

**DÍAS DE FERMENTACIÓN Y FRECUENCIA DE REMOCIÓN DE
SEMILLAS DE CACAO (*Teobroma cacao L.*) EN EL GENOTIPO
NACIONAL Y CLON CCN-51**

MÓNICA CECILIA CAMPOVERDE CAÑAR

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



AMBATO - ECUADOR

2010

La suscrita **MÓNICA CECILIA CAMPOVERDE CAÑAR**, portadora del número de cédula de identidad: 2100436514, libre y voluntariamente declaro que la tesis de grado titulada “**DÍAS DE FERMENTACIÓN Y FRECUENCIA DE REMOCIÓN DE SEMILLAS DE CACAO (*Teobroma cacao L*) EN EL GENOTIPO NACIONAL Y CLON CCN-51**” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

MÓNICA CECILIA CAMPOVERDE CAÑAR

**DÍAS DE FERMENTACIÓN Y FRECUENCIA DE REMOCIÓN DE
SEMILLAS DE CACAO (*Teobroma cacao L*) EN EL GENOTIPO NACIONAL
Y CLON CCN-51**

REVISADO POR:

**ING. AGR. JORGE DOBRONSKI
DIRECTOR**

**ING. AGR. EDUARDO CRUZ T. Mg.M.Sc.
BIOMETRISTA**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

**ING. AGR. LUCIANO VALLE V. Mg.Sc.
PRESIDENTE**

ING. AGR. JORGE FABARA G. M.Sc.

DR. ENRIQUE VAYAS L. Mg.Sc.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos que me han acompañado incondicionalmente con su cariño y entrega durante mi vida estudiantil.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme culminar mi carrera universitaria.

A la Universidad Técnica de Ambato por haberme acogido en sus aulas y de manera particular a la Facultad de Ingeniería Agronómica, la cual ha hecho de mí, una profesional útil para la sociedad.

Al Ingeniero Jorge Dobronski, al Ingeniero Jaime Avalos y al Ingeniero Eduardo Cruz, que han colaborado en la realización de este documento.

Al Ingeniero Néstor Niño gerente de Aroma Amazónico Cía. Ltda, a la Ingeniera Rosa Pérez de UNOCACE y a GTZ (Cooperación Técnica Alemana) de manera especial al Ing. Pedro Ramírez, por su contribución en la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	01
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	01
1.1. Planteamiento del problema	01
1.2. Análisis crítico del problema	01
1.3. Justificación	02
1.4. Objetivos	04
CAPÍTULO II	05
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	05
2.1. Antecedentes investigativos	05
2.2. Marco conceptual	05
2.2.1. Cultivo de cacao	05
2.2.1.1. Generalidades	05
2.2.1.2. Características botánicas	07
2.2.1.3. Taxonomía	07
2.2.1.4. Factores de producción	08
2.2.1.5. Labores del cultivo	09
2.2.1.6. Propagación y labores de injertación	10
2.2.1.7. Transplante definitivo	12
2.2.1.8. Podas	13
2.2.1.9. Fertilización	15
2.2.1.10. Control de malezas	15
2.2.1.11. Enfermedades y métodos de prevención	15
2.2.1.12. Plagas	17
2.2.2. Beneficio del cacao	18
2.2.2.1. Cosecha	18
2.2.2.2. Extracción de las almendras	19
2.2.2.3. Fermentación	19
2.2.2.4. Secado	22
2.2.2.5. Calidad	23
2.2.3. Genotipos cultivados	24
2.2.3.1. Criollo	24

	Pág.
2.2.3.2. Forastero	25
2.2.3.3. Trinitario	25
2.2.3.4. Nacional del Ecuador	25
2.2.3.5. Clon CCN-51	26
2.3. Hipótesis	26
2.4. Variables de la hipótesis	26
2.5. Operacionalización de variables	26
CAPÍTULO III	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	28
3.1. Modalidad y tipo de investigación	28
3.2. Ubicación del ensayo	28
3.3. Características del lugar	28
3.4. Factores en estudio	29
3.5. Diseño experimental	30
3.6. Tratamientos	30
3.7. Características del ensayo	30
3.8. Datos tomados	31
3.9. Manejo de la investigación	31
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Resultados, análisis estadísticos y discusión	35
4.1.1. Peso de 100 granos	35
4.1.2. Prueba de corte	37
4.1.2.1. Porcentaje de granos con fermento bueno	37
4.1.2.2. Porcentaje de granos con fermento medio	39
4.1.2.3. Porcentaje de granos violetas	41
4.1.2.4. Porcentaje de granos pizarras	43
4.1.2.5. Porcentaje de granos mohosos	44
4.1.3. Análisis organoléptico	47
4.1.3.1. Sabor-aroma floral	47
4.1.3.2. Sabor-aroma frutal	48
4.1.3.3. Sabor-aroma cacao	49
4.1.3.4. Sabor-aroma nuez almendra	50

	Pág.
4.1.3.5.Sabor-ácido	51
4.1.3.6.Sabor-amargo	52
4.1.3.7.Astringencia	53
4.1.3.8.Moho	54
4.1.3.9.Otros contaminantes	55
4.1.4. Temperatura de la semilla	58
4.2. Resultados, análisis económico y discusión	60
4.3. Verificación de hipótesis	63
CAPÍTULO V	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1. Conclusiones	64
5.2. Recomendaciones	65
CAPÍTULO VI	66
PROPUESTA	66
6.1. Título	66
6.2. Fundamentación	66
6.3. Objetivos	66
6.4. Justificación e importancia	67
6.5. Propuesta	67
6.6. Implementación	69
BIBLIOGRAFÍA	71
APÉNDICE	74

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	27
CUADRO 2. TRATAMIENTOS	30
CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE PE- SO DE 100 GRANOS	35
CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS	36
CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE POR- CENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO BUENO	38
CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO BUENO	39
CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE POR- CENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO MEDIO	40
CUADRO 8. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIA- BLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO ME- DIO	40
CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE POR- CENTAJE DE GRANOS VIOLETAS	41
CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETAS	42
CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE POR- CENTAJE DE GRANOS PIZARRAS	43
CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS PIZARRAS	44
CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCI A PARA LA VARIABLE POR- CENTAJE DE GRANOS MOHOSOS	45
CUADRO 14. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIA- BLE PORCENTAJE DE GRANOS MOHOSOS	45

	Pág.
CUADRO 15. SABOR-AROMA FLORAL	48
CUADRO 16. SABOR-AROMA FRUTAL	49
CUADRO 17. SABOR-AROMA CACAO	50
CUADRO 18. SABOR-AROMA NUEZ ALMENDRA	51
CUADRO 19. SABOR-ÁCIDO	52
CUADRO 20. SABOR-AMARGO	53
CUADRO 21. ASTRINGENCIA	54
CUADRO 22. MOHO	55
CUADRO 23. OTROS CONTAMINANTES	56
CUADRO 24. TEMPERATURA DE LA SEMILLA.....	59
CUADRO 25. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO	61
CUADRO 26. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO	61
CUADRO 27. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATA- MIENTO	62
CUADRO 28. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE TRATAMIENTOS	62
CUADRO 29. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIEN- TOS	63
CUADRO 30. TRATAMIENTOS (Propuesta)	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Comparación gráfica del peso de 100 granos entre el clon CCN-51 y el genotipo Nacional	37
FIGURA 2. Representación gráfica de fermentación para el genotipo Nacional	46
FIGURA 3. Representación gráfica de fermentación para el clon CCN-51	47
FIGURA 4. Representación gráfica de fermentación entre el clon CCN-51 y el genotipo Nacional	47
FIGURA 5. Comparación gráfica del perfil de sabores del genotipo Nacional	56
FIGURA 6. Comparación gráfica del perfil de sabores del clon CCN-51	57
FIGURA 7. Comparación gráfica del perfil de sabores entre el clon CCN-51 y el genotipo Nacional	58
FIGURA 8. Temperatura (°c) de la parte superior de los tratamientos en las diferentes lecturas	59
FIGURA 9. Temperatura (°c) de la parte intermedia de los tratamientos en las diferentes lecturas	60

RESUMEN EJECUTIVO

El desconocimiento de los agricultores de técnicas básicas en la práctica de fermentación y frecuencia de remoción de la semilla de cacao (*Teobroma cacao L*), disminuye la posibilidad de obtener un producto de buena calidad, en la provincia de Sucumbíos. El beneficio del cacao es un proceso que se lo hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano, ya que la demanda de granos de calidad por parte de los industriales sumado al desconocimiento de los agricultores en prácticas de beneficio plantean la necesidad de implementar y desarrollar técnicas que nos permitan obtener un producto de buena calidad y que satisfagan los requerimientos exigidos por los consumidores.

