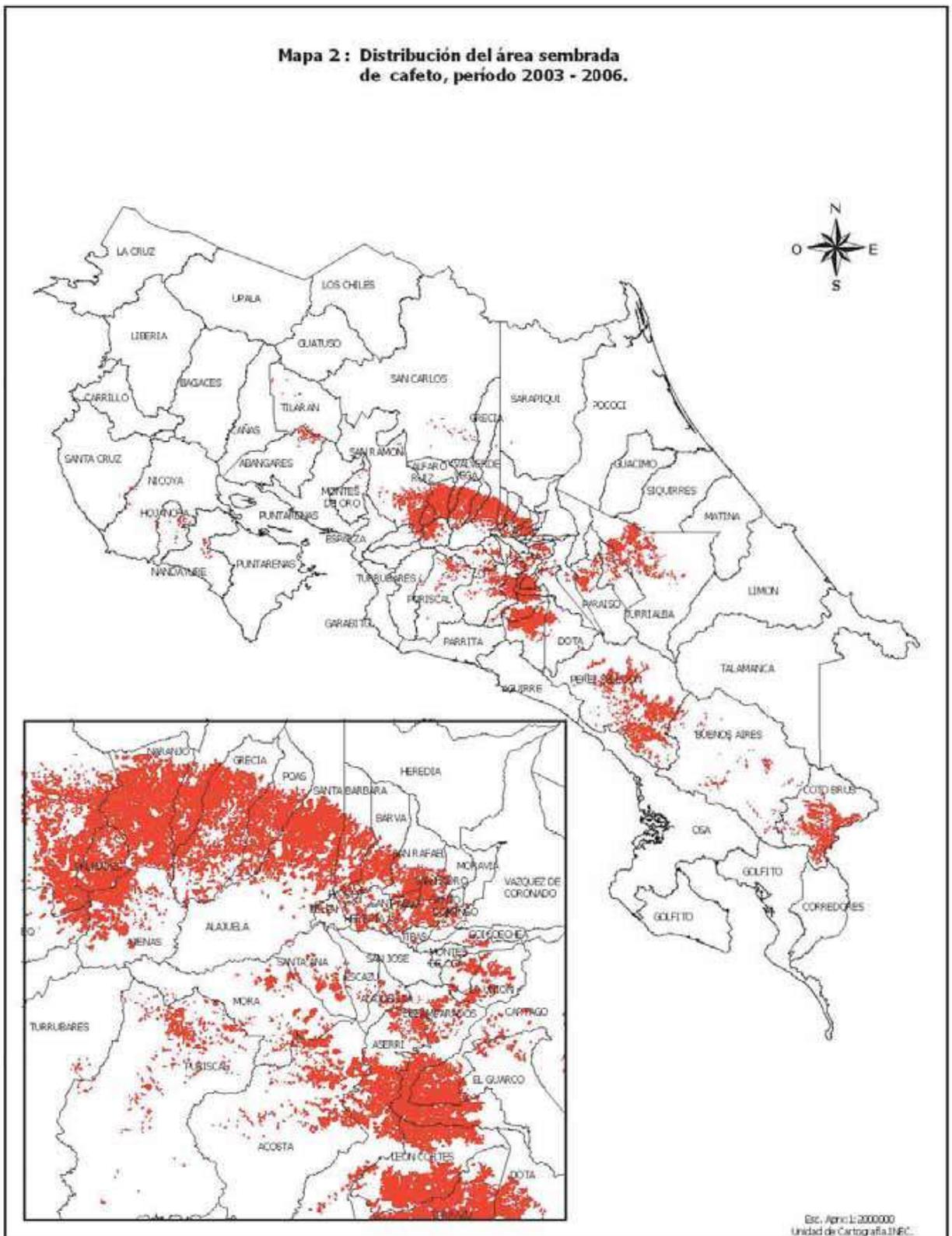


Figura 5. Distribución del área sembrada de cafeto, período 2003-2006

8.4. Equipo

8.4.1. Cotizaciones

Debido a la diversidad y complejidad del equipo requerido en este proyecto, no es posible encontrarlo disponible en el comercio costarricense, por lo que fue necesario contactar empresas importadores de equipo de laboratorio, y empresas constructoras de equipo de procesamiento industrial.

