



**UNIVERSIDAD
ESTATAL DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**EFFECTO DEL DISEÑO DE LA CAJA Y TIPO DE MADERA UTILIZADA,
EN EL PROCESO FERMENTATIVO DEL GRANO DE CACAO
(*Theobroma cacao L.*), CANTON LAS NAVES, PROVINCIA DE
BOLIVAR**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD
ESTATAL DE BOLÍVAR, A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE,
ESCUELA DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

AUTOR:

DIOMEDES NEBARDO GAIBOR ERAZO

DIRECTOR DE TESIS

ING. JUAN GAIBOR

GUARANDA - ECUADOR

2010

EFFECTO DEL DISEÑO DE LA CAJA Y TIPO DE MADERA UTILIZADA,
EN EL PROCESO FERMENTATIVO DEL GRANO DE CACAO
(*Theobroma cacao L.*), CANTON LAS NAVES, PROVINCIA DE BOLIVAR

REVISADO POR:

ING. JUAN GAIBOR
DIRECTOR DE TESIS

ING. DANILO MONTERO
BIOMETRISTA

APROBADO POR:

DRA. HERMINIA SANAGUANO
ÁREA DE REDACCION TECNICA

ING. MARIA RUILOVA
ÁREA TECNICA

DEDICATORIA

A Dios por proveerme la sabiduría y capacidad ineludible para siempre salir adelante y así concluir una fase de mi vida como estudiante.

A mis queridos padres, esposa y a todas las personas que de una u otra manera supieron apoyarme moral y económicamente, para poder culminar una etapa importante en mi vida como profesional.

AGRADECIMIENTO

Al culminar este trabajo de investigación previo a la obtención del título, de Ingeniero Agroindustrial doy gracias a Dios y a la Universidad Estatal de Bolívar, por haberme dado la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y en especial al Director de la Tesis Ing. Juan Gaibor, Ing. Iván García y al Ing. Marco Arellano por compartir sus sabios conocimientos, los mismos que serán la base para futura proyecciones.

INDICE DE CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
CAPITULO I	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 HIPOTISIS	4
CAPITULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CACAO	5
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	6
2.3 MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA	6
2.4 EL CACAO EN EL ECUADOR	7
2.4.1 NIVEL TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN	7
2.4.2 COSTOS Y RENTABILIDAD	7
2.4.3 REGIONALIZACIÓN DEL CULTIVO	8
2.4.3.1 LA ZONA NORTE	8
2.4.3.2 LA ZONA CENTRAL	8
2.4.3.3 LA ZONA SUR	9
2.4.4 VARIEDADES	10
2.4.5 MATERIAL DE REPRODUCCIÓN	11
2.5 EL CACAO EN LA ZONA DE LAS NAVES	12
2.6 BENEFICIOS DEL CACAO	12
2.7 COSECHA DEL CACAO	13
2.7.1 COSECHA	13

2.7.2 RECOLECCIÓN.....	14
2.7.3 QUIEBRA	14
2.7.4 FERMENTACIÓN.....	15
2.7.4.1 ASPECTOS A CONSIDERAR	15
2.7.4.2 PROCESO DE FERMENTACIÓN.....	16
2.7.4.3 FERMENTACIÓN ACÉTICA	18
2.7.4.4 FERMENTACIÓN DE LA PULPA.....	19
2.7.4.5. FALTA DE FERMENTACIÓN	19
2.7.4.6 MÉTODOS DE FERMENTACIÓN DEL CACAO	20
2.7.4.6.1 EN MONTONES	20
2.7.4.6.2 EN SACOS.....	21
2.7.4.6.3 EN CAJAS.....	22
2.7.4.6.3.1 CONSTRUCCIÓN DE CAJONES FERMENTADORES	22
2.7.4.6.3.2 VENTAJAS DEL FERMENTADOR TIPO CAJON	27
2.7.4.6.3.3 DESVENTAJAS DEL FERMENTADOR TIPO CAJON	27
2.7.4.6.4 MÉTODO DE ROHAN	27
2.7.4.7 TIPOS DE MADERA PARA FERMENTACION DE CACAO	28
2.7.4.7.1 LAUREL.....	28
2.7.4.7.2 CAÑA GUADUA.....	29
2.7.4.7.3 GUAYACÁN.....	30
2.7.4.8 VOLTEAR LOS GRANOS DE CACAO	31
2.7.5 SECADO DE LAS ALMENDRAS DE CACAO.....	31
2.7.5.1 AI SOL	32
2.7.5.2 ESTUFAS ARTIFICIALES	33
2.7.5.3 SECADORAS ARTIFICIALES CON LEÑA	33
2.7.6 LIMPIEZA Y SELECCIÓN DEL GRANO DE CACAO.....	33
2.7.7 ALMACENAMIENTO	34
CAPITULO III	36
MATERIALES Y METODOS	36
3.1. MATERIALES.....	36

3.1.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1.2. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.1.3 SITUACIÓN GEOGRAFICA Y CLIMATICA.....	36
3.1.4. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	37
3.1.5. MATERIALES UTILIZADOS.....	37
3.1.5.1 MATERIALES DE OFICINA	37
3.1.5.2 MATERIALES DE CAMPO.....	37
3.2. MÉTODOS	38
3.2.1 FACTORES EN ESTUDIO.....	38
3.2.3. TRATAMIENTOS	39
3.2.3.1 COMBINACIONES A X B	39
3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO	39
3.2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	39
MODELO MATEMATICO.....	39
3.2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
3.2.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
FLUJO DEL PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE LAS ALMENDRAS DE CACAO.....	42
3.2.8.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.2.8.2. TOMA DE MUESTRAS.....	45
3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A EVALUARSE.....	45
3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO.....	45
3.3.1.1 TEMPERATURA	45
3.3.1.2 ÍNDICE DE FERMENTACIÓN	46
3.3.2 ANÁLISIS QUÍMICO	46
3.3.2.1 HUMEDAD	46
3.3.2.2 pH	46
3.4 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.	46
3.4.1 APARIENCIA DEL PRODUCTO.....	46

CAPITULO IV	47
4.1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN	47
4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	47
4.1.1.1 TEMPERATURA	47
4.1.1.2 INDICE DE FERMENTACIÓN	51
4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	54
4.1.2.1 HUMEDAD	54
4.1.2.1.1 HUMEDAD TESTA	54
4.1.2.1.2 HUMEDAD COTILEDÓN	56
4.1.2.2 pH	58
4.1.2.2.1 TESTA	58
4.1.2.2.2 COTILEDÓN.....	60
4.1.2.3 % FERMENTACIÓN PARCIAL.....	63
4.1.2.4 % DE FERMENTACIÓN BUENA	65
4.1.2.5 PESO DE 100 ALMENDRAS	67
4.1.2.6 ANALISIS ORGANOLEPTICO	70
CAPITULO V	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. CONCLUSIONES	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	73
CAPITULO VI	74
RESUMEN SUMMARY	74
6.1. RESUMEN	74
6.2. SUMMARY.....	76

CAPITULO VII	78
BIBLIOGRAFIA	78
ANEXOS	82

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro No. 1. Distribución geográfica de las plantaciones de cacao por zonas y provincias año 2000.	10
Cuadro No. 2. Diferencia entre almendras secas fermentadas y sin fermentar.....	20
Cuadro No. 3. Análisis de varianza para la temperatura	48
Cuadro No. 4. Análisis de varianza para el porcentaje de fermentación .52	52
Cuadro No. 5. Análisis de varianza para la humedad de la testa	55
Cuadro No. 6. Análisis de varianza para la humedad del cotiledón	56
Cuadro No. 7. Análisis de varianza para el pH testa	58
Cuadro No. 8. Análisis de varianza para el pH cotiledón	61
Cuadro No. 9. Análisis de varianza para el % de fermentación parcial ...	63
Cuadro No. 10. Análisis de varianza para el % de fermentación	65
Cuadro No. 11. Análisis de varianza para el peso de 100 almendras (g) 67	67
Cuadro No. 12. Análisis de varianza organoléptico	70
Cuadro No. 13. Resultado análisis económico del mejor tratamiento a0b0	71

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Foto 1. Cajones listos para ser curados con baba de cacao	87
Foto 2. Curado de los cajones	87
Foto 3. Cajones listos para el proceso de fermentación	88
Foto 4. Tumba de cacao nacional	88
Foto 5. Clasificación de las mazorcas cosechadas	89
Foto 6. Ruptura de las mazorcas cosechadas	89
Foto 7. Sacada de las almendras	90
Foto 8. Vaciado de las almendras libre del maguey	90
Foto 9. Transporte de las almendras	91
Foto 10. Pesada de las almendras	91
Foto 11. Vaciado de las almendra en los cajones	92
Foto 12. Cajones llenos de las almendras	93
Foto 13. Tapado de las almendras	93
Foto 14. Cajones cubiertos	94
Foto 15. Toma de temperatura	94
Foto 16. Toma de datos	95
Foto 17. Remoción de las almendras	95
Foto 18. Almendras fermentadas previas al secado	96
Foto 19. Almendras previas al secado	96
Foto 20. Almendras en proceso de secado	97
Foto 21. Recogida de las almendras	97
Fotos 22. Resultados de los tratamientos fermentados y secos	98

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. CROQUIS DEL LUGAR DEL ENSAYO.....	83
ANEXO B. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS.....	84
ANEXO C. FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO	87
ANEXO D. FORMULARIO DE EVALUACION SENSORIAL	101
ANEXO E. METODOS DE EVALUACION Y DATOS A EVALUARSE ...	102
ANEXO F. MANUAL TECNICO PARA LOS AGRICULTORES	105

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

En el Cantón Las Naves existen alrededor de 800 has de cacao (*Teobroma cacao* L.) en producción, las mismas que están asociadas entre cacao fino de aroma y la variedad CCN51, siendo esta última cultivada en una mayor escala, la superficie ya señalada es explotada por alrededor de 400 agricultores que se encuentran distribuidos a lo largo y ancho de la zona.

Originalmente el cultivo de cacao tuvo su apogeo en la zona de Vinces, en la provincia de los Ríos y en la Provincia de Bolívar.

En la actualidad este cultivo se ubica a nivel nacional. Según los datos del último censo Agropecuario fue en 1998 existen 243,059 hectáreas de cacao, como cultivo solo y 190.919 hectáreas de cultivo asociado. En la superficie únicamente de cacao, la provincia de Los Ríos abarca el 24.1 %, Guayas el 21.08 % y Manabí el 21.63 %, en tanto que la provincias de Esmeraldas y El Oro participan con el 10.09 % y 7.62 %, respectivamente; la diferencia se encuentra en el resto de provincias del callejón interandino y la Amazonía. En lo referente al cultivo asociado, casi de manera similar, alrededor del 80 % se encuentra ubicado en el litoral y la diferencia en el resto de provincias. De las 58.466 upas de cultivo solo de cacao, el 50 % son pequeñas, es decir que van de 1 hasta las 10 hectáreas, el 17 % upa de hasta 20 hectáreas, el 20 % hasta 50 hectáreas y la diferencia mayores de 50 hectáreas. En cuanto al cultivo asociado, de las 38.360 upas, el 49 % son de 1 a 10 hectáreas, el 20.35 % de 10 hasta 20 hectáreas, el 20.66 % de 20 a 50 hectáreas y la

diferencia son unidades de producción agropecuaria de cacao superiores a esta última extensión.

Las proyecciones indican que la producción mundial de cacao tendrá una tasa de crecimiento anual de 2,2 % 1998-2000 hasta 2010, comparado a una tasa de 1,7 % en los diez años anteriores, y llegará a 3,7 millones de toneladas. Durante el mismo período, la participación de África en la producción mundial debería de decrecer ligeramente de 69 % a 68 %, mientras que la del Lejano Oriente se mantendría, según las proyecciones, en 18 %, y la de América Latina y el Caribe en 14 %.

El Ecuador ha sido tradicionalmente uno de los países más grandes productores de cacao fino y de aroma. La actividad agrícola dedicada al cultivo de cacao tiene una historia relevante en la economía nacional; este producto conocido además como la Pepa de oro, dominó varias décadas en la generación de divisas para el país, dando lugar al apareamiento de los primeros capitales y desarrollando sectores importantes como la banca, la industria y el comercio.

La calidad de los granos de cacao, depende, entre otros factores, de la variedad y del proceso de fermentación (PF), etapa necesaria para inducir los cambios bioquímicos en el grano que producen los precursores del aroma y sabor a chocolate al beneficiar el cacao.

La metodología aplicada en el proceso afecta la fermentación, bien sea por el diseño del fermentador empleado, el tipo de madera de dicho fermentador y las dimensiones del mismo, además el volumen de la masa y volteo de los granos. Todos estos factores mencionados son necesarios para obtener un producto de buena calidad, y por ende obtener un mejor precio en el mercado.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar el efecto de dos diseños de cajas construidos con tres tipos de madera en los cambios físicos, químicos y organolépticos en el proceso fermentativo de los granos de cacao.

Objetivos Específicos

- Establecer cuál de los tipos de madera es el mejor para el proceso de fermentación.
- Determinar cuál de los diseños de fermentadores es el mejor para el proceso de fermentación de cacao en la zona.
- Analizar las características físicas, químicas y organolépticas.
- Realizar el análisis económico del mejor tratamiento.
- Elaborar un manual técnico dirigido a productores.

1.3 HIPOTISIS

Se estableció que el cacao fermentado utilizando dos diseños de cajas y tres tipos de madera presentaron características de calidad similares

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CACAO

La domesticación, cultivo y consumo del cacao fueron iniciados por los indígenas toltecas, aztecas y mayas en México y Centroamérica mucho antes del descubrimiento de América. Lo consumían como una bebida llamada I, xocoatl que por su sabor amargo no agradó a Moctezuma y su gente. Su uso por los españoles comenzó en 1550 cuando unas religiosas añadieron dulce y vainilla al chocolate.

La bebida que inicialmente era consumida solamente por la corte y realeza europea, pronto pasó a uso más extendido, lo cual originó una gran demanda de la Pepa. El cultivo y exportación fueron concedidos mediante Cédula Real como exclusivos de México, Centroamérica, Venezuela y Trinidad y Tobago. Ecuador tenía la exclusividad de obrajes y lanas.

En la segunda mitad del siglo XVI fue tan rentable el negocio del cacao, que atrajo el interés de empresarios guayaquileños de cultivar este producto, a pesar de las prohibiciones establecidas mediante las Cédulas Reales. Ya en 1623, el Corregidor de Guayaquil, don Diego de Portugal, informa a la Corte de España que había un gran número de plantas sembradas en la provincia y que su producto era comercializado clandestinamente desde Guayaquil, primero por Acapulco y posteriormente, por prohibiciones desde España, salía por los puertos de Sonsonate en Nicaragua a Acapulco desde el Callao, lo cual motivó que el Cabildo de Caracas entre 1593 a 1778 elevara quejas y solicitudes al Rey y las Cortes para parar la producción y el negocio de cacao en Guayaquil, pero sin tener éxito. Finalmente, en 1789, el Rey Carlos IV

permitió, mediante Cédula Real, el cultivo y exportación de cacao desde la costa ecuatoriana.

www.paguito.com/portal/hemeroteca/origen_del_cacao.html

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

ORIGEN : América del Sur

ORDEN : Malvales

FAMILIA : Esterculiáceas

TRIBU : Bitnerieas

GENERO : Teobroma

SECCION : Teobroma

ESPECIE : Cacao

FUENTE: (Enríquez, 2002).

2.3 MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA

El cacao es un árbol que en estado silvestre puede alcanzar entre 5 y 7mts de altura dependiendo su desarrollo principalmente del medio ambiente que lo rodea, pero cuando se encuentra a nivel de plantación, los distanciamientos habitualmente utilizados no le permite desarrollar su follaje tal como lo haría libremente (Hardi, 2001).

El cacao desde su etapa de crecimiento hasta su estabilidad en producción requiere de un periodo no menor a 10 años y se dice que el tope de la curva de producción comercial rentable podría encontrarse a los 30 años de edad de una plantación aunque se han observado árboles de 80^a 100 años que aun no han entrado en la etapa de decadencia y/o plantaciones con buen manejo y promedio de producción que rebasan los 35 años; lógicamente esto ocurre en determinados casos (CORPOICA, 2000).

2.4 EL CACAO EN EL ECUADOR

2.4.1 NIVEL TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN

En el Ecuador la producción de cacao se desarrolla en 60 000 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), 75 % de las cuales tienen menos de 20 hectáreas y 40 % menos de 11 ha, en las cuales el cacao representa entre el 70 al 90 % del ingreso familiar (SICA, 2003).

La edad promedio de las huertas de cacao es de 28 años y más de la mitad se ubica en el rango de 10 a 30 años. En la provincia de los Ríos la edad promedio es de 34 años. Los índices de superficie, producción y rendimiento del cacao presentan ligeras variaciones pero con una tendencia declinante (IICA, 2000).

Comparativamente con otros países el Ecuador presenta niveles de rendimiento sumamente bajos; así por ejemplo, Indonesia, Malasia, Costa de Marfil, República Dominicana y Ghana tienen rendimientos superiores a 400 kilos por hectárea y el caso más significativo es el de Sierra Leona que tiene más de 3 TM/ha (SICA, 2003).

2.4.2 COSTOS Y RENTABILIDAD

En el país se presentan amplias variaciones de los costos de producción, puesto que dependen de tres aspectos principales: ubicación de la plantación, nivel de tecnología y sistemas de producción. Por consiguiente los costos deben establecerse para cada caso, siendo inconveniente señalar promedios nacionales o regionales. En la rentabilidad el factor determinante constituye el precio del producto, que por lo general tiene amplias variaciones de año a año, por su vinculación con la oferta mundial y los precios internacionales de Bolsa (CORPEI, 2001).

Sin embargo, en términos generales se puede decir que el costo de producción por hectárea es de alrededor de 250 dólares y el ingreso en un cultivo tecnificado puede llegar a 1 000 dólares con un rendimiento de

1 360 kg/ha. En un cultivo semitecnificado, el rendimiento se reducirá a la mitad (680 kg/ha) y los costos disminuirán un 20% especialmente por concepto de fertilización (Banco Central del Ecuador, 2006).

2.4.3 REGIONALIZACIÓN DEL CULTIVO

Las plantaciones comerciales de cacao se encuentran localizadas principalmente en la región Litoral del país, en una franja latitudinal que va desde el nivel del mar hasta 500 m.s.n.m., en la que se identifican tres zonas características: norte, centro y sur (CORPOICA, 2000).

2.4.3.1 LA ZONA NORTE:

Comprende las provincias de Esmeraldas, Manabí, las estribaciones occidentales de la Cordillera en las provincias de Pichincha y Cotopaxi. y dentro de ellas las plantaciones de cacao se ubican en:

Esmeraldas: Quinindé, Viche, Esmeraldas, San Lorenzo y Muiste;

Manabí: Chone, El Carmen, Calceta, Roca fuerte y Pichincha;

Pichincha: Santo Domingo de los Colorados;

Cotopaxi: La Maná, El Corazón y San Miguel.

Los suelos de esta zona son en su mayor parte de origen volcánico, con precipitaciones promedio de 2 000 mm anuales, concentrados en el período lluvioso de diciembre a abril, en tanto que el período seco corresponde a los meses de junio a noviembre. Se estima que en total existen 80 000 hectáreas de plantaciones de edad avanzada (MAGA, 2006).

2.4.3.2 LA ZONA CENTRAL:

Comprende la parte norte de la Cuenca del Río Guayas y la provincia de Los Ríos. Guayas: Balzar, Colimes, Santa Lucía, Urbina Jada, Los Ríos:

Vinces, Palenque, Baba, Guare, Isla Bejucal San Juan, Pueblo Viejo, sur de Ventanas, Catarama, Ricaurte, Babahoyo y Quevedo.

