

**Escuela Superior Politécnica
Agropecuaria de Manabí**

“MANUEL FELIX LOPEZ”

“ESPAM MFL”

INGENIERIA AGRICOLA

T E S I S

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRICOLA

T E M A

**“Influencia de fermentadores y tiempo de
fermentación sobre la calidad del Cacao de
ascendencia nacional, en tres localidades de la
provincia de Manabí”**

A U T O R :

Rubén Darío Rivera Fernández

T U T O R :

ING. FREDDY MECIAS GALLO

2 0 0 9

DECLARACIÓN

Yo, Rubén Darío Rivera Fernández, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

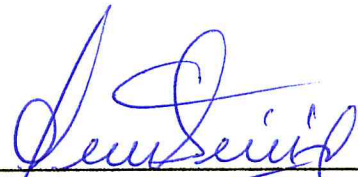
A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



RUBÉN DARÍO RIVERA FERNANDEZ

CERTIFICACIÓN

Ing. Freddy Mesías Gallo, certifica haber tutorado la tesis titulada "INFLUENCIA DE FERMENTADORES Y TIEMPO DE FERMENTACIÓN SOBRE LA CALIDAD DEL CACAO DE ASCENDENCIA nacional, EN TRES LOCALIDADES DE MANABÍ", que ha sido desarrollada por Rubén Darío Rivera Fernández, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al reglamento para la elaboración de tesis de grado de tercer nivel de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.



ING.: FREDDY MESÍAS GALLO
TUTOR DE TESIS

APROBACIÓN

Quienes abajo firmamos, miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO la tesis titulada "INFLUENCIA DE FERMENTADORES Y TIEMPO DE FERMENTACION SOBRE LA CALIDAD DEL CACAO DE ASCENDENCIA NACIONAL, EN TRES LOCALIDADES DE MANABÍ", que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Rubén Darío Rivera Fernández, previa a la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí.



Ing. Lenin Vera Montenegro
Miembro



Ing. Leonardo Vera Macías
Miembro



Ing. Ángel Guzmán
Presidente del tribunal

AGRADECIMIENTO

A la "Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí" (ESPAM-MFL), en la persona del Ing. Leonardo Félix López, rector de la institución; así mismo a la Carrera de Ingeniería Agrícola y a su director Ing. Byron Zevallos.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones (INIAP) estación Portoviejo, en especial a los técnicos Rómulo Carrillo, Tarquino Carvajal, Hugo Alvares, Guido Solórzano, Gloria Cobeña y Luís Castro los que conforman el Núcleo de Transferencia y comunicaciones.

Al Ing. Freddy Mecías por su valioso conocimiento y ser tutor de esta investigación.

A los honorables miembros que conformaron el tribunal de tesis por sus sugerencias emitidas en esta investigación.

A la Sr. Mariana de Guillen por su colaboración en la instalación del ensayo en la localidad de Rio Chico.

A los dirigentes de la Hcda. La nueva Esperanza, por facilitarnos los datos climáticos.

A mis amigos, compañeros de aulas universitarias y a todas las personas que colaboraron en esta investigación, especialmente a nuestros familiares por su comprensión y permanente apoyo.

DEDICATORIA

A Dios por concederme la oportunidad de alcanzar mis objetivos propuestos. A mi esposa María, a mis hijos Oscar, Raúl y René por darme amor y comprensión en los momentos que más lo necesitaba.

A mis padres Mariano y Delia, los que han sido pilar fundamental en todos mis objetivos logrados.

A mis hermanos, Roberto, Renato, Raquel, Williams y Lorena, que les sirva de constancia el esfuerzo realizado para alcanzar sus proyecciones y metas trazadas.

Autor

Rubén Rivera

CONTENIDO

	Pagina
DECLARACIÓN	i
CERTIFICACIÓN	ii
APROBACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
CONTENIDO	vi
RESUMEN	viii
SUMARY	x
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS	3
1,3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1,4. JUSTIFICACIÓN	5
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO	7
2,1. ORIGEN	7
2,2. MANEJO DEL CULTIVO	8
2,3. MATERIALES DE SIEMBRA	9
2,4. BENEFICIO DEL CACAO	11
2,4.1 FERMENTACIÓN	11
2.4.2 SECADO	18
2.4.3 ALMACENAMIENTO	18
2.5 CALIDAD DEL CACAO	18
2.5.1 TIPOS DE CALIDAD	19
2.5.2 NORMA DE CALIDAD ECUATORIANA	21
CAPITULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO	23
3.1 UBICACIÓN	23
3.2 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS	23
3.3 FACTORES EN ESTUDIO	24
3.4 TRATAMIENTOS	25
3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL	25
3.6 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.7 DATOS TOMADOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	28
3.7.1 DATOS DE PARÁMETROS FÍSICOS	28
3.7.2 DATOS DE PARÁMETROS QUÍMICOS	29
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	33
3.8.1 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA	33

3.8.2 ANÁLISIS FUNCIONAL	33
3.9 DATOS COMPLEMENTARIOS	34
3.10 ESTIMACIÓN DE COSTOS	35
3.11 DIFUSIÓN	35
CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 VARIABLES FÍSICAS	36
PORCENTAJE DE GRANOS FERMENTADOS	36
PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETA	38
PORCENTAJE DE GRANOS PIZARROSOS	41
4.2 VARIABLES QUÍMICAS	42
POLIFENOLES	42
ACIDEZ VOLÁTIL	46
CAFEÍNA	48
TEOBROMINA	50
4.3 DIFUSIÓN	53
4.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS	55
4.5 DATOS COMPLEMENTARIO	57
TEMPERATURA	57
GRASA	58
PH	58
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
CAPITULO 6. BIBLIOGRAFÍA	62
CAPITULO 7. ANEXOS	70
ANEXO 1. CUADRADOS MEDIOS DE LAS VARIABLES ANALIZADAS	71
ANEXO 2. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO FERMENTADO Y SIN FERMENTAR	72
ANEXO 3. FERMENTADORES UTILIZADOS	73

RESUMEN

La presente investigación se realizó entre marzo y septiembre del 2008, en tres localidades de la provincia de Manabí. Su objetivo fue determinar la influencia del tipo y del tiempo de fermentación en la calidad del cacao de ascendencia Nacional y transferir los resultados a los involucrados en la actividad cacaotera.

Se estudió cuatro fermentadores: saco de yute, montón (sobre madera), caja de madera y tina plástica con una capacidad de almacenar 60kg de cacao en baba, en tiempos que iban desde dos hasta cinco días de fermentación; además se evaluó un testigo, que consistía en no fermentar. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con aditivo (AxB+1) y tres replicas (localidades). La combinación de los factores dio un total de 17 tratamientos a los cuales se les realizó volteos diarios durante la fermentación. Terminada la fermentación se tomó 2kg de muestras de cada tratamiento para los respectivos análisis y posteriormente se llevó a tendales para secarlo hasta un rango entre 7 y 8% de humedad.

Se analizó estadísticamente las variables físicas: porcentaje de granos fermentados, porcentaje de granos violeta y porcentaje de granos pizarrosos evaluados mediante la prueba de corte; también fueron interpretados las variables químicas polifenoles, acidez volátil, cafeína y teobromina analizadas en los laboratorios de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Los resultados muestran que tanto el tiempo como el tipo de fermentador influyen en la mayoría de las variables estudiadas y por ende en la calidad final del cacao. Así mismo, se encontró diferencia entre localidades en las variables cafeína y teobromina. Los resultados presentaron como mejor alternativa, fermentar cinco días utilizando como fermentador cajas de madera. Sin embargo, tomando en cuenta la estimación de costos se podría disminuir el tiempo a tan solo tres o cuatro días como máximo.

La transferencia de resultados se realizó mediante charlas grupales dirigidas a 250 personas entre productores y estudiantes agropecuarios de colegios y universidades involucrados en la actividad cacaofera, en cinco cantones de la provincia de Manabí.

SUMMARY

The present investigation was carried out among March and September of the 2008, in three localities of the province of Manabí. Its objective went to determine the influence of the type and of the time of fermentation in the quality of the National cocoa of ancestry and to transfer the results to them involved in the activity cacaoñera.

It was studied four fermentadores: bag of jute, pile (upon wood), box of wood and have plastic with a capacity to store 60kg of cocoa in saliva, in times that went since two to five days of fermentación; besides a witness was evaluated, that consisted of not fermenting. The complete design of blocks to the chance in arrangement was utilized factorial with additive ($A \times B + 1$) and three you retort (localities). The combination of the factors gave a total of 17 processing to which was carried out them volteos daily during the fermentation. It finished the fermentation 2kg of samples of each processing for the respective analysis was taken and subsequently was carried to spread them to dry it to a rank among 7 and 8% of humidity.

It was analyzed statistically the physical variables: percentage of grains fermented, violet percentage of grains and percentage of grains pizarrosos evaluated by means of the test of cut; were also interpreted the chemical variables polifenoles, acidity volátil, caffeine and teobromina analyzed in the laboratories of Nutrición and Quality of the Holy Experimental Station Catalina of the INIAP.

The results show that so much the time as the type of fermented influence in the majority of the variables studied and by ende in the final quality of the cocoa. Thus same, difference among localities in the variable was found

caffeine and teobromina. The results presented as better alternative, to ferment five days utilizing like fermented boxes of wood. However, taking into account the estimation of costs would be able to diminish the time to so alone three or four days at most.

The trasferencia of results was carried out by means of chats groupies directed 250 persons among producers and farm students of schools and universities involved in the activity cacaotera, in five cantons of the province of Manabí.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Algunos esteres y aroma que produce	17
Cuadro 2.2 Estándares internacionales de calidad	20
Cuadro 2.3 Requisitos de calidad del cacao beneficiado NTN INEN 176	22
Cuadro 3.1. Ubicación geográfica de las localidades donde se llevo a cabo la investigación	23
Cuadro 3.2 Indicadores agroclimáticos de las localidades	23
Cuadro 4.1Valores promedios de las variables físicas porcentaje de granos fermentados, porcentaje de granos violeta y porcentaje de granos pizarrosos del estudio “Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí”	39
Cuadro 4.2 Valores promedios de las variables químicas Polifenoles y Acidez Volátil del estudio “Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí”	44
Cuadro 4.3 Valores promedios de las variables químicas Teobromina y Cafeína del estudio “Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí”	51
Cuadro 4.4 Costo de fermentar cacao en una hectárea con una producción de 1000kg de cacao seco utilizando los tratamientos en estudio del proyecto “Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí”.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Grafico 4.1 Evolución del porcentaje de granos fermentados en los diferentes fermentadores.	37
Grafico 4.2 Evolución del porcentaje de granos fermentados en Localidades	37
Grafico 4.3 Evolución del porcentaje de granos violeta en los diferentes fermentadores	40
Grafico 4.4 Evolución del porcentaje de granos violeta en las diferentes localidades	40
Grafico 4.5. Evolución del porcentaje de granos pizarrosos en los diferentes fermentadores.	42
Grafico 4.6. Evolución del porcentaje de granos pizarrosos en las localidades	42
Grafico 4.7 Evolución del contenido de polifenoles en los diferentes fermentadores.	45
Grafico 4.8 Evolución del contenido de polifenoles en las localidades.	45
Grafico 4.9 Evolución del contenido de acidez volátil en los diferentes fermentadores.	47
Grafico 4.10 Evolución del contenido de Acidez Volátil en las localidades.	47
Grafico 4.11 Evolución del contenido de cafeína en los diferentes fermentadores.	49
Grafico 4.12 Evolución del contenido de cafeina en las diferentes localidades	50
Grafico 4.13 Evolución del contenido de teobromina en los diferentes fermentadores	52
Grafico 4.14 Evolución del contenido de teobromina en las diferentes localidades	53
Grafico 4.15 Número de participantes en la capacitación en Beneficio de cacao por localidad	54
Grafico 4.16 Número de participantes en la capacitación en Beneficio de cacao por cantón.	54

Grafico 4.17 Número de estudiantes y productores participantes en la capacitación en Beneficio de cacao.	55
Grafico 4.18 Número de hombres y mujeres participantes en la capacitación en Beneficio de cacao.	55
Grafico 4.19 Temperaturas obtenidas en los diferentes fermentadores.	57
Grafico 4.20 Contenido de grasa en almendras de cacao de ascendencia Nacional	58
Grafico 4.21 Valores promedios del pH en las almendras de cacao de ascendencia Nacional durante la fermentación	59

I ANTECEDENTES

El cacao *Theobroma cacao* L. se lo cultiva en todas las regiones del territorio nacional ecuatoriano. De acuerdo a datos del último censo agropecuario (INEC, 2002) existen en el país, 243.059 hectáreas, como cultivo solo y 190.919 de cultivo asociado; del total de esta área, le corresponde a la provincia de Manabí el 23,2% con 101.000 hectáreas, de las cuales 52.577 están como cultivo solo y 48.423 como cultivo asociado. Un alto porcentaje de estas superficies están sembradas con germoplasma con ascendencia del tipo Nacional, poseedor de alta calidad, en sabor y aroma, que le han permitido al país ser reconocido internacionalmente como exportador de cacao fino y de aroma.

Unido al carácter genético de los materiales cultivados, una de las tecnologías que más incide para que el cacao muestre su calidad en sabor y aroma, es sin duda, el beneficio o manejo post-cosecha. En este sentido, en épocas pasadas los productores cacaoteros, no tenían mayores problemas con el beneficio y en especial con la fermentación y secado, ya que poseían una especie varietal pura, que tan solo con un día (Enríquez, 2004), o máximo 2 días (Pérez, 2006), eran suficientes para que aflorasen las características organolépticas que posee el cacao tipo Nacional.

En la actualidad estos materiales han ido desapareciendo poco a poco y reemplazados por un complejo varietal dado por Trinitarios x Nacional (Loor y Amores, 2002) que igual poseen características genéticas de calidad, pero requieren de ajustes tanto en los tiempos de fermentación como en los recipientes utilizados para dicha labor.

En muchos países cacaoteros, el beneficio es muy importante, así se tiene que Costa de Marfil en los años 80s, hizo esfuerzos por investigar y difundir tecnologías relacionadas con la fermentación y secado (Naimeke, 1984); otros en cambio como,

República Dominicana, han dejado de percibir ingresos económicos por considerarse que el 95% de la producción es de cacao sin fermentar (Roche *et al.*, 1987)

Considerando lo anterior, la finalidad del presente proyecto es obtener información que permita mantener la calidad del cacao ecuatoriano mediante el establecimiento del tiempo óptimo de fermentación y el uso de fermentadores adecuados.

1.2. OBJETIVOS

GENERAL

Mantener la calidad del cacao fino y de aroma, mediante el tipo de fermentador y el tiempo óptimo de fermentación del cacao de ascendencia nacional.

ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del tipo de fermentador en la calidad del cacao de ascendencia Nacional.
- Medir la influencia del tiempo de fermentación en la calidad del cacao de ascendencia Nacional.
- Realizar una estimación de costos de los tratamientos en estudio.
- Difundir los resultados a productores relacionados con la actividad cacaotera y a estudiantes agropecuarios de colegios y universidades.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la cadena de comercialización del cacao, participan alrededor de 1000 acopiadores, (Ramírez, 2006) en su mayoría intermediarios que compran el cacao en grano sin restricciones en lo que se refiere a calidad física y organoléptica, pagando precios similares, sin reconocer la calidad del grano; esto ha dado como consecuencia que gran parte de productores no beneficieren, y en consecuencia baje la calidad de su producto y por ende una reducción de los precios.

En el país, existen requerimientos de exportación para el cacao en grano fermentado, pero se estima que el 90% de la producción nacional tiene un deficiente manejo post-cosecha, relacionado con el no reconocimiento económico de calidad en la comercialización o por desconocimiento de la tecnología adecuada para el manejo post-cosecha (Ramírez, 2006).

El centro de la problemática parece estar, en la cadena de comercialización del producto que no reconoce desde el punto de vista económico, el esfuerzo de realizar el manejo post-cosecha, y que, además no poseen restricciones de ningún tipo al comprar el producto (INIAP, 2007).

Si bien es cierto, que existe información acerca del beneficio, ésta requiere ser ajustada a circunstancias regionales y ser difundida a los productores; además las variabilidades genética y ambiental existentes exigen tener información sectorizada para difundirla entre, los productores.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el cultivo de cacao, representa uno de los rubros de mayor importancia económica para el país, en el 2006 ocupó el tercer lugar de las exportaciones no petroleras con USD 167'926.000 FOB (Banco Central, 2007). Existen alrededor de 433.978 ha de cacao la mayoría asociada con otras especies, establecidas en más de 100.000 fincas principalmente de pequeños y medianos productores lo que genera empleo al 12% de la población económicamente activa-PEA agrícola (Ramírez, 2006).

En la provincia de Manabí funcionan 19.486 Unidades de producción agrícola (UPAs) con este cultivo, tanto solo como asociado con otras especies (INEC, 2002), que en su mayoría es parte significativa en los ingresos económicos de los productores que en ciertos casos dependen únicamente de este cultivo para su subsistencia.

Además, el Ecuador produce cacao de calidad única en el mundo, debido a sus características organolépticas, sin embargo, en las últimas décadas, estas características han sido afectadas debido al mal manejo post-cosecha por parte de los productores, provocando que en el año 1994 se reduzca un 25% de las exportaciones de cacao fino y de aroma (Enríquez, 2004), lo cual repercutió directamente al productor ya que los precios bajaron considerablemente.