Para esto fue necesario recurrir a experiencias previas, tanto de los investigadores involucrados en el proyecto, como de otros colegas poseedores de información reciente.

Se procedió a realizar una selección de proveedores, basados en experiencia y recomendaciones. En el caso de los proveedores fabricantes, los mismos fueron visitados, para intercambiar información relacionada con detalles de los productos y por lo tanto, de los equipos requeridos.

Se visitó instituciones que actualmente utilizan maquinaria fabricada por los proveedores seleccionados, para verificar la funcionalidad y durabilidad del equipo, así como la respuesta en cuanto a mantenimiento y capacitación de personal. La información obtenida fue un importante insumo para las recomendaciones de adjudicación de compra.

Se presenta a continuación la tabla de comparación de cotizaciones. (cuadros 37 a 41)

Cuadro 37. Resumen de cotizaciones de marmita al vacío

Marmita al vacío							
Empresa	Capacidad	Material	Agitador	Resistencias eléctricas/motor	Bomba de vacío	Otros	Costo \$
TAINEA S.A	10 litros	Acero inoxidable AISI 304	Paletas en grafito sin lubricación de aceites	Calentamiento por dos resistencias de 6000 watt 220 V	¾ HP 120-220 V 8 CFM en flujo de aire Capacidad 28 pulg mercurio	<ul style="list-style-type: none"> a. acabado sanitario b. chaqueta de 2/3 de la superficie de calentamiento c. forma esférica d. válvula de seguridad e. manómetro f. vidrio visor para nivel de agua g. drenaje para agua h. control de temperatura i. termostato j. sistema de protección p/ las resistencias k. montado en estructura de acero inox. l. no indica trampa p/condensados 	3344
TRANSMETAL S.A ¹⁴	15 litros	Acero inoxidable AISI 304 en los elementos en contacto con el producto	Tipo a definir por el cliente con motorreductor	Motor trifásico 1 HP 220 V Caja reductora p/velocidad de giro	Bomba de vacío	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Exclusa p/toma de muestra <input checked="" type="checkbox"/> termómetro bimetálico 4" diam. <input checked="" type="checkbox"/> manómetro <input checked="" type="checkbox"/> válvula de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> válvula reguladora de presión <input checked="" type="checkbox"/> trampa p/condensados <input checked="" type="checkbox"/> caja reductora de velocidad p/agitador <input checked="" type="checkbox"/> instalación en planta <input checked="" type="checkbox"/> protector de sobrecarga con botonera <input checked="" type="checkbox"/> mirilla de inspección 	5450

¹⁴ Garantía 6 meses (material o mano de obra). Tiempo de entrega 10 semanas. Envía fotos del equipo

Cuadro 38. Resumen de cotizaciones de despulpador

Despulpador								
Empresa	Material	Mallas	Dimensiones	Capacidad	Características	Otros	Motor	Costo \$
DANC S.A	Acero inoxidable en todas las partes de contacto con el producto	3 juegos: 1 mm, 1,5 mm y 2 mm				Instalación en planta No incluye cables eléctricos, manguera de salida, tubos, etc Planos	M onobásico 220V Velocidad fija	3200 50% adelantado 50% entrega
MAQUINADO TÉCNICO	Lámina de acero inox AISI-304	3 juegos: 0,5 mm, 1 mm y 1,5 mm	800 mm altura 450 mmm largo total	50 kg/h	<ol style="list-style-type: none"> 1. Molino triturador de 2 paletas 2. Tolva vertical 3. Bushing de teflón en los extremos 4. Paletas con raspadores de teflón 5. Estructura de soporte en angular de acero carbono con pintura epóxica 	No indica: <ul style="list-style-type: none"> • Instalación en planta • rodines 	Monobásico 1HP 220V	2274

Continuación cuadro 38.