Esta zona tiene excelentes condiciones de suelo, fértiles y profundos. La pluviosidad promedio anual es de 1 000 mm distribuida entre los meses de diciembre a julio. El cacao proveniente de esta zona se lo conoce comercialmente como “Arriba” y tiene una extensión de plantación de aproximadamente 107 000 hectáreas. Por su potencial de producción se justifica inversiones para procesos de renovación y rehabilitación de huertos (MAGA, 2006).

2.4.3.3 LA ZONA SUR:

Corresponde a la parte sur de la provincia del Guayas y la provincia de El Oro: Guayas: Milagro, Naranjito, Naranjal, Balao Chico, Tengue; El Oro: Santa Rosa, Machala, El Guabo y Tendales.

En las estribaciones de la Cordillera Occidental, de las provincias de Bolívar (San José del Tambo), Chimborazo, Cañar y Azuay existen aproximadamente 13 000 hectáreas y en la Amazonía 6 000, que corresponden al 11 y 2%, respectivamente (MAGA, 2006).

Cuadro No. 1. Distribución geográfica de las plantaciones de cacao por zonas y provincias año 2000.

Regiones y Provincias	Cultivo Solo	Cultivo Asociado	Área Total
SIERRA	19 067	36 865	55 932
Azuay	2 577	708	3 285
Bolívar	3 396	14 588	17 984
Cañar	4 017	403	4 420
Carchi	-	-	-
Cotopaxi	3 179	8 953	12 132
Chimborazo	-	884	884
Imbabura	-	-	-
Loja	130	152	282
Pichincha	5 768	11 177	16 945
Tungurahua	-	-	-
COSTA	205 414	144 728	350 142
El Oro	18 511	2 627	21 138
Esmeraldas	24 527	30 460	54 987
Guayas	51 227	21 084	72 311
Los Ríos	58 572	42 134	100 706
Manabí	52 577	48 423	101 000
ORIENTE	9 374	6 339	15 713
M. Santiago	876	633	1 509
Napo	2 930	1 317	4 247
Pastaza	459	540	999
Z. Chinchipe	459	747	1 206
Sucumbíos	2 304	1 883	4 187
Orellana	2 346	1 219	3 565
Zonas no delimitadas	9 204	2 987	12 191
TOTAL NACIONAL	243 059	190 919	433 978

FUENTE: CENSO AGROPECUARIO NACIONAL AÑO 2000. INSTITUTO NACIONAL

2.4.4 VARIEDADES

El cacao de producción comercial corresponde al nombre científico (*Teobroma cacao L.*), que comprende los siguientes complejos genéticos: criollos, forasteros amazónicos y trinitarios (Soria, 2001).

La variedad “Forastero” es la más cultivada en el mundo; se estima que ocupa alrededor del 80% del área en producción. Se caracteriza por su relativa resistencia a ciertas enfermedades y su alta productividad. Sin embargo, en cuanto a calidad no se lo clasifica como “cacao fino”, por lo cual generalmente se lo utiliza mezclándolo con otras variedades de mayor calidad (Crespo, 1998).

El cacao llamado "Nacional" que se produce en el Ecuador, ha sido clasificado como del tipo "forastero", puesto que posee algunas características fenotípicas de éste, no obstante se diferencia en que posee un sabor y aroma característicos, que son muy apreciados por las industrias de todo el mundo tiene el aroma que posee el Nacional (INIAP, 2003).

Tradicionalmente se conoce al cacao ecuatoriano como "cacao de arriba", debido a que se lo cultivaba en la zona superior del río Guayas (río arriba), denominación que se convirtió en sinónimo de buen sabor y aroma (INIAP, 2003).

El cacao Trinitario ocupa del 10-15% de la producción mundial, está constituido por el cruzamiento del criollo de Trinidad con la variedad introducida de la Cuenca del Orinoco; se lo considera cacao de calidad. Dentro de esta variedad se ubica el CCN51 que es producto de la investigación realizada en el Ecuador, en la zona de Naranjal, por el Agrónomo Homero Castro. Este clon presenta características de alta producción y tolerancia a las enfermedades pero no tiene el aroma que posee el Nacional (INIAP, 2003)

2.4.5 MATERIAL DE REPRODUCCIÓN

El éxito de una plantación radica en alto grado en la calidad del material de siembra. La investigación genética, el desarrollo de nuevas variedades y clones ha sido realizada desde hace aproximadamente 50 años por el INIAP, para la obtención de plantas que tengan el aroma y sabor floral característicos del cacao Nacional (INIAP, 2003).

En la estación experimental Pichilingue el INIAP dispone de una colección de 589 clones que constituyen la base genética del cacao Nacional. El INIAP ha generado seis clones: EET 19-48-62-95-96-103 con características de sabor y aroma típicos del cacao Nacional (INIAP, 2003).

Para la provisión de plantas de tipo Nacional existen 6 viveros, entre los cuales el de INIAP en Pichilingue tiene una capacidad de producir 200.000 plantas anuales pero solamente se generan entre 20.000 a 30.000 plantas por año. En Naranjal y la Troncal existen 2 viveros que producen plantas clónales de CCN51 (INIAP, 2003).

2.5 EL CACAO EN LA ZONA DE LAS NAVES

Las Naves tiene dos tipos de clima: el mega térmico lluvioso, en el flanco occidental de la Cordillera de Los Andes y el tropical mega térmico semi húmedo hacia las llanuras costeras del litoral, las características climáticas son de tipo monzónico. La estación lluviosa puede tener una duración de cinco a ocho meses (diciembre a junio), seguida de una estación seca de cuatro a siete meses (junio a noviembre), sin que exista diferencia térmica entre una y otra estación.

En la zona del Cantón Las Naves existen alrededor de 800 Has de cacao en producción, las mismas que están asociadas entre cacao fino de aroma y la variedad CCN51, siendo esta última cultivada en una mayor escala, la superficie ya señalada es explotada por alrededor de 400 agricultores que se encuentran distribuidos a lo largo y ancho de la zona. Según los datos estadísticos obtenidos por la Unión de Organizaciones de Participación Social por la Justicia del Cantón Las Naves, la producción en el año 2007 de cacao fino de aroma (Nacional) fue de 52 Tm compradas, las mismas que fueron vendidas a Alemania y fue exportado por la.(exportadora Por Fina).

2.6 BENEFICIOS DEL CACAO

El beneficio del cacao es un proceso que obedece a los principios básicos de conservación de alimentos y se hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano. La demanda de granos de calidad por parte de los industriales con lleva al desconocimiento de los agricultores en prácticas de beneficio, plantean la necesidad de capacitar a estos últimos en

técnicas básicas que les permitan obtener un producto de buena calidad que satisfagan los requerimientos exigidos por los compradores.

Granos mal fermentados, humedad elevada, mezcla de almendras sanas con enfermas, demasiada impurezas son factores negativos que afectan la calidad (Botánica. 2000).

2.7 COSECHA DEL CACAO

2.7.1 COSECHA

La cosecha se inicia cuando el fruto o mazorca está maduro. La madurez de la mazorca se aprecia por su cambio de pigmentación, de verde pasa al amarillo o del rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido. No obstante, en frutos de coloración roja – violácea muy acentuada el cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado madurez plena. Debido a esta dificultad las mazorcas pueden madurar y germinar. Cuando existen dudas respecto del estado del fruto maduro basta golpearlo con los dedos de la mano y si se produce un sonido hueco es señal de que el fruto está maduro (Contreras, 1999).

Además, la cosecha de frutos verdes, pintones y sobre maduros disminuye el rendimiento de los granos en peso y en calidad. La cosecha se debe realizar frecuentemente. En temporada de mayor producción la cosecha debe ser semanal; mientras que en épocas lluviosas debe darse cada quincena; en tanto que en períodos secos cada treinta días (Enríquez, 2002).

Las mazorcas a cosechar deben ser seccionadas por la parte media del pedúnculo que une el fruto al árbol para evitar la destrucción del cojín floral. Si se utiliza para la cosecha el " pico de loro ", es preciso cortar el pedúnculo jalando la herramienta de arriba hacia abajo, nunca en sentido contrario debido a que desgarraría el cojín floral (Contreras,

2.7.2 RECOLECCIÓN

No hay que recolectarse frutos verdes o verde amarillentos, porque tiene influencia desfavorable sobre la fermentación. Proporcionan un porcentaje elevado de almendras violetas y pizarrosas (Enríquez, 2002).

Si se aguarda mucho tiempo para recolectar una mazorca madura existen serios riesgos de podredumbre y germinación de las almendras.

2.7.3 QUIEBRA

Se denomina quiebra a la operación que consiste en partir la mazorca y extraer las almendras las cuales una vez separadas de la placenta, serán sometidas a la fermentación. El tiempo entre el desgrane y la puesta en fermentación no debe exceder las 24 horas. Como práctica generalizada cuando se realiza la cosecha, se determinan varios puntos dentro de la plantación donde se amontonan las mazorcas. Una vez amontonadas, se debe efectuar la quiebra y de allí transportar las almendras en costales a los fermentadores (Schawn, 2000).

Para realizar la quiebra se pueden utilizar machetes cortos acondicionados especialmente para esta labor. Para ello, se efectúa un corte longitudinal a las mazorcas con sumo cuidado a fin de no cortar las almendras que permanecen adheridas a la placenta. La separación de los granos se realiza a mano. Se aprovecha este momento para desechar granos enfermos por moniliasis o escoba de bruja (Cros, 2007).

Una alternativa para realizar la quiebra es el uso de un mazo pequeño de madera con el cual se rompen las mazorcas dejando en libertad a las almendras. Este método no tiene arraigo en el Perú, pero la ventaja del mismo radica en que no se cortan los granos lo que mejora el rendimiento y calidad del grano de cacao obtenido (Torres, 2001).

Para los casos en los cuales no exista la cantidad de cacao suficiente para fermentar o no haya mano de obra disponible para hacer la quiebra, se sugiere amontonar las mazorcas hasta 5 días. Una vez transcurrido ese tiempo, los jugos que afloran de las mazorcas se concentran y facilitan la extracción de las almendras y también del proceso de fermentación.

2.7.4 FERMENTACIÓN

2.7.4.1 ASPECTOS A CONSIDERAR

Una serie de aspectos y cuidados deben considerarse con el fin de obtener un cacao bien fermentado. Al abrirse las mazorcas, las almendras deben transportarse al sitio donde se van a fermentar. No conviene dejar las almendras mucho tiempo expuestas a la intemperie, ya que se alteraría el proceso normal de la fermentación por la pérdida del mucílago o baba (Montero, 2001).

Las mazorcas cosechadas pueden permanecer sin ser abiertas hasta tres (3) días en caso de forasteros y trinitarios y dos días en el caso del criollo: Así se obtendrá mayor granos los cuales permitirán llenar los fermentadores con almendras extraídas el mismo día. Esto evitara obtener almendras sobre fermentadas, fermentadas y sin fermentar, al final del proceso, conservando de esta manera la uniformidad y calidad del producto (Torres, 2001).

En el fermentador no se debe colocar almendras inmaduras, germinadas o enfermas, porque se obtendrá un producto de baja calidad. Con el objeto de lograr uniformidad en el proceso mejorar la aireación, las almendras deben voltearse cada dos días durante cinco a siete días. Si el cacao es de almendras coloreadas y volteos diarios durante tres días, si es cacao criollo o de almendras blancas. Esta operación debe realizarse con instrumentos de madera, con el fin de evitar daños que disminuirán la calidad del producto final (Montero, 2001).

Es conveniente que los fermentadores se cubran con hojas de cambur o sacos de fique o pita, evitándose así la pérdida de temperatura y excesiva aireación.

Al terminar la fermentación de los drenajes de las cajas se deben limpiar, con la finalidad de garantizar la salida de los líquidos y facilitar la aireación en fermentaciones posteriores. No se debe utilizar detergentes en esta limpieza porque pueden quedar residuos que afectarían al proceso.

2.7.4.2 PROCESO DE FERMENTACIÓN

Denominado también beneficio, cura o preparación. Es un proceso bioquímico interno y externo de la semilla en la que ocurren cambios notables en su estructura.

La fermentación consiste en lo siguiente:

- Descomposición y remoción del mucílago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado y la conservación o almacenamiento.
- Elevar la temperatura que mata al embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
- Destrucción de las células pigmentadas o cambios en la pigmentación interna.
- La transformación del sabor astringente de los cotiledones.
- El desarrollo de sabor y aroma del chocolate.
- Durante la fermentación los azúcares que contienen las almendras son transformados a alcoholes por las levaduras. Estos a su vez son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas.

Una cantidad considerable de calor se desprende durante la fermentación mientras la pulpa se desintegra. Este incremento en la temperatura es el causante de la muerte del embrión y es precisamente en este momento

cuando se inician los cambios bioquímicos internos de la semilla: el cambio de color violeta a marrón claro, disminución del sabor amargo y el desarrollo de los sabores precursores del chocolate.

Antes de ser secadas, tal como son extraídas de las mazorcas, las habas frescas de cacao deben sufrir una serie de transformaciones que tienen por objeto:

- Desproveerlas de la pulpa mucilaginosa que la rodea;
- Provocar la muerte del embrión y por consiguiente impedir la germinación de las habas de cacao con lo que se posibilita su conservación.
- Desencadenar profundas modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones.

Estas modificaciones bioquímicas se traducen por una hinchazón de los cotiledones, por la desaparición de su color púrpura cuando este existe, es decir en la mayoría de los casos (Forastero y Trinitario), y por la aparición de un color pardo característico de un cacao bien elaborado (Torres, 2001).

En cambio, tienen como consecuencia el entrañar una disminución del amargor y de la astringencia y el permitir el desarrollo de los “precursores” del aroma sustancias aun no identificadas pero cuya presencia es indispensable para que las habas de cacao puedan emanar, después de la torrefacción, el aroma característico que se denomina “aroma chocolate” y que condiciona la calidad misma del producto (Portillo, 1998).

Las transformaciones constatadas en el curso de la preparación del cacao empiezan por una fermentación de la pulpa azucarada que envuelve los granos.

- Fermentaciones propiamente dichas provocadas directamente por microorganismos y que afectan a la pulpa.
- Reacciones internas controladas por las enzimas contenidas en los tejidos de los cotiledones.

2.7.4.3 FERMENTACIÓN ACÉTICA

Es la segunda fase de la fermentación (etapa aeróbica), durante los cuales suceden los siguientes procesos.

Aumentó del etanol y de la mejor aireación facilitan la proliferación de las bacterias del ácido acético (Acetonas y Azotobacter), las cuales convierten el etanol en ácido acético. Las Azotobacter son capaces de oxidar el ácido acético, y al realizarse esta reacción, se produce gran cantidad de monóxido de carbono (CO) y agua. Las bacterias lácticas compiten durante pocas horas con las acéticas (Portillo, 1998).

La oxidación del etanol a monóxido de carbono (CO) y agua, libera gran cantidad de calor, intensificándose la pérdida de humedad y peso de las almendras. Las temperaturas máximas alcanzadas normalmente se ubican entre 48 y 60°C, debido posiblemente a que este sea el punto térmico de muerte para muchas bacterias. Las bacterias acéticas quedan inactivadas y el ácido acético no se oxida totalmente quedando un remanente (Cros, 2007).

Las altas temperaturas detienen el proceso de germinación pero el calor no es el único agente. Los alcoholes y el ácido acético obtenidos también intervienen en el proceso: Estos penetran al interior de las almendras y participan en la muerte del embrión, iniciándose así la formación de las sustancias precursoras del aroma y sabor a

chocolate, el PH continúa aumentando y cuando está por encima de 5 unidades, se activan las bacterias *Aerobacter*.

Estas desdoblan los aminoácidos con formación de aminas que dan un color pardo oscuro a la testa y un olor desagradable (Schawn, 2000).

2.7.4.4 FERMENTACIÓN DE LA PULPA

El análisis químico de las diferentes partes de las habas frescas de cacao señala el alto contenido en azúcar (fructosa y glucosa) de la pulpa que rodea las habas cuando estas acaban de ser extraídas de la mazorca (Torres, 2001).

2.7.4.5. FALTA DE FERMENTACIÓN

La falta de fermentación origina un cacao con alto porcentaje de almendras pizarrosas y de granos púrpura, evitando así que puedan desarrollarse los sabores característicos del chocolate. Estos dos tipos de granos indican la presencia de antocianinas en los granos secos. En los pizarrosos los pigmentos permanecen inalterados y en los púrpura se ha destruido solo el 70% (Contreras, 1999).

La muerte de los cotiledones debe ocurrir antes del inicio del secado para evitar granos pizarrosos y si se detiene prematuramente la hidrólisis enzimática de las antocianinas, se obtendrá un producto de color púrpura, se debe tratar de cosechar el cacao a tiempo, completar el proceso de fermentación y evitar el enfriamiento de las cajas con (Cofina, S. A).

La fermentación consiste en lo siguiente:

- Descomposición y remoción del mucílago azucarado que cubre el grano fresco, para facilitar el secado y la conservación o almacenamiento.

- Elevar la temperatura que mata al embrión, para facilitar el desarrollo del sabor a chocolate.
- Destrucción de las células pigmentadas o cambios en la pigmentación interna.
- La transformación del sabor astringente de los cotiledones.
- El desarrollo de sabor y aroma del chocolate.
- Durante la fermentación los azúcares que contienen las almendras son transformados a alcoholes por las levaduras. Estos a su vez son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas (Álvarez, 2001).

Cuadro No. 2. Diferencia entre almendras secas fermentadas y sin fermentar.

ALMENDRAS

Características	Fermentadas	Sin fermentar
Aroma	Agradable	Desagradable ácido
Sabor	Medianamente amargo	Astringente
Forma	Hinchada	Aplanada
Color interno	Café oscuro	Café violáceo
Textura	Quebradiza	Compacta, dura
Preparación de la testa	Fácil	Difícil

FUENTE: F. Hardy, 2001

2.7.4.6 MÉTODOS DE FERMENTACIÓN DEL CACAO

2.7.4.6.1 EN MONTONES

El método más usado por los pequeños y medianos productores; consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera, de tal suerte que los jugos puedan escurrir, por desnivel del piso, canales de escurrimiento o por orificios practicados en el piso. Esos montones deben removerse de un lugar a otro, para obtener una mejor fermentación. En los montones las almendras pueden pasar algunos días dependiendo del material genético que tenga el productor en su plantación. Si fuera un material Criollo se

debe fermentar por alrededor de 3 días, probando el mejor tiempo para obtener la mejor calidad (INIAP, 1999).

Si el material es Trinitario, como la mayoría de los híbridos, se debe dar fermentar alrededor de 5 días, si fuera de un material Forastero, se debe dejar de 6 a 8 días (12 días en el caso de algunos cacaos en el África Occidental), luego se las extienden para que se sequen. En Centro y Sur América no hay cacao Forastero que necesite fermentarse 6 días o más. En el caso de Ecuador la mayoría de cacao que se cultiva son híbridos entre Nacional por Forastero del alto Amazonas, y por el llamado Venezolano amarillo, cuyo origen es desconocido. También existe una población menor que es el resultado del cruce de Nacional por Trinitario.

Por lo tanto es indispensable hacer pruebas con mucho cuidado para saber en cuántos días se fermenta el cacao. Cada genotipo puede tener una respuesta diferente, de acuerdo a su constitución. Tradicionalmente el cacao Nacional se fermentaba en 24 a 36 horas, cuando las plantaciones no estaban contaminadas por material foráneo (INIAP, 1999).