En los últimos años se han realizado esfuerzos por parte de instituciones públicas y privadas para que el Ecuador recupere el prestigio como país productor de cacao de calidad en un 100% de su producción. Uno de los ejes de intervención, esta dirigido a la difusión de tecnología en lo referente al beneficio, puesto que se considera que el 90% de productores ecuatorianos realizan un mal manejo post-cosecha (Ramírez, 2006) lo cual incide relativamente en la calidad del producto, ya que el sabor a chocolate se desarrolla a partir de la fermentación, secado y tostado del grano (Portillo *et al*, 2006).

En la práctica, los métodos de fermentación varían mucho de una zona productora a otra, e incluso de un productor a otro ya que el tipo de cacao, método de fermentación utilizado, conjuntamente con el tiempo de fermentación, determinan la calidad del cacao y al mismo tiempo condicionan el precio a pagar por el mismo (Portillo *et al* 2006).

La consecuencia más importante de las modificaciones que ocurren durante la fermentación es el desarrollo de los precursores del aroma a chocolate. Durante el tratamiento post-cosecha numerosos nuevos compuestos aparecen, que en su mayoría evolucionan acorde a una cinética de campana con contenidos máximos a los 4 días de fermentación (Cros, 1997).

Uno de los parámetros de mayor influencia en la calidad final del producto es el índice de fermentación que lo atribuyen al tipo de fermentador, que según Portillo *et al.*, (2005), se lo alcanza en fermentadores cuadrados de madera, en el caso del cacao venezolano (criollo); en cambio en Colombia, estudios realizados por Gutiérrez y Salazar, (1984), dicen que, el mejor porcentaje de fermentación se logra en un modelo llamado camillas fijas, sin embargo, puede estar influenciado por otros factores como tiempo y frecuencia de volteos.

II. MARCO TEORICO

2.1. ORIGEN

El cacao *Theobroma cacao* L. es originario de los trópicos húmedos de América del Sur. Su centro de origen parece estar situado en el Noroeste de América del Sur, en la zona alta amazónica (Enríquez, 2004).

De esta especie, se identifican tres tipos de acuerdo a descriptores propios de cada uno que los distinguen. Así tenemos: el Criollo que corresponde a una planta de poco vigor y bajo rendimiento, destacándose por la alta calidad de sus almendras, este tipo de cacao posee cotiledones de color variable entre marfil pardusco y castaño claro con un olor a cacao dulce unido a un aroma delicado característico de este tipo, ejemplos de éstos son algunos cultivados en Venezuela llamados Porcelana (Portillo, *et al.*, 2006) y en Ecuador el conocido como Nacional; el segundo tipo corresponde a los Forasteros, que se caracterizan por ser de mayor tolerancia a las enfermedades que el Criollo, pero de baja calidad organoléptica, representa aproximadamente un 95% de la producción mundial y es cultivado en Asia y Centro América mayormente. El último tipo son los Trinitarios, resultantes del cruce entre el Forastero y el Criollo, este es más resistente a las enfermedades que el criollo y con mejor calidad que el Forastero, pero su principal característica es su alto rendimiento (Quinteros y Díaz, 2004).

El cacao Nacional, es sin duda nativo del país, y se cree proviene de los declives orientales de la cordillera del los Andes, en la Hoya Amazónica del Ecuador, de donde fue distribuida por monos y ardillas que tienen predilección por la pulpa azucarada que rodea la semilla. Se ha sugerido también que la semilla de esta planta fue introducida a través de los viejos caminos del Imperio Inca y sembrada por los aborígenes de la costa occidental, en tiempos muy remotos. Otra posibilidad es que el cacao haya crecido naturalmente en la zona actual de cultivo y que al aislarse de la Hoya Amazónica, por el plegamiento de los Andes, las

características ecológicas al Oeste de la Cordillera imprimieron al cacao Nacional las cualidades particulares con que hoy se lo conoce (Vera, 1993).

Desde principios del año 1600 ya había pequeñas plantaciones de cacao a orillas del río Guayas y se expandieron a orillas de sus afluentes el Daule y el Babahoyo, RÍOS ARRIBA, lo cual originó el nombre de cacao "Arriba", reconocido mundialmente por su aroma floral. La variedad que da origen a este cacao se denomina Nacional, botánicamente pertenece a los denominados forasteros amazónicos y es producida exclusivamente en el Ecuador (Soria, 2004).

2.2. MANEJO DEL CULTIVO

Las condiciones edafológicas y climáticas, del litoral ecuatoriano, son adecuadas para el desarrollo del cultivo (Enríquez, 2004), sin embargo, se necesita un manejo integrado, que permita obtener rendimientos rentables.

En gran parte de la provincia de Manabí, se ha podido identificar las condiciones de manejo por los productores, mediante diagnósticos participativos realizados por el INIAP en el año anterior, que sirviera como información base, en la elaboración de este proyecto. En lo referente al material de siembra, en su mayoría, es de la propia zona (Criollo, Nacional) los cuales derivan de árboles productivos identificados por los productores, para su propagación; en menor cantidad utilizan clones e híbridos recomendados por INIAP, especialmente, en las zonas de Río Chico (Portoviejo) y Calceta (Bolívar), que teniendo disponibilidad principalmente de riego y acceso a viveros donde son propagados, optan por adquirirlos (INIAP, 2007).

El mismo diagnóstico determinó que en forma generalizada en todas las zonas donde se realizó el diagnóstico, los productores no realizan controles fitosanitarios pudiéndose apreciar que varios solo se dedican al cultivo en tiempo de cosecha; en lugares donde existe disponibilidad de agua (pozos, sistemas de riego, etc.) y la topografía del área cultivada lo permite, ciertos productores realizan riegos complementarios durante la época seca.

En lo que tiene que ver a podas, ha existido un efecto positivo en zonas donde los productores han sido capacitados por programas o proyectos que están involucrados en esta actividad; sin embargo, la gran mayoría de productores no están capacitados, para realizar esta práctica, que podría aumentar la producción un 30% aproximadamente, además de reducir el inóculo de las principales enfermedades del cultivo (Solórzano, 2008). Adicionalmente, Zambrano, (2008) menciona, que en zonas con baja luminosidad el cultivo presenta mejores características de calidad, como en el caso de Chone donde varios productores han obtenido premios a nivel nacional por calidad, en ferias cacaoteras.

En lo referente al manejo post-cosecha o beneficio, un gran porcentaje de productores venden el producto, seco o semi-seco, sin realizar adecuadas labores de fermentación y secado; otros en cambio venden como grano fresco (baba) en centros de acopio de organizaciones de productores, dedicados a la exportación del producto, y que además se encargan de darle el manejo post-cosecha adecuado (INIAP, 2007).

2.3. MATERIALES DE SIEMBRA

Desde el punto de vista de la calidad, el material genético cultivado juega un papel importante ya que éste es uno de los determinantes de la calidad (Cros,

1997; Enríquez, 2004 y Portillo *et al*, 2006); además da lugar a la clasificación comercial de cacao "ordinario" (forasteros) y "fino de aroma" (criollo y trinitario) (Quintero y Díaz, 2004).

Si bien es cierto, el material genético es un factor determinante de la calidad organoléptica, también existen otros estándares internacionales de calidad considerados por los compradores, como granos mohosos, granos pizarrosos, granos dañado por insectos, planos, germinados, etc, que dependen únicamente del manejo post-cosecha o beneficio y es allí exactamente donde ciertos países como República Dominicana, dejan de percibir ingresos económicos, por la exportación de cacao sin fermentar (Roche, *et al.*, 1987).

Contrariamente, Costa de Marfil y Ghana a pesar de poseer materiales considerados de baja calidad organoléptica (de tipo Forasteros), tienen los primeros lugares en requerimientos físicos de acuerdo a los estándares internacionales debido al adecuado manejo post-cosecha del grano (Rosero, 2002).

En Ecuador, en la actualidad existe un complejo varietal que se ha introducido al pasar del tiempo y cruces naturales que han dado origen a materiales autóctonos como el caso del cacao Nacional. Instituciones como INIAP y ANECACAO han seleccionado y evaluado clones e híbridos, con características deseables en calidad y productividad. Algunos de los clones e híbridos recomendados por el INIAP, por su calidad Nacional y su alto rendimiento son: clones EET-19, EET-48, EET-62, EET-95, EET-96, y EET-103 e híbridos EET-116x EET-19, EET-103, EET-387, EET-95x EET-332, EET-19xEET-110, EET-275x EET-110, EET-275x EET-332 (Enríquez, 2004), además, de los dos nuevos clones (EET-575 y EET-576) recomendados para la zona central de Manabí y que cuyo lanzamiento se efectuó en el campus experimental de la ESPAM-MFL (INIAP, 2009).

En la provincia de Manabí, los materiales de preferencia en el establecimiento de nuevas plantaciones son de tipo Nacional (INIAP, 2007), sin embargo, la mayor parte del área ya establecida obedece a semillas de arboles seleccionadas por el agricultor sin ninguna selección científica, ya sea de origen Nacional o Trinitario (Enríquez, 2004).

2.4. BENEFICIO DEL CACAO

Se entiende por beneficio o cura del cacao, al proceso por el cual las semillas maduras, después de ser retiradas de los frutos sanos, son colocados en depósitos o recipientes especiales y que en condiciones adecuadas sufren una serie de transformaciones físicas y químicas, las que desarrollan su calidad, facilitan el secado y permiten la conservación y buena presentación en el mercado. Quizá el punto más importante es que el cacao apropiadamente fermentado y secado, produce su verdadero sabor a chocolate, el cual variará básicamente debido a su constitución genética. Los efectos más importantes de la fermentación son; descomposición y remoción del mucilago azucarado; eleva la temperatura de la masa y causa la muerte del embrión; inicia el desarrollo del sabor y aroma de las almendras; facilita la separación final del cotiledón y la cutícula durante la industrialización; y, da una buena apariencia de las almendras para el mercado (Enríquez, 2004).

2.4.1. FERMENTACIÓN

El termino fermentación en su uso correcto describe las vías de producción de energía de los hongos a partir de una molécula orgánica, aunque también se usa para describir cualquier proceso industrial en el que se emplean microorganismos (Deacon, 1993).

En el proceso de fermentación de cacao intervienen varios microorganismos, en su mayoría hongos (levaduras) (Pérez, 2006). Sin duda es el factor de mayor

importancia en el proceso de beneficio del cacao, que involucra dos fenómenos distintos, pero no independientes; uno corresponde a la fermentación microbiana que contribuye a la eliminación de la pulpa mucilaginosa presente en las almendras; y el otro, induce a un conjunto de reacciones bioquímicas internas en los cotiledones, que conducen a la modificación de la composición química de las almendras y en particular a la formación de los precursores del aroma. Estas reacciones son inducidas por elevación de la temperatura de la masa de cacao durante la fermentación y en la migración del ácido acético de la pulpa hacia la almendra, estos dos fenómenos de la misma manera suprimen el poder germinativo del embrión (Cros, 1997).

Este proceso puede estar afectado por el origen genético del cacao, intervalos entre cosechas, cantidad de cacao a fermentar, cantidad de pulpa en la semilla, método de fermentación y las condiciones del medio donde se realiza el proceso (Cros, 1997 y Portillo *et al*, 2006). Entre los principales factores que podemos mencionar: tipo de fermentador, tiempo de fermentación, frecuencia de remoción, factores biológicos, factores químicos.

TIPO DE FERMENTADOR

Este factor es uno de los más estudiado, el cual varía de acuerdo al país o zona cacaotera. Así tenemos que en Costa de Marfil se recomienda fermentar en cubetas de fermentación de un volumen de 80 litros, éstas poseen dos asas que permiten la fácil manipulación por dos hombres (Naimke, 1984). Por su parte, en Colombia, un estudio realizado por Gutiérrez y Salazar, (1984), dice que, el mejor porcentaje de fermentación se tiene en un modelo llamado camillas fijas. En cambio en Venezuela, estudios señalan que en cajones cuadrados el cacao muestra una menor acidez y una mayor intensidad de sabor a fruta o floral (Portillo *et al* 2006), sin embargo, un estudio realizado por Liendo y Marín (2006), en el Barlovento, señala que la mayoría de los productores utilizan el método de apilado y cestas para la fermentación del cacao.

En el Ecuador varios autores señalan, distintos métodos de fermentación sin hacer referencia marcada de uno hacia otro, pero con una tendencia hacia las cajas de madera; entre otros métodos se tiene los siguientes: montones, cajas individuales y subdivididas, sacos, tinajas o gavetas, cajas de rohan, y tendales (Vera, 1993); (Enríquez, 2004); (Pérez, 2006).

Estudios realizados por la Estación Experimental Portoviejo (INIAP, 2003), en los cantones Chone, Bolívar y Santana Ana, muestran que, existe una leve diferencia del porcentaje de fermentación entre cajas de madera, montón y sacos de yute, pero éstos muestran diferencias altamente significativas con relación al testigo, sin fermentar.

TIEMPO DE FERMENTACIÓN

En lo que tiene que ver el tiempo estimado de fermentación también existen variación que pueden darse por distintos factores; clima, especie, recipiente, necesidades del agricultor, etc. Existen investigaciones en este campo que han determinado los tiempos más adecuados para obtener una mejor calidad del producto. Enríquez, (2004), menciona que es necesario tan solo un día de fermentación para los cacaos de tipo Nacional puro; Pérez (2006), sostiene que se necesitan dos días para este tipo de cacao, a diferencia de seis o más días para los trinitarios como el CCN-51. En República Dominicana, estudios realizados por Vander-Horst (1984), determinaron que el tiempo óptimo para tener un mayor porcentaje de fermentación es de seis días, sin embargo, Roche *et al.*, (1987), menciona cinco días de fermentación para mejorar la calidad del cacao dominicano (Trinitario).

Graziani de Fariña *et al.*, (2005), dicen que el tiempo óptimo de fermentación es de 48 a 72 horas, tiempo adecuado para dar características sensoriales superiores al cacao; aunque Portillo, *et al.*, (2005), menciona 96 horas para un mayor índice de fermentación.

Muchos autores prefieren no ser tan específicos en dar un rango óptimo, más bien señalan características visuales subjetivas, para determinar la duración de la fermentación. Esto también podría estar dado por las diferentes condiciones que tienen los agricultores en cada finca. Sin embargo, es claro que es muy importante este aspecto en el proceso de fermentación.

FRECUENCIA DE REMOCIÓN

Este aspecto por lo general va combinado con el tiempo de fermentación, y el tipo de fermentador, ya que entre más grande sea la capacidad del fermentador más exigido será la remoción, (Enríquez, 2003); si no hay remoción, solamente fermentara una parte de la masa. Además Portillo, *et al.*, (2006), dicen que si efectúan remociones cada 24 horas se reduce el amargor de los granos.

Así mismo, López, *et al.*, (1984), indican, que la remoción de la pulpa antes de la fermentación reduce el substrato en cuanto a actividad microbiana y por lo tanto la acidez. En el diagnóstico realizado en las zonas cacaoteras de la provincia de Manabí se detectó que varios agricultores, no realizan las remociones, aspecto que debe estar influyendo en la calidad del cacao ecuatoriano (INIAP, 2007).

Factores biológicos.

En la etapa inicial de la fermentación existe la intervención de microorganismos que estimulan los precursores del sabor y aroma del cacao. Cuando se maduran las mazorcas de cacao, son recolectadas cortándolas del tronco leñoso; después, son abiertas y el efecto inmediato de esta exposición de las semillas, es el ataque microbiano inicial, especialmente levaduras y bacterias, a la pulpa ácida, rica en azúcares; así se inicia la fermentación con fuentes de microorganismos, (Pérez, 2006).

Cros (1997), menciona que la presencia de alcoholes, esteres y tetrametilpirazina indican que una parte del aroma de fermentación es verosímilmente de origen microbiológico. Un análisis realizado por, López, *et al.*, (1984), mostró que el ácido acético es el más abundante de los ácidos producidos, acompañado de ácido láctico, cítrico y fosfórico, todos ellos, con excepción del ácido fosfórico, son de origen microbiano.

Factores químicos.

Este factor no es visible, a diferencia de las características físicas del grano, ya que es la parte intrínseca de las almendras, esta característica es usada para clasificar al cacao en “ordinarios” y “finos de aroma”. La calidad puede cambiar de acuerdo al tipo de cacao, el ambiente y el beneficio post-cosecha, factores de gran importancia para elevar la calidad y ser más competitivo en mercado (Rosero, 2002).

La fermentación puede considerarse como la etapa clave de la formación del aroma. En efecto, esta operación lleva no solamente a una profunda modificación del contenido de compuestos químicos implicados en el desarrollo del aroma de origen térmico, y también a la formación de una fracción aromática cualitativa y cuantitativamente muy importante. Un gran número de compuestos son comunes a todos los cacaos, sin embargo numerosos compuestos son específicos a genotipos determinados (Cros, 1997). Los principales compuestos químicos encontrados en los granos y que de alguna manera tienen influencia en las características organolépticas son: polifenólicos (astringencia), purinas (amargor), esteres (sabor frutal) (Portillo *et al.*, 2006), y ácidos principalmente el acético (acidez) (López, *et al.*, 1984).