El ensayo se llevó a cabo en el centro de acopio AAPROCASH del cantón Shushufindi de la provincia de Sucumbíos. Sus coordenadas son 0° 14' 17,98" latitud Sur y 76° 38' 16,72" de longitud Oeste, a la altitud de 262 m.s.n.m. (Edufuturo, 2007); con el objeto de: determinar el tiempo adecuado para la fermentación y la frecuencia de remoción de semilla de dos genotipos de cacao; y, evaluar la calidad de la semilla.

El tratamiento del clon CCN-51, con siete días de fermentación y remoción de 1-2-2-2 (un día en una caja de una división, dos días en una caja de una división, dos días en una caja de una sola división y los dos últimos días en una caja de una sola división), reportó los mejores resultados con mayor peso de 100 semillas (159,83 g), el mejor porcentaje de semillas con fermento bueno (71,00%), bajo porcentaje de semillas violetas (6,00%) y sin presencia de granos pizarras. No reportó sabor-aroma floral ni frutal; muy leve a leve sabor a cacao, hasta muy leve sabor a almendra, hasta leve sabor-ácido y hasta fuerte sabor-amargo y astringente; sin presencia de moho y hasta fuerte presencia de defectos. La temperatura al final del proceso fue de 42°C.

Del análisis económico se concluye que, el tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), registró la mayor tasa marginal de retorno de 237,23%.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El desconocimiento de los agricultores de técnicas básicas en la práctica de fermentación y frecuencia de remoción de la semilla de cacao (*Teobroma cacao L*), disminuye la posibilidad de obtener un producto de buena calidad, en la provincia de Sucumbíos (¹Dobronski, 2009).

1.2. Análisis crítico del problema

La fermentación es sin lugar a duda una de las principales actividades dentro del beneficio del cacao, lo que contribuye indudablemente a la calidad física y del aroma del mismo (Coste, 1970).

El beneficio del cacao es un proceso que se lo hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano, ya que la demanda de granos de calidad por parte de los industriales aunado al desconocimiento de los agricultores en prácticas de beneficio plantean la necesidad de implementar y desarrollar técnicas que nos permitan obtener un producto de buena calidad y que satisfagan los requerimientos exigidos por los compradores. Los granos mal fermentados, la humedad elevada luego del secado, la mezcla de almendras sanas con enfermas y demasiadas impurezas, entre otros; son factores sumamente negativos que afectan su calidad y por ende al precio del producto (Enríquez, 2004)..

La producción eficiente y sostenible forma parte del desarrollo en la actividad agrícola que permite la adopción de tecnologías para incrementar significativamente los niveles de producción y productividad, para lo cual se debe promover y facilitar el uso eficiente de los recursos genéticos nativos e introducidos de tal modo que

¹Dobronski, J. 2009. Problemas de fermentación de semillas de cacao. Shushufindi, AAPROASH. (Comunicación personal).

permitan a los productores ser cada vez más competitivos, ofreciendo productos de calidad para mantener una economía sostenible. Nuestro país cuenta con una gran diversidad genética de alta calidad que bien podrían aprovecharse con técnicas sencillas de post cosecha por parte de los productores, para obtener mayor rentabilidad. En la amazonía el cultivo de cacao posee un valor incalculable por las diversas características que presenta en términos de sabor y aroma y que debemos conservar a través de una selección e identificación de la mejor variedad o clon del cacao en la provincia de Sucumbios. Estas características son de vital importancia para la aplicación de técnicas que den respuestas a las reales necesidades de los cacaoteros permitiendo que el cultivo tradicional en un breve tiempo incremente tanto su producción y productividad como su calidad. En el cultivo de cacao que por lo general es conducido sin manejo técnico, las plantaciones existentes sin garantías de producción, deben ser reemplazadas con el clon o la variedad de mayor rendimiento económico. Desde el punto de vista de los requerimientos industriales, sobre todo de sabor y aroma como se anota anteriormente (Quiroz y Zambrano, 2005).

1.3. Justificación

El cacao, cuyo nombre científico es *Teobroma cacao L*, es un cultivo tradicional en el Ecuador desde la época de la colonia. En la actualidad es el tercer rubro agropecuario de exportación. Su producción anual representa, el 9% del PIB. En cifras, según datos del último censo nacional agropecuario (INEC Y MAG. 2002), la producción de cacao en nuestro país abarca aproximadamente 243 059 hectáreas como cultivo solo, y 191 272 hectáreas como cultivo asociado (en total 433 978 hectáreas). No obstante debido a los buenos precios en los últimos años y al declive de la producción de café, se estima que la superficie puede haber subido a más de 500 000 ha. La producción, para el 2004, fue de aproximadamente 111 000 toneladas métricas, lo que significa un rendimiento promedio de alrededor de 5 quintales por hectárea al año.

Mediante la presente investigación se pretende conocer a cuantos días de fermentación y con que frecuencia se debe remover la semilla de cacao del genotipo Nacional y clon CCN-51; para de esta manera incrementar su calidad y satisfacer las necesidades socioeconómicas de los productores del cantón Shushufindi, de la

provincia de Sucumbíos. Todo esto con el propósito de promover un avance en la concientización y comprensión de una nueva metodología, cuyo desarrollo y aplicación puede contribuir a la solución de este problema.

La comercialización se realiza hacia el mercado interno o externo, en distintas presentaciones: en grano (crudo, tostado, o residuos) o industrializado (pasta de cacao, manteca, grasa y aceite de cacao, cacao en polvo, chocolate y demás preparaciones alimenticias). En lo que se refiere al mercado externo, el cacao industrializado se comercializa básicamente bajo cuatro presentaciones: licor, manteca, polvo y torta. Respecto a los montos exportados, el volumen de exportaciones presenta importantes fluctuaciones de un año a otro, dependiendo fundamentalmente de los niveles de producción y los factores climáticos que la afectan. Los principales nichos de consumo del cacao ecuatoriano se encuentran en el mercado internacional (hacia donde se dirige aproximadamente el 75% de la producción total de cacao, sea en grano, sea en forma de elaborados y semielaborados). Los más importantes se encuentran en Europa (Alemania, Francia e Inglaterra, que abarcan el 40% de la demanda total) y los Estados Unidos (33%). En lo que corresponde a cacao en grano, son cinco las empresas que abarcan el 62% de las exportaciones ecuatorianas: Transmar Comodity Group (25% del total exportado), Blommer Chocolate (13%), Walter Matter S. A. (10%), ED&F Man Cocoa (8%), Daarnhouwer (7%) (Quiroz y Agama, 2005).

Las condiciones climatológicas de nuestro país, tanto en la costa como en la amazonía, hacen que sus tierras sean óptimas para el desarrollo del cultivo de cacao y actividades íntimamente relacionadas que ésta genera, además reúne ciertas características peculiares potenciales para el desarrollo social y económico de los productores (Quiroz y Agama, 2005).

Tomando en consideración la problemática presentada en la región se ha propuesto realizar nuevas alternativas de poscosecha para el productor de la región amazónica ecuatoriana, sustituyendo sus prácticas convencionales por una nueva técnica y/o método de fermentación y frecuencia de remoción de semilla de cacao, a fin de que la alternativa de beneficio sea utilizada en las diversas condiciones, económicas y sociales; además la alternativa, ayuda a mantener la calidad del producto, y aporta con ingresos económicos que pueden dinamizar la economía del negocio cacaotero de la

provincia (Quiroz y Agama, 2005).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Aportar al mejoramiento de la calidad de la semilla de cacao (*Teobroma cacao L.*) mediante la aplicación del proceso de fermentación con diferentes frecuencias de remoción.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el tiempo adecuado de fermentación y la frecuencia de remoción de la semilla de dos genotipos de cacao, para mantener las características de sabor y aroma, en la provincia de Sucumbíos.

Evaluar la calidad de la semilla de cacao, mediante la caracterización física y organoléptica.

Analizar económicamente los tratamientos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. Antecedentes investigativos

Según Amores et al (2009), se investigaron dos clones de cacao en la ciudad de Quevedo, en donde entre otras características se concluyó que: los cultivares con mejor comportamiento productivo fueron EET-544 y EET-558. El clon EET-544 reportó sabores básicos (cacao, acidez, amargor, astringencia) y la pasta de cacao presentó notas sensoriales relacionadas con los aromas floral, frutal y nuez, en niveles variables ubicándolo dentro del grupo de cacaos finos o de aroma. El clon EET-558 presentó sabores básicos (cacao, acidez, amargor, astringencia) y la pasta de cacao con presencia de notas sensoriales relacionadas con los aromas floral, frutal y nuez, en niveles variables ubicándolo dentro del grupo de cacaos finos o de aroma.