2.7.4.6.2 EN SACOS

Es muy común que el pequeño agricultor abra sus mazorcas de cacao en el campo y ponga las almendras en sacos usados de plástico o yute, para transportarlas hacia el centro de fermentación; se dejan las almendras en dichos sacos por un período de 3 a 5 días, o por el período adecuado.

El empleo de los sacos usados debe hacerse con mucho cuidado, porque si estos provienen del transporte de agro químicos, de hecho están contaminados, Para ser usados tienen que estar bien lavados, de tal manera que no haya vestigios de los contaminantes. Es preferible no usar estos sacos debido a lo difícil que es descontaminarlos. En algunas ocasiones estos sacos se cuelgan para que tengan mejor aireación y

sufran menos ataques de animales dañinos. En este caso es necesario cambiar de recipiente o saco cada dos días, o día y medio, con el propósito de que la masa se mezcle bien; quizá este detalle es el más importante para obtener una mejor fermentación. Si el recipiente se deja en una finca por más de tres días sin remover, la fermentación resulta deficiente y la mayoría de las semillas en el centro del recipiente quedan sin fermentar.

En este caso, la clave para una buena fermentación es poner los sacos de tal manera que no pierdan la temperatura de la fermentación, al menos por tres días consecutivos. Después del primer día en que se inicia la fermentación hay que hacer las remociones cada 24 horas. Para ello se debe poner en un sitio al que no tengan accesos animales y que se mantenga la temperatura. Aunque es un método muy usado por el pequeño agricultor, es uno de los menos recomendables, pues generalmente se amontonan los sacos en una esquina y no se les da la atención debida. Especialmente si se cuelgan, es difícil que las temperaturas se mantengan en los niveles deseados y como es difícil subir y bajar el saco, tampoco se les da remoción adecuada, por lo tanto el material generalmente no fermenta bien (MAG, 2000).

2.7.4.6.3 EN CAJAS

2.7.4.6.3.1 CONSTRUCCIÓN DE CAJONES FERMENTADORES

Para la construcción de los cajones fermentadores se utiliza la madera por ser el material más abundante y de bajo costo en las zonas productoras de cacao. La cantidad y dimensiones de las cajas fermentadoras está en función a la producción que se obtiene en la finca. Se estima que el pico de producción representa el 15 % de la producción total de almendras por campaña de cosecha (Schawn, 2000).

Las dimensiones del cajón fermentador deben ser de dos metros de largo por 60 centímetros de ancho y alto, pudiendo estas dimensiones ser

variables. Para cualquier caso debe estar necesariamente a 20 centímetros del suelo apoyadas por cuatro o seis patas a fin de evitar el contacto con el suelo y facilitan el recojo del exudado del cacao para utilizarlo en la elaboración de jaleas u otros preparados.

Debe tener divisiones móviles para facilitar la remoción de la masa de cacao durante el proceso de fermentación. Uno de los extremos de la caja también debe ser móvil para realizar el descargo de las almendras fermentadas al concluir el proceso. La base de las cajas se conforman por tablas de 10 a 20 cm. de ancho dejando aberturas de 5 a 10 milímetros entre sí para permitir el drenado del exudado. Está permitido realizar perforaciones de 5/8 pulgadas de diámetro en las paredes laterales, espaciados cada 15 centímetros que contribuirán con el aireado de la masa y el drenado (Madriz, 2000).

Las maderas que se utilizan en la construcción de las cajas fermentadoras poseen características específicas como: maderas duras para resistir la humedad y acidez de las almendras, maleables a la perforación de los clavos sin que se partan, y no ser portadores de olores y sabores extraños que confieran otras cualidades diferentes a los granos (Álvarez, 2001).

Para proteger a las cajas fermentadoras de la rigurosidad del clima y prolongar su vida útil se instalará debajo de cobertizos, de preferencia cerrados para ampararlos de las corrientes de aire, lo que permitirá optimizar el proceso de fermentación. Todo esto evitará el posible lavado de la pulpa de los granos y mantendrá la temperatura adecuada del cajón (Schawn, 2000).

El tamaño de la caja básica, de acuerdo con los estudios de Trinidad y Costa Rica, es de 80 a 120 cm de ancho, 90 centímetros de altura y el largo variable de acuerdo a la capacidad de producir de la finca. La

medida con la que más se debe tener cuidado es la altura, lo ideal es de 90 cm para facilitar el manejo, pero puede variar ligeramente de acuerdo a las necesidades del lugar. Basado en el principio de que un metro cúbico de volumen puede contener de 800 a 850 kilos de almendras frescas, se puede hacer el cálculo del largo necesario de la caja de acuerdo a la producción de la finca o a la capacidad del centro de fermentación (MAG, 2000).

Las cajas de madera para la fermentación en una finca específica, pueden variar mucho y guardan relación con la cantidad de almendras que se puede cosechar como máximo en un momento determinado del año, o sea en el pico de mayor producción. Se recomienda de preferencia, para fabricar las cajas de fermentación, usar maderas blancas y sin sustancias como taninos o resinas, un buen material es el del laurel (*C. halladora*). Las cajas deben ser “curadas”, es decir que en las primeras fermentaciones, el producto final quizá no sea muy bueno, por lo tanto hay que esperar a la segunda o tercera ocasión para ir estudiando la calidad de las almendras y hacer ajustes en los días a fermentar y en los tiempos de remoción. Por medio del siguiente ejemplo ilustraremos el cálculo del tamaño de la caja mínima de una finca hipotética. Asumamos que el tamaño de la finca es de 3 hectáreas. Que el pico de cosecha más alto se da con un 20%. Que la producción promedio de la finca es de 450 kilos por hectárea de cacao seco por año. Que un metro cúbico contiene 800 kilos de cacao húmedo. Estos datos son tomados de la estación experimental, sería conveniente que el agricultor compruebe estos parámetros porque podrían diferir ligeramente, dependiendo del clima donde se desarrolle la plantación (MAG, 2000).

En tres hectáreas, la producción de cacao seco es de 1.350 kilos por año. El equivalente en cacao húmedo es de 3.375 kilogramos de almendras húmedas. (Este valor se obtiene asumiendo que la relación de cacao húmedo a cacao seco es de 40%). En el pico de producción (la cosecha

más grande del año), debemos tener al menos 675 kilos de cacao húmedo en la finca (20% establecido anteriormente). Con 675 kilos de cacao húmedo se requiere un cajón con capacidad de 0,85 metros cúbicos aproximadamente (0,84375). Si la caja tiene 90 cm de alto y 100 cm de ancho, se necesita que tenga 0,94 metros o 94 centímetros de largo, para que todas las almendras queden en la caja el momento de esa cosecha. Luego de la fermentación, el volumen disminuirá un poco (Suarez, Moreira y Vera 2002).

Es conveniente tener bien tapada la caja para conservar la temperatura en forma permanente y no perderla. Si el sistema de fermentación es de 4 o 5 días y si la caja es horizontal, entonces el largo total del cajón para fermentar esa cantidad de almendras se obtiene multiplicando los 94 cm por 405 días que equivale a 3,76 ó a 4,70 metros de largo. Debido a que hay que hacer las divisiones, este largo puede redondearse un poco más del expresado. Entonces, cada división deberá estar a los 94 cm para obtener las 4 o 5 cajas, dependiendo del número de días de fermentación adoptado. Como al finalizar la fermentación el material pierde un poco de volumen, las últimas cajas pueden ser ligeramente más pequeñas. Si el sistema es de cajas en escalera, entonces lo mejor será diseñar la primera caja de 94 x 100 cm y por 90 cm de altura, y a continuación, en forma de escalera las restantes con las mismas dimensiones, de tal manera que se pueda pasar las almendras de la caja superior a la inferior, con tan solo abrir el lado correspondiente como una compuerta (Suarez, Moreira y Vera 2002).

En el caso del sistema de escalera, se puede construir mejor si hay un declive en el piso y no se tiene que crear una escalera lateral. También se puede usar de 4 a 5 cajones dependiendo del número de días a fermentar adoptado. Cuando hay el declive, la entrada del material es en la parte superior y el sistema de secado de las almendras debe ir al mismo nivel de la última caja (Suarez, Moreira y Vera 2002).

La primera caja del sistema debe estar perforada en su base, con hoyos de 7 a 8 milímetros de diámetro, separados de 5 a 8 cm cada uno, para dejar escurrir los jugos iniciales de la fermentación, en caso contrario éstos interfieren en la fermentación normal y pueden ahogar las almendras. Es necesario prever un drenaje adecuado para que los jugos salgan del sistema de fermentación y se puedan coleccionar en otra parte. Estos jugos pueden ser utilizados en diferentes formas, sería preferible que se los use en los sistemas de producción de abono orgánico, por cuanto son muy ricos en azúcares. No se debe permitir la contaminación ambiental. La segunda caja debe también estar perforada pero con hoyos más distanciados, entre 8 y 10 cm cada uno. En igual forma se debe prever el drenaje adecuado para evacuar los jugos fuera del sistema. Al construir las cajas de madera, hay que tener cuidado de no usar clavos. En caso de que no haya otra alternativa, hay que estar seguros que los clavos no estén en contacto con las semillas, debido a la alta oxidación que se puede provocar. El mal sistema para unir los maderos es por medio de cuñas que calcen apropiadamente, o reemplazar los clavos de metal con tarugos o clavos de madera (Suarez, Moreira y Vera 2002).

Algunas fincas tienen un sistema de cajas largas, en las cuales las semillas se van trasladando de un tramo a otro con el fin de removerlas y mejorar la fermentación. En algunos casos estas cajas están a desnivel, con la finalidad de facilitar el paso de una caja a otra, cada día o cada dos días.

Se vuelve a recordar que el número de días que se fermente un material depende de la constitución genética del cacao. Como se dijo anteriormente, en general los materiales Nacional se debe fermentar desde uno a pocos días (cacao Nacional de Ecuador); hasta 3 días los criollos (de otros lugares). Los cacaos Trinitario (como la mayoría de América Central y El Caribe) deben ser fermentados entre 4 a 6 días dependiendo del grado de combinación genética que tengan Los cacaos

Forasteros, como los de África o Bahía en Brasil, deben ser fermentados por lo menos entre 6 y 8 días. En algunos casos excepcionales en África dura hasta 12 días (Suarez, Moreira y Vera 2002).

Es conveniente recordar que los materiales que normalmente se han sembrado en el Ecuador en los últimos 10 años son en la mayoría de tipo Trinitario, cuyas mezclas de Nacional Forastero o Nacional x Trinitario puede hacer alguna diferencia en los días de fermentar, por esta razón, si el agricultor no conoce bien el origen de su cacao debe hacer algunas pruebas para estar seguro que está usando correctamente los días a fermentar, produciendo un cacao seco de mucha calidad (Suarez, Moreira y Vera 2002).

2.7.4.6.3.2 VENTAJAS DEL FERMENTADOR TIPO CAJON

- Fácil drenaje del mucílago
- Rápido aumento de la temperatura
- Breve remoción de la masa
- Uniformidad en el proceso de fermentación
- Coloración adecuada de las almendras

2.7.4.6.3.3 DESVENTAJAS DEL FERMENTADOR TIPO CAJON

- Dificil adquisición de la madera adecuada para el cajón
- Tiene un costo representativo
- Se necesita espacio para su colocación

2.7.4.6.4 MÉTODO DE ROHAN

Consiste en una batería de cinco gavetas de madera superpuestas, en las cuales se coloca el cacao fresco. Las gavetas deben contener el fondo enrejado, con el fin de permitir la salida de los líquidos que se desprenden de la masa de cacao. Estas se colocan sobre otras gavetas llenas de aserrín que servirá de base a la pila: Esto es importante ya que dicha base va a permitir el control de la aireación. La gaveta superior se

cubre en sacos vacíos para evitar pérdidas de calor. Las almendras se debe voltear dentro de las gavetas cada dos días, para mejorar la fermentación disminuir la incidencia de hongos evitar el apelmiento y garantizar la uniformidad del proceso. Así mismo cada dos (2) días se deberá cambiar las posiciones de las gavetas entre ellas mismas. La cantidad de gavetas a utilizar por fermentador no debe ser mayor de cinco (5) ni menor de tres (-) esta fermentación se efectúa bajo techo (Madriz, 2000).

2.7.4.7 TIPOS DE MADERA PARA FERMENTACION DE CACAO

2.7.4.7.1 LAUREL

El laurel amarillo es un árbol siempre verde mediano, generalmente de hasta 60 pies de altura, con tronco de 1.5 pies de diámetro. Se caracteriza por su tronco gris, liso en árboles jóvenes y áspero en árboles maduros, con raíces tabulares; sus hojas alargadas, con pocas venas y un tenue olor a especias cuando se estrujan, a menudo con pequeñas estructuras (domarías) donde las venas secundarias conectan con la vena central; sus flores blancas, de hasta tres octavos de pulgada de diámetro; y sus frutas, negras cuando están maduras, de hasta media pulgada de largo e insertadas en una copa verrugosa. En el área del Lago Guaja taca florece a finales del verano y comienzos del otoño, y fructifica durante el invierno. La literatura sobre esta especie en Puerto Rico aparece mayormente bajo el nombre de *Nectandra sintenissi* (Chirinos, 2007).

El árbol es nativo de México, Centroamérica, las Antillas Mayores, las Islas Vírgenes y la mitad norte de Sudamérica. Localmente crece en la zona caliza del norte (mogotes), en las laderas de la cordillera y en Luquillo hasta los 1,800 pies de altitud.

La altura y el duramen no se distinguen fácilmente. La madera es amarillo-verdosa, inicialmente pálida pero oscureciendo con el tiempo hasta tornarse pardo-verdosa. Al igual que el laurel geo, la madera

cortada radialmente produce un efecto tornasol cuando cambia el ángulo de observación. La madera es moderadamente liviana, de fibra recta u ondulada, y con textura y lustre medianos. Se ca al aire con velocidad y degradación moderadas, es fácil de trabajar y es estable ante los cambios de humedad. Sus anillos de crecimiento son poco conspicuos y no produce olor al cortarse. Se usa ocasionalmente para muebles, tallas, objetos torneados e instrumentos de cuerda. Se ha usado para carpintería y postes. En los aserraderos, esta madera se conoce mayormente como laurel gea, pero la descripción que aparece en 'Maderas Puertorriqueñas' y el estudio de una muestra identificada por el autor de dicha obra y depositada en la colección del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, indican que la madera aquí descrita e ilustrada corresponde al laurel amarillo. En el Aserradero Bayaney, en Hatillo, se vende como laurel verde, un nombre aún más apropiado que laurel amarillo (PROYECTO, ECU-B7, 2006).

2.7.4.7.2 CAÑA GUADUA

La Guadua, uno de los materiales de origen vegetal empleado en Colombia con asiduidad, especialmente en las regiones cafeteras rurales y periurbanas, por su versatilidad, disponibilidad y excelentes propiedades físicas y mecánicas presenta un estado de usos y aplicaciones que oscilan desde lo puramente artesanal (cercas, bancas, trinchos, canales, celosías, plazas de tienda, palomeras y utensilios domésticos, etc.), elementos de diseño de "alta" artesanía aplicados al interiorismo y expresiones a lo industrial, apoyados en variados niveles de investigación que paulatinamente se insertan en los procesos de aprovechamiento de la Guadua como un recurso natural, fundamental en el camino de la sostenibilidad y el equilibrio ambiental (Botánica, 2000).

La guadua es un material supremamente versátil, de importantes características en su comportamiento físico mecánico en estructuras. La relación resistencia/peso la hace tan importante como las mejores

maderas, con una ventaja a su favor y es la de ser un recurso natural renovable de rápido crecimiento y fácil manejo, que además aporta importantes beneficios ecológicos durante su crecimiento. Todas estas características y el haber incursionado ya en procesos de industrialización hacen de la guadua un material con buenas expectativas hacia el futuro (Álvarez, 2001).

La *Guadua angustifolia* tiene fibras naturales muy fuertes que permiten desarrollar productos industrializados tales como paneles, aglomerados, pisos, laminados, esteras, pulpa y papel, es decir productos de calidad que podrían competir con otros materiales en el mercado nacional e internacional.

2.7.4.7.3 GUAYACÁN

Probablemente ninguna otra madera en el mundo, ha sido el motivo central de tantas investigaciones, reportajes, publicaciones e informes como el guayacán real, madera conocida mundialmente como *lignum vitae* que en latín significa madera de la vida.

Es muy común encontrar documentos que dicen que se trata de la madera más dura y pesada del mundo, que es tan fuerte como el hierro, que es la única madera del mundo de color verde esmeralda, que tiene partículas de cobre en su interior, que no permite el paso de la radiación, que se pueden fabricar hachas, cuchillos y espadas con ella, que es más valiosa que el oro, que sólo con un rayo láser se puede cortar esta madera, que las piezas del motor de cierta marca de vehículos de lujo están hechos de esta madera, etc. (Botánica, 2000).

La madera del guayacán real efectivamente es muy fuerte y muy pesada, pero se encuentra muy lejos de ser "la más dura y la más pesada del mundo", honor que comparten unas dos docenas de otras especies de maderas originarias mayormente del continente africano.

Posee una albura de color amarillo claro, y un hermoso duramen compuesto de bandas de diferentes grosores y tonalidades de verde cuando la madera está recién cortada, pero conforme pasa el tiempo y a causa de la acción combinada del aire y de la luz, se va tornando de un feo café oscuro. (Botánica, 2000).

2.7.4.8 VOLTEAR LOS GRANOS DE CACAO

Las almendras se voltean para homogenizar la fermentación, mediante el mismo tratamiento para todas las almendras. De no realizarse o efectuarlo deficientemente, una gran porción de la masa del cacao quedara sin fermentar. El volteo debe efectuarse diariamente en el caso de cacao criollo, y cada dos días, en el caso de cacao de forasteros y trinitarios evitando así la proliferación de mohos y de la desecación de las almendras en la superficie. Igualmente, la remoción diaria permite un incremento más rápido la temperatura, y por lo tanto, una fermentación más homogénea y de menor duración (Álvarez, 2001).

2.7.5 SECADO DE LAS ALMENDRAS DE CACAO

Al final de la fermentación el contenido de humedad de los granos de cacao está alrededor del 55 %. Para ser almacenados con seguridad debe reducirse a límites del 7 u 8%. El proceso de secado no constituye una simple reducción de humedad sino que los cambios químicos continúan mientras el contenido de humedad desciende con lentitud hasta que se detienen por la falta de humedad o la inactivación de las enzimas por otros medios. Por este motivo el proceso no debe ser muy rápido durante los dos primeros días, la alta temperatura puede inactivar las enzimas (PROYECTO, ECU-B7 2006).

2.7.5.1 AI SOL

Se aprovecha la temperatura que producen los rayos solares para secar paulatinamente el cacao. Este es quizá el método más recomendable porque al secarse lentamente, las almendras completan satisfactoriamente los cambios bioquímicos internos para lograr un buen sabor, típico de su genotipo. Este secado se puede hacer en tendales, los cuales pueden construirse de infinidad de formas, tanto por su tamaño como por los materiales que se usan. Los tendales más generalizados son los de madera y de bambú, aunque los hay también de cemento y de otros materiales refractarios.