Compuestos fenólicos

Para, Villeneuve *et al.*, (1989); Porter *et al.*, (1991) y Clapperton, (1993), la fracción polifenólica de los granos está esencialmente compuesta de flavan-3-oles (epicatequina y procianidinas B2, C1 y B5), así mismo contenidos mucho más bajos, de antocianos, flavonoles y de derivados hidroxicinámicos (Bastide 1987). Las procianidinas son taninos condensados que contribuyen a la astringencia del cacao. Durante la fermentación, se asiste a una fuerte disminución del contenido de fenoles totales del orden del 70 al 80%. Las procianidinas disminuyen globalmente el 90% en ocho días, esta disminución se debe a fenómenos de difusión, de curtido y de polimerización oxidativa, ocasionando una reducción de la astringencia.

Purinas

La difusión de las purinas (teobromina, cafeína), hacia fuera de las almendras, produce una disminución de aproximadamente el 20% (Seiki 1973), o 30% (Jeanjean, 1995), del contenido de estos compuestos durante los tratamientos de fermentación/secado. Debido a esto se produce una reducción de la amargura de los granos. La teobromina y cafeína son alcaloides, compuestos básicos (alcalino) Hill y Kolb, (1999), por esto sería que los consumidores de chocolate tienen ansiedad por comer cada vez más.

Ácidos volátiles

Los ácidos volátiles producidos en la fermentación se pierden durante el secado de las almendras y parte en el tostado de la manufactura del chocolate. En caso de una fermentación altamente ácida, sin embargo, permanece todavía mucho ácido en la almendra y se tiene como resultado un aroma ácido indeseable. López, *et al.*, (1984).

El ácido acético se produce por fermentación aeróbica (Hill y Kolb, 1999), este ácido es el más abundante de todos los ácidos presentes en los granos de cacao y es netamente de origen microbiano, además este ácido al unirse con el alcohol etílico también producido por fermentación forma el acetato de etilo, un éster de agradable sabor a fruta, que también está presente en las almendras de cacao.

Esteres

Los ésteres son el compuesto que más se asemeja para caracterizar al aroma floral o frutal de las almendras. Desde el punto de vista químico, los ésteres se derivan de los ácidos carboxílicos y de los alcoholes o fenoles. Muchos ésteres tienen aromas frutales. Los ésteres se utilizan extensamente como saborizantes en pasteles, caramelos y otros alimentos, y como ingredientes en los perfumes. En la tabla siguiente se muestra algunos ejemplos de ésteres y los sabores y aromas que producen (Hill y Kolb, 1999).

Cuadro 3.1 Algunos ésteres y aroma que produce

Ester	sabor/aroma
Butirato de metilo	Manzana
Butirato de etilo	Piña
Acetato de propilo	Pera
Acetato de pentilo	Plátano
Butirato de pentilo	Albaricoque
Acetato de octilo	Naranja
Benzoato de metilo	Kiwi maduro
Formiato de etilo	Ron
Acetato de bencilo	Jazmín

Numerosas investigaciones han determinado la importancia de los compuestos involucrados en la formación del aroma del cacao y por ende el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate. En ese sentido los ésteres que originan un sabor a fruta o frutal y el complejo polipeptidos-fenoles y pirazinas, intervienen en el sabor a miel y nuez (Jeanjean, 1995), citado por Portillo *et al*, (2006),

2.4.2. SECADO

Después de la fermentación, las almendras tienen alrededor del 55% de humedad, que debe reducirse al 6 - 8%, que es la humedad en la cual se debe almacenar y comercializar. Durante ese tiempo, las almendras de cacao terminan los cambios biológico-químicos para obtener el sabor y aroma que termina con el tostado adecuado, con lo que se obtiene el sabor a chocolate de cada genotipo. Debido a esto es que durante esta fase el agricultor debe ser muy cuidadoso para tener un cacao de calidad. Durante este proceso es cuando puede ser más afectado por malos olores o contaminado con humo. La temperatura es otro factor que debe ser tomado en cuenta con mucho cuidado, pues un secado rápido (más de 60°C) puede perjudicar el sabor final del chocolate (Vera, 1993). Generalmente se utiliza tendales de cemento, madera, caña guadua y otros, las dimensiones pueden variar, pero sabemos que la gran mayoría de las fincas cacaoteras son pequeñas y utilizan el recurso que tengan a la mano, y en muchos casos materiales que ponen en peligro la calidad de las almendras. Otros utilizan secadoras artificiales para acelerar el proceso (Enriquez, 1989).

2.4.3. ALMACENAMIENTO

Seguidamente del secado los granos deben estar con un grado de humedad del 7% y ser trasladados a un lugar seguro fuera de condiciones que puedan afectar estabilidad de la calidad física y química de los granos (Vera, 1993).

2.5. CALIDAD DEL CACAO

Calidad es la clasificación que imponen los países compradores y fabricantes de chocolate a las almendras de cacao por su apariencia física, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, etc, y por su sabor intrínseco o propio de cada variedad o genotipo (Vallejo y Quingaísa, 2004)

Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en factores de herencia, ambiente y beneficios por fermentación y secado. En el primer caso el agricultor puede adquirir material genético que posee características de alta calidad recomendado por instituciones como INIAP, en el segundo y tercer caso, es decir, el ambiente, la sombra, riego, podas, etc. dentro de la plantación, hasta el manejo total del cacao listo para vender, es responsabilidad exclusiva del agricultor (Enríquez, 1998).

2.5.1. TIPOS DE CALIDAD

De acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo, (2003), citado por Quinteros y Díaz, (2004), los estándares internacionales para cacao requieren que el grano de calidad negociable sea fermentado, completamente seco, libre de olores extraños y de cualquier evidencia de adulteración, así como libre de insectos vivos, granos partidos, fragmentos, partes de cascara, y de uniforme tamaño.

La calidad del producto final está estrechamente vinculada con las características de la materia prima utilizada. El término calidad comprende diversos aspectos asociados a criterios objetivos y subjetivos. Algunos aspectos pueden ser mensurables y comparables, como por ejemplo, el tamaño del grano, el contenido de manteca de cacao y la dureza de esta; en cambio otros aspectos son de difícil medición como el sabor y el aroma. De lo anterior podríamos clasificar al cacao de acuerdo a las características físicas (objetivas) y organolépticas o sensoriales (subjetivas).

De acuerdo a sus características físicas, en todo el mundo, los estándares sobre los cuales se mide el cacao son los del cacao de Ghana, que clasifica al cacao sobre base de la cuenta de los granos defectuosos en la prueba de corte. Según Vallejo y Quingaísa, (2004) los granos defectuosos no deben exceder los siguientes límites o estándares internacionales de calidad.

Cuadro 3.2 Estándares internacional de calidad

Grado I		Grado II	
Grano	Estándar	Grano	Estándar
Mohosos	Max. 3%	Mohosos	Max. 4%
Pizarrosos	Max. 3%	Pizarrosos	Max. 8%
Planos, germinados o dañados por insectos.	Max. En total 3%	Planos, germinados o dañados por insectos	Max. En total 6%

Fuente: Vallejo y Quingaisa

Para el caso ecuatoriano, las calidades son diferentes de una clase a otra. La clase ASE presenta un máximo de granos pizarrosos de 18% y de moho 6%, la clase ASS, contiene un máximo de 12% granos pizarrosos y 3% de defectuosos, y la clase ASSS tiene un 9% de granos pizarrosos y 1% de moho (INEN, 2006).

En función de la calidad, los precios en el mercado internacional pueden clasificar de varias maneras al cacao. Según las reglas de la Bolsa de Nueva York, existen tres grupos; el grupo A que recibe un premio de 160 dólares por tonelada y esta integrada por Ghana, Nigeria, Costa de Marfil y otros; el grupo B que obtiene un premio de 80 dólares y está constituido por Ecuador, Camerún, Costa Rica, entre otros, y, el grupo C que recibe un precio a la par o sin diferencial al mismo que pertenecen Bolivia, Haití, Malasia, entre otros. Por otro lado la Bolsa de Londres, utiliza otra clasificación, dividido en cinco grupos; el grupo uno recibe un precio a la par del mercado (Ghana, Nigeria, Costa de Marfil, Sierra Leona, Camerún, Trinidad y Tobago); el grupo dos recibe un precio con descuento de 25 libras esterlinas por tonelada métrica (Santo Tomas, Sri Lanka, y Nueva Guinea); el grupo tres tiene un castigo de 50 libras esterlina (Ecuador y Brasil); el grupo cuatro tiene un descuento de 75 libras esterlinas (Malasia); y, el quinto grupo con 100 libras esterlinas de castigo donde se encuentran los demás países exportadores (Vallejo y Quingaisa, 2004).

En cuanto a la clasificación organoléptica, ésta se la realiza en dos grupos; los ordinarios y los finos de aroma. Los cacaos ordinarios están representados por los cacaos de origen forasteros los cuales abarcan el 95% de la producción mundial, provenientes de los países de Africa Occidental y Brasil (Quinteros y Díaz, 2004).

En términos generales los granos procedentes de plantaciones de los tipos Criollo y Trinitario, corresponden a lo que en el mercado se le conoce como cacao fino de aroma. En la actualidad, se reconocen 17 países como productores de cacao fino o de aroma, entre ellos están República Dominicana, Granada, Jamaica, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas. Samoa, Surinam y Trinidad y Tobago los que el 100% de su producción es considerada como cacao fino de aroma y otros productores parciales de cacao fino son Ecuador (75%), Venezuela (50%), Costa Rica y Colombia (25%) (Rosero, 2002). El consumo del cacao fino y de aroma, proviene de mercados especializados de chocolates ubicados especialmente en Europa Occidental, tales como Bélgica, Luxemburgo, Francia, Alemania, Italia, Suiza y Reino Unido, a más de Japón y Estados Unidos que también son naciones consumidoras de este tipo de cacao (Rosero, 2002).

La ventaja comparativa de este tipo de cacao esta, en que pueden adquirir certificación de comercio justo, certificadas por la FLO (Fairtrade Labelling Organizations); en esta área del comercio los precios son regularizados y también reciben premios adicionales por calidad y muchas veces también está combinada con la certificación orgánica. También hay que decir, que el hecho de ser un cacao de comercio justo o cacao orgánico no significa necesariamente que tengan buena calidad organoléptica (Radi, 2005).

2.5.2. NORMA DE CALIDAD ECUATORIANA

Los requisitos de calidad para el cacao ecuatoriano son diferentes a los estándares internacionales. A continuación se muestra la tabla de requerimientos de acuerdo a la norma INEN 176.

Cuadro 3.3 Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado NTN INEN 176

REQUISITOS	UNIDAD	ARRIBA					CCNS1
		A.S.S.P.S	A.S.S.S	A.S.S	A.S.N.	A.S.E	
Cien granos pesan	g	135-140	130-135	120-125	105-115	105-110	135-140
Buena Fermentación*(min.)	%	75	65	60	44	26	***65
Ligera fermentación *(min.)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta (máx.)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso (pastoso) (máx.)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máx.)	%	1	1	2	3	4	1
TOTALES (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (análisis sobre 500 gramos) (máx.)	%	0	0	1	3	**4	1
TOTAL FERMENTADO (min.)	%	85	75	65	54	53	76
A.S.S.P.S	Arriba Superior Summer Plantación selecta						
A.S.S.S	Arriba Superior Summer Selecto						
A.S.S.	Arriba Superior Selecto						
A.S.N	Arriba Superior Navidad						
A.S.E	Arriba Superior Época						
*Coloración marrón violeta							
** Se permite presencia de granza solamente para el tipo A.S.E.							
***La coloración varía de marrón a violeta.							

Fuente: INEN

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en el periodo de marzo a septiembre del 2008, en las localidades Río Chico, Ricaurte y Calceta de la provincia de Manabí en las cuales se seleccionó fincas de productores que tienen al menos dos hectáreas en producción, cultivadas con cacao tipo Nacional y edad entre diez y veinte años. Estas localidades se encuentran ubicados geográficamente entre las siguientes coordenadas.

Cuadro 3.1. Ubicación geográfica de las localidades donde se llevo a cabo la investigación

LOCALIDAD	LATITUD	LONGUITUD	ALTITUD (msnm)
Río Chico ^{1/}	0º 59' S	80º 26' W	44
Chone ^{1/}	0º 39' S	80º 02' W	40
Calceta ^{2/}	0º 49' S	80º 10' W	15

^{1/}Microsof Student con Encarta Premiun 2008, Mapa de Manabí, Sensor Dinámico.

^{2/}Corporación reguladora de Recursos Hídricos de Manabí (CRM) Proyecto Carrizal-Chone, mediante GPS (Hito geográfico Y –Limón-ESPAM) Citado por Vera, A. 2004.

3.2. CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS

En el siguiente cuadro, se muestra las características agroclimáticas de la zona de influencia del proyecto, correspondientes a los primeros ocho meses del año 2008

Cuadro 3.2 Indicadores agroclimáticos de las localidades

LOCALIDAD	PRECIPITACIÓN (mm)	TEMPERATURA MEDIA °C	HUMEDAD RELATIVA %	HORAS LUZ/AÑO
Río Chico ^{3/}	664.6	25.2	80	893.5
Chone ^{4/}	1206.3	25.4	90.4	1568
Calceta ^{5/}	1043	25.8	90.26	1921

^{3/}Estación Meteorológica Portoviejo INAMHI. Datos de enero a septiembre del 2008.

^{4/}Estación Meteorológica Chone INAMHI. Datos de enero a septiembre del 2008.

^{5/}Estación Meteorológica "Finca Nueva Esperanza". Datos de enero a septiembre de 2008.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

Se estudió el efecto del tipo de fermentador y los días de fermentación sobre las características de calidad del cacao.

Factor A; Tipo de fermentador

TF_s=Sacos (cabuya)

TF_m= Montón (sobre madera)

TF_c=Cajas de madera (laurel)

TF_t=Tinas plásticas perforadas

Factor B; Días de fermentación

DF₁= Dos días

DF₂=Tres días

DF₃= Cuatro días

DF₄= Cinco días

Testigo= Sin fermentación

3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron las combinaciones de los factores en estudios, mas uno adicional (testigo).

Trat	Código	Tipo de fermentador	Días de fermentación
1	TF _s DF ₁	Saco (cabuya)	dos
2	TF _s DF ₂	Saco(cabuya)	tres
3	TF _s DF ₃	Saco(cabuya)	cuatro
4	TF _s DF ₄	Saco(cabuya)	cinco
5	TF _m DF ₁	Montón (sobre madera)	dos
6	TF _m DF ₂	Montón(sobre madera)	tres
7	TF _m DF ₃	Montón(sobre madera)	cuatro
8	TF _m DF ₄	Montón(sobre madera)	cinco
9	TF _c DF ₁	Caja de madera (laurel)	dos
10	TF _c DF ₂	Caja de madera(laurel)	tres
11	TF _c DF ₃	Caja de madera(laurel)	cuatro
12	TF _c DF ₄	Cajas de madera(laurel)	cinco
13	TF _t DF ₁	Tina plástica perforada	dos
14	TF _t DF ₂	Tina plástica perforada	tres
15	TF _t DF ₃	Tina plástica perforada	cuatro
16	TF _t DF ₄	Tina plástica perforada	cinco
17	TESTIGO	Sin fermentador	cero

3.5. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

1. Diseño experimental	Bloques Completos al Azar en arreglo factorial con aditivo (4x4+1)
2. Número de repeticiones (localidades)	3
3. Numero de tratamientos	17
4. Número de unidades experimentales	51
5. Peso por fermentador	60 kg (cacao en baba)
6. Peso para la muestra útil	1kg (cacao seco)
7. Peso por repetición	300kg (cacao en baba)
8. Peso total del ensayo	900kg (cacao en baba)

3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Para asegurar su buen desarrollo se realizó las siguientes prácticas o actividades:

- a. **SELECCIÓN DE FINCA.** Consistió en seleccionar una finca comercial en cada localidad de influencia del proyecto, para ésto se tomó en cuenta que el material genético sea de ascendencia Nacional, con una edad entre los 10 y 20 años y con la producción requerida (en un día de cosecha) para la instalación de los ensayos.
- b. **COSECHA.** La cosecha se realizó en cada finca comercial, cuando se estimó que se podía contar con la suficiente producción de cacao en baba, para ello se debió espaciar la cosecha normal de la finca, realizando la tumba y recolección de mazorcas en horas de la mañana y en la tarde la apertura de las mismas, seleccionando solo mazorcas maduras y pintonas y aquellas que estaban libres de enfermedades.
- c. **FERMENTACIÓN.** Una vez terminada la cosecha se procedió a pesar en una balanza 60 kg de cacao en baba y colocarlos en los diferentes fermentadores, los que fueron ubicados en un ambiente protegido de las lluvias, luz solar y animales que pudieran distorsionar la investigación. Las características de los fermentadores usados fueron las siguientes:
 1. Cajas de madera: éstas fueron construidas de laurel con dimensiones de 0.60m, 0.40m y 0.40m de largo, ancho y alto respectivamente, realizándole perforaciones de un centímetro de diámetro en las partes inferior y laterales de la misma, además contó con dos azas que facilitó su traslado.

2. Montón: consistió en colocar sobre un tablero de madera la cantidad a fermentar, el cual descansaba sobre cuartones lo que permitía un buen drenaje de los líquidos contenidos en las almendras.
3. Tina: se utilizó tinas plásticas con perforaciones laterales e inferior con un volumen de 60 litros que fue adecuado para la cantidad de cacao a fermentar; se la ubicó 10 centímetros sobre el nivel del suelo para evacuar de mejor manera los líquidos.
4. Saco: se utilizó sacos de cabuya que una vez colocado el cacao en baba se lo amarró y se ubicó sobre madera para evitar excesos de humedad durante la fermentación.