En la investigación “Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*)”, efectuada por Portilla et al (2009), se estableció que, la fermentación en cajones cuadrados arrojó una menor acidez y mayor intensidad de los sabores a fruta y floral. Los mejores valores en aroma y acidez se obtuvieron cuando las mazorcas se fermentaron inmediatamente después de la cosecha. La frecuencia de remoción sólo afectó al descriptor amargor, siendo disminuido cuando las remociones se hicieron cada 24 horas. Los resultados obtenidos muestran que la fermentación favoreció la intensidad aromática, la acidez, los sabores a fruta y floral, disminuyó la astringencia y no tuvo efecto sobre el amargor. Las pruebas sensoriales, permitieron señalar que el cacao porcelana, debe fermentarse inmediatamente después de la cosecha en cajones cuadrados, con remociones cada 24 horas y un periodo de fermentación de 48 horas (2 días).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Cultivo de cacao

2.2.1.1. Generalidades

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao L.*), en el Ecuador es muy antiguo, se extendió durante la colonia en las provincias de la costa y al producto se lo calificaba y clasificaba según su nicho de origen (arriba, de Bahía, calidad Bolívar etc). La mayoría de estas zonas están comprendidas dentro del bosque tropical húmedo

y muy húmedo. En general el cacao siempre se ha cultivado en asociaciones con otras plantas. El cacao es de importancia relevante en la economía del país, por ser un producto de exportación y materia prima para las industrias de fabricación de chocolates y sus derivados, además, constituye fuente de empleo para un alto porcentaje de habitantes de los sectores rurales y urbano (Vera, 1993).

Hasta el año 2002, en la amazonía ecuatoriana, se encontraban cultivadas aproximadamente 18 214 ha de cacao, de las cuales 7 286 estaban manejadas bajo sistemas agroforestales equivalentes al 40%, 10 928 como plantaciones puras de cacao que corresponden al 60% de la superficie total, encontrándose las plantaciones principales en orden jerárquico en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo y en segundo orden en las provincias de Morona Santiago, Zamora y Pastaza (INEC y MAG, 2002).

En la actualidad se estima que existen aprox. 20 000 ha de cacao localizadas en las seis provincias de la RAE. En Napo se lo cultiva en los sectores de Ahuano, Misahually, Archidona; en la provincia de Orellana en Loreto, Coca, Joya de los Sachas; y en la provincia de Sucumbíos, en los cantones Cáscales, Gonzalo Pizarro, Lago Agrio y Shushufindi y en las provincias de Zamora Chinchipe, Pastaza y Morona Santiago el cultivo es menos difundido (Quiroz y Agama, 2005).

El 75% de nuestra producción, es considerada como “cacao fino de aroma”, con denominación “sabor Arriba”, por cultivarse en la parte de arriba de la cuenca del río Guayas. Este cacao proviene de la variedad conocida como Nacional que es autóctona y se cultiva desde principios del siglo XVIII. (INEC y MAG, 2002). Es más homogénea que los de la variedad Trinitario y su almendra, por su excelente calidad, obtiene precios altos con relación a otros cacaos comerciales. Por lo tanto es fundamental desarrollar técnicas que nos permitan obtener un mayor beneficio de la semilla de cacao, de la cual esperamos se constituya en un aporte para alcanzar el bienestar de los productores del cantón Shushufindi.

En el plano investigativo, con respecto al proceso de fermentación y la secuencia de volteo de semilla de cacao, si bien en el oriente ecuatoriano no se reportan informes, en la costa se registran ensayos evaluatorios a nivel de investigaciones de tesis de grado.

2.2.1.2. Características botánicas

2.2.1.2.1. Fruto

El fruto es indehisciente, parecido a una baya o a una drupa, de gran talla. Puede variar dependiendo de la variedad de cacao los que pueden obtener diferente color, forma y tamaño de la mazorca (Coste, 1970).

2.2.1.2.2. Semilla

Las semillas, generalmente dispuestas en cinco hileras, están rodeadas de una pulpa mucilaginoso. Germinan rápidamente al llegar a la madurez cuando a perdido el mucílago que la cubre por lo que no se la puede almacenar. La semilla de cacao germina en un periodo de tres a siete días dependiendo del tamaño de la semilla; la forma de la semilla también varia mucho ya que hay semillas triangulares, ovoides, alargadas, redondeadas, gruesas y aplanadas (Quiroz y Zambrano, 2005).

2.2.1.3. Taxonomía

Según Coste (1970), la clasificación taxonómica del cacao es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Tipo:	Espermatofita
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Dialipétalas
Orden:	Málvales
Familia:	Esterculiácea
Tribu:	Buettneriea
Género:	Teobroma
Especie:	Cacao
N. C:	<i>Teobroma cacao L.</i>

2.2.1.4. Factores de producción

Quiroz y Zambrano (2005), señalan que los factores que influyen en la producción de cacao son los siguientes:

2.2.1.4.1. Precipitación

El cacao necesita para su desarrollo, una considerable cantidad de agua, se estima, por regla general que el cacao requiere entre los 1 800 y 2 500 milímetros de lluvia anual, bien distribuidas en la zona durante todo el año.

2.2.1.4.2. Temperatura

El cacao necesita una temperatura moderada entre los 24 y los 26°C, sin variaciones muy amplias entre la noche y el día, pues son desfavorables. Así por ejemplo, menos de 14°C durante la noche y más de 35°C durante el día, no son convenientes para este cultivo, especialmente durante el proceso de formación de frutos ya que puede ocasionar la pasmazón de estos.

2.2.1.4.3. Humedad

El ambiente debe ser húmedo, porque el cacao no se comporta bien si el ambiente que rodea a la planta es seco. Un promedio de 70 a 80% de humedad relativa es la más aconsejable. Los vientos han de ser suaves, los vientos fuertes son inconvenientes porque pueden romper las ramas, volcar la planta y dañarla. Las zonas donde los vientos sean fuertes deben descartarse para este cultivo.

2.2.1.4.4. Agua

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua y al encharcamiento, este puede provocar asfixia y hasta matar las raíces en muy poco tiempo. Por eso se requieren suelos con buen drenaje. Las necesidades de agua oscilan entre 1 500 y 2 500 mm de lluvia en las zonas bajas más cálidas y entre 1 200 y 1 500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. En zonas con prolongados períodos de sequía, es recomendable regar para aumentar la producción.

2.2.1.4.5. Suelo

Al cacao se lo cultiva hasta los 1 200 msnm y los suelos recomendados para la siembra deben ser en lo posible planos (vegas) o ligeramente inclinados o suavemente ondulados, porque en términos generales esta clase de terrenos son fértiles y la erosión no los perjudica mucho con el manejo, las vegas de los ríos por lo general son buenas para el cacao. En general la característica de los suelos requeridos deben ser de buena fertilidad, sueltos y profundos, para facilitar el desarrollo de las raíces, así la raíz principal puede penetrar de 80 a 150 centímetros. La materia orgánica debe estar presente en forma abundante y debe tener un buen drenaje natural con facilidad para que trabajen bien los canales de desagüe. El nivel permanente del agua interna (nivel freático) debe estar por debajo de un metro de profundidad. Se recomienda los suelos cuya acidez o pH este entre los 6,0 y 7,0, ya que son los mejores para el cultivo. Es conveniente hacer analizar los suelos cuando se va a plantar cacao.

2.2.1.5.Labores del cultivo

2.2.1.5.1. Preparación del terreno

Para el establecimiento de una plantación de cacao se puede partir de diferentes tipos de vegetación como áreas ocupadas por bosque virgen, bosque de segundo crecimiento, cultivo abandonado e inclusive potreros. Estas áreas deben ser preparadas con varios meses de anticipación a la siembra, preferiblemente en la época de menor precipitación, comprendiendo las siguientes labores (Vera, 1993).

- Tumba y Pica de la parcela o lote
- Repicado de los árboles
- Trazado del terreno
- Construcción de zanjas para drenaje
- Siembra de la sombra temporal

2.2.1.6.Propagación y labores de injertación

2.2.1.6.1. Multiplicación por semillas

También conocida como propagación sexual, este es el método más utilizado y fácil por los agricultores, se realiza por medio de semillas frescas y

sanas. La mayor parte de las plantaciones de cacao en la actualidad se han propagado por semilla sin una previa selección lo que ha provocado obtener plantaciones con bajos niveles de rendimiento y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Por esta razón no es recomendable utilizar este sistema de multiplicación debido a la gran variabilidad que se produce por ser el cacao un cultivo de polinización cruzada (alógama).