Estos secadores pueden estar al ras del suelo o levantados un poco sobre el nivel del suelo. Esto dependerá del lugar donde se esté secando, por cuanto si es húmedo y existe la posibilidad de mucha humedad en el suelo o en la construcción que se haga, será mejor levantarlo lo más posible. Los tendales de madera parecen ser los más eficientes y económicos, pero cuando la finca tiene otros usos para el patio, este puede ser de cemento. El tamaño del secador debe estar de acuerdo con la cantidad de cacao que tenga que secar en el pico de cosecha; se puede tomar como base los cálculos que se hicieron para el volumen de fermentación. Un sistema muy usado para secar cacao al sol, si el agricultor ha fabricado gavetas Roban, es secarlas en las mismas gavetas, puesto que éstas tienen la suficiente aireación. En algunos lugares se acostumbra a secar el cacao en los bordes de las carreteras o caminos para aprovechar el asfalto y el cemento. Este sistema está perjudicando la calidad del cacao debido a la contaminación de plomo, cadmio y otros elementos, que lo hace completamente inaceptable como cacao orgánico o regular. Tampoco es recomendable secar cacao en caminos abiertos con polvo, para no perjudicar la calidad y ser rechazado (INIAP, 1999).

2.7.5.2 ESTUFAS ARTIFICIALES

Se ha construido una gran cantidad de secadoras mecánicas, la mayoría de las cuales se basan en el paso de aire seco y caliente por la masa no muy gruesa del cacao. Una de las más sencillas y baratas es el denominado secador Samoa, que se describirá más adelante. La mayor parte de la producción mundial de cacao proviene de países en donde las almendras se secan al sol; sin embargo, en ciertas regiones algunas cosechas coinciden con un período de lluvia o con un período de humedad muy alta y las almendras deben ser secadas artificialmente (INIAP, 1999).

2.7.5.3 SECADORAS ARTIFICIALES CON LEÑA

En Camerún, Costa Rica, Zaire y Samoa se usan secadoras artificiales. En el Brasil, primer país en la lista de productores de América, gran parte de la cosecha se seca al sol y una pequeña cantidad se seca artificialmente, para lo cual todas las haciendas están equipadas con secadoras artificiales de leña, de esa forma, durante el tiempo de lluvias no hay pérdida de tiempo ni de almendras (INIAP, 1999).

2.7.6 LIMPIEZA Y SELECCIÓN DEL GRANO DE CACAO

Terminado el secado es conveniente limpiar el producto de impurezas a fin de obtener un producto de mejor valor comercial. Finalmente la producción debe ser empacada y almacenada.

De acuerdo a los parámetros de calidad del grano del cacao exigidos por la Unión Europea que son los que por lo general se toman como referencia en el comercio internacional del cacao; el tamaño mínimo permitido del grano (calibre) es de un gramo por grano. Por esta razón es importante realizar una adecuada selección del grano de cacao utilizando para ello zarandas construidas de mallas con medidas de orificio de un cm² que permita pasar los granos más pequeños y retener los de mayor calibre. La experiencia en este tipo de prácticas y los resultados de

diversos análisis de calidad obtenidos de la importante empresa SGS nos permiten afirmar que con esta práctica se obtienen granos de 1.10 a 1.20 en promedio (Schawn, 2000).

Debemos destacar el hecho que por lo general el grano de cacao peruano es exportado con una calibración promedio de entre 0.95 a 1.20 dependiendo de las zonas de producción.

La selección del grano también nos permite eliminar todo tipo de impurezas como: placentas, pajillas, granos hongueados, granos picados y granos dobles; defectos que no están permitidos en el comercio del grano.

2.7.7 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del cacao juega un papel preponderante. Si no es realizado en perfectas condiciones todo el esfuerzo realizado en obtener un producto de calidad puede echarse a perder.

Terminado el secado los granos se envasan en costales de yute y si todavía están calientes producto del secado al aire libre, se deja enfriar antes de ensacarlos. El ambiente donde se va almacenar debe estar exento de olores extraños, como los provenientes de pesticidas, combustible, alimentos con olores penetrantes, etc. Se debe evitar del todo la contaminación por humo (Schawn, 2000).

El cacao es altamente hidrosopio, es decir absorbe la humedad con suma rapidez. Si se almacenan almendras con menos de 8% de humedad, pueden mantenerse en buen estado por unos cinco meses, en medios menores de 75% de humedad relativa. Cuando la almendra seca es almacenada en ambientes con 95% de humedad relativa en 10 días puede superar el 15 % de humedad. Como en la selva alta se tiene la

humedad relativa por encima del 90% es necesario secar las almendras cada cierto tiempo para evitar la infestación de mohos (Álvarez, 2001).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de Acopio perteneciente a la Unión de Organizaciones de Participación Social por la Justicia del Cantón las Naves

3.1.2. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

UBICACIÓN	LOCALIDAD
País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Las Naves
Sector	Las Naves Km. 2 ½ Vía a Zapotal.

3.1.3 SITUACIÓN GEOGRAFICA Y CLIMATICA

PARAMETROS CLIMATICOS	LOCALIDAD
Altitud	300 msnm
Latitud	01°16'0"
Longitud	79°0'02"
Temperatura Máxima	32°C
Temperatura Mínima	17°C
Temperatura media anual	22°C
Humedad relativa	85%

FUENTE: Estación Meteorológica de Pichilingue (2007)

3.1.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la siguiente investigación se utilizó:

- Cajas cuadradas de madera (laurel, guayacán y caña), las mismas que tuvieron las siguientes dimensiones: 45 cm de largo, 45 cm de ancho y 45 cm de alto.
- Cajas rectangulares de madera (laurel, guayacán y caña) las mismas que tuvieron las siguientes dimensiones: 60 cm de largo, 50 cm de ancho y 30 cm de alto.
- Cacao nacional (30kg de masa fresca).

3.1.5. MATERIALES UTILIZADOS

3.1.5.1 MATERIALES DE OFICINA

- Computador
- Lápices
- Esferográficos
- Tablas porta papel
- Borrador papel boom
- Disquete
- CD
- Memory flash
- Cámara

3.1.5.2 MATERIALES DE CAMPO

- Fundas de polietileno de diferentes dimensiones
- Pala
- Carretilla
- Recipientes

- Plástico
- Machete
- Madera
- Martillo
- Clavo
- SERRUCHO
- Navaja
- Guantes
- Botas

3.2. MÉTODOS

3.2.1 FACTORES EN ESTUDIO

Para el presente trabajo de investigación se estudiaron los siguientes factores:

FACTOR	CODIGO	NIVELES
Diseño de caja	A	a ₀ Cuadrado. 45x45x45 cm a ₁ Rectangular. 50x60x30 cm (ancho x largo x alto).
Tipos de Madera	B	b ₀ Laurel b ₁ Guayacán b ₂ . Caña

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

3.2.3. TRATAMIENTOS

3.2.3.1 COMBINACIONES A X B

Nº Tratamientos	CODIGO	NIVEL	
		A Forma de la caja	B Tipo de madera
1	a0b0	cuadrada	laurel
2	a0b1	cuadrada	guayacán
3	a0b2	cuadrada	caña
4	a1b0	rectangular	laurel
5	a1b1	rectangular	guayacán
6	a1b2	rectangular	caña

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

3.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

Factores de estudio	=	2
Tratamientos	=	6
Repeticiones	=	3
Unidades experimentales	=	18
Tamaño de la unidad Experimental	=	30kg

3.2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

MODELO MATEMATICO

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \Sigma_{ijk}$$

Y_{ijk} = enésima respuesta experimental obtenido en el enésimo tratamiento

μ = promedio global para todos los tratamientos

A_i = efecto del factor A

B_j =efecto del factor B

$(AB)_{ij}$ =Efecto de la interacción A x B

Σ_{ijk} = Efecto del error experimental

3.2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la realización del estudio se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ANOVA)

Para la determinación de la diferencia entre tratamientos se aplicó el análisis de varianza:

Esquema de Análisis de varianza

Factor de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F calculada	F tabulada
A	SCA	a-1	$CMA = \frac{SCA}{a-1}$	$\frac{CMA}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-A}$
B	SCB	b-1	$CMB = \frac{SCB}{b-1}$	$\frac{CMB}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-B}$
interacción AB	SCAB	(a-1)(b-1)	$CMAB = \frac{SCAB}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CMAB}{CME}$	$F_{gl-E, \alpha}^{gl-AB}$
Error Experimental	SCE	ab(r-1)	$CME = \frac{SCE}{t(r-1)}$		
Total	SCTotal	abr - 1			

- Prueba de comparación múltiple

Se aplicó la prueba de Tukey al 5%

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k)S_{\bar{Y}_i.},$$

- Análisis Económico en la relación beneficio/costo

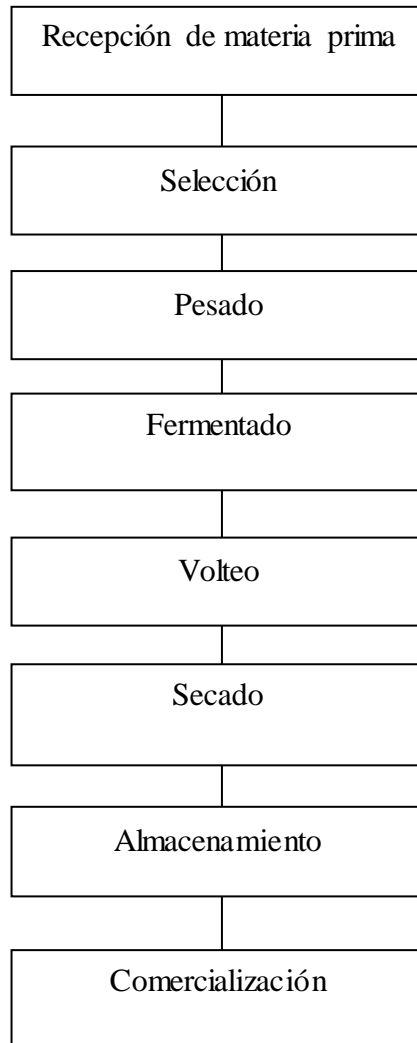
Se aplicó el siguiente esquema

**ANALISIS ECONOMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO
CAJON CUADRADO DE LAUREL**

FERMENTACION DEL CACAO	PRECIO DEL CACAO SECO EN EL MERCADO (USD)	CAPACIDAD DEL FERMENTADOR CACAO CRUDO (qq)	PESO DEL CACAO FERMENTADO Y SECO (qq)	TOTAL (USD)
UTILIDAD				

3.2.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

FLUJO DEL PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE LAS ALMENDRAS DE CACAO



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

3.2.8.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se inició el 10 de Octubre del 2008, con la construcción de los cajones, los mismos que fueron contruidos con madera de laurel, guayacán y caña guadua, estos fueron diseñados en dos modelos (rectangular y cuadrado), cada modelo fue construido con el tipo de madera ya mencionado, con las siguientes medidas, los rectangulares, 50 cm X 60 cm X 30 cm (ancho x largo x alto), y los cajones cuadrados con estas medidas, 45 cm X 45 cm X 45 cm (ancho x largo x alto), todos ellos con varias perforaciones en la parte inferior, de 1 cm de diámetro, para facilitar el drenaje del mucilago, obteniendo un total de tres cajones cuadrados y tres rectangulares; es decir los tres cuadrados son de madera de laurel, guayacán y caña, y los rectangulares también

El día 22 de Octubre del 2008, se procedió a la obtención de la materia prima para realizar esta investigación siendo el procedimiento el siguiente:

- **Recepción:** La materia prima se obtuvo del productor del Sr. Mesías Bosquez.
- **Clasificación:** Se seleccionaron las mazorcas ya cosechadas, separándolas de acuerdo al grado de madurez (maduras, sobre fermentadas, monillas), quedando solo las mazorcas maduras.
- **Quiebra:** Se efectuó con ayuda de una herramienta conocida como rabón.
- Una vez abierta la mazorca se procedió a separar en forma manual las almendras del maguey, las mismas que se colocó en un recipiente (balde), para luego depositarlas en un saquillo impermeable, con el objetivo de impedir que se escurra el mucilago del cacao.

- Traslado: Mediante un transporte (vehículo), se llevo los saquillos impermeables que contenían el cacao, desde la finca ya mencionada hasta la planta del centro de acopio, perteneciente a la Unión de Organizaciones de Participación Social por la justicia del Cantón Las Naves.
- Pesada: Se realizó con ayuda de una balanza o báscula, para poder colocar la cantidad exacta (30 kg) en los cajones.
- Colocación: Se realizó el curado de los cajones con la misma baba del cacao, se depositó en cada cajón 30 kg de cacao, siendo un total de 180 kg de cacao.
- Tapado: Con hojas de plátano y saco de yute se cubrió bien el cacao ya depositado en los cajones, para evitar la fuga del calor y poder controlar la temperatura.
- Toma de temperatura: Con ayuda de un termómetro (termocupla), se tomo la temperatura de cada cajón tres veces al día, 08:00 am, 12:00 am y a las 15:00 pm, esto se realizó por el lapso de 5 días.
- Volteo: Una vez iniciado el proceso de fermentación, con una pala de madera se volteó la masa depositada en cada cajón a las 24:00 y 48:00 horas, luego de realizar cada volteo se procedió a tapar la masa como ya se lo menciono.
- Secado: Culminado el tiempo establecido para el proceso de fermentación en los cajones, con la ayuda de una carretilla se colocó el cacao en un tendal de cemento, en este proceso las almendras recién fermentadas, se colocó en capas de hasta 5 cm de espesor que se mantienen expuestas al sol por el lapso de (3 a 4) horas en el primer día, removiéndolas cada hora para

uniformizar la pérdida de agua. A medida que pasan los días el número de horas de exposición al sol aumenta y el grosor de la capa de almendra disminuye hasta aproximadamente 2 cm.

- Este proceso se llevó a cabo hasta que las almendras tengan como máximo un 6 a 7% de humedad, la misma que se midió con ayuda de un medidor de humedad, efectuando dicha medición a partir del tercer día.

3.2.8.2. TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se la realizó de la siguiente manera:

- Se tomaron 18 muestras al final de la investigación, con un peso de 500 g. cada muestra, las mismas que las deposite en una funda manila, etiquetándole con toda la información como: tratamiento, repetición, cajón, tipo de madera, con todos estos datos las muestras se enviaron al laboratorio de calidad de cacao del INIAP, Estación Experimental de Pichelingue.

3.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A EVALUARSE

Las mediciones experimentales que se realizó en el Laboratorio de Calidad de Cacao del INIAP, Estación Experimental de Pichelingue, son:

3.3.1 ANÁLISIS FÍSICO

3.3.1.1 TEMPERATURA

Para la toma de temperatura se siguió el protocolo establecido por la Estación Experimental Pichelingue. (anexo E).

3.3.1.2 ÍNDICE DE FERMENTACIÓN

El índice de fermentación beneficiado del grano de cacao se determinó mediante la aplicación de la Norma INEN 176 de humedad. (anexo, E).

3.3.2 ANÁLISIS QUÍMICO

3.3.2.1 HUMEDAD

Para el Análisis de Humedad se aplicó la siguiente Norma N. T. E. INEN 173

(anexo E).

3.3.2.2 pH

Para la análisis del pH se estableció el protocolo por la estación experimental Pichelingue. (anexo E).

3.4 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.

3.4.1 APARIENCIA DEL PRODUCTO

Se realizó mediante la conformación de un panel de catadores conformado por personas especializadas por la Estación Experimental Pichelingue. (anexo E).

CAPITULO IV

4.1. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

4.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.1.1.1 TEMPERATURA

La temperatura se incrementó durante el proceso fermentativo, en todos los tratamientos a las 48h mientras que a las 120h descendió en ambos fermentadores, ubicándose los máximos por debajo de los rangos 48-50 °C (Moreno, 1980) y 44-47 °C (Braudeau, 1970) considerados como satisfactorios para la fermentación. En cambio coincidieron con los valores obtenidos (41,0-44,6 °C) por Senanayake *et al.* (1995) en sus estudios sobre la fermentación del cacao en pequeña escala y fueron superiores, a la máxima temperatura (38,0 °C) encontrada por Álvarez (1997) en su ensayo de fermentación en cacao criollo de Cuya gua, desgranado 5 días después de la cosecha. La elevación de la temperatura de la masa de cacao es ocasionada por las reacciones exotérmicas y el aumento de la actividad microbiana que ocurren en el PF (Samah *et al.*, 1993a; Senanayake *et al.*, 1995). Este aumento es muy importante en él para el proceso fermentativo, ya que es responsable, en parte, de la muerte de los granos y del inicio de las reacciones enzimáticas en los tejidos del cotiledón que dan origen a los precursores del sabor y aroma a chocolate (Braudeau, 1999).

El análisis de varianza a un nivel de significancia del 5% para la variable temperatura establece diferencia altamente significativa tanto para los efectos principales como para la interacción doble como se puede observar en el (cuadro No. 3).

Cuadro No. 3. Análisis de varianza para la temperatura

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	1	0,5	0,65	0,5417
A	1	24,5	24,5	31,96	0,0002
B	2	31	15,5	20,22	0,0003
AB	2	60,3333	30,1667	39,35	0
ERROR	10	7,66667	0,766667		
TOTAL	17	124,5			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Efecto del modelo ($p=0.0002$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%; establece que la mayor temperatura alcanza la masa de cacao al fermentarse en la caja rectangular 41.7°C , se podría considerarse como el diseño más eficiente para el proceso fermentativo del cacao.

Prueba De Rango Múltiple Tukey Temperatura Vs Modelos

MODELOS	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
CUADRADO	39,3333	b
RECTANGULAR	41,6667	a

Efecto del tipo de madera ($p= 0.0003$)

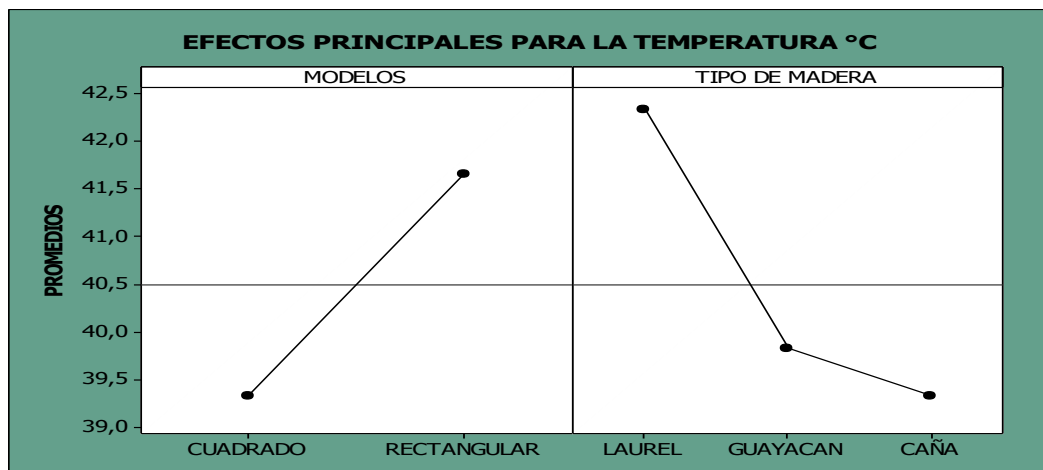
La prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5%; establece que la mayor temperatura alcanzada por la masa de cacao es al fermentar en CAJA DE LAUREL 42.3°C , se podría considerarse como la madera más eficiente para el proceso fermentativo del cacao; en tanto que en las cajas de guayacán y caña las temperaturas se parecen en el orden de 39°C .

Prueba de rango múltiple tukey
Temperatura vs tipo de madera

TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
CAÑA	39,3333	b
GUAYACAN	39,8333	b
LAUREL	42,3333	a

En la figura 1, se puede observar claramente los cambios de temperaturas según el modelo de la caja utilizada para fermentar el cacao y el tipo de madera utilizada para su construcción, que ratifican los resultados discutidos anteriormente.

Figura 1. Comportamiento de la temperatura durante la fermentación en cacao para los Modelos de caja y tipos de maderas utilizadas.