Despulpador								
Empresa	Material	Mallas	Dimensiones	Capacidad	Características	Otros	Motor	Costo \$
TAINEA S.A. ¹⁵	Acero inoxidable calidad AISI 304 en todas las partes de contacto con el producto	3 juegos inoxidable: 0,24; 0,20 y 0,3		10 kg/h	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de soporte de acero inox., en tubo de 1"diám., cédula #10 y tubo inox. ornamental ¾ diám. • Con poleas en un canal 	No indica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Instalación en planta ○ Rodines 	Monofásico de 1,5 HP	1984
TRANSMETAL S.A	Acero inoxidable AISI 304	3 juegos intercambiables: 1 mm, 1,5 mm y 6 mm ó definidos por el cliente		100 kg/h	<ul style="list-style-type: none"> • Rodines • Estructura de soporte 100% acero inox • Molino de dos brazos con inclinación variable • Paletas en angular • Tolva • Instalado en planta 		Trifásico de 3 HP 220 V	2999

Cuadro 39. Resumen de cotizaciones molino de martillo

Molino de martillo				
Empresa	Material	Capacidad	Características	Costo \$
MAQUINADO TÉCNICO	Acero inoxidable AISI-304	50 kg/h	1. Tolva de entrada construida con lámina de acero inox. 2. Lámina perforada intercambiable en acero inox. 3. Martillos contruidos en platina de acero inox. 4. dos ruedas fijas y 2 giratorias 5. Motor monofásico 1 HP, 220 V a 1750 rpm	2175

Cuadro 40. Resumen de cotizaciones mesa de amasado

Mesa				
Empresa	Material	Dimensiones	Características	Costo \$
DANC S.A	Acero inox.	1 m ² 90 cm altura	Rodines Salida de agua controlada	1200
MAQUINADO TÉCNICO	Lámina de acero inox.	90 cm alto 70 cm largo 60 cm ancho	2 rodines fijos y dos giratorios Sobre de 4,7 mm de espesor Prevista de entrada y salida de agua con sus válvulas. Chaqueta de enfriamineto (tipo dimpled jacket)	680
TAINEA S.A	Acero inox calidad AISI 304	1 m ancho 1 m largo 90 alto	Doble fondo, espesor del fondo: superior 1/8, inferior 1/16. Espacio para el agua de 5 cm	778
TRANSMETAL S.A	<i>Opción 1</i>			
	Acero inox calidad AISI 304.	1 m ²	Entrada de agua Tubos y placa para agua caliente y fría Rodines Grosor del sobre 1,5 mm	1230
	<i>Opción 2</i>			
	Acero inox calidad AISI 304. Mámol	1 m ²	Sobre de mármol de 19 mm. Sobre inferior p/menaje Rodines	872

Cuadro 41. Resumen de cotizaciones dosificador

Dosificadora					
Empresa	Material	Volúmenes	Velocidad de llenado	Otros	Costo \$
<i>Dosificadora para productos viscosos</i>					
MAQUINADO TÉCNICO	Acero inox AISI-304 en las partes de contacto con el producto	100 y 500 ml.	15 a 25/ min Llenado manual	Motor trifásico Tanque de depósito 20 l Boquilla de llenado Embolos, pistones Montada sobre estructura de acero carbono 87 cm alto (pintura epóxica)	3065
	<i>Dosificadora para productos poco viscosos</i>				
	Acero inox AISI-304 en las partes de contacto con el producto	100 y 500 ml.	15 a 25/ min Llenado manual	Tanque de depósito 20 l Boquilla de llenado Embolos, pistones Montada sobre estructura de acero carbono 87 cm alto (pintura epóxica)	2719
<i>Dosificadora para productos poco viscosos</i>					
TRANSMETAL S.A	Acero inox AISI-304	50 a 500 ml	10 a 25/min	Tanque almacenamiento de 40 l Boquilla de llenado de acero inox Embolo de acero inox Pistón de teflón Estructura tubular p/colocar sobre mesa Tanque de almacenamiento cónico Modelo BDP-125-1000.	2990 50% con orden de compra 50% entrega

8.4.2. Análisis de Cotizaciones y recomendación de compra

Se procedió a elaborar, para cada uno de los equipos requeridos, una tabla de análisis de características, dando a cada una de ellas un valor porcentual, dependiendo de su importancia relativa.