2.2.1.6.2 Multiplicación clonal

Según los trabajos realizados en el INIAP el método de propagación más adaptado a la zona es el injerto de púa lateral.

2.2.1.6.3 Patrón

Conocido también como porta injerto, proviene de semillas seleccionadas con resistencia a mal de machete y es la parte del injerto donde se colocará la vareta hasta su desarrollo, el mismo que proveerá agua y nutrientes para su crecimiento, posteriormente se procederá a su corte o eliminación para facilitar el desarrollo de la futura planta.

2.2.1.6.4 Selección y siembra de semilla

Para la obtención del patrón se requiere semillas con tolerancia a mal de machete (*Ceratocytis fimbriata*) (Pound 12, EET 399, EET 400, IMC 67). La siembra de la semilla se debe realizar directamente en fundas de polietileno de color negro con capacidad de dos libras, que contengan sustrato compuesto por tres partes de tierra y una de materia orgánica (tamo de café y arroz), las semillas se deben sembrar a una profundidad de dos centímetros tomando en cuenta la parte más ancha donde está el embrión a su vez sembrarlas horizontalmente (acostada), luego cubrirlas con cascarilla de arroz para evitar que la lluvia descubra la semilla de cacao. Todo este proceso requiere establecerse bajo cobertizo.

2.2.1.6.5 Manejo

Una vez sembrada la semilla las fundas deben ubicarse en doble hilera separadas de 10 a 15cm y ubicados en dirección este – oeste en dirección al sol, se debe realizar la eliminación de las malezas de forma manual para evitar la competencia por nutrientes.

2.2.1.6.6. Control fitosanitario

Cuando las plantas se encuentren atacadas por plagas o enfermedades especialmente por hongos es necesario realizar controles con funguicidas como el Captan 50, Captan 80 a razón de 2 g/l.

2.2.1.6.7. Obtención y preparación de varetas

Para el proceso de injertación las varetas deben provenir de plantas seleccionados, las mismas que deben ser extraídas de ramas de desarrollo reciente de 3 a 4 meses de edad, con hojas de color verde y yemas que no estén muy brotadas (desarrolladas), a esa edad las varetas presentan un color pardo en la parte superior y en la parte inferior un color verde, estas ramas presentan una consistencia semileñosa. Es importante que las plantas de donde toman las ramas a ser injertadas deban estar bajo sombra, caso contrario el prendimiento será bajo. Además al momento de la injertación las varetas deben estar oreadas y durante todo el proceso de la obtención de las varetas hay que realizarlo bajo sombra.

2.2.1.6.8. Proceso de injertación

Es preferible un día antes de la injertación dejar preparando los patrones y recoger las varetas para que en caso de lluvias se mantengan oreadas y así evitar el ataque de hongos. La preparación del patrón consiste en descopar el patrón para eliminar la mayor cantidad de hojas, dejando de 3 a 4 hojas; es importante eliminar las dos terceras partes de cada hoja para permitir un mejor desarrollo de la vareta. Se debe eliminar todas las hojas de la rama, de cada rama se puede obtener de tres a cuatro varetas con tres a cuatro yemas. A la vareta se le efectúa un corte en el extremo basal en forma de bisel, inmediatamente se coloca la púa o injerto en la lengüeta del patrón, este corte se realiza tres centímetros bajo la cicatriz (cotiledón); esta operación debe darse en

el menor tiempo posible para evitar la oxidación de ambos tejidos. A continuación se coloca una lamina plástica que cubra totalmente la vareta y el corte realizado, con la finalidad de que cree un microclima para acelerar el prendimiento de la vareta y evitar el la entrada de agua que provoca la proliferación de hongos a las heridas (Flores, 1987).

2.2.1.6.9. Manejo de injertos en vivero

Después de la injertación se debe colocar las plantas injertadas en doble hilera separadas entre 15 a 20 cm con la finalidad de permitir aireación, entrada de luz y evitar la competencia. Transcurrido los 25 días de la injertación debe retirarse la lámina plástica que cubre al injerto. A partir de ese momento cada 15 o 20 días se deben realizar aplicaciones de funguicidas a base de cobre en dosis de 2 a 3 g/l, con la finalidad de evitar la proliferación de hongos, al mismo tiempo se puede utilizar abonos foliares de 2 a 3 g/l, para ayudar al buen desarrollo de los injertos, el uso de insecticidas se debe aplicar de acuerdo al ataque de la plaga. Durante los tres meses de permanencia de los injertos en el vivero debe realizarse labores de deshierba, poda de brotes. Una vez que el injerto tenga de 4 a 5 hojas verdaderas se procede al corte del patrón 1cm bajo la cicatriz de los cotiledones con la finalidad de evitar el desarrollo de los brotes del patrón, esta herida debe protegerse con una pasta cúprica. (Flores, 1987).

2.2.1.7. Transplante definitivo

A partir del cuarto mes de injertación los clones están listos para el transplante definitivo. Con el uso de plantas clonadas seleccionadas, se pretende incrementar la producción cacaotera, por lo que es necesario utilizar áreas de cafetales viejos, rastrojos, cultivos abandonados con la finalidad de disminuir la tala de los bosques, los suelos deben ser de preferencia negros y con alto contenido de materia orgánica ya que el cacao no tolera mayormente suelos rojos. El trazado (balizado), consiste en fijar palos de madera o estaquillas de 1 a 1,5 m de longitud, de acuerdo a la distancia de siembra del cacao el trazado es una operación muy importante permitiendo obtener varias ventajas como adecuada circulación del aire facilidad de limpieza del suelo, control de la erosión y se agiliza la operación de cosecha.

La apertura de hoyos debe realizarse días antes del trasplante utilizando una dimensión de 30 x 30 x 30 cm, dejando a un lado el suelo de la primera capa el mismo que ayudara a cubrir la planta el momento de la siembra por tener mayor contenido de nutrientes esta capa superficial. La siembra debe efectuarse en la época de lluvia a una distancia de 3 x 4 m. Entre plantas e hileras respectivamente obteniéndose una densidad de 833 plantas/ha. La sombra permanente debe establecerse seis meses antes del trasplante del cacao utilizando especies leguminosas como las guabas (*Inga edulis*) y otros maderables de importancia económica. Para la sombra temporal se recomienda utilizar cafetales viejos, previamente se debe efectuar una poda eliminando el 30% de las ramas de café y los árboles de café que coincidan con los clones de cacao; si no se dispone de cafetales viejos se pueden utilizar plantas de plátano como sombra temporal (Flores, 1987).

2.2.1.8. Podas

Quiroz y Amores (2002), señalan que es una actividad importante en el cultivo, pues de estas depende la buena formación, desarrollo y producción del cacao, por lo tanto debe dárseles especial atención desde el inicio del cultivo. Es necesario mencionar que se debe utilizar herramientas adecuadas y bien afiladas, de modo que no se causen desgarraduras de la corteza y favorezcan una buena cicatrización.

Las herramientas que se requieren para la poda son: tijeras de podar, serruchos, machete pequeño (rabón), alcohol o formol para la desinfección de las herramientas, funguicida (pasta protectora a base de cobre), baldes y brochas. Es importante desinfectar continuamente con alcohol las herramientas con la que se esta podando para evitar contagios de enfermedades a las plantas. Existen tres tipos de podas en cacao: podas de formación, de mantenimiento y fitosanitarias.

2.2.1.8.1. Podas de formación

Esta se la realiza en los primeros meses después del trasplante y permite ayudar a crear un ramaje bien balanceado y equilibrar el sistema aéreo de la planta en desarrollo, en el que se producen los frutos, además consiste en proveer a la

planta una arquitectura equilibrada es decir dejar de tres a cuatro ejes bien distribuidos con la finalidad de evitar que los clones de cacao no se acamen cuando entren en producción.

2.2.1.8.2 Podas de mantenimiento

Esta poda se la debe realizar una o dos veces al año para mantener en buena forma al árbol y eliminar las ramas muertas y mal ubicadas. La finalidad de podar es ralea la copa con la eliminación de ramas sombreadas, entrecruzadas y mal formadas, es aconsejable hacer en la época de mínima precipitación es decir antes de iniciada la época de floración, para esta zona nororiental esta comprendida entre los meses de julio-octubre; luego de efectuado la poda es necesario cubrir las heridas a base de cobre (1 kg cal + 5 kg de Oxidocloruro de Cobre + 5 l de agua) también llamada pasta cúprica, con al finalidad de proteger la planta de el ataque de hongos.

2.2.1.8.3 Podas fitosanitarias

Consiste en la eliminación de las partes del follaje y ramas que hayan sido afectadas por escoba de bruja y de frutos atacados por monilla u otras enfermedades o insectos, esta labor se debe realizar después de cada periodo de cosecha.