- d. **TIEMPO DE FERMENTACIÓN.-** Se realizaron intervalos de tiempo de fermentación que fueron desde dos hasta cinco días, además en cada localidad se utilizó el testigo, que representó a una muestra sin fermentar.
- e. **VOLTEOS.-** Los volteos se los realizó a diario durante el proceso de fermentación, en forma manual, mezclando la masa en fermentación de los bordes con la parte central.
- f. **MUESTREO.-** Una vez terminada la fermentación se tomó dos kilos de cacao por cada tratamiento para su posterior secado y análisis respectivo.
- g. **SECADO.-** Se lo realizó mediante exposición solar en tendales de cemento, la cual tuvo una duración de una semana. Al no contar con un medidor de humedad se estimó la terminación del secado, cuando partiendo los granos se observó que la parte interna estaba seca en su totalidad. En esta condición el grano presenta entre 7 y 8% de humedad, valores adecuados para su almacenamiento (Vera, 2009).
- h. **ALMACENAMIENTO.-** Las muestras de los tratamientos en estudio, una vez fermentadas y secas, se las traslado al laboratorio de Bromatología de la EEP del INIAP, donde se almacenó en fundas de papel y plásticas un

kilo por tratamiento para los análisis físicos-químicos, se las codificó y se dejó a una temperatura de 25°C.

3.7. DATOS TOMADOS Y MÉTODO DE EVALUACIÓN

Los datos que se registraron fueron parámetros de calidad físico-químicos, además de la temperatura durante la fermentación, grasa y el pH como datos complementarios medidos de la siguiente manera:

3.7.1. DATOS DE PARÁMETROS FÍSICOS.

Los datos de calidad física fueron evaluados en el laboratorio de bromatología del INIAP Estación Portoviejo, mediante el uso de la Prueba de Corte, utilizado por Navarrete (1992), y que consistió en realizar cortes longitudinales a 100 almendras secas por cada tratamiento, para su clasificación basada en las características internas del grano. Las características encontradas permitieron categorizarlos de la siguiente forma:

- a. Granos fermentados; aquellos que presentaron en su interior una coloración marrón o marrón rojiza y estrías en su totalidad.
- b. Granos violetas; granos que presentaron en su interior una coloración violeta en la totalidad del grano.
- c. Granos pizarrosos; granos que presentaron en su interior una característica compacta o lisa sin estrías.

Cálculo. Después de realizar esta clasificación se procedió a la cuantificación de cada grupo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de granos fermentados} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de granos fermentados}}{\text{Total de granos evaluados}} \times 100 \quad [03.01]$$

$$\% \text{ de granos violeta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de granos violetas}}{\text{Total de granos evaluados}} \times 100 \quad [03.02]$$

$$\% \text{ de granos pizarrosos} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de granos pizarrosos}}{\text{Total de granos evaluados}} \times 100 \quad [03.03]$$

3.7.2. DATOS DE PARAMETROS QUÍMICOS

Las muestras, una vez secas y etiquetada se las envió a los laboratorios de nutrición y calidad de la estación experimental Santa Catalina del INIAP, donde se realizaron los diferentes análisis.

Preparación de la muestra. Al llegar las muestras al laboratorio respectivo fueron ingresadas y registradas mediante código de laboratorio, seguidamente se procedió a pelar alrededor de 200 gramos de muestra cuidando de separar completamente la cascara de los cotiledones, se colocó en un recipiente plástico con su identificación respectiva y se las introdujo en un congelador por 24 horas. Luego de este tiempo, con la ayuda de un molino de café se realizó la molienda de las almendras y seguidamente a través de una maya 42 mesh se tamizó. El polvo obtenido se almacenó en frascos y se mantuvo en congelación (-8°C) hasta el momento del análisis.

A excepción de la acidez volátil todos los análisis fueron realizados con muestras desengrasadas. Para esto se procedió a pesar sobre un papel filtro apropiadamente 10 g de polvo de cacao, dicho papel se introdujo en el cartucho de papel filtro dentro del dedal de extracción y se cubrió con algodón. Se colocó dentro del equipo Soxhlet al cual se le adicionó 200 ml de éter de petróleo y se colocó sobre el manto de calentamiento para que iniciara la extracción que duró alrededor de 8 horas. Al cabo de este tiempo se retiró el dedal y se dejó evaporar el solvente al ambiente. Finalmente la muestra desengrasada se colocó en frascos de vidrio y se mantuvo en congelación hasta realizar los análisis respectivos.

Determinación de polifenoles. La terminación de los compuestos fenolicos se realizó mediante fotometría a 760nm, con la ayuda de una curva construida por varias muestras estándares de ácido gálico de concentración variable de 5 a 200mg/ml.

Sé pesó 1gramo de polvo de cacao desengrasado en un erlenmeyer de 125 ml con tapa, se adicionó 75ml de metanol acuoso al 70%, durante 45 minutos se agito, para luego filtrar la mezcla y este se recogió en un matraz aforado y se llevo a 100ml de metanol al 70%. De esta mezcla se obtuvo una alícuota de 5ml y en un balón se aforo con agua destilada hasta llegar a 50ml con lo que se formó la solución A. En un tubo de ensayo se colocó 1ml de la solución A, 5ml de agua destilada y 1ml de reactivo Folin-Ciocalten, después de tres minutos se adicionó 2ml de solución de carbonato de sodio al 20%. Luego se calentó la mezcla por dos minutos con agua a una temperatura de 40°C e inmediatamente se midió la absorbancia en el espectrofotómetro a760nm.

Los cálculos se efectuaron mediante la siguiente formula expresada en mg de ácido gálico/g de muestra desengrasada.

$$\text{mg de ácido gálico/g de muestra desengrasada} = \left[\frac{C \times 100 \times \left[\frac{50}{5} \right]}{1000 \times \text{g muestra}} \right] \quad [03.04]$$

donde:

C = Concentración de la muestra obtenida mediante la curva de calibración.

g muestra = Peso de la muestra en gramos.

100 = Volumen al que se llevó los gramos de muestra.

$\left[\frac{50}{5} \right]$ = Factor de dilución

1000 = Factor de conversión de gramos a miligramos.

Determinación de acidez volátil. Los ácidos volátiles del cacao fueron removidos a partir de muestras sin desengrasar con la ayuda de ácido sulfúrico concentrado, luego se destiló por arrastre de vapor mediante el equipo llamado Lickens Nickelson. Por último los ácidos recolectados sobre agua destilada y titulada con solución de hidróxido de sodio 0.1N utilizando como indicador fenolftaleína.

Se pesó sobre una espátula 1 gramo de polvo de cacao y se introdujo al equipo de destilación, se agregó tres gotas de ácido sulfúrico concentrado y se lavó las paredes con agua destilada. Se encendió el manto de calentamiento dando inicio a la destilación por arrastre de vapor, la cual finalizó cuando se obtuvo un volumen de 300ml de destilado. Una vez recolectado el volumen indicado, se añadió hidróxido de sodio 0.1N hasta obtener un color rosado tenue por 30 segundos.

Se realizó el cálculo de acidez volátil mediante la siguiente fórmula expresada como ml de NaOH 0.1N/gramos de muestra sin desengrasar.

$$\text{Ácidos volátiles} = \frac{V \text{ (ml) NaOH 0.1 N}}{\text{g muestra}} \quad [03.05]$$

donde:

V (ml) NaOH 0.1N= Es el volumen en ml de hidróxido de sodio 0.1N consumido en la titulación.

g de muestra= peso en gramos de la muestra sin desengrasar.

Determinación de alcaloides. Los alcaloides fueron extraídos de una muestra previamente desengrasada y luego separados por HPLC (Cromatografía de alta resolución) y cuantificada mediante un detector UV-VIS.

Se pesó 0.3 gramos de muestra de cacao en polvo desengrasado en un erlenmeyer de 250ml, se añadió 10ml de solución de teofilina y 90ml de agua bidestilada. Luego se extrajo los alcaloides llevándolos a ebullición moderada hasta que el volumen se redujo a la mitad. Una vez evaporada la mezcla se adicionó en caliente 1ml de solución de sulfato de zinc al 30% y 1ml de solución de potasio hexacianoferrato (II) trihidratado 15%, esta mezcla se filtró en caliente recogiendo el filtrado en un matraz aforado de 100ml para nuevamente a través de una membrana millipore de 0.22 μ ser y recogido en un vial de vidrio y finalmente se inyectó 20ml de muestra en el HPLC.

Los cálculos se efectuaron mediante la siguiente fórmula:

$$\text{g de teobromina / 100 g muestra} = \frac{C}{100 \times \text{g muestra}} \quad [03.06]$$

$$\text{g de cafeína / 100 g muestra} = \frac{C}{100 \times \text{g muestra}} \quad [03.07]$$

donde:

C = Concentración de la muestra obtenida mediante la curva de calibración.

g muestra = Peso en gramos de muestra

100 = factor de conversión

3.8. ANALISIS ESTADISTICO

Las variables estudiadas se analizaron estadísticamente

3.8.1. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA

ADEVA	
F de V	G.L
TOTAL	50
TRATAMIENTOS	16
REPETICIONES	2
FACTOR (A)	3
FACTOR (B)	3
A X B	9
TESTIGO vs RESTO	1
ERROR	32

3.8.2. ANALISIS FUNCIONAL

Las diferencias de medias encontradas se analizaron de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.9. DATOS COMPLEMENTARIOS

Temperatura. Mediante el uso de un termómetro de mercurio se registró la temperatura diaria de cada fermentador durante el tiempo de fermentación. Entre 12h00 y 13h00 de cada día se colocó el termómetro a 15 cm por debajo de la parte superior de cada fermentador por 5 minutos. Terminado este tiempo inmediatamente se realizó la lectura de la temperatura registrada en grados centígrados.

Grasa. La determinación de grasa se realizó en el laboratorio de bromatología de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP mediante el uso del equipo Soxhlet. Para lo cual se procedió a pesar sobre un papel filtro 1g de polvo de cacao, dicho papel se introdujo en el cartucho de papel filtro dentro del dedal de extracción y se cubrió con algodón. Se colocó dentro del equipo Soxhlet al cual se le adicionó 200 ml de éter de petróleo y se colocó sobre el manto de calentamiento para que iniciara la extracción, que duró alrededor de 8 horas. Al término de este tiempo se dejó que se evaporara el solvente quedando solo la grasa. Se retiró el balón y se dejó evaporar el solvente al ambiente dentro de un desecador. Luego se pesó el balón que contenía la muestra con grasa para su respectiva cuantificación.

Se realizó el calculo de grasa mediante la siguiente formula.

$$\% \text{ de grasa} = \frac{(\text{Peso de balón + grasa}) - \text{peso del balón}}{\text{Peso de muestra}} \times 100 \quad [03.08]$$

pH.- La determinación de pH se la realizó mediante el uso del potenciómetro en el laboratorio de química ambiental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí-MFL.

Se tomó al azar alrededor de 30 almendras las cuales fueron peladas y molidas con lo que se obtuvo polvo de cacao, del cual se peso en un vaso de precipitación cinco gramos y seguidamente se adiciono agua destilada hasta llegar a 50ml. Esta dilución estuvo en agitación durante 15 minutos para luego introducir el electrodo del potenciómetro e inmediatamente tomar la lectura en la pantalla.

3.10. ESTIMACIÓN DE COSTOS

La estimación de costos de los tratamientos en estudio se la realizó en base a la metodología usada por Rodríguez, (2007). Para lo cual se estimo la producción de 1000kg de cacao seco por hectárea y por año.

Primeramente se calculó el volumen máximo de cosecha en un mes, que corresponde para este ejercicio es el 25% del volumen anual, se consideró un promedio de 1000kg de cacao seco anuales por hectárea, lo que dio 250kg en un mes. Este valor se lo dividió para dos ya que en el mes se realizan dos pases de cosecha, quedando 125kg de cacao seco. Esta cantidad se la transformó a cacao en baba multiplicándola por 2.54 quedando finalmente 317.5kg de cacao en baba.

3.11. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Estuvo dirigido a productores/as y estudiantes de catorce localidades de cinco cantones, mediante charlas grupales. En la cual se trasmitió experiencias de la investigación y recomendaciones técnicas del manejo de beneficio. Además, en las capacitaciones se contó con el apoyo de técnicos del INIAP de la Estación Experimental Portoviejo.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VARIABLES FÍSICAS

Porcentaje de granos fermentados. En el cuadro 4.1 se puede apreciar que en esta variable existe diferencias altamente significativas tanto para los factores como las interacciones y testigo vs el resto. Realizando la prueba de comparaciones de medias Tukey se obtuvieron dos rangos de significancia para el factor fermentador. El mayor valor comprendió a caja de madera con 73.25% el cual es estadísticamente diferente a los demás fermentadores que comparten un mismo rango de significancia, comprendiéndole al montón el menor valor con 63.75%.

En lo que respecta al tiempo de fermentación, se encontraron tres rangos de significancia siendo cuatro y cinco días estadísticamente iguales, el valor más alto lo tuvo cinco días de fermentación con 75.83%; la segunda y tercer categoría le corresponden a tres y dos días con 68.92% y 46.33% respectivamente. Al interaccionarse estos dos factores el valor más alto lo alcanzo el tratamiento caja de madera y cinco días de fermentación coincidiendo con Vera, (2009) y diferente a lo mencionado por Jiménez, (2008) que recomienda de tres a cuatro días de fermentación como máximo. El testigo (sin fermentar) estableció diferencia altamente significativa logrando el 10.33% frente al resto que obtuvo un promedio de 66.56%.

En el grafico 4.1 podemos observar la variación del porcentaje de fermentación a medida que avanza los días de fermentación en los diferentes fermentadores, la misma que aumenta progresivamente, con una leve disminución en los fermentadores caja a los cuatro días y montón y a los cinco días. En las

del 85% de fermentación del total logrado, mientras que en los dos días restantes, se obtuvo la diferencia del 15% aproximadamente.

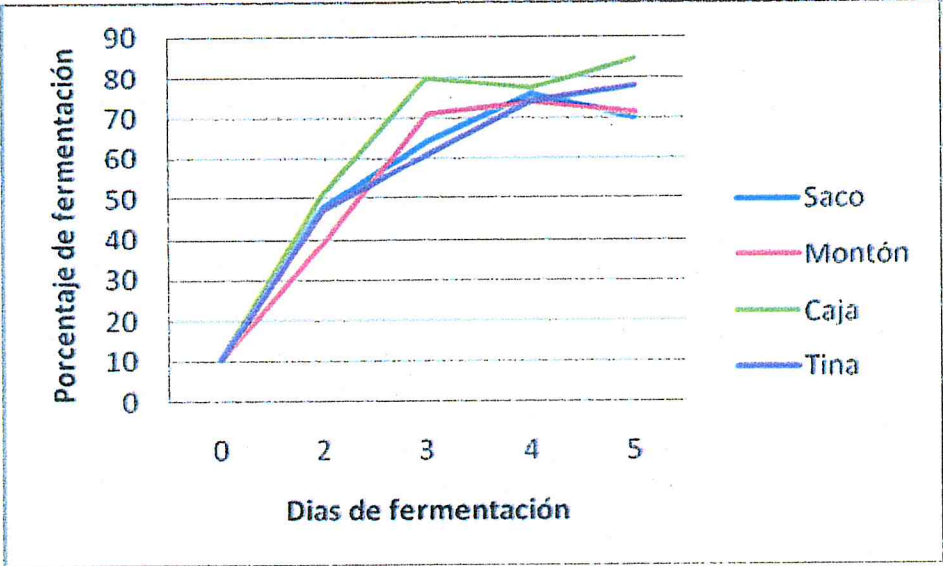


Grafico 4.1 Evolución del porcentaje de granos fermentados en los diferentes fermentadores.

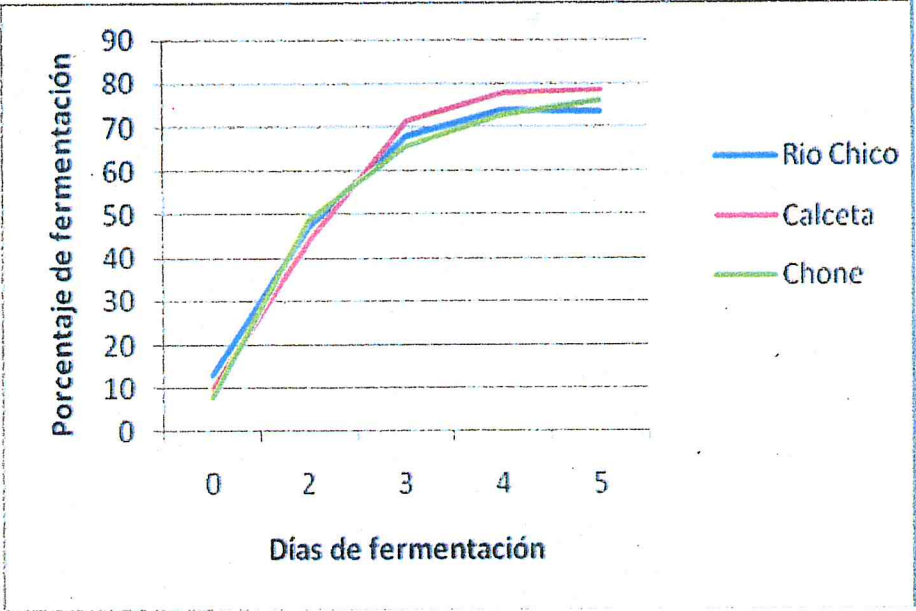


Grafico 4.2 Evolución del porcentaje de granos fermentados en Localidades

Porcentaje de granos violeta. En el cuadro 4.1 se observa significancia al 1% de probabilidades para fermentador, tiempo de fermentación, interacciones, y testigo vs resto. Al aplicar la prueba de media Tukey, se tuvo tres rangos de significancia para el factor fermentador, determinándose que saco de cabuya y tina de plástico obtuvieron los mayores valores (28.17% y 26% respectivamente) mismos que son estadísticamente iguales entre ellos pero diferentes a montón y caja de madera; a este último fermentador le correspondió el menor valor con 16.58% de granos violeta.