A continuación se presenta, equipo por equipo, la tabla, con las características, su porcentaje relativo, y la calificación obtenida por cada empresa proveedora (Cuadros 42 a 46). Se recomienda adquirir el equipo con la empresa ganadora del mayor puntaje total.

Cuadro 42. Recomendación de compra fermentador

FACTORES ANALIZADOS	ANALYTICAL INSTRUMENT S.A.	TECNOLOGÍA APLICADA	HAURI AND HENAO	% del factor
Adiciones automáticas	15	15	0	15
Precio relativo	12	14	1	14
Control pH	15	15	0	15
Medición Oxígeno	15	15	0	15
Control de espuma	8	8	0	8
Capacidad de trabajo.	4	5	2	5
Instalación	5	5	5	5
Control de Temp.	10	10	0	10
Garantía	13	13	5	13
TOTAL	82	100	12	100

Recomendación de compra.

De acuerdo al análisis realizado en el cuadro anterior se recomienda la cotización hecha por la empresa TECNOLOGÍA APLICADA por ser la que en mayor grado satisface los requisitos y expectativas para la compra de éste equipo.

Cuadro 43. Recomendación de compra marmita al vacío

FACTORES ANALIZADOS	MAQUINADO TÉCNICO	TAINEA	TRANSMETAL	% del factor
Precio relativo	8	6	9	9
Partes eléctricas	4	4	4	10
Potencia del motor	6	8	10	12
Regulador de presión y válvula de seguridad	6	5,5	8	8
Válvula de presión	4,75	4,75	8	8
Tipo de agitador	8	6,5	8	9
Instalación en planta	12	2,4	12	12
Trampa p/condensados	2,4	0	8	8
Referencias	7	7	10,5	12
Garantía	9	9	10	12
TOTAL	67,15	53,15	87,5	100

Recomendación de compra.

De acuerdo al análisis realizado se recomienda la cotización hecha por la empresa TRANSMETAL ya que como se evidencia en la tabla anterior es la que mejor se ajusta a los requerimientos establecidos.

Cuadro 44. Recomendación de compra despulpador

FACTORES ANALISADOS	MAQUINADO TÉCNICO	TAINEA	TRANSMETAL	% del factor
Precio relativo	11	7	9	11
Capacidad	6	9	4	9
Potencia del motor	8	11	9	11
Rodines	7	7	7	7
Tolva	11	6	11	11
Triturador	8,5	3	9,5	10
Paletas	10	3	9	10
Material de estructura de soporte	5	7	7	7
Instalación en planta	1,2	1,2	12	12
Referencias	9	9	10	12
TOTAL	76,7	63,2	87,5	100

Recomendación de compra.

De acuerdo a la experiencia del fabricante y el alto grado con que se ajusta a los requerimientos del equipo solicitado se recomienda adquirir éste equipo con empresa TRANSMETAL para detalles ver la tabla anterior, las cotizaciones y cuadro de análisis de la misma.

MOLINO DE MARTILLOS

Recomendación de compra.

Se recomienda adquirir éste equipo con la empresa MAQUINADO TECNICO, por haber sido la única en cotizar dicho equipo.

Cuadro 45. Recomendación de compra mesa de amasado

FACTORES ANALIZADOS	MAQUINADO TÉCNICO	TAINEA	TRANSMETAL	% del factor
Precio relativo	25	18	18	30
Rodines	25	10	25	25
Referencias	16	16	20	20
Dimensiones	10	15	15	15
Entrada y salida de agua	7	6	10	10
TOTAL	83	65	78	100

Recomendación de compra.