2.2.1.9. Fertilización

Al momento del transplante se debe utilizar 120 g/planta de un abono completo 10-30-10, distribuido en la tierra con que se cubre la planta, esto ayuda a formar rápidamente el sistema radicular en el campo definitivo. Para la fertilización de plantas de cacao en la etapa de producción para suelos de mediana fertilidad se recomienda la aplicación de urea 160 g/planta/año, superfosfato triple 80 g/planta/año y muriato de potasio 90 g/planta/año. El total de superfosfato y muriato más la mitad de la urea se aplica al inicio de las lluvias que coincide con la floración (octubre-diciembre) y el resto de la urea dos meses después de la primera aplicación. Los fertilizantes deben

ser distribuidos al voleo alrededor de los árboles, siguiendo la proyección de su copa y en terrenos limpios y libres de malezas (Quiroz y Amores, 2002).

2.2.1.10. Control de malezas

El cultivo de cacao requiere de control de malezas oportunas para evitar la competencia por nutrientes y para facilitar la aplicación de abonos. El control de malezas se lo puede realizar química y manualmente teniendo en cuenta no causar heridas en la raíz y cuello de la planta de cacao para evitar el desarrollo del mal de machete. El número de deshierbas estará en función a la preparación del terreno y las condiciones del suelo estimándose cuatro controles manuales y 1 control químico para eliminar las malezas más agresivas como las gramíneas que compiten por los nutrientes de la planta.

2.2.1.11. Enfermedades y métodos de prevención

Según Quiroz y Amores (2002), uno de los factores limitantes para la producción de cacao en la amazonía lo constituye la presencia de enfermedades. Anotándose entre las principales las siguientes: escoba de bruja, monilla, mal de machete y marchitamiento prematuro de frutos.

2.2.1.11.1. Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*)

Ésta enfermedad afecta a las plantas de cacao especialmente a los brotes vegetativos, yemas florales y frutos jóvenes; en resumen ataca a tejidos meristemáticos en activo crecimiento. La escoba de bruja da origen a brotes mal formados, proliferación de ramas laterales; en los cojinetes florales produce la formación de brotes vegetativos y/o flores y mazorcas anormales en forma de chirimoyas, ocasionando en frutos jóvenes y adultos manchas necróticas en la corteza y maceración en las almendras.

Para el control de esta enfermedad es indispensable mantener en buen estado nutricional de la plantación, es necesario además realizar regularmente podas fitosanitarias, eliminando tantas escobas como sea posible y tumbando frutos enfermos en cada cosecha, también las podas de mantenimiento proveerán mejor

ventilación a la planta. Para evitar esta enfermedad se recomienda utilizar clones tolerantes a esta enfermedad para lo cual el INIAP después de un proceso de evaluación y selección dispone de los siguientes clones LCT-EEN 6, LCL – EEN 46, LCT-EEN 202.

2.2.1.11.2. Monilla (*Monilla roreni*)

Esta enfermedad solo ataca al fruto y se presenta en mazorcas pequeñas y la infección se produce al estado de desarrollo del fruto el cual es más susceptible cuando menor es su estado de crecimiento, en frutos próximos a su madurez, produce necrosis (degeneración del tejido por muerte de células), en infecciones de mazorcas mayores a dos meses presentan síntomas de infección prematura y deformación sin necrosis externas visibles, pero luego se desarrolla la necrosis y esporulación externa (polvo blanco), muchos frutos se presentan aparentemente sanos pero interiormente pueden estar completamente dañados. Para el control es necesario eliminar frutos enfermos en cada cosecha y dejarlos esparcidos en el suelo, es importante realizar podas de mantenimiento.

2.2.1.11.3. Mal de Machete (*Ceratocytis fimbriata*)

La enfermedad puede afectar principalmente a las ramas y troncos de árboles de cacao, se presenta inicialmente con marchitamiento de la parte afectada, las hojas se tornan amarillentas luego de color café rojizo hasta secarse. Los árboles afectados pueden llegar a morir al poco tiempo de presentar sus primeros síntomas iniciales, es característico que las hojas secas permanezcan adheridas a las ramas por cierto tiempo sin desprenderse. Es típico encontrarse en los árboles afectados un polvito o aserrín de madera que salen de pequeños agujeros afectados por insectos taladradores del género *Xyleborus*, el mismo que actúa como transmisor de esta enfermedad. Para prevenir esta enfermedad es necesario evitar heridas innecesarias en los árboles, desinfectar con alcohol continuamente las herramientas para podar, proteger los cortes hechos al podar con alquitrán vegetal o con una pasta cúprica, utilizar para la siembra injertos con patrones resistentes el EET-399, EET 400, IMC-67, Pound-12 y eliminar y quemar fuera de la plantación todo árbol muerto.

2.2.1.11.4. Marchitamiento prematuro de las mazorcas

Esta enfermedad se caracteriza por un amarillamiento de los frutos antes de los ocho días de edad, seguido de secamiento y momificación del mismo, el cual permanece adherido al tronco por mucho tiempo. Constituye un mecanismo biológico para eliminar la competencia entre frutos en desarrollo. En razón de que es una reacción fisiológica de la planta, para su control es necesario mantener en buen estado nutricional y de manejo de la plantación.

2.2.1.12. Plagas

Para Quiroz y Amores (2002), las plagas que atacan al cacao por lo general no causan grandes daños y las describen a continuación.

2.2.1.12.1. Polilla del tronco (*Xyleborus sp*)

Son causantes de las perforaciones y galerías en la madera, los daños causados por estos insectos están estrechamente asociados con el hongo (*Ceratocytis fimbriata*) agente causal del mal del machete.

2.2.1.12.2. Mosquilla del cacao (*Monalonium dissimulatum*)

Este insecto ataca frutos y brotes jóvenes chupando la savia e inyectando toxinas, formando manchas circulares de color pardo oscuro que se hundén.

2.2.2. Beneficio del cacao

El beneficio del cacao como materia prima para la industrialización del producto, incluye una serie ordenada de operaciones que se inician con la cosecha de mazorcas maduras, extracción de las almendras, fermentación y termina con el secado. El objetivo del beneficio es conseguir convertir la materia prima a un producto comercial de mejor calidad, de fácil transporte y almacenamiento (Enríquez, 2004).

2.2.2.1. Cosecha

Consiste en la recolección de frutos o mazorcas maduras. Las mazorcas se deben cosechar cuando hayan alcanzado su completa madurez fisiológica lo cual ocurre generalmente entre los 150 y 185 días después de la fecundación de la flor. Las mazorcas son verdes cuando jóvenes y amarillas cuando están maduras, las mazorcas rojas se vuelven anaranjadas. Las mazorcas nacen en los cojines florales del tallo y las ramas del árbol, si los cojines se dañan no hay formación de flores y por tanto no habrá producción. Es muy importante que los instrumentos para cosechar estén bien afilados para no dañar los cojines florales (Enríquez, 2004).

Es necesario recordar que solo deben cosecharse las mazorcas maduras, ya que las "pintonas" pueden no tener suficiente azúcar en la pulpa para una fermentación satisfactoria. Por otra parte, las mazorcas demasiado maduras tienden a secarse y se puede producir la germinación de las semillas dentro de los mismos frutos (Infoagro, 2007).

La cosecha de los frutos debe hacerse con la mayor frecuencia posible para evitar que sobre maduren. Si la plantación es grande, se puede cosechar cada 8 a 15 días. Si la plantación es pequeña, quizá se pueda hacerlo cada mes; en todo caso, no hay que dejar sobre madurar las mazorcas, por cuanto las almendras germinan dentro del fruto y quedan inutilizadas (Infoagro, 2007).

2.2.2.2. Extracción de las almendras

La apertura y extracción de las almendras de la mazorca de preferencia debe efectuarse dentro de la misma plantación esparciendo las cáscaras para que de esta forma sirvan de refugio natural para los insectos polinizadores, a su vez constituyen una buena fuente de materia orgánica y minerales para el suelo. La extracción de las almendras se puede hacer con los dedos o con aparatos especialmente diseñados para ese propósito. Las semillas se transportan en cajas de madera o en sacos plásticos hacia el lugar de fermentación (Infoagro, 2007).