Para el factor tiempo de fermentación también se encontraron tres rangos de significancia, alcanzando el mayor promedio dos días de fermentación con 44.42%; el menor promedio le correspondió a cuatro días con 14.42%, que es estadísticamente igual al cinco días de fermentación.

En las interacciones se encontraron siete rangos de significancia, el promedio más alto lo alcanzó el tratamiento tina de plástico con dos días de fermentación la misma que es estadísticamente igual a los demás fermentadores combinados con el mismo número días. El promedio de menor valor (5.33%) le correspondió a caja de madera con cinco días de fermentación. El testigo sin fermentación, con un promedio de 70.33%, tuvo diferencias altamente significativas frente al resto de tratamientos que obtuvieron en promedio 23.75% de granos violeta.

Podemos observar en el grafico 4.3 una disminución progresiva del porcentaje de granos violeta a medida que pasan los días de fermentación, logrando reducir alrededor del 80% de estos granos en cinco días de fermentación; sin embargo, se puede apreciar que esta reducción tiene un mayor pronunciamiento en los tres primeros días de fermentación, periodo en que se reduce el 70% de granos violeta.

Cuadro. 4.1 Valores promedios de las variables físicas del grano en el estudio "Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí"

Factores	Porcentaje de Fermentación	Porcentaje de granos violeta	Porcentaje de granos pizarrosos
Tipo de fermentador	**	**	*
Saco de cabuya	64.33 b	28.17 a	7.66 b
Montón	63.75 b	24.25 b	11.92 a
Caja de madera	73.25 a	16.58 c	10.08 ab
Tina de plástico	64.92 b	26.00 ab	9.83 ab
Tiempo de fermentación	**	**	NS
Dos día	46.33 c	44.42 a	10.08
Tres día	68.92 b	21.67 b	9.42
Cuatro día	75.16 a	14.42 c	10.33
Cinco día	75.83 a	15.50 c	9.67
Tukey al 5%	4.83	3.29	3.54
Interacciones AxB	**	**	*
Saco x dos días	47.67 f	45.00 a	7.33 b
Saco x tres días	64.00 cde	32.00 b	4.67 b
Saco x cuatro días	75.67 abc	15.00 def	9.33 ab
Saco x cinco días	70.00 bcd	20.67 cd	9.33 ab
Montón x dos días	39.67 f	43.00 a	17.33 a
Montón x tres días	70.67 bcd	17.33 de	11.67 ab
Montón x cuatro días	73.67 abcd	17.00 def	9.33 ab
Montón x cinco días	71.00 bcd	19.67 de	9.33 ab
Caja x dos días	51.00 ef	42.33 a	6.67 b
Caja x tres días	80.00 ab	8.00 fg	12.00 ab
Caja x cuatro días	77.33 ab	10.67 efg	11.67 ab
Caja x cinco días	84.67 a	5.33 g	10.00 ab
Tina x dos días	47.00 f	47.33 a	9.00 ab
Tina x tres días	61.00 de	29.33 bc	9.33 ab
Tina x cuatro días	74.00 abcd	15.00 def	11.00 ab
Tina x cinco días	77.67 ab	12.33 defg	10.00 ab
Media	66.56	23.75	10.5
Tukey	13.03	8.92	9.9
Testigo Vs Resto	10.83**	70.33**	12.33 NS

** Significativo al 1% de probabilidades

*Significativo al 5% de probabilidades

NS No significativo

De igual manera, al analizar las localidades, (grafico 4.4) se observa que la mayor disminución de granos violeta se logra en los primeros tres días de fermentación.

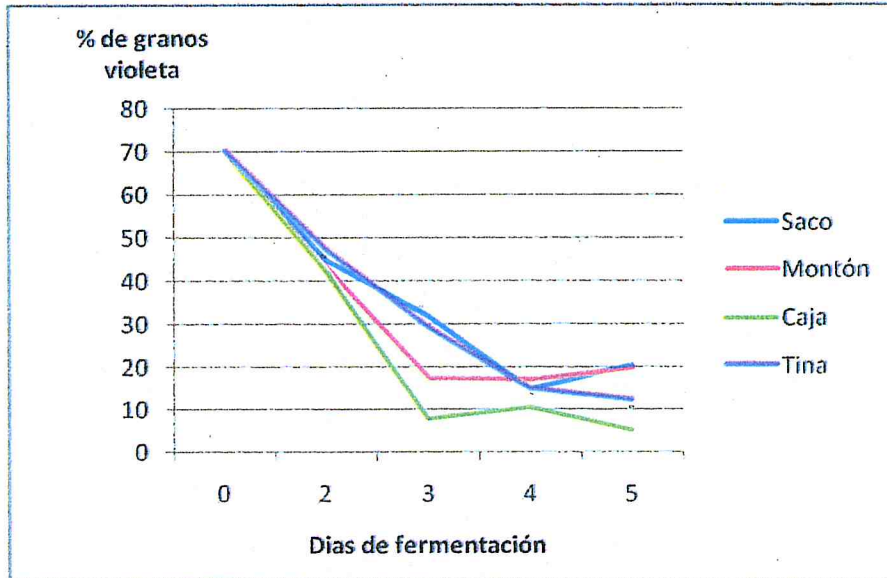


Grafico 4.3 Evolución del porcentaje de granos violeta en los diferentes fermentadores

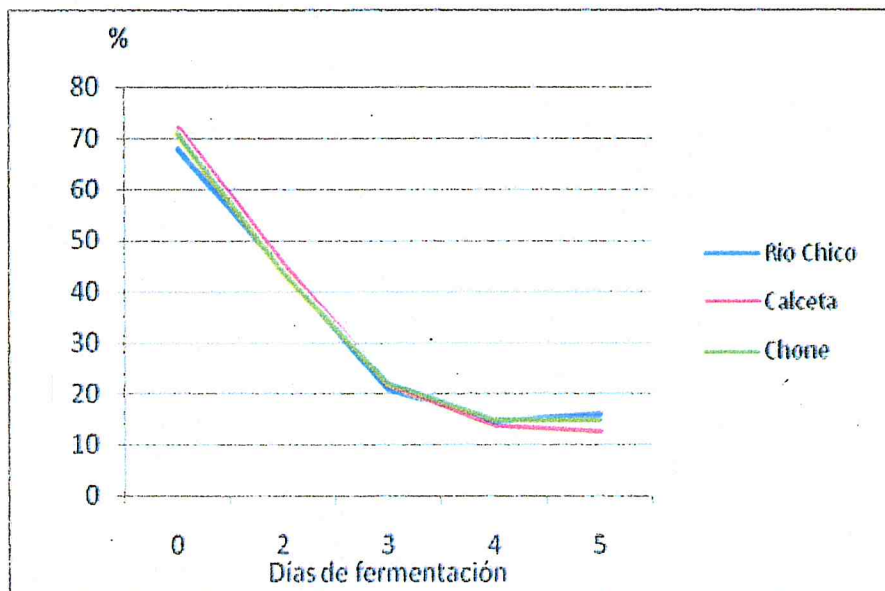


Grafico 4.4 Evolución del porcentaje de granos violeta en las diferentes localidades

Porcentaje de granos pizarrosos.- El cuadro anterior (cuadro 4.1) muestra que se encontró significancia al 5% de probabilidades para el factor tipo de fermentador y las interacciones y sin diferencia estadística para el factor tiempo de fermentación y testigo vs resto.

En el factor fermentador se detectó dos rangos de significancia, siendo el montón, caja de madera y tina de plástico estadísticamente iguales con 11.92%, 10.08 y 9.83% respectivamente, dejando al saco de cabuya la segunda categoría con 7.66% de granos pizarrosos. En el factor tiempo de fermentación el mayor promedio lo tuvo el cuarto día con 10.33% y el menor fue para dos días con 9.42%.

En las interacciones se encontró dos niveles de significancia, los valores del primer rango fluctuaron entre 9.0 y 17.33% que le correspondieron a los tratamientos tina y montón ambos con dos días de fermentación; el segundo rango fluctuó entre 4.67% y 7.33%, valores que corresponden al cacao fermentado en saco durante dos y tres días.

El grafico 4.5 muestra la variación del porcentaje de granos pizarrosos en los diferentes fermentadores al paso de los días, donde podemos apreciar una amplia diferencia entre el segundo día del montón y la caja de madera y una diferencia más estrecha en los demás fermentadores. Sin embargo, al observar el grafico 4.6 encontramos algo diferente y ratifica que el tiempo de fermentación no afecta en los granos pizarrosos, además muestra que en las diferentes localidades el porcentaje de granos pizarrosos fluctuó entre 9.6% y 12.3%. El efecto encontrado por este factor en estudio no es mencionado por otro autor, dado que le atribuyen como influyentes en esta característica del grano al estado de madures de la mazorca, fermentación deficiente, falta de volteos, etc Rodríguez, (2006),

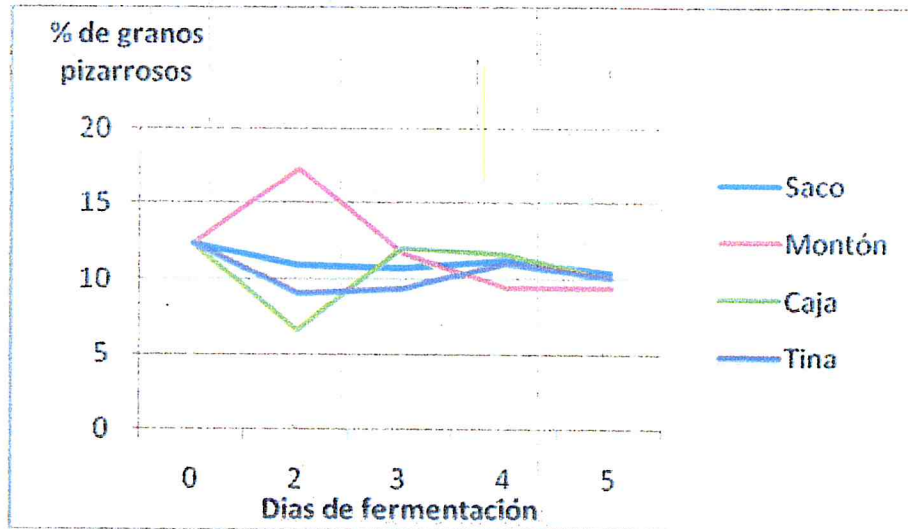


Grafico 4.5. Evolución del porcentaje de granos pizarrosos en los diferentes fermentadores.

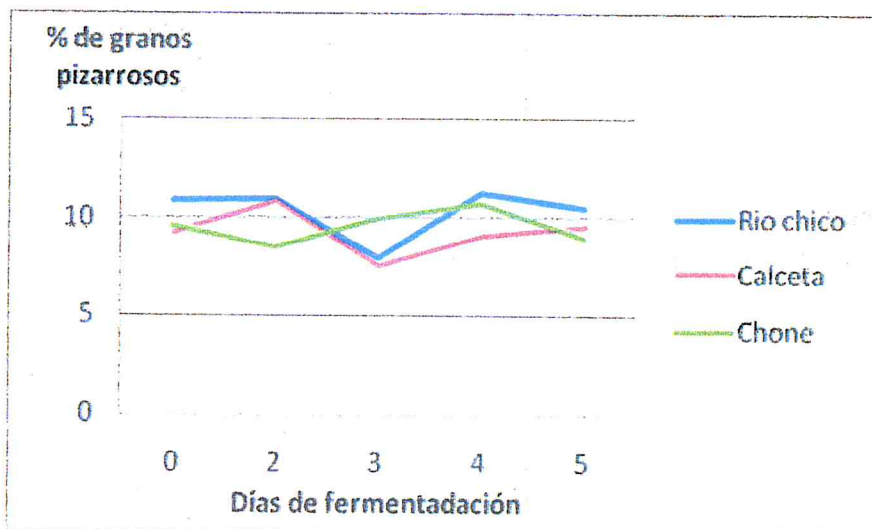


Grafico 4.6. Evolución del porcentaje de granos pizarrosos en las localidades

4.2. VARIABLE QUÍMICAS

Polifenoles. El análisis estadístico dio diferencias significativas al 1% de probabilidades al factor tiempo de fermentación y testigo vs resto y diferencias no significativa para el factor fermentador y las interacciones (cuadro 4.2).

En el factor tipo de fermentador, la tina de plástico alcanzó el promedio más alto con 50.2mg/g y el menor valor, el montón con 46.25mg/g. Al realizar la prueba de media Tukey al factor tiempo de fermentación se encontró tres rangos, el primero lo comparten los tratamientos dos y tres días de fermentación con 59.21mg/g y 50.32mg/g respectivamente, el menor valor le correspondió a cinco días de fermentación con 38.36mg/g.

Estos valores expresan una influencia directa entre el tiempo de fermentación y el contenido de polifenoles y por ende la calidad organoléptica ya que al disminuir el contenido de este compuesto la astringencia de los granos también disminuye (Biehl y Voighl, 1996).

En el grafico 4.7 se observa que la variación del contenido de polifenoles durante la fermentación es independiente del tipo de fermentador, y muestra una curva bien definida que comienza en el día cero (sin fermentar) con 98.56mg/g y disminuye a 38,36mg/g en promedio al quinto día de fermentación, representando el 61% de reducción, la cual es superior a la encontrada por INIAP, (2005) y Calderón, (2002) que lograron alrededor de 50% de reducción. Es importante mencionar que el 40% de la reducción ocurre al segundo día de fermentación, contrario a lo mencionado por Recalde, (2007) que indica que ésto ocurre en el primer día.

En las localidades (grafico 4.8) se observa que Rio Chico difiere de las demás sitios con una reducción máxima al final de la fermentación de 51.4% a diferencia de Calceta con 68% y Chone con 62% valores que coinciden con los encontrados por Recalde (2007), al estudiar cacao CCN-51. Probablemente la influencia climática de cada zona especialmente de precipitación, es determinante en esta variable, ya que estudios realizados en diferentes zonas muestra que el contenido de este compuesto puede variar (Recalde, (2007) y Calderon, (2002).

Cuadro 4.2 Valores promedios de variables químicas del grano en el estudio "Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí"

Factores	Polifenoles	Acidez volátil
Tipo de fermentador	NS	NS
Saco de cabuya	48.427	0.95
Montón	46.25	1.10
Caja de madera	47.31	1.10
Tina de plástico	50.20	0.95
Tiempo de fermentación	**	*
Dos día	59.21 a	1.063 ab
Tres día	50.32 ab	0.880 b
Cuatro día	44.31 b	1.074 ab
Cinco día	38.36 c	1.077 a
Tukey al 5 %	11.39	0.19
Interacciones AxB	NS	NS
Saco x dos días	66.36	0.947
Saco x tres días	47.09	0.933
Saco x cuatro días	41.86	1.083
Saco x cinco días	38.39	0.833
Montón x dos días	58.69	1.317
Montón x tres días	51.95	0.857
Montón x cuatro días	43.05	1.110
Montón x cinco días	31.31	1.077
Caja x dos días	53.95	1.123
Caja x tres días	47.09	0.90
Caja x cuatro días	45.87	1.127
Caja x cinco días	42.34	1.240
Tina x dos días	57.81	0.867
Tina x tres días	55.14	0.830
Tina x cuatro días	46.45	0.977
Tina x cinco días	41.39	1.117
Media	48.05	1.01
Testigo Vs Resto	98.56**	0.84 NS
Tukey		

** Significativo al 1% de probabilidades

*Significativo al 5% de probabilidades

NS No significativo

En las interacciones el promedio más alto lo obtuvo el tratamiento saco con dos días de fermentación con 66.36mg/g y el menor le correspondió al montón al quinto día con 31.31mg/g. El testigo presentó un promedio de 98.56mg/g frente al resto con 48.05mg/g (cuadro 4.2).

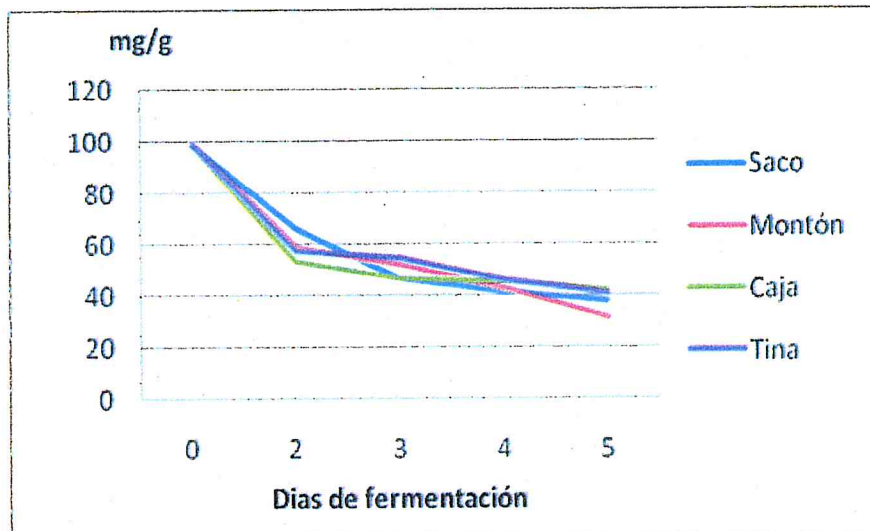


Grafico 4.7 Evolución del contenido de polifenoles en los diferentes fermentadores.