Después del análisis de los anteriores factores, de los cuales se le asignó la mayor importancia al precio relativo, se recomienda adquirir éste equipo con la empresa MAQUINADO TÉCNICO.

Cuadro 46. Recomendación de compra dosificador

FACTORES ANALIZADOS	MAQUINADO TÉCNICO	TRANSMETAL	% del factor
Precio relativo	24	23	25
Rango de dosificación	10	10	10
Capacidad de la tolva	18	19	20
Estructura de soporte	20	5	25
Referencias	18	19	20
TOTAL	90	76	100

Recomendación de compra.

Por la misma razón que para el caso de la mesa amasadora (por el precio relativo), se recomienda adquirir éste equipo con la empresa MAQUINADO TÉCNICO.

8.4.3. Recomendación de especificaciones generales y garantías

FERMENTADOR:

I. ESPECIFICACIONES GENERALES:

- Set de partes, utensilios y herramientas que debe incluir la compra de la máquina para su buen funcionamiento (indicar en la oferta cuales incluye):
 1. control de pH
 2. medición de oxígeno

3. control de espumas
 4. control de temperaturas
 5. agitador con control de velocidad
- El equipo debe cumplir con los estándares de calidad internacionales, similares o iguales a C.E. y/o estándares de seguridad similares o iguales a U.L. (Underwriters Laboratories)
 - Todas las partes deben ser nuevas, de construcción fuerte y resistente, con acabados de excelente calidad y de diseño sanitario, sin bordes filosos ni cortantes, con esquinas y uniones redondeadas que brinden facilidad de limpieza y desinfección. No debe tener costuras o soldaduras visibles, con acabado esmerilado, lijado y pulido, para uso en el procesamiento de alimentos.
 - El oferente debe tener amplia experiencia en la venta de equipos para el procesamiento industrial de alimentos en Costa Rica, aspecto que debe ser ampliamente detallado en esta oferta.
 - El oferente debe presentar al menos tres referencias de clientes a los que les haya vendido equipo para el procesamiento de alimentos a nivel industrial, debe indicar el nombre de la empresa, teléfono, dirección, etc.
 - En la oferta debe presentarse un catálogo de equipos original de la casa fabricante, que contenga un esquema, características técnicas, dimensiones, accesorios que incluye el equipo, capacidad y especificaciones eléctricas.
 - En la oferta se deben incluir todas las conexiones necesarias.
 - El adjudicatario debe entregar con el equipo adquirido:
 - (a) Dos manuales completos en español que incluyan el funcionamiento, mantenimiento preventivo, precauciones, limpieza y desinfección y normas de seguridad para el uso del equipo.
 - (b) Un plano eléctrico de la máquina o equipo.
 - (c) Se debe incluir como parte de los manuales el nombre, dirección y teléfono tanto de la compañía como del técnico al cual contactar para solicitar cualquier servicio de mantenimiento o reparación del equipo mientras esté en garantía. De no ser posible, se recibirá esta información en inglés.
 - El adjudicatario deberá brindar un curso de adiestramiento teórico / práctico en español con el equipo en funcionamiento, aportando los insumos necesarios para realizar las pruebas practicas (incluye materias primas alimenticias y lo necesario) para un mínimo de 5 personas, de al menos 8 horas de duración que incluya al menos los siguientes temas:
 - (a) descripción del equipo y sus partes
 - (b) armado y desarmado del equipo
 - (c) forma en que se conecta y opera el equipo
 - (d) forma en que debe permanecer el equipo cuando no esté funcionando
 - (e) limpieza y desinfección del equipo y todos sus accesorios

- (f) precauciones y normas de seguridad que se deben considerar en la operación del equipo
 - (g) mantenimiento preventivo
 - (h) prácticas con el equipo funcionando en el la planta piloto agroindustrial situada en la sede central de Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- El adjudicatario deberá considerar que debe prever y aportar todos los accesorios tuberías, cables, conexiones, etc., que sean necesarios para la instalación completa y funcionamiento normal del equipo en la sede central de Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
 - El adjudicatario deberá dejar el equipo instalado totalmente y funcionando normalmente en la sede central de Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

II. GARANTÍAS

El adjudicatario deberá entregar dos (2) copias originales de todas las garantías que se establecen a continuación.