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Efecto de interacción (modelo de caja y tipo de madera: $p=0.0000$)

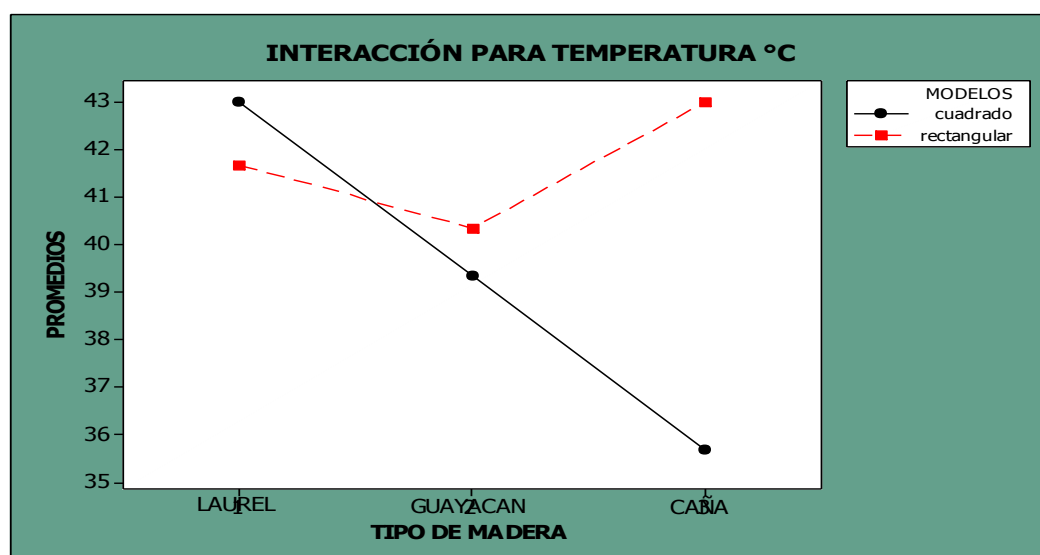
Al interrelacionar los dos factores A x B, modelo de la caja y el tipo de madera, se tiene que existe efecto altamente significativo sobre la temperatura de la masa de cacao al final de la fermentación, Tukey a un

nivel de significancia del 5% establece claramente que temperaturas del orden de 43°C se alcanzan tanto en una caja cuadrada como en una rectangular hechas con laurel o caña, mientras que la temperatura más baja al final de la fermentación alcanza la masa de cacao que se encontraba en una caja cuadrada de caña

ORDEN ORIGINAL	ORDEN ARREGLADO	COMBINACIONES
Media 1 = 43 A	Media 1 = 43 A	CAJA CUADRADA, LAUREL
Media 2 = 39.3 B	Media 6 = 43 A	CAJA RECTANGULAR, CAÑA
Media 3 = 35.7 C	Media 4 = 41.7 AB	CAJA RECTANGULAR, LAUREL
Media 4 = 41.7 AB	Media 5 = 40.3 B	CAJA RECTANGULAR, GUAYACAN
Media 5 = 40.3 B	Media 2 = 39.3 B	CAJA CUADRADA, GUAYACAN
Media 6 = 43 A	Media 3 = 35.7 C	CAJA CUADRADA, CAÑA

En la figura 2, se puede observar que tanto en la caja cuadrada de laurel como en la caja rectangular de caña, los valores que alcanza la masa al final son los más altos comparados con el resto de tratamientos.

Figura 2. Comportamiento de la temperatura durante la fermentación en cacao para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Esta temperatura más alta, en la masa fermentante de cacao, causa una aceleración de las reacciones de fermentación con un aumento de la actividad proteolítica (Puziah *et al.*, 1999). Evidentemente, el tipo de fermentador usado en el proceso influye sobre la fermentación, según el cual las reacciones químicas involucradas pueden ser retardadas o aceleradas (Graziani de Fariñas *et al.*, 2003a; Vargas *et al.*, 1989), siendo también afectado el secado por su estrecha relación con el proceso fermentativo. Por lo cual concordando con resultados previos, el cajón cuadrado podría ser considerado como el diseño más eficiente para beneficiar el cacao (Graziani de Fariñas *et al.*, 2003a).

4.1.1.2 INDICE DE FERMENTACIÓN

Barel (1987) considera como un índice óptimo de fermentación, un porcentaje mayor o igual al 60% de granos color pardo en la masa fermentante, en la investigación realizada se pudo observar que este parámetro aumentó a medida que transcurrió el proceso fermentativo, producido por las reacciones que ocurren en el interior del grano en fermentación y que causan la aparición de un color pardo característico en el cotiledón (Braudeau, 1970); variaciones que fueron similar en los dos diseños del fermentador.

El análisis de varianza realizado para esta respuesta experimental revela diferencia significativa para los dos modelos de cajas, no así para el tipo de madera utilizado ni para la interacción entre estos dos factores de estudio (cuadro No. 4).

Cuadro No. 4. Análisis de varianza para el porcentaje de fermentación

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	35,1111	17,5556	0,51	0,6159
A	1	320,889	320,889	9,3	0,0122
B	2	102,778	51,3889	1,49	0,2714
AB	2	194,111	97,0556	2,81	0,1073
ERROR	10	344,889	34,4889		
TOTAL	17	997,778			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Efecto del modelo ($p= 0.0122$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% estable incremento ligeramente mayor en la caja de madera cuadrada 89,33%, posiblemente porque la elevación de la temperatura en la masa de cacao está correlacionada con la velocidad de la muerte de las semillas, condición necesaria para que se lleven a cabo las reacciones internas en los tejidos de los cotiledones (Rohan, 1964; Braudeau, 1970).

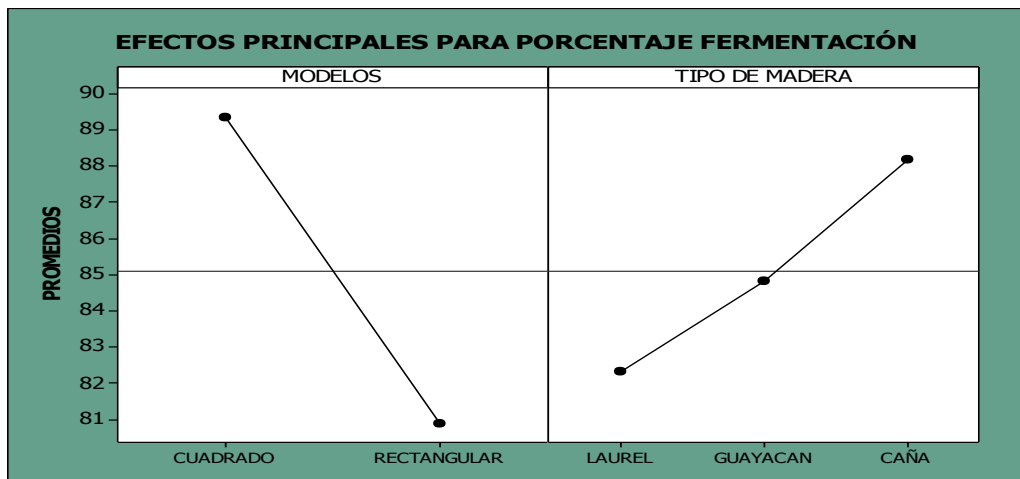
Prueba de rango múltiple tukey
Porcentaje de fermentación vs modelos de cajas

TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
RECTANGULAR	80,8889	b
CUADRADA	89,3333	a

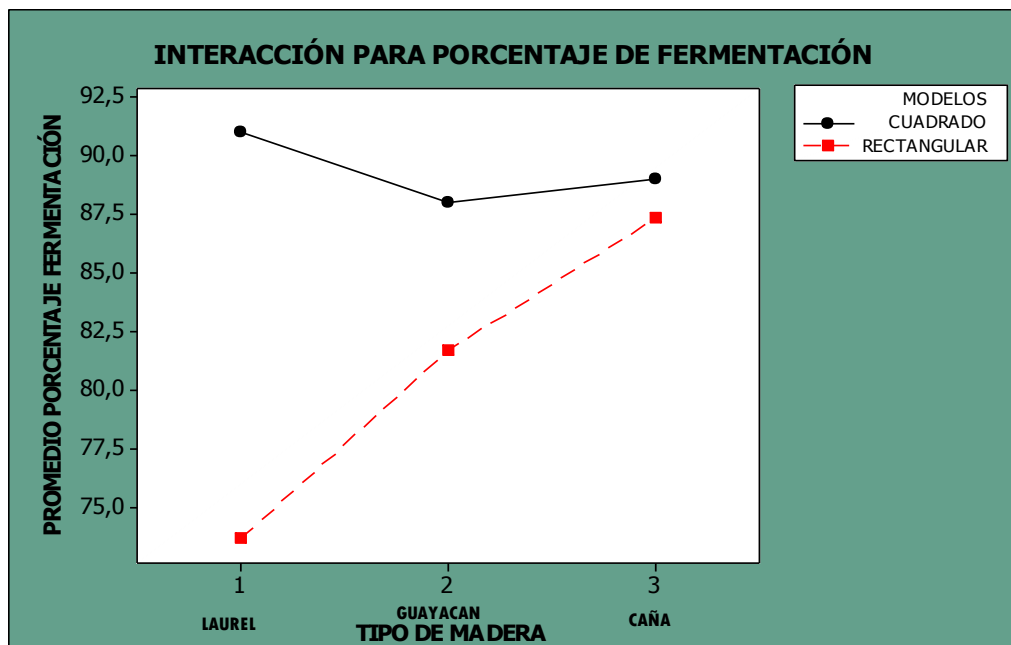
La figura 3, muestra claramente el comportamiento de la fermentación tanto en las cajas cuadradas como en las rectangulares, así como también la relación del modelo de la caja con el tipo de madera utilizada para construirla las mismas; nótese que pese a no tener diferencia significativa en la interacción de los dos factores de estudio en la figura 4

destaca un mayor porcentaje de fermentación en cajas cuadradas hechas con laurel.

Figura 3 y 4. Comportamiento del porcentaje de fermentación durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

El color de los granos es una característica del grado de fermentación, de forma que el color violeta revela una fermentación incompleta, mientras que el color pardo indica que la fermentación se ha completado (Barel, 1987). Sin embargo, la observación visual de los cambios de color del grano es una medida subjetiva que depende de la experiencia del analista, lo que aunado al posible desarrollo de colores oscuros en la oxidación natural de los tejidos, que puede causar confusión en los resultados, resta precisión a esta prueba, por lo que no es conveniente considerarla como un indicador de que la fermentación ha finalizado, sino que es necesario complementarla con otros análisis.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Durante la fermentación del cacao ocurre la descomposición microbiana de la pulpa que causa ruptura de las células y desprendimiento de jugos (Braudeau, 1970). Parte del agua es eliminada en el exudado y se establece un equilibrio osmótico entre la pulpa y los cotiledones, de forma que los productos de la fermentación se difunden a través de la testa hacia el cotiledón (Rohan, 1964).

4.1.2.1 HUMEDAD

4.1.2.1.1 HUMEDAD TESTA

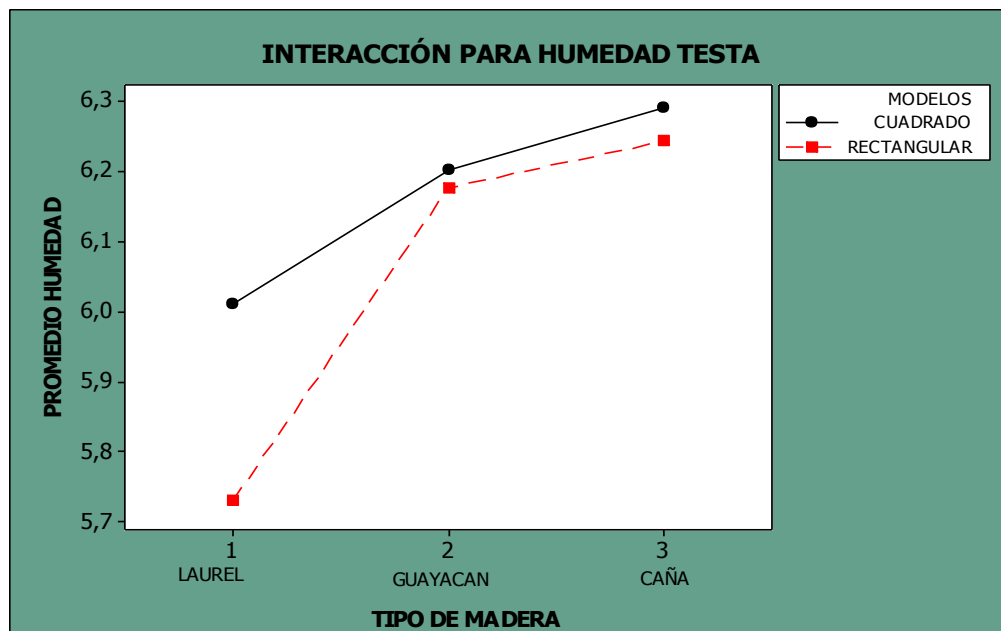
El análisis estadístico realizado a la Humedad de la testa determina que es independiente del diseño del fermentador, del tipo de madera que reutilice para confeccionar los cajones y de la interacción entre estas dos variables cuyos valores no presentaron diferencias significativas entre sí (Cuadro No. 5 y figuras 5 y 6).

Cuadro No. 5. Análisis de varianza para la humedad de la testa

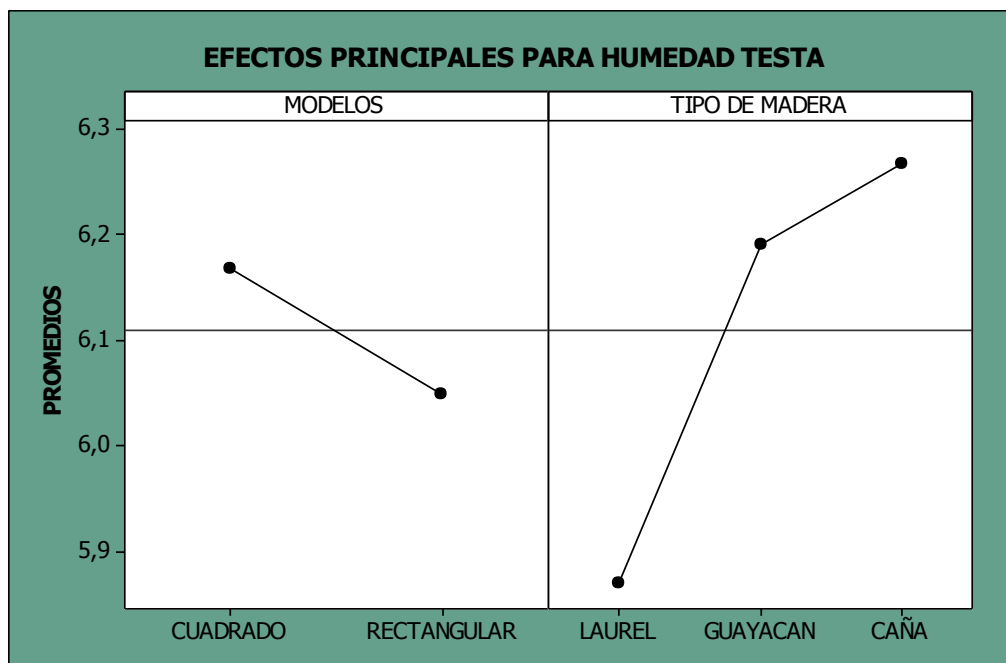
FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPRTICIONES	2	0,247544	0,123772	1,89	0,2007
A	1	0,0624222	0,0624222	0,96	0,3514
B	2	0,531244	0,265622	4,06	0,0511
AB	2	0,0595111	0,02297556	0,46	0,6467
ERROR	10	0,653456	0,0653456		
TOTAL	17	1,55418			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Figura 5 y 6. Comportamiento de la humedad de testa durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.1.2 HUMEDAD COTILEDÓN

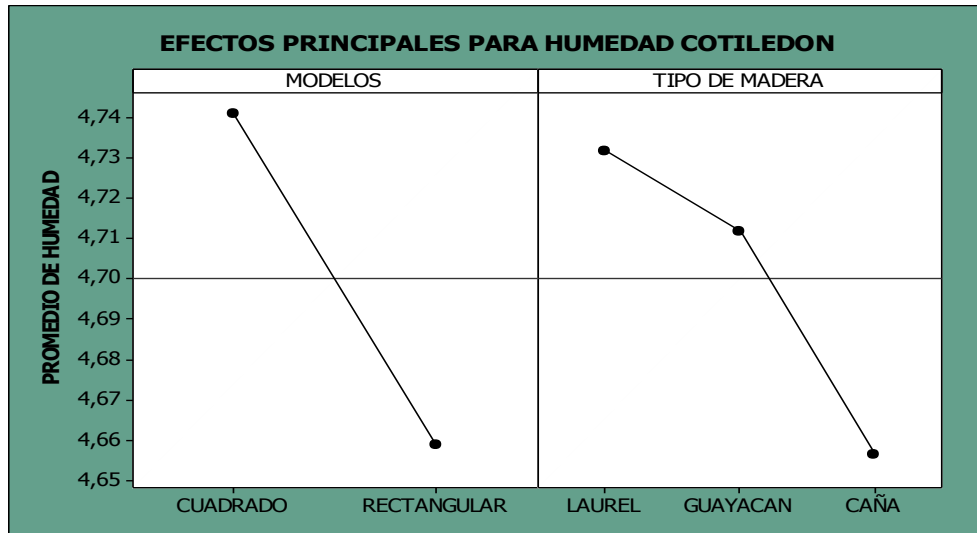
El contenido de humedad en el cotiledón también resultó ser independiente del efecto de los factores de estudio al utilizar tanto la caja cuadrada como la rectangular en los tres tipos de maderas utilizadas (Cuadro No. 6 y figuras 7 y 8).

Cuadro No. 6. Análisis de varianza para la humedad del cotiledón

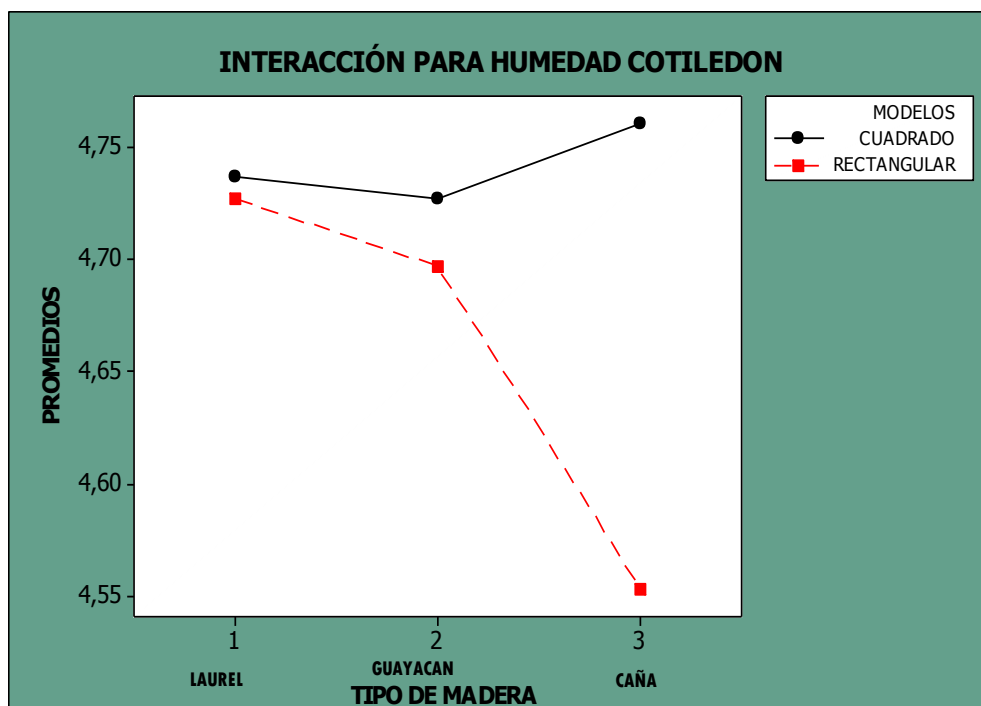
FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	0,122133	0,0610667	1,37	0,2989
A	1	0,0304222	0,0304222	0,68	0,4286
B	2	0,0181	0,00905	0,2	0,8200
AB	2	0,0351444	0,0175722	0,39	0,6849
ERROR	10	0,447	0,0447		
TOTAL	17	0,6528			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Figura 7 y 8. Comportamiento de la humedad de cotiledón durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.2 pH

4.1.2.2.1 TESTA

El nivel alto de pH en esta fracción indica una sobre fermentación, la que conduce a la formación de ácidos carboxílicos y aminas biogénicas por descarboxilación enzimática de los correspondientes aminoácidos (Cros y Jeanjean, 1999). El descenso de la acidez en la pulpa + testa ha sido atribuido al metabolismo del ácido cítrico por acción de las levaduras y el aumento en el cotiledón a la difusión de los ácidos de la pulpa hacia esta fracción (Schwan *et al*, 2000). Durante la fermentación, los ácidos acético y láctico producidos por la degradación microbiana de la pulpa, son difundidos hacia el cotiledón aumentando la acidez de esta fracción (Meyer,1999).