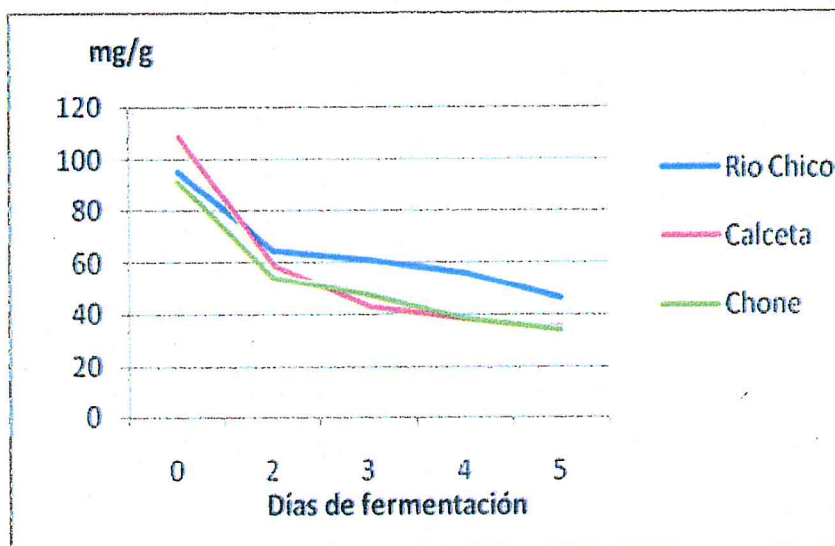


Grafico 4.8 Evolución del contenido de polifenoles en las localidades.

Acidez Volátil.- El cuadro 4.2 muestra que esta variable solo tuvo significancia al 95% en el factor tiempo de fermentación. El factor tipo de fermentador no tuvo significancia estadística y mostró una estrecha diferencia numérica con el mayor promedio (1.10ml) compartido por montón y la caja de madera, y el menor (0.95ml) que le correspondió al saco y a la tina de plástico, coincidiendo con INAIP (2006), al evaluar cacao CCN-51; de igual manera las interacciones y la comparación del testigo vs resto no mostró diferencia significativa. Los promedios de las interacciones fluctuaron entre 0.83 y 1.32ml con una media de 1.12ml frente al testigo que presentó 0.84ml.

El tiempo de fermentación mostró influencia en el contenido de acidez volátil independientemente del tipo de fermentador, con dos rangos de significancia. Los tratamientos dos, cuatro y cinco días son iguales estadísticamente, con el promedio más alto 1.077ml logrado al quinto día de fermentación con 1.074ml. La segunda categoría la ocupa el tercer día con 0.88 ml.

En el grafico 4.9 se observa la evolución del contenido de acidez volátil en los diferentes fermentadores donde vemos un comportamiento muy variable ya que en dos días de fermentación aumenta la concentración de ácidos volátiles, para descender al tercer día y luego aumentar al cuarto y quinto días. Sin embargo, al final de la fermentación se tiene un contenido de 27% mayor que al inicio. La reducción drástica al tercer día, al no ser inferior al testigo, lo podemos interpretar que no todo el cacao que se fermentó tuvo las mismas reacciones físico-químicas responsables de la formación de este compuesto. Lo que explica que en el análisis físico de las almendras se encontró siempre un porcentaje de granos que no habían tenido ningún tipo de cambio.

Así mismo, al analizar las localidades (grafico 4.10) observamos similar comportamiento, de manera que no hay influencia del ambiente o del genotipo,

con lo que esta variable esta relacionada netamente con el proceso fermentativo y las reacciones producto de ese efecto.

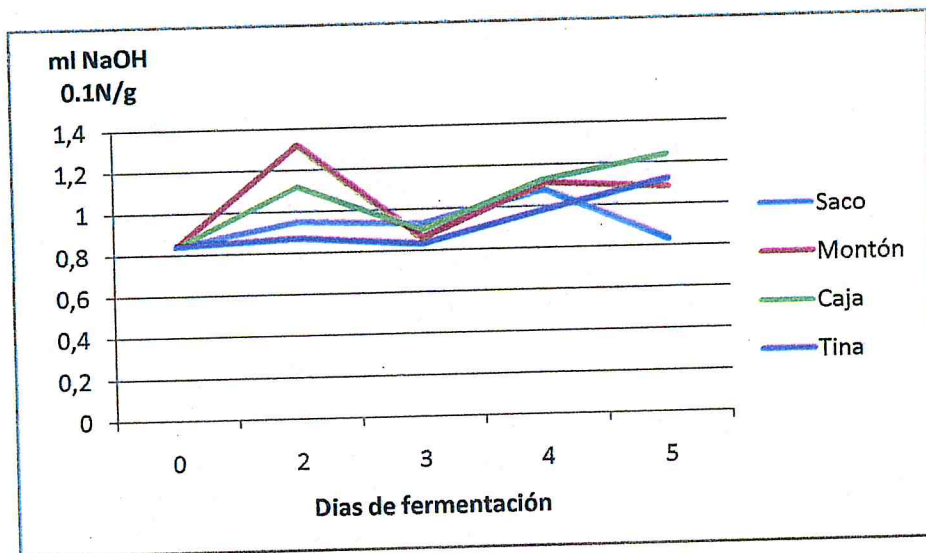


Grafico 4.9 Evolución del contenido de acidez volátil en los diferentes fermentadores.

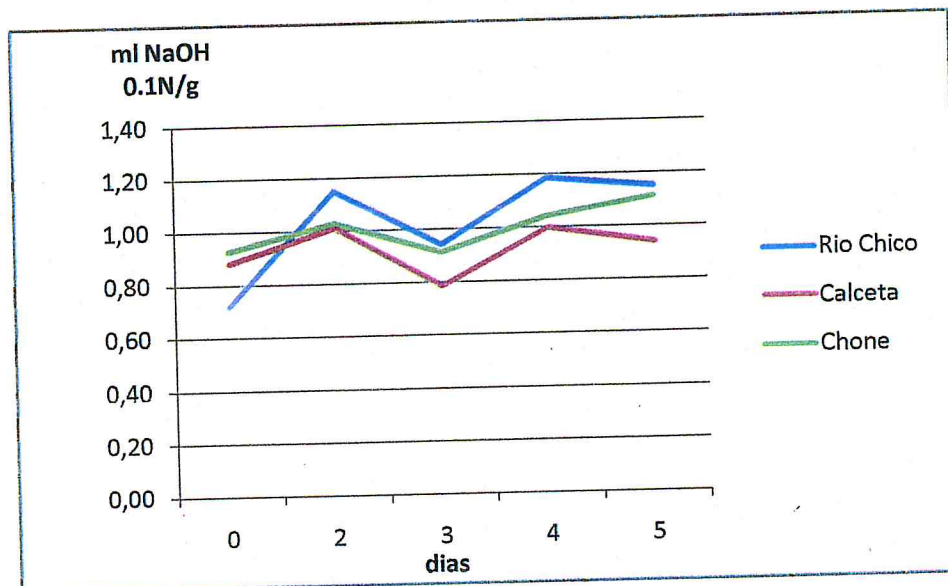


Grafico 4.10 Evolución del contenido de Acidez Volátil en las localidades.

Los valores encontrados en esta investigación son superiores a los encontrados por Armijos (2007), al evaluar materiales Nacionales en igual número de días de fermentación. Además, las curvas presentadas por este autor son similares más

que todo en las muestras de cacao Nacional. Así mismo Recalde (2007), encontró similar comportamiento, pero con la diferencia que en el tercer día aumentó la concentración.

De manera que los gráficos antes mencionados muestran que la acidez volátil es diferente a las demás variables analizadas ya que no existe una tendencia definida de aumento o disminución en su concentración durante la fermentación. Se podría mencionar que la acidez volátil al asociarla con la fracción aromática cambia los sabores de básicos típicos del cacao (acidez, astringencia, amargor etc) a específicos (floral, frutal, nuez entre otros) característicos del cacao Nacional, sin que representen cambios definidos en su cantidad (Hill y Kolb, 1999).

Cafeína.- El análisis estadístico de esta variable determinó que no existen diferencias tanto para los factores tipo de fermentador y tiempo de fermentación como para las interacciones y testigo vs resto. En el cuadro 4.3 se observa un leve contraste en los dos factores en estudio contrario a las interacciones donde se presentó un rango mayor de amplitud y el promedio más alto fue para el tratamiento saco dos días con 0.57% y el menor para el montón al quinto día con 0.367%, el testigo presento 0.43% frente al resto que tuvo 0.45%.

El gráfico 4.11 muestra la evolución del contenido de cafeína en los diferentes fermentadores, donde al segundo día de fermentación los tratamientos, a excepción de la caja, aumentaron, siendo más notorio en el tratamiento saco segundo día al aumentar en un 34.8%. Sin embargo, la media mostro una disminución de 4.6% al quinto día con respecto al valor inicial.

En cambio en las localidades (gráfico 4.12) cada una tuvo un comportamiento diferente. En Rio Chico se alcanzó valores superiores en relación a las otras

localidades, pero similares al clon EET-62 estudiado por Hasing, (2004). En esta localidad vemos una clara disminución del 16% solo hasta el segundo día y después mantenerse casi constante hasta el final de la fermentación; contrariamente, en Chone aumentó en 37.5% en el segundo día para después descender en un 13% con respecto al inicio. Trabajos realizados por Espín *et al.*, (2007) muestran similar reducción. En Calceta se encontró un aumento del 46% al segundo día, para terminar en un 13%.

A pesar de este aumento los valores no exceden a los encontrados en estudios similares de Hasing, (2004); Recalde, (2007); INIAP (2006); Palacios, (2007) y Espín *et al.*, (2007). Visto de esta manera este fenómeno se lo podría asociar a la variabilidad genética del complejo Nacional (Loor, 2001) ya que muchas veces el contenido de cafeína depende de este factor y en otros casos del estado de madurez de las almendras utilizadas (Wakao, 2002).

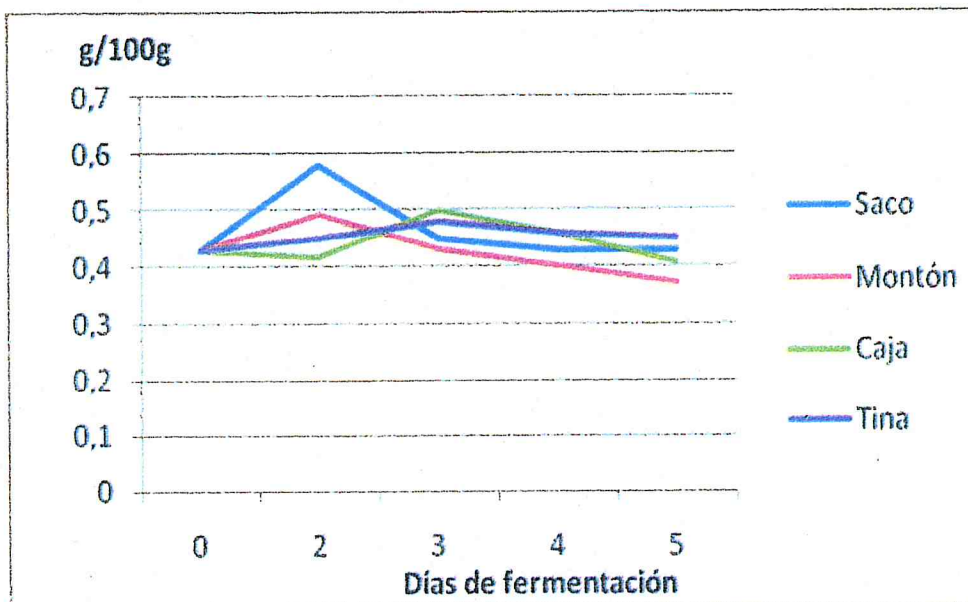


Grafico 4.11 Evolución del contenido de cafeína en los diferentes fermentadores.

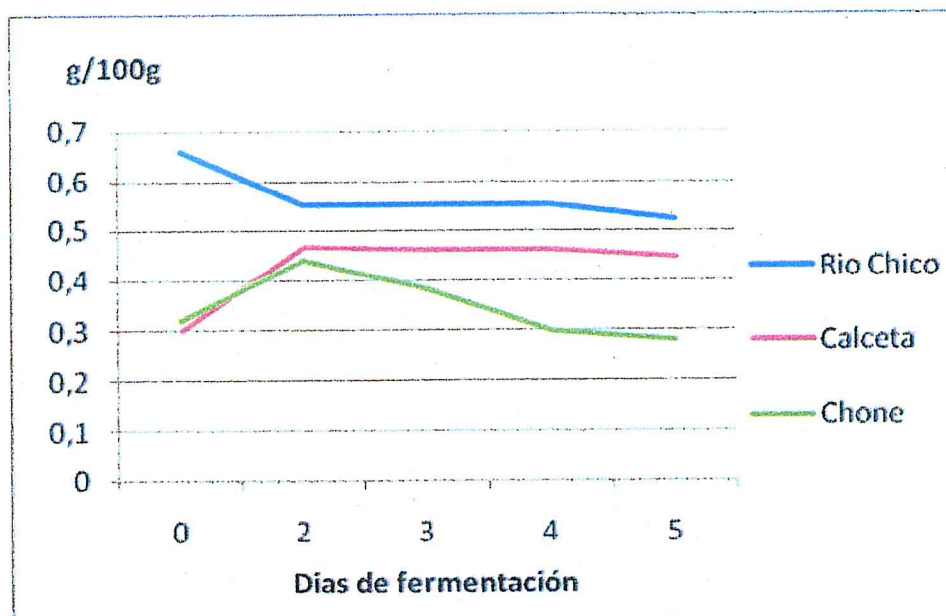


Grafico 4.12 Evolución del contenido de cafeina en las diferentes localidades

Teobromina.- El cuadro 4.3 muestra que solo existe diferencias altamente significativas en el factor tiempo de fermentación, y únicamente diferencias numéricas en el factor tipo de fermentador, las interacciones y en la comparación del testigo vs resto.

Para el factor tipo de fermentador el mayor valor fue para el montón con 1.82% y el menor valor le correspondió a la tina con 1.74%. La prueba de medias Tukey para el factor tiempo de fermentación presentó tres rangos de diferencias; los niveles dos y tres días comparten la misma categoría superior con 1.96% y 1.82% respectivamente; la categoría de menor valor correspondió a cinco días de fermentación con 1.64%. En las interacciones los promedios fluctuaron entre 2.1% y 1.56%, valores que corresponden a los tratamientos saco x dos días y caja de madera x cinco días de fermentación; el testigo alcanzó un promedio similar al resto con 1.78%.

Cuadro 4.3 Valores promedios de variables químicas del grano en el estudio "Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí"

Factores	Cafeína (%)	Teobromina (%)
Tipo de fermentador	NS	NS
Saco de cabuya	0.473	1.803
Montón	0.421	1.821
Caja de madera	0.447	1.772
Tina de plástico	0.461	1.742
Tiempo de fermentación	NS	**
dos días	0.485	1.958 a
tres días	0.466	1.817 ab
cuatro días	0.436	1.724 b
cinco días	0.414	1.637 c
Tukey al 5 %		0.17
Interacciones AxB	NS	NS
Saco x dos días	0.577	2.100
Saco x tres días	0.450	1.740
Saco x cuatro días	0.430	1.730
Saco x cinco días	0.433	1.640
Montón x dos días	0.490	2.020
Montón x tres días	0.430	1.830
Montón x cuatro días	0.397	1.763
Montón x cinco días	0.367	1.670
Caja x dos días	0.420	1.897
Caja x tres días	0.500	1.927
Caja x cuatro días	0.457	1.703
Caja x cinco días	0.410	1.560
Tina x dos días	0.453	1.817
Tina x tres días	0.483	1.770
Tina x cuatro días	0.460	1.700
Tina x cinco días	0.447	1.680
Media	0.46	1.85
Testigo Vs Resto	0.45 NS	1.78NS
Tukey al 5%		

** Significativo al 1% de probabilidades

NS No significativo

El grafico 4.13 muestra la evolución de la concentración de teobromina en los diferentes fermentadores, donde se observa un aumento al segundo día para después disminuir progresivamente, logrando una media de 10% de disminución al final de la fermentación, superior a la reportada por INIAP (2006) y Hasing (2004), al evaluar cacao CCN-51 y cacao fino, pero inferior a la encontrada por Espín *et al.*, (2007), en cacaos finos y de fincas comerciales.