1. La garantía de fabricación es aquella mediante la cual el fabricante garantiza sus productos contra defectos de materiales, procesos de fabricación y estándares de calidad o dispositivos utilizados en la fabricación, entre otros elementos propios del proceso de manufactura, siempre y cuando el uso del equipo haya sido el correcto acatando todos los procedimientos y normas técnicas descritas por el fabricante.

Para definir la garantía de fabricación de los equipos que se adquieran se solicitará el dato al fabricante u oferente del equipo. En caso de que no se reciba la información se establecerá un **plazo mínimo de un año**.

2. La garantía de funcionamiento es aquella mediante la cual el fabricante garantiza el funcionamiento del producto por un tiempo determinado, siempre y cuando se hayan acatado las recomendaciones de: instalación, mantenimiento preventivo y correctivo, así como otras recomendaciones emanadas por el fabricante en cuanto a uso se refiere.

Se establece un **plazo mínimo de funcionamiento de 3 años (36 meses)** a partir de la fecha de aprobación de la instalación y cumplimiento total de los aspectos indicados en la especificación y en el cartel de compra. (Se establece este plazo debido a que se espera adquirir equipos de alta calidad los cuales no van a estar sometidos a “uso industrial”, sino que a “uso docente” bajo la supervisión de un instructor capacitado por la empresa adjudicada, por lo que se considera que es un período mínimo razonable para que el equipo se encuentre en buen estado.

3. La garantía de repuesto es aquella mediante la cual el fabricante garantiza que mantendrá dentro de sus existencias, los repuestos necesarios para la reposición de algún componente que hayan sufrido daños o desgastes propios del uso de los equipos.

Se establece **un plazo mínimo de 10 años** para que el adjudicatario mantenga un stock de repuestos de las piezas más importantes e indispensables para el funcionamiento normal y óptimo del equipo. Indicar en la oferta cuales son las piezas que cubre la garantía de repuestos.

4. La garantía de mantenimiento se refiere a la disposición de la empresa a ofrecer el servicio de reparación de los equipos cuando estos por algún motivo requieran del mantenimiento correctivo o preventivo.

III. PLAZO DE ENTREGA REQUERIDO PARA EQUIPO DE IMPORTACIÓN:

Se establece un plazo máximo de ingreso al país de 10 semanas y un plazo máximo para instalación y entrega a completa satisfacción de 3 semanas adicionales a las 10 semanas para el proceso de importación.

MARMITA AL VACIO, MOLINO DE MARTILLOS, DOSIFICADOR Y DESPULPADOR

I. ESPECIFICACIONES GENERALES:

- Material de construcción de la máquina: acero inoxidable AISI 304.
- Todos sus accesorios deben ser contruidos preferiblemente en acero inoxidable u otro material aprobado por alguna Agencia Internacional o Institución Gubernamental de Protección de los alimentos y/o sellos de calidad tales como CE, FDA, NSF, ISO, UL u otro de reconocimiento internacional, que no sea corrosivo. Obligatoriamente debe indicar en la oferta las partes que no son de acero inoxidable
- Acabado de superficies: las superficies deben ser lisas sin juntas, finamente pulidas que permitan una limpieza rápida y sencillas de todas las áreas tanto internas como externas
- Set de partes:
 1. marmita al vacío (Control de temperatura, Mirilla, Manómetro, Partes eléctricas (cables, conectores, enchufes, botonera, Regulador de velocidad de los agitadores)
 2. molino de martillos (lamina perforada intercambiable en acero inoxidable, motor eléctrico monobásico, a 1750 r. p. m., 220 V y un