Al realizar el análisis de varianza para el pH de la testa se identificó que no hay diferencias estadísticas entre los modelos de cajas y tipos de maderas. El promedio general de pH fue. (Cuadro No .7).

Cuadro No. 7. Análisis de varianza para el pH testa

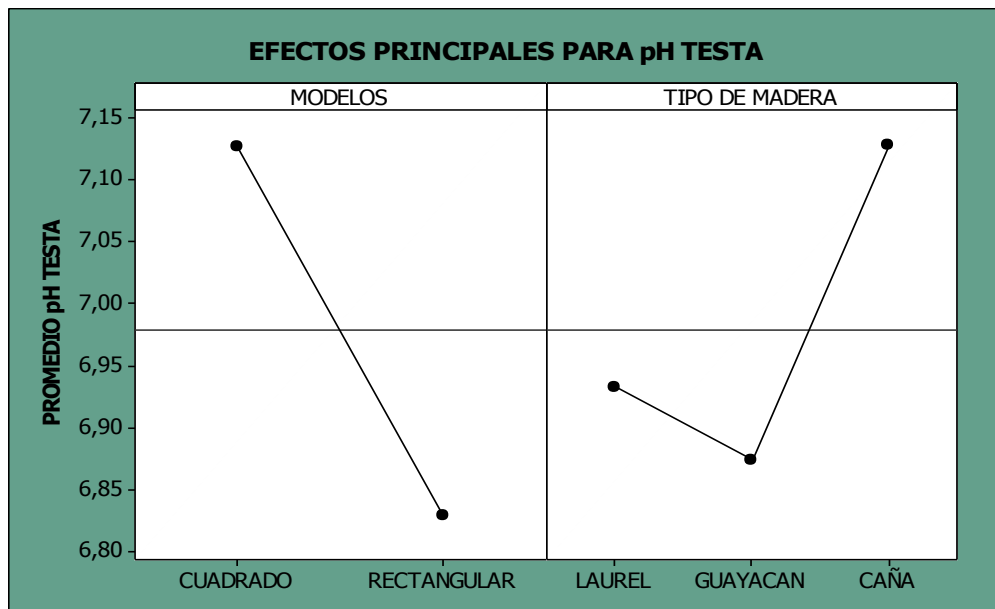
FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	0,0971444	0,0485722	0,47	0,6386
A	1	0,399022	0,399022	3,85	0,0780
B	2	0,211211	1,105606	1,02	0,3952
AB	2	0,104144	0,0520722	0,50	0,6192
ERROR	10	1,03526	0,103526		
TOTAL	17	1,84678			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

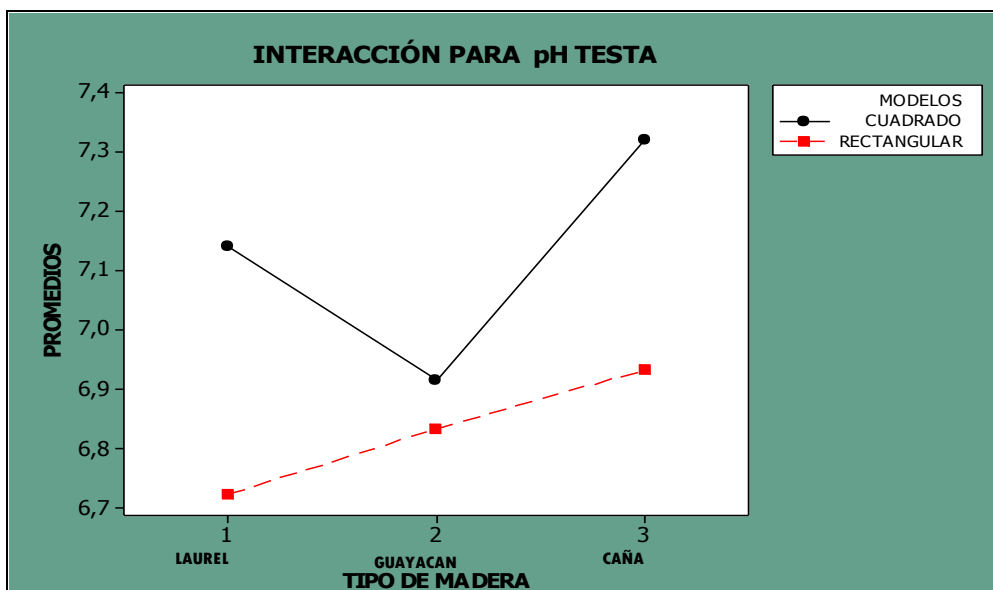
La figura 9 incorpora datos correspondientes a la variación del pH de la testa en los diferentes modelos de caja y según el tipo de madera; el pH

más bajo (6.82) se encuentra en el diseño cuadrado y para el caso del tipo madera el más bajo se localiza en la madera guayacán (6.87). En el gráfico siguiente claramente se separan las rectas para el modelo cuadrado y para el modelo rectangular; la línea roja indica que pH más bajo se alcanza en el modelo rectangular construido con laurel.

Figura 9 y 10. Comportamiento del ph del testa durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.2.2 COTILEDÓN

Durante los primeros días del proceso fermentativo el descenso del pH del cotiledón fue menor en el fermentador rectangular que en el cuadrado y la acidez permaneció constante, lo cual probablemente esté relacionado con un retraso en la pérdida de la viabilidad del grano y en consecuencia de un retardo en la ruptura de las células de la pulpa y en la liberación de los jugos, lo que ocasiona un menor desarrollo de las bacterias acéticas (Braudeau, 1970).

Los valores del pH mostraron diferencias a un nivel del 5% en los diseños de los fermentadores y en los tipos de caja, no así en la interrelación de estos dos factores de estudio, como se puede observar en el (Cuadro No. 8).

Cuadro No. 8. Análisis de varianza para el pH cotiledón

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	0,153544	0,0767722	3,2	0,0843
A	1	0,254422	0,254422	10,6	0,0086
B	2	0,198678	0,0993389	4,14	0,049
AB	2	0,0168778	0,00843889	0,35	0,7119
ERROR	10	0,239989	0,0239989		
TOTAL	17	0,863511			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Efecto del modelo ($p= 0.0086$)

La prueba Tukey determina que en la caja rectangular el pH del cotiledón (5,94) fue menor que el de la caja cuadrada (6,19).

Prueba de rango múltiple tukey
pH cotiledón vs modelos de caja

TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
RECTANGULAR	5,94889	b
CUADRADA	6,18667	a

Efecto del tipo de madera ($p= 0.049$)

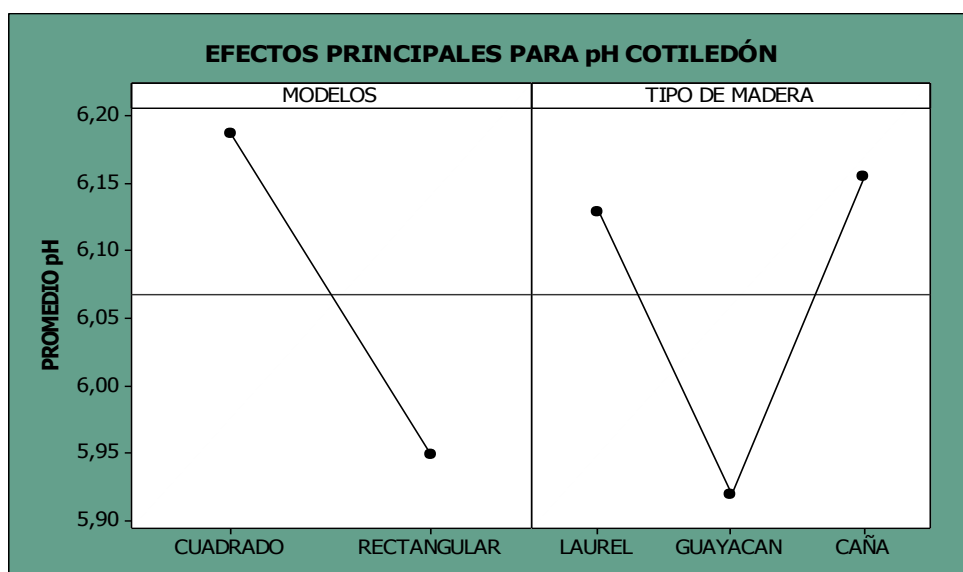
La prueba de Tukey diferencia dos grupos de pH; el de valor bajo (5.92) para los cajones de guayacán en la caja rectangular, en cambio el pH del cotiledón en maderas de laurel y caña alcanzaron los valores más altos de 6.13 y 6.16 respectivamente.

Prueba de rango múltiple tukey
pH cotiledón vs tipos de madera

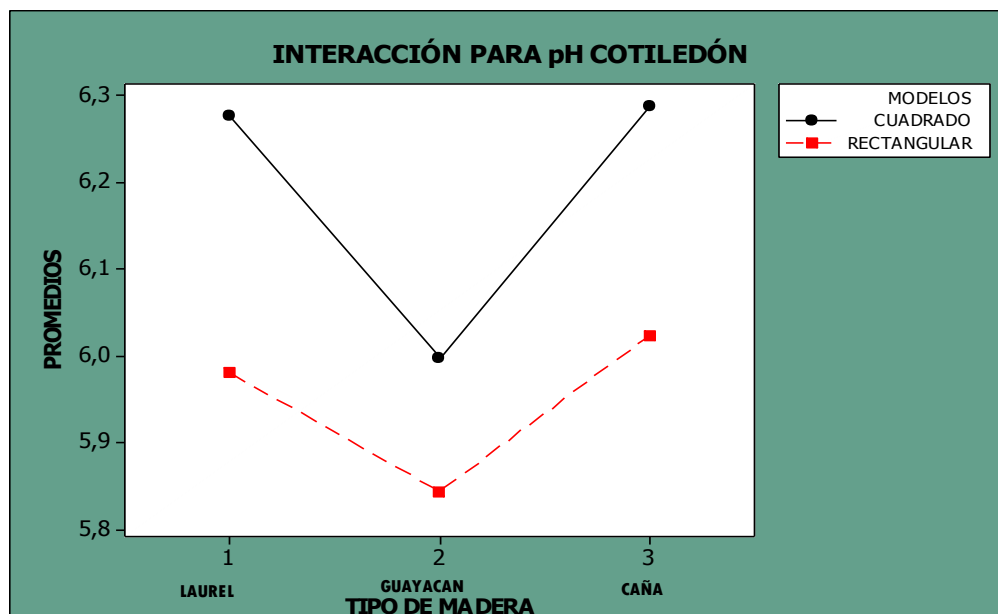
TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
GUAYACAN	5.92	b
LAUREL	6.12833	a
CAÑA	6.155	a

Las figuras 11 y 12. Muestran el comportamiento del pH del cotiledón del cacao durante la fermentación para los factores individuales y para la combinación de los dos, en forma clara se aprecia que en el modelo rectangular, madera de guayacan los valores de pH son los más bajos, mientras que en el modelo cuadrado y de caña se alcanza los pH más altos en forma individual. Si miramos la figura de la interacción es el modelo rectangular y de guayacán el que tiene menor pH

Figuras 11 y 12. Comportamiento del pH del cotiledón durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.3 % FERMENTACIÓN PARCIAL

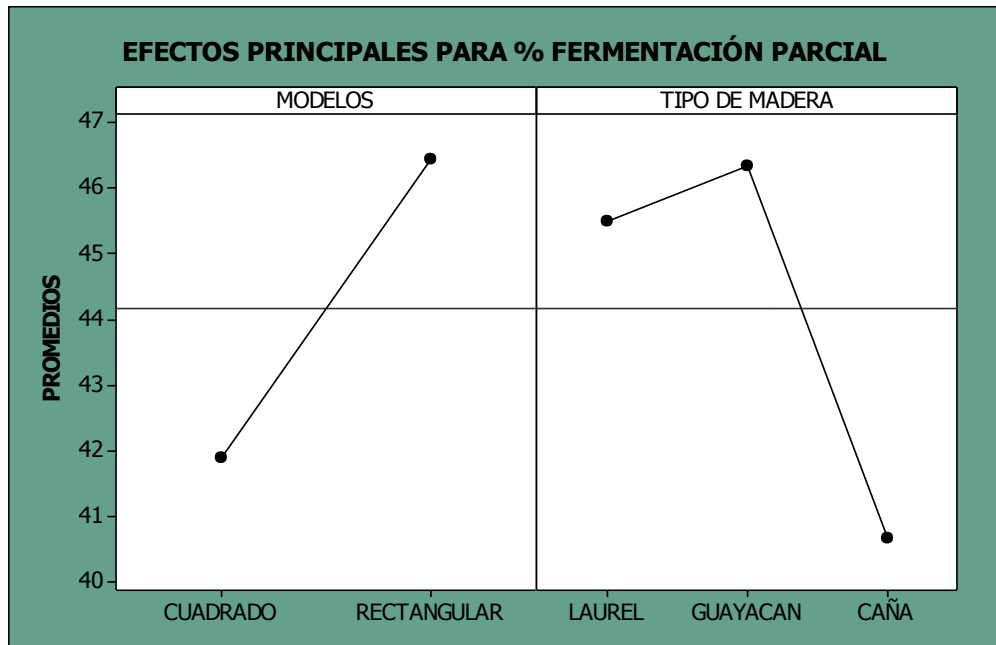
Los resultados muestran que no existe diferencias altamente significativas ($P < 0,05$) Cuadro 10 para los factores de estudios v.g., modelo de caja y tipo de madera en forma individual; porcentajes del orden de 46.5% se alcanza en el modelo rectangular y en el guayacán, en relación a la interacción, esta reflejan que los máximos valores de fermentación parcial están cerca del 50% en el modelo rectangular-laurel como se puede observar en la figura 14.

Cuadro No. 9. Análisis de varianza para el % de fermentación parcial

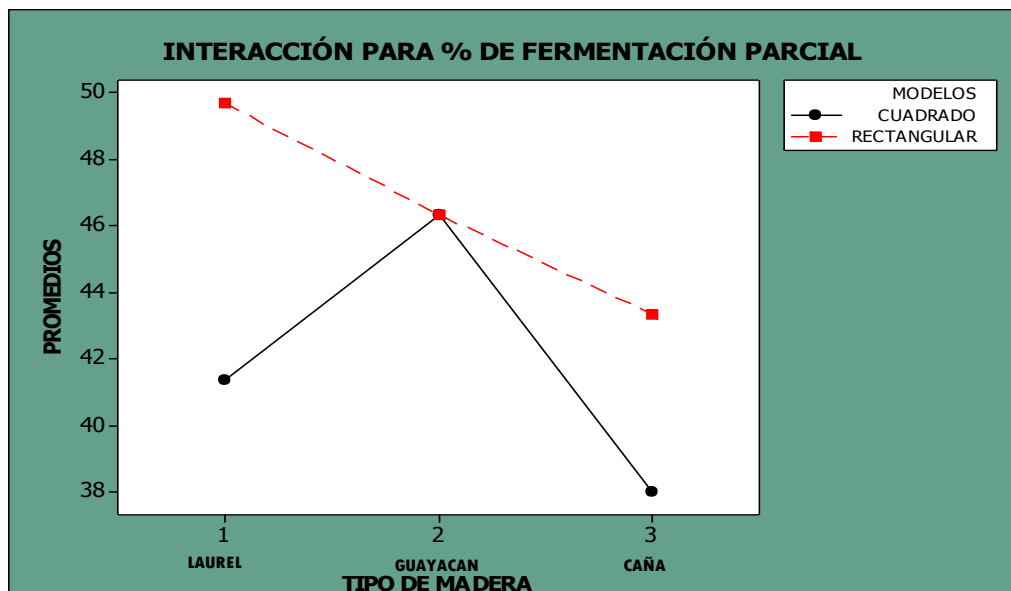
FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	21,0	10,5	0,22	0,8052
A	1	93,3889	93,3889	1,97	0,1908
B	2	112,333	56,1667	1,18	0,3455
AB	2	53,4444	26,7222	0,56	0,5864
ERROR	10	474,333	47,4333		
TOTAL	17	754,5			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Figura 13 y 14. Comportamiento del % de fermentación parcial durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.4 % DE FERMENTACIÓN BUENA

Los resultados estadísticos para esta variable respuesta indican influencia significativa del modelo de caja sobre el porcentaje de fermentación buena alcanzada por al almendras de cacao, el otro factor de estudio no causa efecto significativo sobre esta variable y más aún la combinación de los dos factores de estudio (Cuadro No.10).

Cuadro No. 10. Análisis de varianza para el % de fermentación buena

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	54,1111	27,0556	0,34	0,7214
A	1	760,5	760,5	9,48	0,0116
B	2	395,111	197,556	2,46	0,1349
AB	2	361,333	180,667	2,25	0,1557
ERROR	10	801,889	80,1889		
TOTAL	17	2372,94			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

EFFECTO DEL MODELO ($p= 0.0116$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% estable que mayor % de fermentación buena en promedio se encuentra en la caja de madera rectangular 47.44%.