2.2.2.3. Fermentación

Bogantes (1989), afirma que esta actividad es sin lugar a duda

una de las principales dentro del beneficio del cacao, lo que contribuye indudablemente a la calidad física y de aroma del cacao. Fermentar el cacao consiste en colocar las almendras frescas, recién extraídas en recipientes contruidos de madera, estas cajas deben contener unos orificios para escurrir los jugos azucarados del cacao; igualmente se recomienda hacer remociones periódicas. En el proceso se limpian las semillas, se mata el embrión y se da buena presentación a las almendras. Para la fermentación se requiere de un lugar especial no afectado por el viento, bien ventilado. Existen varias formas de fermentación, estas son:

2.2.23.1. En montones

Es quizá el método más usado por los pequeños productores; consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera de tal suerte que los jugos puedan escurrir. Esos montones de cacao deben removerse de un lugar a otro, para así obtener una mejor fermentación. En los montones las almendras pueden pasar de cinco a seis días luego se las extienden para que se sequen. El número de días de la fermentación, depende del material genético al que se le aplique (Bogantes, 1989).

2.2.23.2. En sacos

Es muy común que el pequeño agricultor abra sus mazorcas de cacao en el campo y ponga las almendras en sacos de plástico o yute, para transportarlas hacia el centro de fermentación; se dejan las almendras en dichos sacos por un período de 5 a 6 días para que fermenten. En algunas ocasiones estos sacos se cuelgan, para que tengan mejor aireación y sufran menos ataques de animales dañinos. También es costumbre de algunos agricultores cambiar de recipiente 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. Este método quizá no es el mejor para darle una buena calidad al cacao fermentado, pues es difícil manejar toda la masa en estos sacos y generalmente no se remueve el material y por consiguiente se obtiene unas pocas almendras fermentadas y el resto no. Es importante que los sacos estén bien limpios o sean nuevos. El uso de sacos que han transportado fertilizantes es inconveniente a no ser que sean muy bien lavados, caso contrario el efecto nocivo de los residuos puede acabar con el sabor del chocolate (Infoagro, 2007).

2.2.2.3.3. En cajas

El tamaño de las cajas de fermentación puede variar mucho y guarda relación con la cantidad de almendras que se puede cosechar como máximo en una finca en un momento determinado, o sea en el pico de mayor producción. La altura de la caja que mejores resultados a dado es de 90 cm. El ancho de la caja puede variar de acuerdo a las facilidades de manejo lateral de las almendras, pero no debe exceder de 120 cm, debido a lo difícil que se hace para un hombre, de tamaño normal, el poder manejar más allá de esa dimensión. El largo de la caja puede variar dependiendo de la cantidad de cosecha que se tenga durante el pico más importante de la cosecha. En general se estima que en un metro cúbico de caja, entran al rededor de 800 kg de cacao húmedo o un poco más dependiendo del tamaño de la semilla y de la cantidad de mucílago. Las semillas se colocan en las cajas, que están perforadas para dejar escurrir los jugos. Algunas fincas tienen un sistema de cajas largas, con sistemas apropiados para mover un costado en caso de tener poco material para la fermentación, 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 o en escalera, con la finalidad de facilitar el paso de una caja a otra, cada día o cada dos días (Bogantes, 1989).

2.2.2.3.4. Método Rohan

En este sistema se dispone de gavetas que deben medir 120 x 80 x 10 cm. El piso de las gavetas debe tener ranuras de 5 mm para dejar que el aire circule libremente. El ancho de cada regleta del piso no debe ser menor de 5 cm, ni mayor de 10 cm. Estas gavetas se ponen unas sobre otras formando una pila con un máximo de 12. Ya sea una sola o las 12 debe taparse la parte superior con tela de gangocho, con sacos usados o con otra caja llena de algún material inerte no contaminante. Posiblemente este método es el que puede usar más ventajosamente, un pequeño productor, pues las gavetas son fáciles de manejar y si se cuenta con una cantidad suficiente de ellas se puede fermentar cualquier cantidad de almendras.

El secado de las almendras también puede hacerse en estas

gavetas, para lo cual se pueden construir gavetas más grandes, sin exagerar el tamaño para no hacerlas inmanejables por el peso; las almendras se pueden colocar sólo en la mitad de la gaveta, para luego extenderlas en todo el espacio. De esta manera se puede manejar fácilmente el material durante el secado. La razón para que la altura de la gaveta sea de 10 cm, es que en la fermentación de montones solamente fermenta bien la parte superficial, posiblemente debido a la aireación (Infoagro, 2007).

2.2.2.3.5. Tendales

Una buena fermentación se puede dar también en algunos tipos de tendales, teniendo presente de los cuidados que se han venido considerando tales como el cubrimiento del material, la remoción de cada día y el desagüe de los jugos del montón. Un tipo de fermentación especial es el utilizado en Ecuador, donde prácticamente no se hace una fermentación clásica sino que las almendras se amontonan durante la noche en los tendales, cubriendo los montones con hojas de plátano, bijao o con otros materiales para protegerlas del frío o conservar el calor; al día siguiente se extienden las almendras para que siga el secado. Este proceso se repite por varios días hasta que el material esté completamente seco (Infoagro, 2007).

Durante la fermentación la temperatura en la masa de almendras puede subir hasta 50°C aproximadamente. Cuando la temperatura llega a 45°C, los embriones de la semilla mueren y ese momento marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate. El tiempo de fermentación varía de acuerdo con el origen de las almendras. En general el tipo Criollo necesita de tres a cuatro días; los tipos Forasteros necesitan de seis a ocho días, es importante también establecer la relación con los otros factores del ambiente (Infoagro, 2007).

Existen muchas otras variantes en los sistemas de fermentación, pero en todo caso son pequeñas variaciones de los métodos generales descritos y corresponde a costumbres locales o tradicionales, que no tienen sino influencia local.

2.2.2.4. Secado

Infoagro (2007), explica lo siguiente del secado de la semilla de cacao: después de la fermentación las almendras tienen alrededor de un 55% de humedad, la que debe reducirse a un 7 u 8% que es la humedad en la cual se almacena y comercializa el producto. Durante ese tiempo, las almendras de cacao terminan los cambios para obtener el sabor y aroma a chocolate. También en ese momento cambian los colores, apareciendo el color marrón (café), típico del cacao fermentado y secado correctamente. Existen varios métodos para secar cacao, tales como:

2.2.2.4.1. Al 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 para lograr un buen sabor. 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. El tamaño del tendal debe estar de acuerdo a las necesidades de la finca, si solamente es para cacao, entonces depende del pico más grande de la cosecha.

2.2.2.4.2. Estufas artificiales

Se han 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 del cacao. Una de las más sencillas y baratas es el denominado secador Samoa.

2.2.2.4.3. Secadora de cacao Samoa

Consiste en un tubo de metal en donde se pone la fuente de calor (leña, carbón, diesel, electricidad, etc) sobre ella, a una distancia prudente (más de 120 cm), se coloca una plancha o plataforma perforada donde van las semillas y luego se tapa con un techo. El sistema debe ser cerrado en la parte baja para que el aire seco caliente suba y seque las almendras a su paso. Esta secadora tiene algunas ventajas

especiales: seca las almendras con la necesaria rapidez, si la construcción es adecuada, se puede aumentar o disminuir la temperatura fácilmente. Gran parte de ella puede ser construida con materiales corrientes; los trabajos en metal los puede hacer un herrero o un trabajador local. Si se construye adecuadamente y se mantiene en buen estado, no hay peligro de que las almendras se contaminen con humo

El tamaño de la secadora también debe estar en razón de la necesidad de la finca, pues este diseño permite secar otras cosas a más de cacao. El tablero donde se depositan las almendras deberá tener una capacidad estimada de 120 kilogramos de semillas fermentadas y húmedas, por cada metro cuadrado de superficie, con una capa un poco mayor de 10cm de altura.

2.2.2.5. Calidad

Infoagro (2007), señala que la calidad es la clasificación que dan los países compradores y los fabricantes a las almendras de cacao por su apariencia, humedad, contenido de materiales extraños, mohos, insectos, etc. Los factores que determinan la calidad del cacao pueden agruparse en: factores de la herencia, del ambiente y del beneficio (fermentación y secado). En el cacao fermentado y otro que no lo esté pueden establecerse las siguientes características: almendra seca bien fermentada, se la observa hinchada o gruesa, la cáscara se separa fácilmente, es de color marrón o chocolate, de naturaleza quebradiza, sabor medianamente amargo y aroma agradable. La almendra seca sin fermentar o mal fermentada es de forma aplanada, por lo general es difícil separar la cáscara, es de color violáceo en su interior o blanquecino, de naturaleza compacta, sabor astringente y aroma desagradable.