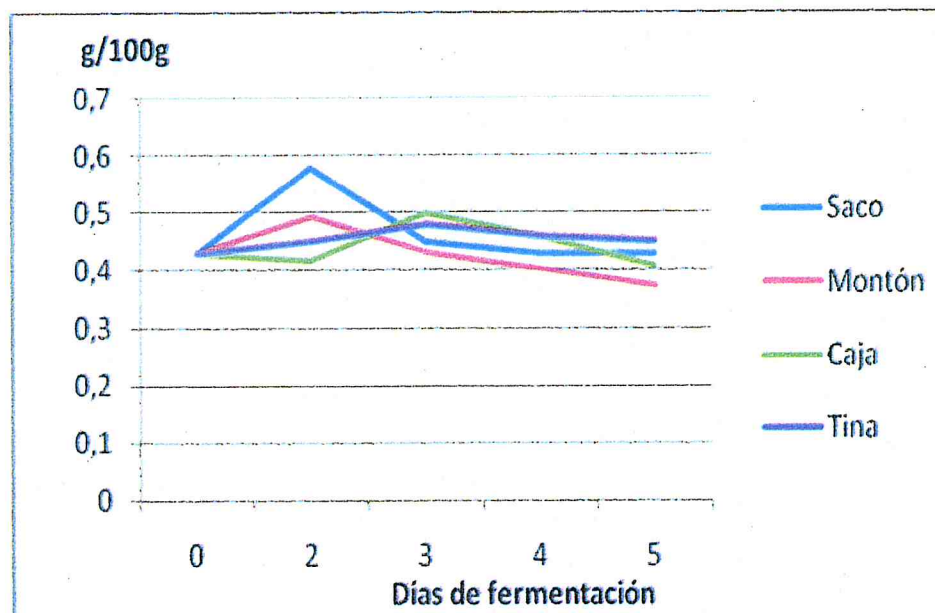


Grafico 4.13 Evolución del contenido de teobromina en los diferentes fermentadores

En las localidades (grafico 4.14) se observa que en Rio Chico y Chone obtuvieron un comportamiento similar con una disminución del 20% de teobromina, a diferencia de Calceta que obtuvo un aumento de 36% al segundo día y terminó al final de la fermentación con 17% de aumento. Igual que la cafeína por ser ambos alcaloides, se los asocia a factores genéticos, estado de madurez de las almendras y factores ambientales.

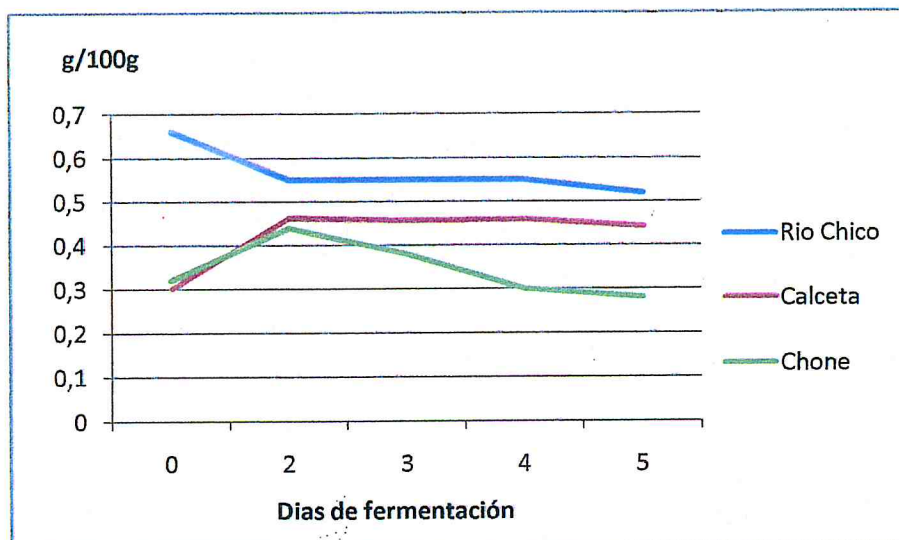


Grafico 4.14 Evolución del contenido de teobromina en las diferentes localidades

4.3. Difusión

El grafico 4.15 muestra el número de participantes por localidad, donde se realizó la capacitación, la que fluctuó entre 7 y 50 asistentes en Delicias (Bolívar) y el colegio Tablada de Sánchez (Chone), con una media de participación de 17.9. Las capacitaciones fueron realizadas en los cantones Bolívar, Chone, Portoviejo, Santa Ana y Rocafuerte. El número de participación por cantón se muestra en el grafico 4.16, donde vemos que en Chone y Bolívar se obtuvo una mayor participación, con respecto a los cantones Rocafuerte, Portoviejo y Santa Ana, esta diferencia marcada se puede deber a que en los dos primeros se contactó mayor número de organizaciones formadas y consolidadas, además de ser sectores tradicionalmente productores de cacao con mayor área sembrada.

Las localidades de los cantones Bolívar y Chone constituyeron el 71.4% del total con cinco localidades en cada cantón, los que tuvieron una media de participantes de 17.4 y 20.4 respectivamente. El gráfico 4.16 ilustra el número de participantes por cantones.

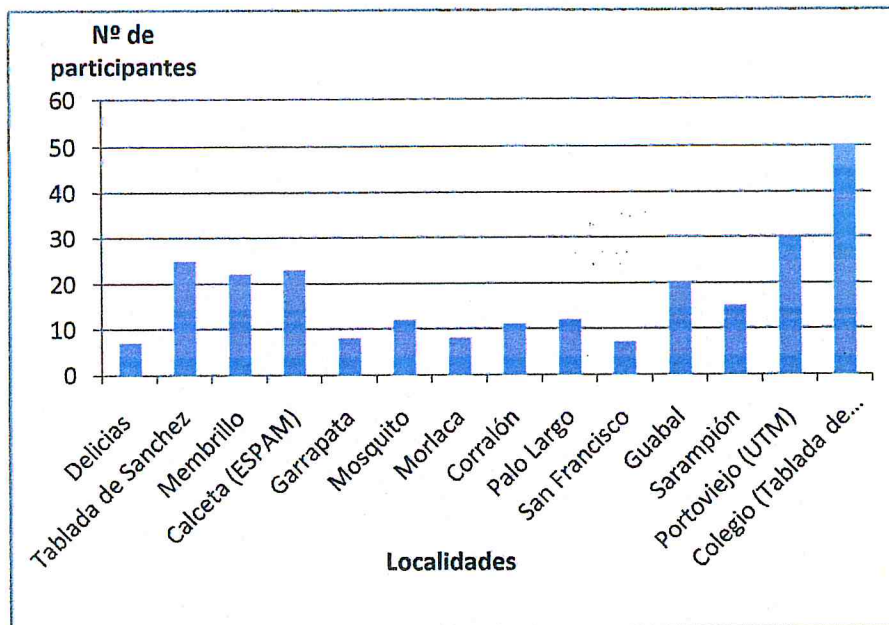


Grafico 4.15 Número de participantes en la capacitación en Beneficio de cacao por localidad

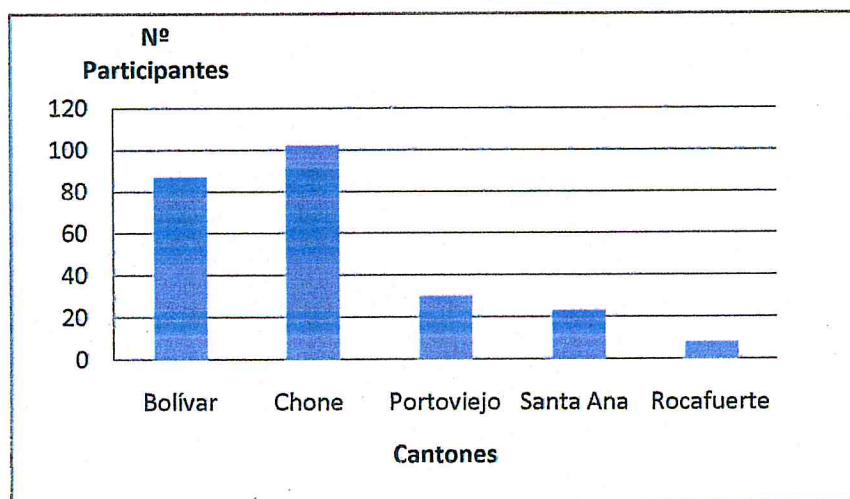


Grafico 4.16 Número de participantes en la capacitación en Beneficio de cacao por cantón.

La capacitación se la realizó tanto a productores como a estudiantes de colegios y universitarios agropecuarios los que tuvieron un porcentaje de participación de 58.8% y 41.2% en su orden (grafico 4.17). Sin embargo, se encontró una media de participación mayor en los estudiantes con 34.3 a diferencia de 13.26 que

obtuvieron los productores. Así mismo, el género tuvo una participación del 20% que refleja la integración de la mujer a la actividad agrícola.

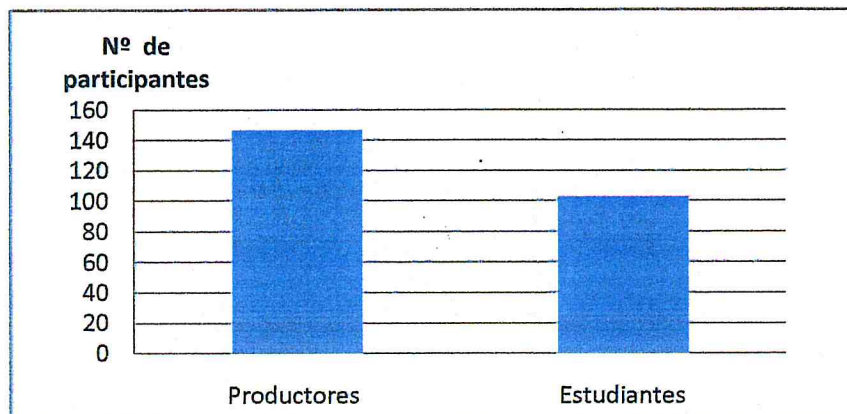


Grafico 4.17 Número de estudiantes y productores participantes en la capacitación en Beneficio de cacao.

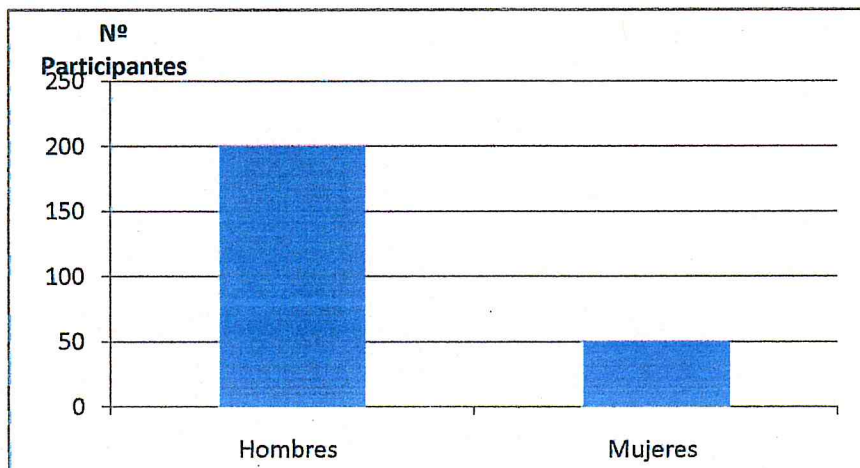


Grafico 4.18 Número de hombres y mujeres participantes en la capacitación en Beneficio de cacao.

4.4. Estimación de costos

Para realizar la estimación de costos se tomó en cuenta la producción de 1000kg de cacao seco por hectárea, utilizando los tratamientos en estudio.

El cuadro 4.4 muestra los costos de fermentar cacao en los diferentes tratamientos, donde se aprecia que el total fluctúa entre 60 y 121.65 dólares americanos. En el subtotal se observa diferencias por efecto del costo del fermentador, siendo más económicos los sacos seguidos por el montón. Entre la caja de madera y la tina de plástico solo existe una ligera diferencia. Además, vemos que a excepción del montón se necesitaría de cinco recipientes individuales para cubrir el requerimiento de la producción.

Cuadro 4.4 Costo de fermentar cacao en una hectárea con una producción de 1000kg de cacao seco utilizando los tratamientos en estudio del proyecto “Efecto del tipo de fermentador y tiempo de fermentación sobre la calidad del cacao de ascendencia Nacional en tres localidades de Manabí”.

Tratamientos	Costos Variables						
	Fermentador			Mano de obra			Total
	C.U (USD)	Cant	Subtotal	C.U (USD)	Cant	Subtotal	
Saco x dos días	2	5	10	5	10	50	60
Saco x tres días	2	5	10	5	12	60	70
Saco x cuatro días	2	5	10	5	14	70	80
Saco x cinco días	2	5	10	5	16	80	90
Montón x dos días	20	1*	20	5	10	50	70
Montón x tres días	20	1*	20	5	12	60	80
Montón x cuatro días	20	1*	20	5	14	70	90
Montón x cinco días	20	1*	20	5	16	80	100
Caja x dos días	8,33**	5	41,65	5	10	50	91,65
Caja x tres días	8,33**	5	41,65	5	12	60	101,65
Caja x cuatro días	8,33**	5	41,65	5	14	70	111,65
Caja x cinco días	8,33**	5	41,65	5	16	80	121,65
Tina x dos días	8	5	40	5	10	50	90
Tina x tres días	8	5	40	5	12	60	100
Tina x cuatro días	8	5	40	5	14	70	110
Tina x cinco días	8	5	40	5	16	80	120

*Tablero de madera en el cual se coloca la masa a fermentar

** El costo de inversión de la caja de madera es de USD 25, por tener una vida útil de tres años su costo anual es de USD 8.33.

En el subtotal2 vemos que los costos por mano de obra tienen un crecimiento progresivo por efecto del aumento de los días de fermentación ya que es

necesario realizar volteos diarios. Sin embargo, estos valores pueden ser optimizados, tomando en cuenta las recomendaciones de otros autores que mencionan diferentes tiempos de volteos.

2.5. DATOS COMPLEMENTARIOS

Temperatura. El grafico 4.19 presenta la curva de tendencia de la temperatura en los diferentes fermentadores, vemos que inicia con una media de 29.9°C y alcanza el pico máximo en el tercer y cuarto día con 47.5°C similares a las encontradas por Navarrete, (1992) utilizando cajas y montón como fermentadores.

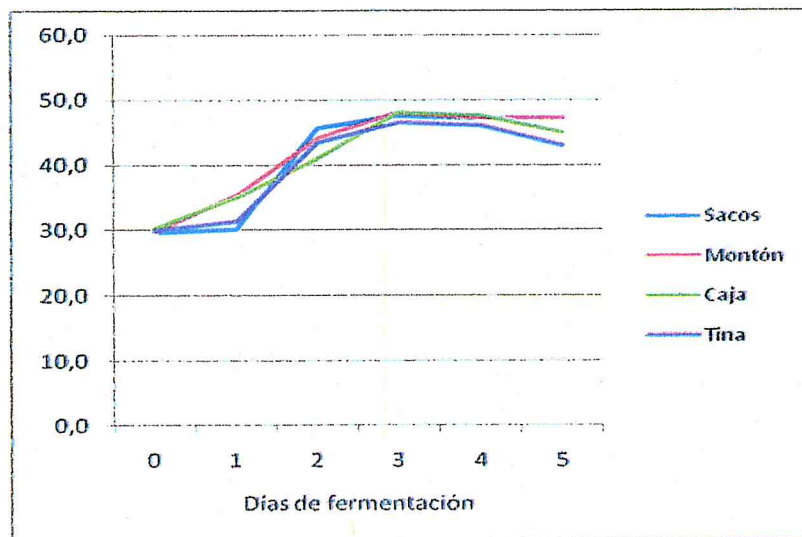


Grafico 4.19 Temperaturas obtenidas en los diferentes fermentadores.

Podemos notar que los fermentadores montón y tina plástica en el primer día, tuvieron similar temperatura que la inicial lo que indica que no ha iniciado en su plenitud la fermentación, a diferencia de los demás que aumentaron entre 4 y 5°C. En los días cuarto y quinto vemos un leve descenso en ciertos fermentadores, esta disminución en la temperatura es producto que los microorganismos se han consumido el sustrato presente en la almendra y que la fermentación ha

terminado (Pérez, 2006). De acuerdo a este criterio Jiménez, (2007), menciona que la fermentación solo debe durar de tres a cuatro días en el caso de cacao Nacional. Esto justifica el olor desagradable de la masa en fermentación al quinto día aunque gran parte se eliminó durante el secado, este olor es característico de una sobre fermentación (Pérez, 2006).

Grasa. En el grafico 4.20, se muestra el porcentaje promedio de grasa durante la fermentación, se observa que no existe una influencia del tiempo de fermentación. Los valores encontrados fluctuaron entre 47, 7 y 51.4%, los cuales se ajustan a los encontrados por INIAP (2005). El interés del contenido de grasa en las almendras de cacao es mayor cuando éste es utilizado para la industria de cosméticos, en cambio el cacao ecuatoriano es utilizado principalmente para la industria chocolatera.