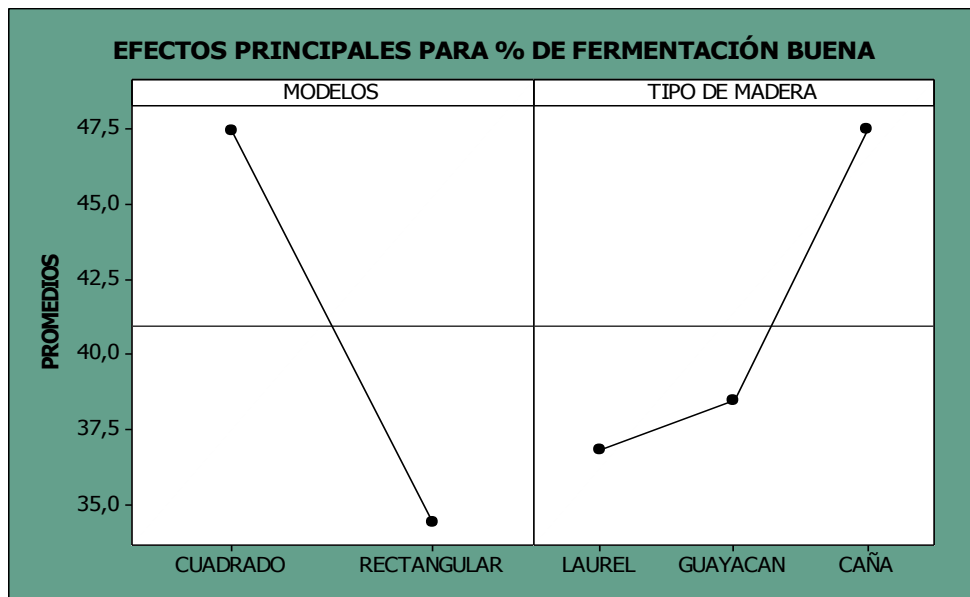
Prueba de rango múltiple tukey

Del % de fermentación buena vs modelos de caja

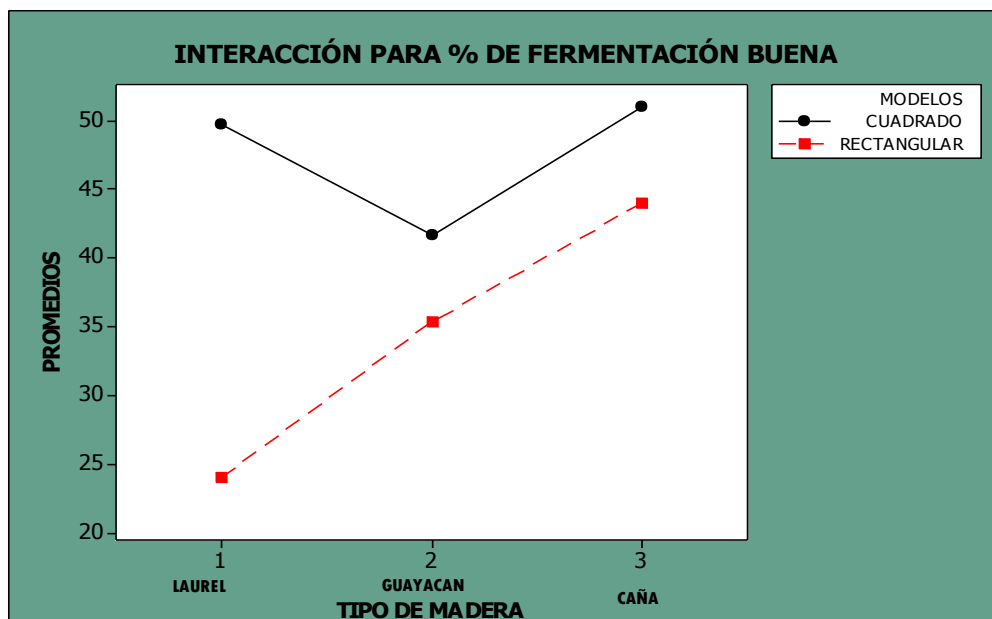
TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
RECTANGULAR	34,4444	b
CUADRADA	47,4444	a

En las figuras 15 y 16, se puede apreciar claramente el comportamiento del porcentaje de fermentación buena al ser influenciado por los dos factores de estudio y la interacción de los mismos

Figura 15 y 16. Comportamiento del % de fermentación buena durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas.



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.5 PESO DE 100 ALMENDRAS

Al analizar el peso de las almendras estadísticamente, es el modelo de cajón el que causa efecto significativo, no así el tipo de madera y la interacción de los dos factores de estudio (Cuadro No.11).

Cuadro No. 11. Análisis de varianza para el peso de 100 almendras (g)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular
REPETICIONES	2	96,1741	48,0871	1,19	0,3449
A	1	576,641	576,641	14,23	0,0037
B	2	36,1075	18,0538	0,45	0,6527
AB	2	46,2345	23,1173	0,57	0,5827
ERROR	10	405,322	40,5322		
TOTAL	17	1160,48			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Efecto del modelo ($p= 0.0037$)

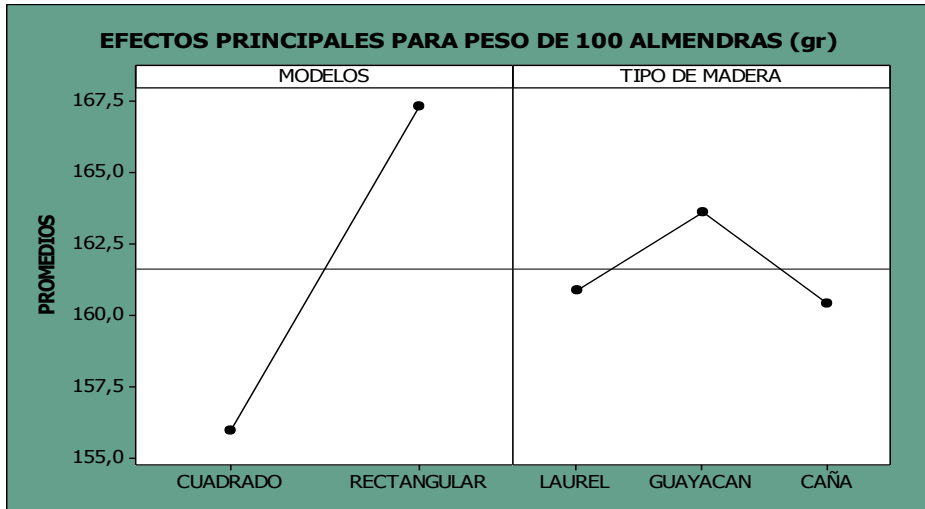
La prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% estable que mayor peso promedio de las almendras se encuentra en la caja de madera rectangular 167.28grs.

Prueba de rango múltiple tukey el peso de
100 almendras vs modelos de caja

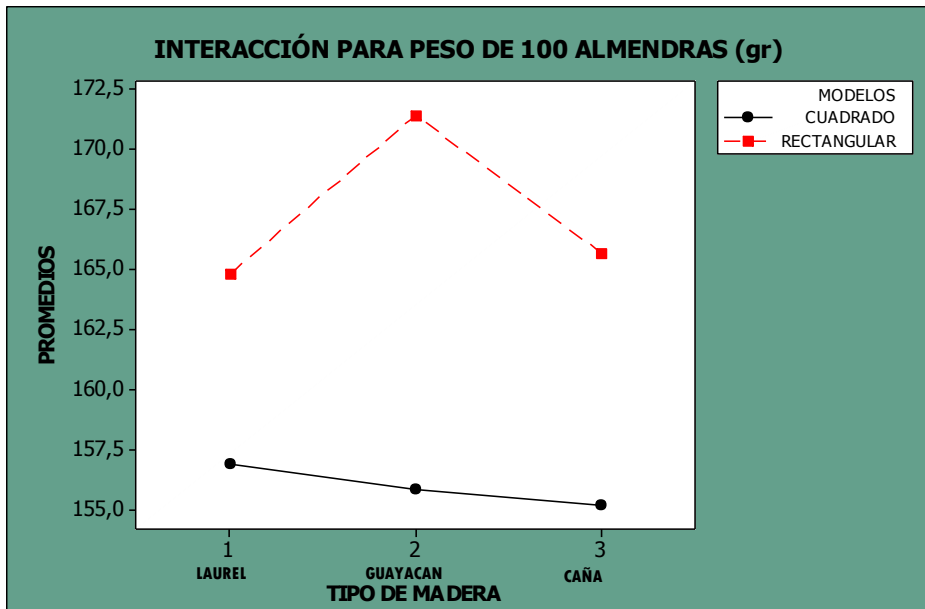
TIPO DE MADERA	PROMEDIOS	GRUPOS HOMOGENEOS
CUADRADA	155,961	b
RECTANGULAR	167,281	a

La figura 17 y 18, presenta a los efectos principales en forma individual, así como también a la interacción de los mismos, claramente se vé mayor peso en las almendras de la caja rectangular, si nos referimos al tipo de madera en la caja de guayacan peso a no existir influencia significativa el guayacán presenta pesos altos para las almendras y si miramos el gráfico de interacción no existe pero se puede decir que el peso más alto se encuentra en la caja rectangular-guayacán.

Figura 17 y 18. Comportamiento del peso de 100 almendras durante la fermentación en cacao tanto para efectos principales como para la interacción modelos de caja y tipos de maderas utilizadas



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR



ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

4.1.2.6 ANALISIS ORGANOLEPTICO

Cuadro No. 12. Análisis de varianza organoléptico

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	Fc	F. Tabular	F. Tabular
Entre grupos	35,45	8	4,431	7,419	0,003	3,23
Dentro de los grupos	5,375	9	0,597			

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cacao	2	8	4	0
Amargor	2	5	2,5	0,08
Astringencia	2	6,4	3,2	0,02
Acidez	2	7,9	3,95	0,125
Floral	2	2	1	0
Frutal	2	7,2	3,6	3,92
Nuez	2	1,5	0,75	0,005
Dulce	2	2	1	0,98
Crudo	2	0,7	0,35	0,245

ELABORADO: DIOMEDES GAIBOR

Cuadro No. 13. Resultado análisis económico del mejor tratamiento a0b0

Cajón cuadrado de laurel.

FERMENTACION DEL CACAO	PRECIO DEL CACAO SECO EN EL MERCADO (USD)	CAPACIDAD DEL FERMENTADOR CACAO CRUDO (qq)	PESO DEL CACAO FERMENTADO Y SECO (qq)	TOTAL (USD)
MALA	85	0,66	0,32	27,2
BUENA	105	0,66	0,35	36,75
UTILIDAD				9,55

ANALISIS BENEFICIO COSTO

COSTOS DIRECTOS (A)	MATERIA PRIMA	\$15
COSTOS INDIRECTOS (B)	GASTOS ADMINISTRATIVOS HERRAMIENTAS Y MATERIALES	\$10
COSTO TOTAL	A + B	\$25.00

$$\begin{aligned}
 \text{BENEFICIO} &= \text{INGRESOS / EGRESOS} \\
 &= 36.75/25.00 \\
 &= 1.47
 \end{aligned}$$

TASA INTERNA DE RETORNO

47%

$$\begin{aligned}
 \text{UTILIDAD} &= \text{Ingresos} - \text{Egresos} \\
 &= 36,75 - 25,00 = 9,55
 \end{aligned}$$

De acuerdo al análisis beneficio – costo, restando los ingresos menos los egresos tenemos una utilidad neta de \$ 9,55. La tasa interna de retorno nos dice que por cada dólar de inversión obtenemos el 47 % de ganancia.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de la variable humedad, no hay diferencia estadísticamente entre tratamientos por lo tanto todos los tratamientos son estadísticamente iguales.
- De acuerdo a la variable al índice de fermentación, el mejor tratamiento fue el (a0b0) la caja cuadrada.
- De acuerdo a los resultados del análisis de la variable temperatura, se establece el mejor tratamiento corresponde del diseño a0b0 de caja cuadrada de madera de laurel.
- De acuerdo a la variable del pH del cotiledón todos los tratamientos son iguales.
- El tratamiento a0b0 repetición 1 fue el que presentó mejores características organolépticas (sabor a cacao, amargor, astringencia y acidez dentro de lo normal) que corresponde al diseño cajón cuadrado de madera de laurel.
- La relación beneficio costo del mejor tratamiento (a0b0) corresponde a un valor de \$ 9.55 dólares de utilidad.
- El mejor diseño para el proceso de la fermentación del cacao fue el cajón cuadrado de laurel, el mismo que facilita el volteo de los granos y permite una mejor aireación.

- El tipo de madera en el que se obtuvo un proceso de fermentación adecuado fue el laurel, en este los cotiledones presentan una coloración marrón o marrón oscuro, de aspecto quebradizo, con estrías bien abiertas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para garantizar el éxito en el futuro de la cadena de cacao, sería necesario implementar un laboratorio de calidad en la Unión de Organizaciones de Participación Social por la Justicia del Cantón las Naves.
- Se recomienda que se planifique un programa de capacitación y elaboración de manejo de cacao a todos los agricultores de la zona del Cantón Las Naves.
- Se recomienda a la Universidad que realice proyectos y trabajos con los Estudiantes de la Escuela de Ing. Agroindustrial del cantón Las Naves en el proceso de fermentación del cacao.
- Una vez realizado el ensayo se establece que el mejor tratamiento corresponde (aobo), que concierne al cajón cuadrado de laurel por lo cual se recomienda la utilización del mismo en los procesos de fermentación ya que estadísticamente obtuvo diferencias altamente significativas en todos los tratamientos.
- Se fortalezca el sistema de cooperativas para fortalecer el aparato crediticio de las mismas para cultivos de exportación como el cacao ,porque la falta del incentivo económico para la correcta fermentación, secado y limpieza del grano, ha impedido el mantenimiento de estándares de calidad del producto ecuatoriano en el mercado mundial.

CAPITULO VI

RESUMEN SUMMARY

6.1. RESUMEN

El Cacao, (*Theobroma cacao* L.) familia *Sterculiaceae* del género *Theobroma* y a la especie cacao. Su explotación y consumo lo ha convertido en un producto de alto valor nutricional, el cual debe reunir obligatoriamente requisitos especiales de "calidad" para su comercialización. Esto ha hecho que las empresas procesadoras y los países compradores de granos y de productos derivados del cacao, muestren cada vez un mayor interés en ofrecer un producto más aceptable a base de una materia prima de buena calidad.

Sin embargo, la "calidad final" de los granos de cacao está condicionada directamente con el tipo de genotipo y por la efectividad del proceso de beneficio post-cosecha (fermentación y secado); ya que ambos procesos promueven y desarrollan los precursores del sabor y aroma del chocolate.

Cabe señalar que el primer proceso se ve afectado por varios factores tales como: tipo de madera a utilizar para la construcción de los cajones, dimensiones de los mismos, el tamaño de los orificios que permiten la evacuación del mucílago y las remociones que se le da a la masa durante el proceso. El proceso fermentativo se convierte en el principal proceso del beneficio pues los cambios que se originan son fundamentales para que aparezcan los agentes precursores del aroma y sabor típicos del cacao de calidad.

Los granos extraídos de la mazorca de cacao deben depositarse en cajones de madera, con orificios en el fondo y los lados para la salida de la "baba" o líquidos que se desprenden del mucílago. Estos cajones deben colocarse

unos 10 ó 15 centímetros por encima del suelo para el fácil drenaje de estos líquidos. Los cajones deben estar colocados en sitios cubiertos para que la temperatura sea constante y la fermentación sea completa y pareja. El tamaño y número de los cajones varía de acuerdo con la cosecha de la finca.

6.2. SUMMARY

The Cocoa, (*Theobroma cocoa* L.) family Sterculiaceae of the gender *Theobroma* and to the species *cocoa*. Their exploitation and consumption has transformed it into a product of high nutritional value, which should gather special requirements of "quality" obligatorily for its commercialization. This has made that the companies procesadoras and the countries buyers of grains and of derived products of the cocoa, show every time a bigger interest in offering a more acceptable product with the help of a matter it prevails of good quality.

However, the final quality of the grains of cocoa is conditioned directly with the genotipo type and for the effectiveness of the process of benefit post-crop (fermentation and drying); since both processes promote and they develop the precursors of the flavor and aroma of the chocolate.

It is necessary to point out that the first process is affected by several such factors as: wooden type to use for the construction of the drawers, dimensions of the same ones, the size of the holes that you/they allow the evacuation of the muscilago and the removals that you him of to the mass during the process. The process fermentativo becomes the main process of the since benefit the changes that originate they are fundamental so that the precursory agents of the aroma and typical flavor of the cocoa of quality appear.

The extracted grains of the ben ear to be deposited in wooden drawers, with holes in the bottom and the sides for the exit of the " dribble " or liquids that come off of the mucilage. These drawers should be placed about 10 or 15 centimeters above the floor for the easy drainage of these liquids. The drawers should be placed in covered places so that the temperature is constant and the fermentation is complete and couple. The

size and number of the drawers varies of agreement with the crop of the property.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

1. Álvarez, Y. 2001. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) selección Ocumare 61, durante el proceso de fermentación, utilizando el sistema trinitario. Trabajo de grado. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Septiembre 149pp.
2. Banco Central Del Ecuador. Boletín Anuario números 21 y 22. Quito, año 2006.
3. Botánica, 2000. Historia Natural Básica Everest, España, 170 p
4. Braudeau, J, 1999. El Cacao Ed, Blume Barcelona. 1er Edición, México p 36-145.
5. Chirinos, J., C. Vilorio, E. Portillo y D. Esparza. 2007. Evaluación de los diferentes métodos de fermentación en cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Zona Sur del Lago de Maracaibo. Tesis Ing. Agr. LUZ – Maracaibo. Venezuela. 86 p.
6. Contreras, A. 1999. Efecto del uso de diferentes fermentadores sobre algunas características físicas y químicas durante la fermentación del cacao forastero (*Theobroma cacao* L.). Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. 84 p
HARDY, F. 1961. Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. (IICA).Turrialba- Costa Rica. 150p.
7. CORPEI. Caracterización del sector cacaotero ecuatoriano, primer borrador – Guayaquil, Ecuador, 2001.

8. CORPOICA 2000. Sistema agroforestal de producción plátano/cacao/nogal – Granja Luker.
9. Crespo, C, E, Y Crespo, A F 1998. Cultivo y Beneficio del Cacao CCN-51. Ed El Conejo 1er Edición. Ecuador. P10-50.
10. Cros, E., 2007. Factores condicionantes de la calidad del cacao. Memorias del 1er Congreso Venezolano del cacao y su Industria. Noviembre. Maracay, Estado Aragua. Venezuela.
11. Enríquez, G. 2002. Curso sobre el cultivo del cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Costa Rica. 239p.
12. Hardy Y F. 2001. Manual del cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Costa Rica.
13. INIAP. 2003. Manual del cultivo del cacao. Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.
14. INIAP. 2003 (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS). .Propagación vegetativa de cacao. Boletín divulgativo N° 13. Estación Experimental Pichilingue. Quevedo - Ecuador
15. INIAP, 1999 a. Manual del cultivo de cacao. 2ª Ed. Corregida y Aumentada. EET Pichilingue, Quevedo, Ecuador. Manual N° 25. 135 – 146 p.
16. Madriz, J., 2000. Estudio de la fermentación del cacao en Gavetes Rohan en tres fincas de la zona Atlántica de Costa Rica. Informe Técnico 79p.

17. MAG.2006. El cultivo del cacao. Programa Nacional del Cacao. Ecuador.
18. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2000. Plan Nacional del Cacao.
19. Montero, G. 2001. Tiempo óptimo de fermentación de cacao en cajones grandes. Memoria, Seminario regional sobre tecnología pos cosecha y calidad mejorada del cacao. 20-21 julio. Turrialba. Costa Rica. 120 p.
20. Portillo, E., E. Martínez, F. Araujo, R. Parra, y D. Esparza. 1998. Diagnóstico técnico agronómico para el cultivo cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12:151 –166.
21. PROYECTO ECU – B7 – 3010/93/176. Reactivación de la producción y mejora de la calidad del cacao nacional. Guayaquil, 1 999.
22. Rohan, T. 1999. El beneficiado del cacao bruto destinado al mercado. Roma. FAO. 79p.
23. Schawn, R. 2000. Microbiología de la fermentación del cacao: Estudio para mejorar la calidad CEPLAC/ CEPEC/SETEA. Cp 07, 45600- 000, Itabuna, Bahía, Brasil. Agrotropica. 2(1): 22-31.
24. SICA (SERVICIO DE INFORMACION Y CENSO AGROPECUARIO). 2003. Importancia del Cacao en Ecuador. Consultado el 23 de Agosto del 2003. Disponible en <http://www.sica.gov.ec.htm>
25. Soria, V. 2001. Principales Variedades de Cacao Cultivadas en América Tropical. Turrialba (Costa Rica) 16(3); 261-266

26. SUAREZ, C.; MOREIRA, M., VERA B., J. Eds. 2002. Manual del cultivo del cação. 2ª Edición. EETP, INIAP, Quito, Ecuador. 136 – 143 p.
27. Torres, O. 2001. Efecto del tiempo transcurrido entre la cosecha y el desgrane sobre algunas características físicas y químicas del cacao (*Theobroma cacao* L.) durante la fermentación. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 96 p.
28. IICA. 2000. Elementos de la competitividad de la cadena cacao – manteca – chocolate. Ecuador.
29. www.paguito.com/portal/hemeroteca/origen_del_cacao.html

ANEXOS

ANEXO A. CROQUIS DEL LUGAR DEL ENSAYO

CROQUIS



ANEXO B. REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHLINGUE

LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO

Resultados de los análisis físicos (prueba de corte, pH y humedad)

Interesado: Sr. Diomedes Gaibor Erazo

Factura: 876

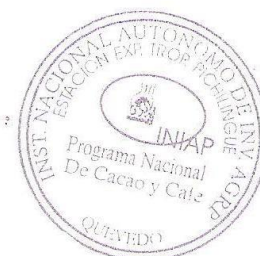
Resultados de Fermentación.