2.2.2.5.1. Clasificación

Extra Fino: corresponde a los tipos de cacaos "Criollos" sometidos al proceso de la fermentación. Fino de Primera (F1): hace referencia a los tipos de cacaos híbridos y Forasteros que son sometidos a la fermentación. Fino de Segunda (F2): todas aquellas almendras que no se someten al proceso de fermentación. Usualmente se les denomina cacao corriente. Almendras mohosas: son las almendras que presentan en su interior contaminación por hongos y adquieren coloración blanca, verdosa, gris moteado o amarillento, generalmente es ocasionado por *Aspergillus sp.* Este defecto se considera como muy grave y como el más indeseable por la industria.

Dañados por insectos: se observa en el interior de la almendra excretas de insectos o restos de cutículas que se mantienen como contaminantes. Almendras partidas: corresponde a las almendras partidas, como consecuencia del manipuleo. Almendras Pizarrosas: al hacer el corte se observa la superficie del cotiledón liso, usualmente de un color oscuro.

Igualmente existen otras que quedan dentro de la siguiente clasificación: almendras germinadas. Almendras insuficientemente fermentadas o no fermentadas. Almendras múltiples. Impureza visible. Dominar eficientemente cada una de estas operaciones, garantizará los beneficios económicos que se esperen alcanzar en una producción cacaotera adecuada.

2.2.3. Genotipos cultivados

2.2.3.1. Criollo

Los Criollos son árboles relativamente bajos, menos robustos respecto de otras variedades; su copa es redonda con hojas pequeñas, gruesas, ovaladas y color verde claro; las almendras son de color blanco. Se cultivan principalmente en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela y son susceptibles a las principales enfermedades (Quiroz, 2002).

2.2.3.2. Forastero

El cacao Forastero, llamado amazónico por encontrarse distribuido en la cuenca del Río Amazonas y sus afluentes, posee mazorcas amarillas, con un pequeño cuello de botella en la base, las almendras son aplanadas y pequeñas, de color morado. Constituye el 80% de la producción mundial. En este grupo se incluye el cacao Nacional de Ecuador. Se cultiva también en Brasil, África occidental y este de Asia (Quiroz, 2002).

2.2.3.3. Trinitario

El tipo Trinitario, es diferente y heterogéneo. Probablemente es el resultado del cruce entre el cacao de tipo Criollo y el Forastero, puesto que su calidad es intermedia. Fue seleccionado en Trinidad, de donde tomó su nombre. Posee

mazorcas con más de 30 semillas y almendras de color variable. Ocupan del 10 al 15% de la producción mundial (Quiroz, 2002).

2.2.3.4. Nacional del Ecuador

Este tipo fue cultivado exclusivamente hasta 1920 y posee características fijas y constantes semejantes al tipo Forastero amelonado. Existen pocas plantaciones, predominando las que son producto del cruzamiento natural de la variedad local con materiales introducidos desde Venezuela y Trinidad y Tobago (complejo de cacao Nacional x Trinitario) en diferentes grados de relación. Como se indicó anteriormente, en la región de Machala la relación es 1 a 1, para Bahía 8 a 1, mientras que para la parte noreste del país o región “arriba” la relación es de 70 árboles nacionales por 1 de venezolano. Estudios recientes explican que el cacao Nacional por muchos años fue considerado como cacao Forastero, por las características del árbol y mazorcas, semejantes a lo que en Venezuela, Trinidad y Tobago se llamó Forastero (de origen ajeno). En la actualidad se ha comprobado que el cacao Nacional está mucho más cerca del grupo de los Criollos por algunas características genéticas y morfológicas (Enríquez, 2004).

2.2.3.5. Clon CCN-51

Planta de 5 a 6 m de altura, de arquitectura buena. El sistema radicular es fasciculado con 3-4 raíces principales, posee un tallo, de donde emergen las ramas (de tres a cinco), a la altura de un metro, con crecimiento lateral que forma la horqueta; las hojas son grandes de color verde oscuro; sus flores son hermafroditas, es decir, tienen tanto gametos masculinos como femeninos. El fruto es una baya, que se conoce como mazorca. Las mazorcas se encuentran distribuidas desde la parte basal hasta la parte superior del árbol, la mazorca es de color rojo con contenido mediano alto de mucílago. Generalmente contienen en su interior de 35 a 45 granos de forma aplanada, de 2-4 cm de longitud, recubiertos por pulpa dulce y ligeramente ácida. La producción de cacao seco por hectárea es de 23 quintales (Agama, 2005).

2.3. Hipótesis

El buen manejo del proceso de fermentación y la frecuencia de remoción de las

semillas de cacao (*Teobroma cacao L.*) permite incrementar su calidad, en el genotipo Nacional y clon CCN-51, en la provincia de Sucumbíos.

2.4. Variables de la hipótesis

Genotipo Nacional, Clon CCN-51, calidad de la semilla.

2.5. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables para los factores en estudio se muestra en el cuadro 1.

CUADRO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Concepto	Categoría	Indicadores
Genotipos de cacao	Conjunto de los genes de un individuo	Genotipo Nacional Clon CCN-51	Porcentaje de semilla con fermento bueno, fermento medio, violetas, pizarras y mohosas
Días de remoción y frecuencias de remoción	Tiempo requerido para una mejor fermentación de las semillas	A B C D E	Sabor y aroma (floral, frutal, cacao, nuez almendra, ácido, amargo, astringencia, moho, otros contaminantes)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Modalidad de la investigación

El enfoque predominante es cuantitativo. La modalidad fue netamente experimental. En este trabajo se realizó una asociación de variables donde se probaron dos genotipos de cacao y varios días de fermentación y frecuencias de remoción.

3.2. Ubicación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el centro de acopio AAPROCASH del cantón Shushufindi, de la provincia de Sucumbíos. Sus coordenadas son 0° 14' 17,98" latitud Sur y 76° 38' 16,72" de longitud Oeste, a la altitud de 262 m.s.n.m. (Edufuturo, 2007).

3.3. Caracterización del lugar

3.3.1. Clima

La provincia de Sucumbíos ofrece un clima tropical con máximas precipitaciones en verano y temperaturas cálidas a lo largo de todo el año. Dicho clima posibilita una vegetación de selva ecuatorial, característica de la Amazonia. Se encuentra en una extensa llanura y tiene una temperatura promedio de 27⁰C y una humedad relativa de 80% (Chevrontoxico, 2007).

3.3.2. Suelo

El suelo se caracteriza por tener un alto contenido de materia orgánica y de nutrientes. Tiene una textura franco arcilloso lo que es recomendable para el cultivo de cacao. Estos terrenos no presentan pendientes. (Chevrontoxico, 2007).

3.3.3. Agua

En la provincia no se dispone de agua de riego, ya que soporta grandes precipitaciones en promedio 1 600 mm/año. Su precipitación mínima es de 1 250 mm/año. y su máxima de 1 800 mm/año (Chevrontoxico, 2007).

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Genotípos de cacao

Genotipo Nacional	G1
Clon CCN-51	G2

3.4.2. Días de fermentación y frecuencia de remoción

Las semillas de cacao fueron fermentadas por varios días, según el tratamiento; y, removidas de una caja a otra caja, según consta en la siguiente tabla, para lo cual se identificó con un código tanto en el genotipo Nacional como al Clon CCN-51.

Código	G. Nacional (G1)	Clon CCN-51 (G2)
A	4 (2-1-1)	5 (2-2-1)
B	4 (1-2-1)	5 (1-2-2)
C	4 (2-2-0)	6 (2-2-2)
D	5 (2-2-1)	7 (1-2-2-2)
E	5 (1-2-2)	Método Aprocafa (presecado)

Los tratamientos de los códigos A, B y C fueron fermentados en tres cajas: la primera con tres divisiones, la segunda con dos divisiones y la tercera con una sola división; mientras que los tratamientos de los códigos D y E, para el genotipo Nacional se fermentaron en tres cajas de una sola división, para el Clon CCN-51 código D en cuatro cajas con una sola división y en el código E se aplicó el método propuesto por Aprocafa (Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma).

La frecuencia de remoción de una caja a otra, en cada tratamiento, consta en los valores encerrados entre paréntesis, de tal forma que: para el genotipo Nacional, código A, se fermentó dos días en una caja con tres divisiones, un día en una caja con dos divisiones y un día en una caja con una sola división, etc; y así para los demás casos mencionados.

3.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con diez tratamientos y tres repeticiones.

3.6. Tratamientos

El número y tipo de tratamientos se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS

No.	Símbolo	Genotipos	Fermentación (días)	Remoción (frecuencia)
1	GIA	Nacional	4	2-1-1
2	GIB	Nacional	4	1-2-1
3	GIC	Nacional	4	2-2-0

4	G1D	Nacional	5	2-2-1
5	G1E	Nacional	5	1-2-2
6	G2A	Clon CCN-51	5	2-2-1
7	G2B	Clon CCN-51	5	1-2-2
8	G2C	Clon CCN-51	6	2-2-2
9	G2D	Clon CCN-51	7	1-2-2-2
10	G2E	Clon CCN-51	Pre secado	Método Aprocafa

3.6.1. Análisis

Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA) y pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos y comparaciones ortogonales entre genotipos y fermentación.