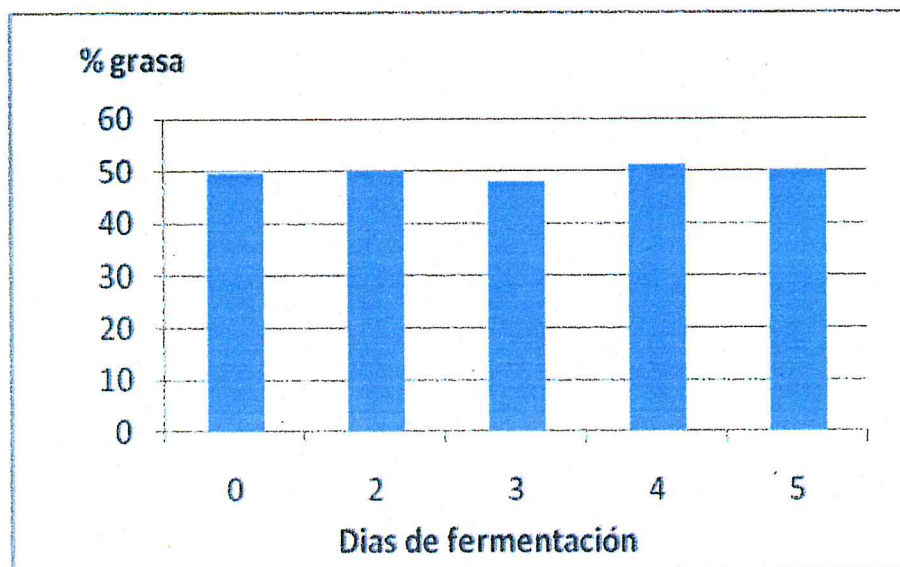


Grafico 4.20 Contenido de grasa en almendras de cacao de ascendencia Nacional

pH. El en grafico 4.21 se observa los valores encontrados en las almendras de cacao, los mismos que le dan una condición de acidez. Navarrete, (1992) obtuvo

resultados similares al evaluar cacao Nacional. Los valores demuestran que en el día cero (sin fermentar) existió una mayor acidez, a diferencia de los días posteriores que disminuyó levemente. Podríamos confundirnos y decir que se obtuvo almendras acidas, por el contrario se tiene una baja acidez. Sin embargo, esto solo podría ser corroborado por el análisis sensorial.

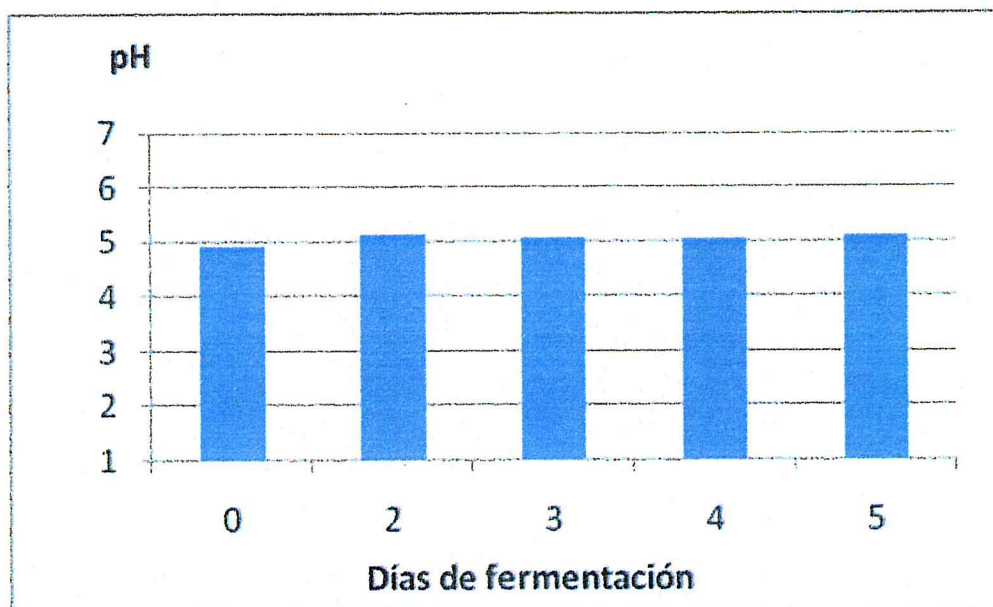


Grafico 4.21 Valores promedios del pH en las almendras de cacao de ascendencia Nacional durante la fermentación

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los factores estudiados influyeron positivamente en la calidad del cacao de ascendencia Nacional.
2. Los fermentadores en estudio tuvieron una mayor influencia en las variables físicas.
3. El porcentaje de fermentación aumentó progresivamente hasta el final de la fermentación, siendo más acelerado hasta el tercer día, periodo en el que se produce alrededor del 85% de la misma.
4. En el quinto día de fermentación utilizando caja de madera se obtiene los mayores porcentajes de fermentación y menor porcentaje de granos violetas.
5. Los granos violeta tienen una disminución del 80% durante los cinco días de fermentación, que igual al porcentaje de fermentación su mayor influencia estuvo en los tres primeros días.
6. Los granos pizarrosos se vio afectados por el factor tipo de fermentador encontrándose menores promedios (7.66%) en el saco de cabuya. Cabe mencionar que no hay respaldo bibliográfico para confrontar este resultado.
7. El contenido de polifenoles fue afectado por el tiempo de fermentación, independientemente del tipo de fermentador, disminuyendo el 51.25% en su concentración al final de la fermentación.
8. Los alcaloides teobromina y cafeína, presentaron una disminución en su concentración de 10 y 4.6% respectivamente al final de la fermentación.

9. A diferencia de las anteriores variables químicas, la acidez volátil no presentó una tendencia definida durante la fermentación, sin embargo, se encontró un aumento del 27% al final de la fermentación con respecto a su inicio.
10. La difusión de los resultados a 250 beneficiarios entre productores y estudiantes ayudará a mejorar la calidad del cacao ecuatoriano.
11. Los datos complementarios no se vieron afectados por los factores en estudio.

Con base a estas conclusiones se recomienda.

1. Fermentar durante cinco días como máximo, preferiblemente en cajas de madera para alcanzar requerimientos óptimos de calidad.
2. Efectuar un estudio que corrobore la influencia del tipo de fermentador y la presencia de granos pizarrosos.
3. Estudiar la influencia ambiental y genética en la concentración de los compuestos químicos analizados en esta investigación.
4. Extender la difusión de resultados a otros actores de la cadena productiva del cacao.
5. En futuras investigaciones sobre el Beneficio del cacao incluir análisis sensorial por expertos en determinación de calidad organoléptica.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Armijos, A. 2002. Características de acidez como parámetros Químico de calidad en muestras de cacao (*Theobroma cacao* L) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación. Tesis Dr. Química. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Quito EC. p. 75.
2. Bastide, P. 1987. Evolution et métabolisme des composés phénoliques des fèves de cacao durant leur développement au cours de la croissance et de la maturation du fruit de *Theobroma cacao* L. Thèse de Doctorat, Physiologie et Biologie des Organismes et des Populations, Université de Montpellier II, FR. p. 147.
3. BCE (Banco Central del Ecuador). 2007. Dirección general de estudios: información estadística mensual. Quito, EC. p. 49-51.
4. Calderón L. 2002 Evaluación de los compuestos fenolicos del cacao (*Theobroma cacao* L) fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación en relación con la calidad: Tesis Lic. Química. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, Quito, EC. p. 84.
5. Clapperton, J. 1993. Genetic variation in cocoa flavour. 11ème Conf. Inter. Rech. Cacaoyère, Yamoussoukro (Côte d'Ivoire), p. 49-754.
6. Cros, E. 1997. Factores condicionantes de la calidad del cacao. (en línea). Venezuela. Consultado, 20 de nov. 2007. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.cacao.sain.info.ve/memoria>.

7. Deacon, J W. 1993. Introducción a la micología moderna. México DF, MX. Lizuma, p. 137.
8. Enríquez, G. 1989. Contribución del material genético del cacao y el ambiente a la calidad y al sabor del chocolate. San José, CR. p. 15-27.
9. _____ 1998. Como mantener la calidad y el aroma en el mercado de cacao fino. Agencia de cooperación técnica en Costa Rica, IICA. San José. CR. p. 48.
10. _____ 2003. El cultivo orgánico de cacao bajo el concepto de calidad total. (en línea). Quevedo, EC. Consultado, 4 de ene. 2008. Formato (htm). Disponible en: <http://www.lateinamerika-inportdesk>.
11. _____ 2004. Cacao orgánico: guía para productores ecuatorianos. Quito, EC. p. 360.
12. Espin, S; Samaniego, I; Wakao, H y Jimenez, J. 2007. La relación Teobromina/cafeína asociada a la calidad de cacao ecuatoriano. Memorias del VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos. Riobamba, EC. P. 107 - 109.
13. Graziani de Fariña, L; Portillo, E. y Betancourt, E. 2005. Efectos de algunos factores pos-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao. (en línea). Venezuela. Consultado, 5 de ene. 2008. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.ve>.
14. Gutiérrez, C y Salazar, B. 1984. Comparación de tres modalidades de fermentación en camillas. 9º Conferencia internacional de investigaciones de cacao. Lome, TG. p 661.

15. Hasing, M. 2004. Estudio de la variación en los contenidos de polifenoles y alcaloides en almendras de cacao por efectos de los procesos de fermentación y tostado. Tesis. Dr. Bioquímica Farmacia. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba. EC. p. 116.
16. Hill, J W. y Kolb, D K. 1999. Química par el nuevo milenio. México. 8º ed. p. 704.
17. INEC, 2002. Instituto Nacional de estadísticas y censo. Tercer censo agropecuario en el Ecuador. p. 240
18. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2006. Cacao en grano requisitos. Quito, EC. p. 4.
19. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2003. Informe Técnico Anual. Programa de café y cacao. Portoviejo, EC. p. 4-5
20. _____ 2005. Identificación de polifenoles junto con las antocianinas y sus componentes usando HPLC. Informe Anual Técnico Departamento de Nutrición, y Calidad. Estación Experimental Santa Catalina. Quito EC p 6- 7.
21. _____ 2006. Efecto de diversos procesos de fermentación sobre los componentes químicos del cacao CCN – 51 presecado. In. Informe Anual Técnico. Departamento de Nutrición y Calidad. Estación Experimental Santa Catalina. Quito EC. p. 160 – 166.
22. _____ 2007. Diagnóstico Participativo: Validación, transferencia de tecnología y capacitación para el mejoramiento de la producción,

productividad y calidad del cacao en Manabí. Portoviejo. EC. *En prensa*

23. _____ 2009. Nuevos clones de cacao nacional para la zona central de Manabí. Boletín Divulgativo N° 346. Estación Experimental Pichilingue. Quevedo. EC. p. 1-5
24. Jeanjean, N. 1995. Influence du genotype, de la fermentation et de la torrefaction sur le developpement de l'arôme cacao. These de doctorat. Universite Montpellier II. Montpellier-FR. p. 202.
25. Jiménez, J. 2008. Evaluación sensorial del cacao. Memorias del Seminario Taller sobre Fermentación, secado y evaluación sensorial del cacao. Quevedo EC p. 20 – 35.
26. Liéndo, J. y Marín R, 2006. Practicas poscosecha y de almacenamiento del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el estado de Miranda Venezuela. (en línea). Miranda, Ve. Consultado, 4 de ene. 2008. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.revfacagronluz.org.ve>.
27. Loor, R y Amores, F. 2002. Explorando la variabilidad del cacao tipo Nacional para identificar clones elites. Revista Sabor Arriba. (N°4). s.p.
28. López, A S. Flávia, M. y Pasos, L. 1984. Factores que influyen en la acidez de la almendra del cacao-fermentación, secado y la microflora. 9º Conferencia internacional de investigaciones en cacao. Lome, TG. p. 702.
29. Naimeke, J. 1984. Calidad del cacao: información sobre la utilización de cubetas y lonas de plásticos. 9º Conferencia internacional de investigaciones de cacao. Lome, TG. p. 666.

30. Navarrete, J. 1992. Evaluación de tiempo y métodos de fermentación con diferentes volúmenes de cacao (*Theobroma cacao* L.) de ascendencia nacional para condiciones tropicales húmedas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo EC. p. 72.
31. Palacios, A. 2008. Establecimiento de parámetros (físicos, químicos y organolépticos) para diferenciar y valorizar el cacao producido en dos zonas identificadas al norte y sur del Litoral Ecuatoriano. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Ingeniería Agronómica. Portoviejo EC. p. 193.
32. Pérez P, R. 2006. Post-cosecha y beneficio: Modulo post-cosecha Programa de capacitación en la cadena de cacao. Unidad 3. p. 8-20
33. Porter, L.J., Ma Z. y Chan B.G. 1991. Cocoa procyanidins: major flavonoids and identification of some minor metabolites. *Phytochem.* s.p. p. 30, 1657-1663.
34. Portillo, E. Graziani de Fariña, L. Betancourt, E. y Cros, E. 2005. Efectos de los tratamientos poscosecha sobre la temperatura y el índice de fermentación en la calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) en el sur del Lago de Maracaibo. (en línea). Venezuela. Consultado, 4 de ene. 2008. Disponible en: <http://www.biblioteca.universia.net>.
35. Portillo, E. Graziani de Fariñas, L. y Cros, E. 2006. Efectos de algunos factores pos-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao* L.). (en línea). Zulia, Ve. Consultado, 15 de nov. 2007. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.revfacagronluz.org.ve>.

36. Quinteros, L. y Díaz, M. 2004. El mercado mundial del cacao. (en línea). Mérida, Ve, Agroalimentaria. Consultado, 18 de dic. 2007. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve>.
37. Radi, C. 2005. Estudio sobre los mercados de valor para el cacao Nacional de origen y con certificaciones. (en línea). Consultado, 25 de nov. 2007. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.eco-index.org>.
38. Ramírez, P. 2006. estudio de caso: estrategia de fomento la cadena de cacao en Ecuador. (en línea). Ecuador, IICO. Consultado, 18 de dic. 2007. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.ecuadorcocoaarriba.com>.
39. Recalde, A. 2007. Evaluación del efecto del procesado y tiempo de fermentación en los contenidos de polifenoles, alcaloides y ácidos volátiles en dos genotipos de cacos. Tesis Dr. Químico. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas. Quito, EC. p. 79.
40. Roche, G. Cuello, J. Hiciano, V. Cárdenas, AF. Mendes, A L. y Domíndez, P. 1987. Mejoramiento de la calidad del cacao en la República Dominicana. 10º Conferencia Internacional de Investigaciones en Cacao. Santo Domingo, RD. p. 802.
41. Rodríguez, N. 2006. Beneficio del cacao. Facultad de Agronomía de U.C.V. Departamento e Instituto de Agronomía. VE. p. 25-27
42. Rosero, L. 2002. La ventaja comparativa del cacao ecuatoriano. Apuntes de economía. en (línea). Ecuador. Consultado, 19 de dic. 2008 Formato (PDF). Disponible en: <http://wwwbde.fin.ec>

43. Seiki, K. 1973. Chemical changes during cocoa bean fermentation using the tray method in Nigeria. *Rev. Int. Choc.* p. 28, 38-42.
44. Soria V, J. 2004. Breve historia del cultivo de cacao en el Ecuador. Quito, EC, MAGAP. p. 1.
45. Solórzano, G. 2008. Podas en el Cacao. Portoviejo. EC. (comunicación personal). Abril 3. 2008.
46. Vallejo, S. y Quingaísa, E. 2004. Documento técnico para la competitividad de la cadena cacao: nota de competitividad por producto, área de políticas, comercio y agronegocios. (en línea). Ecuador. Consultado, 19 de dic. 2008. Formato (PDF). Disponible en: <http://www.iica-ecuador.org>.
47. Vander-Horst, N. 1984. Determinación del tiempo óptimo y número de remociones en la fermentación del cacao en caja. 9º Conferencia internacional de investigaciones en cacao. Lome, TG. p. 657.
48. Vera, H. 2009. Calidad del cacao. Calceta. EC. (comunicación personal). Marzo 10. 2008.
49. Vera, J. (1993). Manual del cultivo de cacao. Quevedo, EC, INIAP. p. 1-128.
50. Villeneuve F., Cros E., Macheix J. J. 1989. Recherche d'un indice de fermentation du cacao. III. Evolution des flavan-3-ols de la fève. *Café, Cacao, Thé*, pp. 33, 165-170.
51. Wakao, H. 2002. Estudio de la variación del contenido en cacao (*Theobroma cacao* L) de producción nacional durante el proceso de

beneficio. Tesis Lic. Pontifica Universidad Católica del Ecuador.
Química Facultad. Quito. EC. p. 79

52.Zambrano, O. 2008. Calidad del cacao manabita. Portoviejo. EC.
(comunicación personal). Marzo 15. 2008.

ANEXOS

ANEXO 1.
CUADRADO MEDIO DE LAS VARIABLES ANALIZADAS.

F.V	G.L	Variables físicas				Variables químicas			
		Porcentaje de granos fermentados	Porcentaje de granos violetas	Porcentaje de granos pizarrosos	Polifenoles	Acidez volátil	Teobromina	Cafeína	
FACTOR A	3	241.24**	304.72**	36.36*	34.1NS	0.084NS	0.013NS	0.006NS	
FACTOR B	3	229.97**	2416.5**	2.03NS	950.22**	0.106*	0.226**	0.012NS	
INTERACCIONES AxB	9	62.43**	85.48**	25.2*	60.97NS	0.047NS	0.022NS	0.006NS	
TESTIGO VS RESTO	1	8808.48**	6127.09**	16.83NS	7205.2**	0.09NS	0.003NS	0.005NS	
ERROR	32	18.42	8.63	10.63	10677	0.03	0.026	0.006	

ANEXO 2.
CARACTERÍSTICAS DEL GRANO FERMENTADO Y SIN
FERMENTAR.



ANEXO 3.
**CAJA DE MADERA Y MONTON UTILIZADOS EN EL PROCESO
DE FERMENTACIÓN.**