Referencia	Código	Peso g, 100 Almendras	Fermentación %			Defectos %		Infestación %		Total
			Buena	Parcial	Total	Violeta	Pizarra	Moho	Insectos	
T4R1 Rectangular de Laurel	365	167,9	19	48	67	33	0	0	0	100
T4R2 Rectangular de Laurel	371	174	25	52	77	20	0	3	0	100
T4R3 Rectangular de Laurel	368	152,5	28	49	77	20	2	1	0	100
T1R1 Cuadrado de Laurel	359	163,25	40	47	87	10	0	0	3	100
T1R2 Cuadrado de Laurel	362	150,25	57	35	92	7	0	1	0	100
T1R3 Cuadrado de Laurel	374	157,24	52	42	94	1	0	0	5	100
T3R1 Cuadrado de Caña	380	156,54	52	44	96	0	0	4	0	100
T3R2 Cuadrado de Caña	377	152,51	54	35	89	5	0	6	0	100
T3R3 Cuadrado de Caña	383	156,44	47	35	82	13	0	3	2	100

Resultados del contenido de humedad y pH.

Referencia	Código	Humedad %		pH	
		Testa	Cotiledón	Testa	Cotiledón
T4R1 Rectangular de Laurel	565	5,62	4,43	6,68	5,89
T4R2 Rectangular de Laurel	371	5,9	4,78	6,78	5,92
T4R3 Rectangular de Laurel	368	5,67	4,97	6,71	6,13
T1R1 Cuadrado de Laurel	359	5,71	4,5	7,07	6,26
T1R2 Cuadrado de Laurel	362	5,99	4,5	7,1	6,21
T1R3 Cuadrado de Laurel	374	6,33	5,21	7,26	6,36
T3R1 Cuadrado de Caña	380	6,36	4,79	7,44	6,2
T3R2 Cuadrado de Caña	377	5,91	4,65	7,23	6,18
T3R3 Cuadrado de Caña	383	6,6	4,84	7,3	6,48


Juan Carlos Jiménez
Resp. Lab. Calidad





**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHLINGUE
LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO**

Resultados de los análisis físicos (Prueba de corte, pH y humedad)

Interesado: Sr. Diomedes Gaibor Erazo


Factura: 880

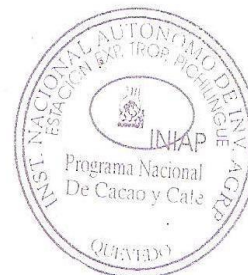
Resultados de Fermentación.

Referencia	Código	Peso g, 100 almendras	Fermentación %			Defectos %		Infestados %		Total
			Buena	Parcial	Total	Violetas	Pizarras	Moho	Insectos	
T2R1 Cuadrado Guayacán	372	151,9	40	50	90	5	0	5	0	100
T2R2 Cuadrado Guayacán	378	155,14	52	37	89	5	0	0	6	100
T2R3 Cuadrado Guayacán	375	160,38	33	52	85	12	0	0	3	100
T6R1 Rectangular de caña	385	170,83	53	32	85	9	0	5	1	100
T6R2 Rectangular de Caña	381	168,07	32	50	82	10	0	2	6	100
T6R3 Rectangular de caña	387	158,01	47	48	95	2	0	0	3	100
T5R1 Rectangular Guayacán	369	174,45	27	50	77	22	0	0	1	100
T5R2 Rectangular Guayacán	361	172,98	32	47	79	20	0	0	1	100
T5R3 Rectangular Guayacán	364	166,79	47	42	89	6	0	3	2	100

Resultados del contenido de humedad y pH.

Referencia	Código	Humedad %		pH	
		Testa	Cotiledón	Testa	Cotiledón
T2R1 Cuadrado Guayacán	372	6,1	4,8	7,34	6,16
T2R2 Cuadrado Guayacán	378	6,2	4,7	7,09	5,98
T2R3 Cuadrado Guayacán	375	6,31	4,68	6,32	5,85
T6R1 Rectangular de caña	385	6,01	4,44	6,77	5,82
T6R2 Rectangular de Caña	381	6	4,73	6,89	5,98
T6R3 Rectangular de caña	387	6,72	4,49	7,14	6,27
T5R1 Rectangular Guayacán	369	6,2	4,76	7,15	5,92
T5R2 Rectangular Guayacán	361	6,33	4,64	6,29	5,55
T5R3 Rectangular Guayacán	364	6	4,69	7,06	6,06


 Juan Carlos Jiménez
 Resp. Lab. Calidad





INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHLINGUE

LABORATORIO DE CALIDAD INTEGRAL DE CACAO

Resultados sensoriales de dos muestras de cacao

Institución: Particular

Sr. Diomedes Gaibor

Factura: 888

Fecha: Marzo 24 del 2009

Cuadro de los resultados de análisis sensoriales

Identificación	Cacao	Amargor	Astringencia	Acidez	Floral	Frutal	Nuez	Dulce	Crudo
T1 R1	4,0	2,7	3,1	3,7	1,0	2,2	0,7	1,7	0,7
T5 R2	4,0	2,3	3,3	4,2	1,0	5,0	0,8	0,3	0,0

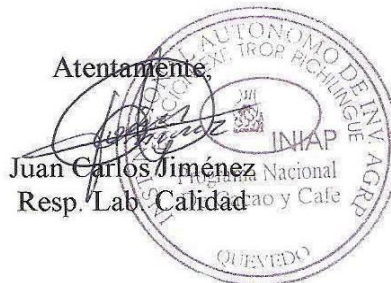
La muestra codificada como T1 R1 se percibió que ligeramente tenía sabor a crudo, posiblemente sea a un número considerado de almendras de color violeta, también se logro identificar un poco de sabor dulce, pero en su consistencia al realizar la degustación mostró un aspecto grasoso sobre la legua y las papilas gustativas, eso ocurre cuando las almendras no están bien fermentadas, no se tuestan correctamente y durante el conchado al tratar de obtener una buena textura los cristales de la grasa se saturan.

En la muestra T5 R2 se encontró buena consistencia en los perfiles de sabor: floral, frutal y nuez, notándose una acertada claridad, sobre todo el sabor frutal muy bueno a pesar de estar un poco ácida.

En conclusión las dos muestras presentan el sabor a cacao en una intensidad media, los sabores de amargor, astringencia y acidez están dentro de lo normal, a excepción de 4,2 de acidez de la segunda muestra. Mientras que los sabores específicos están presentes, tanto es así que en la muestra dos el sabor frutal es muy agradable y acentuado.

Atentamente,

Juan Carlos Jiménez
Resp. Lab. Calidad



ANEXO C. FOTOGRAFIAS DEL ENSAYO

Foto1. Cajones listos para ser curados con baba de cacao



Foto 2. Curado de los cajones



Foto 3. Cajones listos para el proceso de fermentación



Foto 4. Tumba de cacao nacional



Foto 5. Clasificación de las mazorcas cosechadas



Foto 6. Ruptura de las mazorcas cosechadas



Foto 7. Sacada de las almendras



Foto 8. Vaciado de las almendras libre del magüey



Foto 9. Transporte de las almendras



Foto 10. Pesada de las almendras



Foto 11. Vaciado de las almendra en los cajones



Foto 12. Cajones llenos de las almendras



Foto 13. Tapado de las almendras



Foto 14. Cajones cubiertos



Foto 15. Toma de temperatura



Foto 16. Toma de datos



Foto 17. Remoción de las almendras



Foto 18. Almendras fermentadas previas al secado



Foto 19. Almendras previas al secado



Foto 20. Almendras en proceso de secado



Foto 21. Recogida de las almendras



Fotos 22. Resultados de los tratamientos fermentados y secos







ANEXO E. METODOS DE EVALUACION Y DATOS A EVALUARSE

(Anexo E) Protocolo para la toma de temperatura.

La temperatura se evaluó diariamente para dar seguimiento al proceso de fermentación; en la masa de cacao se introduce un termómetro o termocupla la misma que inmediatamente indica el grado de temperatura que ha alcanzado la masa de cacao. Cabe indicar que esta termocupla están diseñadas para medir la temperatura en grados centígrados °C

(Anexo E) Protocolo para el índice de fermentación

Prueba de corte en cien almendras y se clasificaron en buenas y medianas granos violetas, pizarrosas mohos y otros. Estos análisis se realizan una vez que las almendras hayan alcanzado un 7% de humedad.

(Anexo E) Protocolo para la humedad

De la muestra general se tomaron 20 granos de almendras se colocaron en un medidor de humedad donde directamente indica el % de humedad. En 30 gramos de almendras se hace el descascarillado luego se tritura hasta obtener polvo fino de 20 micras, se pesa 10 gramos de polvo y se coloca en la estufa 130 °C por 24 horas, finalmente se saca las muestras y se coloca en un extractor de humedad hasta que se enfríe; las muestras de polvo se pesan y se obtuvo el porcentaje de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{Pi - Pf}{Pi (100)}$$

- Humedad
- Porcentaje inicial

- Porcentaje final
- Porcentaje inicial (cien por ciento).

(Anexo E) Protocolo para el pH.

Se prepara una solución en agua en una proporción de uno a diez para el efecto se prepara 10 gr de polvo de cacao se mezcla en 100 ml de agua destilada se lleva a ebullición hasta hervir la mezcla, luego a un núcleo magnético se agita por una hora la solución pasa por un papel filtro No: 4; y luego se realiza la lectura con la ayuda de un potenciómetro

(Anexo E). Protocolo para el Análisis Organoléptico.

METODOLOGÍA

El panel de catadores evaluarán las muestras utilizando los órganos de los sentidos (gusto, olfato y vista). Cada miembro del panel toma una porción de la muestra lleva hasta la nariz, aspira el aroma y luego coloca la muestra en el centro de la lengua, saborea por toda la boca y luego procede a digerir o eliminar la muestra, el tiempo que puede transcurrir está entre 20 y 30 segundos. Se lava la boca con agua y tiene opción a comer una galleta, descansa 10 por lo menos 2 minutos y puede continuar con la siguiente muestra, máximo 5 muestras por sesión utilizando una escala de 0 a 10 puntos pueden evaluar los siguientes perfiles del sabor.

SABORES BÁSICOS.- Los sabores básicos estuvieron conformados por:

ACIDEZ, se percibe como un sabor ácido persistente a los lados y al centro de la lengua.

AMARGOR, se percibe como un sabor fuerte y amargo en la parte posterior de la lengua y garganta.

ASTRINGENCIA, se percibe como una sensación fuerte de sequedad en toda la boca, lengua y garganta.

FRUTAL, se percibe como una sensación dulce en la punta de la lengua.

SABORES DEFECTUOSOS.- Se identificaron defectos como un sabor- aroma similar a tejidos vegetales verdes que reflejan una fermentación insuficiente.

Para determinar el nivel de intensidad de los sabores básicos, específicos y defectuosos se aplicó una escala de 0 a 10 puntos, de acuerdo a la metodología de Braudeau (1970). Tal como se describe a continuación.

Escalap

- 0 = Ausente
- 1 a 2 = Intensidad baja
- 3 a 5 = Intensidad media
- 6 a 8 = Intensidad alta
- 9 a 10 = Intensidad muy alta/fuerte

FUENTE: ING. JIMENEZ 2008. EL USO DE LOS ORGANOS DE LOS SENTIDOS COMO HERRAMIENTA PARA LA EVALUACION FISICA SENSORIAL DEL CACAO. MEMORIA DE TALLER SENSORIAL EET PICHILINGUE QUEVEDO – ECUADOR PAG. 23 – 27.

ANEXO F. MANUAL TECNICO PARA LOS AGRICULTORES

FERMENTACION DEL CACAO EN CAJAS CUADRADAS

Fermentación del Cacao.- Es un proceso de capital importancia en relación con la calidad de los granos, que consiste en la colocación de los granos recién cosechados en recipientes adecuados o pilas que deben cubrirse para crear un ambiente semicerrado. Así ocurre la eliminación de la baba o mucilago azucarado y, dentro de la almendra, la muerte del embrión, la transformación de los cotiledones y la formación de las sustancias precursoras del sabor y aroma de chocolate.

Cambios que ocurren en la Fermentación del Cacao.- La fermentación puede caracterizarse como un proceso con dos etapas:

a. Una etapa de hidrólisis o alcohólica, en condiciones anaeróbicas, donde intervienen microorganismos como levaduras, que transforman el azúcar de la pulpa en alcohol y anhídrido carbónico, a la vez que comienza a elevarse la temperatura. Conforme se produce el colapso de las células de la pulpa, hay penetración de aire y se favorece la oxidación del alcohol a ácido acético, con la intervención de bacterias acéticas inoculadas por los insectos denominados mosquitos del guarapo.

b. La etapa de oxidación se inicia inmediatamente cuando hay mayor penetración de oxígeno y consiste esencialmente en la oxidación y condensación de los compuestos polifenólicos en productos complejos, aminoácidos volátiles solubles e insolubles que tienen poco o ningún sabor. Paralelamente con la condensación oxidativa, disminuye el contenido de humedad, hasta el punto en que la falta de agua detiene la actividad enzimática. Cuando el oxígeno tiene acceso a las células de los cotiledones durante la fase de condensación oxidativa, el color de la superficie

de las almendras se vuelve pardo y esto se realiza en toda la almendra, conforme se inicia el secado y se facilita la penetración del oxígeno al interior del cotiledón.

Como Fermentar.- En síntesis, deben considerarse los siguientes pasos para una buena fermentación del cacao:

1. Los frutos deben guardarse por cinco días antes de abrirlos.
2. Deben cosecharse frutos maduros y libres de enfermedades

La cosecha.- Se realiza una vez que la mazorca ha llegado a su madurez, lo que se aprecia por el cambio de su coloración. Se debe seleccionar las mazorcas sanas y descartar las enfermas.



Clasificación.- No deben mezclarse frutos enfermos, inmaduros o sobremadurados con los frutos sanos. Igualmente, deben separarse los frutos de acuerdo con el tipo de cacao (Criollo o Trinitario), pues requieren distintos tiempos de fermentación



Quiebra.- Se efectúa manualmente con la ayuda de un mazo, una vez abierta se procede a separar en forma manual las almendras del magüey.



MÉTODOS DE FERMENTACIÓN EN CAJAS CUADRADAS

Cajas.- Construidas con madera; el tamaño depende de la cantidad de la cosecha, no se recomienda utilizar maderas como: teca, roble, Fernán Sánchez porque transmiten olores que se impregnan a las almendras, de acuerdo a resultados obtenidos se recomienda a los agricultores realizar la fermentación en este diseño.



El manejo en cajones tiene que seguir los siguientes pasos:

- Remover las almendras cada 48 horas o cambiarlas de cajón.
- Utilizar pala de madera para la remoción
- No mezclar las almendras cosechadas en días diferentes
- Mantener limpios los cajones de fermentación.
- Toma de temperatura: con la ayuda de un termómetro se toma tres veces al día por el lapso de cinco días.

El cacao nacional se fermenta en 5 días.

El principal problema de calidad que caracteriza al cacao ecuatoriano es su deficiente fermentación, lo que ocasiona la presencia de altos índices de granos violetas y pizarrosos, además de granos defectuosos e impurezas, y de la pérdida de aroma.

SECADO Y ALMACENAMIENTO

Después de la fermentación los granos del cacao quedan con 56% de humedad que es necesario reducir a 7% máximo. El secado debe ser inmediato después de la fermentación para evitar olores desagradables y presencia de hongos internos y externos. El secado puede ser natural o artificial. Durante el secado concluyen las reacciones iniciadas en la

fermentación. El secado solar lento favorece la calidad del cacao, con una acidez menos fuerte.

Secado natural.- Se lo realiza utilizando el calor solar, para lo cual se usa el tendal de caña o cemento.

Un punto importante a considerar es la ligera pendiente que permitirá el escurrimiento del agua.



Secado artificial.- Se efectúa mediante el uso de secadoras a gas; por lo general se utiliza en zonas húmedas en las que hay poca presencia de luz solar.



ALMACENAMIENTO. Concluido el secado es necesario almacenar el cacao en lugares ventilados y libres de humedad para evitar la contaminación con olores extraños.



GLOSARIO DE TERMINOS

Anticianinas: cada uno de los pigmentos que se encuentran disueltos en el citoplasma de las células de diversos órganos vegetales, y a los cuales deben su color las corolas de todas las flores azules y violadas y de la mayoría de las rojas, así como también el epicarpio de muchos frutos.

Ácido láctico: o Ácido 2-hidroxiopropanoico, compuesto incoloro de fórmula $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$. Se da bajo dos formas ópticamente activas, dextrógira y levógira, frecuentemente denominadas ácido D-láctico y ácido L-láctico. En su estado natural es una mezcla ópticamente inactiva compuesta por partes iguales de ambas formas D- y L-, conocida como mezcla 'racémica'.

Almendra: la grasa (manteca de cacao), que las semillas contienen en gran cantidad, se utiliza en la fabricación de medicamentos, cosméticos y jabones.

Ácido etanoico: o Ácido acético, líquido incoloro, de fórmula CH_3COOH , de olor irritante y sabor amargo. En una solución acuosa actúa como ácido débil. El ácido etanoico puro recibe el nombre de ácido etanoico glacial, debido a que se congela a temperaturas ligeramente más bajas que la ambiente.

Bacteria: (del griego, *bakteria*, 'bastón'), nombre que reciben los organismos unicelulares y microscópicos, que carecen de núcleo diferenciado y se reproducen por división celular sencilla.

Enzima: cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción,

regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso.

Fermentación: fermentación, cambios químicos en las sustancias orgánicas producidos por la acción de las enzimas. Esta definición general incluye prácticamente todas las reacciones químicas de importancia fisiológica. Actualmente, los científicos suelen reservar dicha denominación para la acción de ciertas enzimas específicas, llamadas fermentos, producidas por organismos diminutos tales como el moho, las bacterias y la levadura.

Glucosa: azúcar monosacárido, de fórmula $C_6H_{12}O_6$. Se encuentra en la miel y en el jugo de numerosas frutas. El nombre alternativo *azúcar de uva* proviene de la presencia de glucosa en las uvas. Se produce en la hidrólisis de numerosos glucósidos naturales.

Mazorcas: baya del cacao

Metabolismo de Glúcidos: mecanismo mediante el cual el cuerpo utiliza azúcar como fuente de energía. Los glúcidos, o hidratos de carbono, son uno de los tres constituyentes principales del alimento y los elementos mayoritarios en la dieta humana.

Pulpa: Parte mollar de la fruta del cacao.