- caballo de fuerza, tolva de acero inoxidable, dos ruedas fijas y dos giratorias, freno)
3. dosificador(boquilla y tolva cónica de acero inoxidable, motor)
 4. despulpador (partes eléctricas (cables, conectores, enchufes botoneras, 3 juegos de mallas)
- El equipo aquí solicitado debe cumplir con los estándares de calidad internacionales, similares o iguales a C.E. y/o estándares de seguridad similares o iguales a U.L. (Underwriters Laboratories)
 - Todos los bienes deben ser nuevos, de construcción fuerte y resistente, con acabados de excelente calidad y de diseño sanitario, sin bordes filosos ni cortantes, con esquinas y uniones redondeadas que brinden facilidad de limpieza y desinfección. no debe tener costuras o soldaduras visibles, con acabado esmerilado, lijado y pulido, para uso en el procesamiento de alimentos.
 - El fabricante del equipo debe poseer amplia experiencia en la construcción de equipos de procesamiento de alimentos para consumo humano de alta calidad, de diseño sanitario para uso en el procesamiento de alimentos. Debe detallar este aspecto en la oferta.
 - El oferente debe presentar al menos tres referencias de clientes a los que les haya vendido equipo para el procesamiento de alimentos a nivel industrial, debe indicar el nombre de la empresa, teléfono, dirección, etc.
 - En la oferta se deben incluir todas las conexiones (eléctricas, agua, aire, vapor, etc), además de los desagües que se requieran para el buen funcionamiento de la máquina.
 - El adjudicatario deberá brindar un curso de adiestramiento teórico / práctico en español con el equipo en funcionamiento para un mínimo de 3 personas, que incluya al menos los siguientes temas:
 - (a) descripción del equipo y sus partes
 - (b) armado y desarmado del equipo
 - (c) forma en que se conecta y opera el equipo
 - (d) forma en que debe permanecer el equipo cuando no esté funcionando
 - (e) limpieza y desinfección del equipo y todos sus accesorios
 - (f) precauciones y normas de seguridad que se deben considerar en la operación del equipo
 - (g) mantenimiento preventivo
 - El adjudicatario deberá dejar el equipo instalado totalmente y funcionando normalmente en la planta piloto agroindustrial sede central de Cartago del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

II. GARANTÍAS

El adjudicatario deberá entregar dos (2) copias originales de todas las garantías que se establecen a continuación.

5. La garantía de fabricación es aquella mediante la cual el fabricante garantiza sus productos contra defectos de materiales, procesos de fabricación y estándares de calidad o dispositivos utilizados en la fabricación, entre otros elementos propios del proceso de manufactura, siempre y cuando el uso del equipo haya sido el correcto acatando todos los procedimientos y normas técnicas descritas por el fabricante.

6. La garantía de funcionamiento es aquella mediante la cual el fabricante garantiza el funcionamiento del producto por un tiempo determinado, siempre y cuando se hayan acatado las recomendaciones de: instalación, mantenimiento preventivo y correctivo, así como otras recomendaciones emanadas por el fabricante en cuanto a uso se refiere.

Se establece un **plazo mínimo de funcionamiento de 3 años (36 meses)** a partir de la fecha de aprobación de la instalación y cumplimiento total de los aspectos indicados en la especificación y en el cartel de compra. (Se establece este plazo debido a que se espera adquirir equipos de alta calidad los cuales no van a estar sometidos a “uso industrial”, sino que a “uso docente y de investigación” bajo la supervisión de profesionales capacitados.

7. La garantía de repuesto es aquella mediante la cual el fabricante garantiza que mantendrá dentro de sus existencias, los repuestos necesarios para la reposición de algún componente que hayan sufrido daños o desgastes propios del uso de los equipos.

8. La garantía de mantenimiento se refiere a la disposición de la empresa a ofrecer el servicio de reparación de los equipos cuando estos por algún motivo requieran del mantenimiento correctivo o preventivo.

III. PLAZO DE ENTREGA REQUERIDO PARA EQUIPO DE IMPORTACIÓN:

Se establece un plazo máximo de entrega e instalación en la planta piloto de 10 semanas.