El análisis económico de los tratamientos se realizó aplicando el método del presupuesto parcial propuesto por Perrín et al, 1988.

3.7. Características del ensayo

Número de tratamientos:	10
Número total de unidades experimentales:	30
Superficie necesaria para la fermentación:	30 m ²
Número total de cajonetas:	90
Número de cajonetas con tres divisiones:	18
Número de cajonetas con dos divisiones:	18
Número de cajonetas sin divisiones:	54
Largo de la cajoneta:	0,70 m
Ancho de la cajoneta:	0,70 m
Alto de cajonetas:	0,70 m
Distancia entre cajonetas:	0,30 m
Cantidad de semilla en baba por cajoneta:	250 kg
Cantidad total de semilla:	7 500 kg

3.8. Datos tomados

3.8.1. Análisis físico y organoléptico

La determinación física se realizó mediante un análisis de las propiedades físicas de las semillas fermentadas, que son: peso de cien granos y prueba de corte, que determina el porcentaje de semilla fermentada (fermento bueno, fermento medio, violetas, pizarras y mohosas); mientras que, el análisis organoléptico determinó el sabor y aroma (floral, frutal, cacao, nuez almendra, ácido, amargo, astringencia,

moho y otros contaminantes), determinado en licor de cacao por cuatro personas.

3.8.2 Temperatura de la semilla

La temperatura de la semilla se registró cada 24 horas (a las 09h00 horas), durante todo el proceso de fermentación, para conocer la evolución de la temperatura a lo largo del proceso. En las cajonetas con divisiones se tomó la temperatura de cada división. Las lecturas se realizaron de la parte superior del montón y de la parte intermedia.

3.9. Manejo de la investigación

3.9.1 Construcción de cajonetas

Las cajonetas se hicieron de madera, de 0,70 m de largo x 0,70 m de ancho y 0,70 m de alto; con orificios en la base de 1 cm x 1 cm cada 0,1 m. El número total de cajonetas fue de 90, de las cuales 18 cajonetas presentaron tres divisiones, 18 cajonetas con dos divisiones y 54 cajonetas no presentaron divisiones.

3.9.2 Cosecha de frutos

La cosecha se hizo cuando la mazorca del cacao alcanzó su madurez, es decir cuando las semillas contenidas en su interior estuvieron fisiológicamente maduras. En el caso del genotipo Nacional, la madurez se detectó cuando la mazorca cambió de color verde a amarillo y el Clon CCN-51 cambió de rojo a anaranjado.

3.9.3 Transporte del cacao en baba

Una vez abiertas las mazorcas, se extrajeron las semillas con la mano, evitando dañarlas; luego se colocó el cacao dentro de una funda plástica y ésta a la vez dentro de un saco y se trasladó (en baba) desde la finca hasta el centro de acopio, con el debido cuidado para evitar contaminación de cualquier tipo.

3.9.4 Colocación de semillas en cajonetas

Al momento en que llegó al centro de acopio se procedió a pesar, para

luego ubicar en cada cajoneta, de acuerdo al tratamiento a realizar. La cantidad de semilla en cada cajoneta fue de 250 kg de peso promedio.

3.9.5. Identificación de tratamientos

Consistió en etiquetar cada una de las cajonetas, en la que conste el símbolo que determina a cada tratamiento, los días de fermentación y la secuencia de volteo de las semillas.

3.9.6. Fermentación de la semilla

La semilla cumplió con el proceso de fermentación de acuerdo a los parámetros establecidos para cada tratamiento, como son el número de días de fermentación y la frecuencia de remoción. Es importante señalar que los tratamientos identificados con A, B y C son tratamientos a fermentar en cajas con una, dos y tres divisiones respectivamente, considerando la frecuencia de remoción; de manera que para el genotipo Nacional A se fermentó dos días en una caja con tres divisiones, un día en una caja con dos divisiones y un día en una caja común. B se fermentó un día en una caja con tres divisiones, dos días en una caja con dos divisiones y un día en una caja común. C se fermentó dos días en una caja con tres divisiones y dos días en una caja con dos divisiones. D y E se fermentaron en cajas comunes. D se fermentó dos días en la primera caja, dos días en la segunda caja y un día en la última caja. Y en el caso de E se fermentó un día en la primera caja, dos días en la segunda caja dos días en la última caja. Para el cacao CCN-51 A se fermentó en la primera caja con tres divisiones, dos días en la segunda caja con dos divisiones y un día en una caja común. B se fermentó un día en una caja con tres divisiones, dos días en una caja con dos divisiones y dos días en una caja común. Para C se realizaron 6 días de fermentación, 2 días en la primera caja, dos días en la segunda caja y dos días en la última caja. D se fermentó durante 7 días. 1 día en una primera caja, 2 días en una segunda caja, 2 días más en una tercera caja y 2 días más en una última cuarta caja.

En el caso de E (método de pre-secado de APROCAFA), al cacao en baba se lo colocó en un saquillo y se lo puso a escurrir en un declive durante una noche. A la mañana siguiente se colocó el cacao a pre-secar en el tendal tipo

marquesina. Se removió para que se pre-seque de forma homogénea (para saber si está bien pre-secado, este no se debe pegar, para ello se tomó un puñado de cacao y le hicimos la prueba de puño). Este paso duró en un promedio de ocho horas debido a las condiciones del clima. Una vez pre-secado se procedió a fermentar, para esto se coloca en sacos de yute y se cubre con plástico. Este proceso duró tres días, se removió con una frecuencia de cada 12 horas para que se fermente de forma homogénea.

3.9.7. Secado

Una vez que cada tratamiento concluyó con el fermentado, se procedió a secarlo en el tendal tipo marquesina. Para ello se colocó en una capa de 3 cm y se lo removió cuatro veces al día. Este proceso se lo realizó hasta que el material presentó una humedad del 7%. El secado duró de tres a cinco días, debido a las condiciones climáticas del sector durante el desarrollo del ensayo.

3.9.8. Toma e identificación de muestras

Se tomó muestras de 500 g de cada uno de los tratamientos. Para la identificación de las muestras que se enviaron al laboratorio, se colocaron en cada uno de los frascos una etiqueta en la que constaron los siguientes datos:

FERMENTACIÓN Y SECUENCIA DE VOLTEO			
(Teobroma cacao)			
Centro de acopio:			
Símbolo:	N°	repetición:	
.....			
Cont. Neto:	Cont.	Bruto:	
.....			

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados, análisis estadístico y discusión

4.1.1. Peso de 100 granos

El peso de 100 granos, se registró cuando terminó el proceso de secado; y, para cada tratamiento se presenta en el anexo 1, con valores promedios que van desde 119,17 g hasta 159,83 g, con promedio general de 137,79 g. El análisis de variancia (cuadro 3), detectó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos. Dentro de éstos, el peso de 100 granos de los tratamientos del genotipo Nacional se diferenciaron del peso de 100 granos de los tratamientos del clon CCN-51 a nivel del 1%, sin reportar significación el resto de comparaciones. El coeficiente de variación fue de 4,85%.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	129,939	64,969	1,46 ns
Tratamientos	9	7 961,761	884,640	19,83 **
G1 vs. G2	1	7 508,172	7 508,172	168,31 **
A+B+C+D vs. E	1	20,501	20,501	0,46 ns
A+B+C vs. D	1	13,520	13,520	0,30 ns
A+B vs. C	1	23,523	23,523	0,53 ns
A vs. B	1	1,021	1,021	0,02 ns
Error experimental	18	802,975	44,610	
Total	29	8 894,675		

Coef. de var. 4,85%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

Mediante la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del peso de 100 granos, se establecieron tres rangos de significación (cuadro 4). En general, mayor peso de los granos reportaron los tratamientos del clon CCN-51 (G2), destacándose con el mayor peso los tratamientos G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2), G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) y G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa), que compartieron el primer rango, con promedios que van desde 159,83 g hasta 150,27 g; seguidos del resto de tratamientos que se ubicaron en rangos inferiores, encontrando con el menor peso a los tratamientos del genotipo Nacional (G1), especialmente G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2), G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1), G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) y G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), que compartieron el tercer rango, con promedios que van desde 122,00 g hasta 119,17 g.

CUADRO 4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA

TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE 100 GRANOS

Tratamientos		Promedio (g)	Rango
No.	Símbolo		
9	G2D	159,83	a
6	G2A	154,67	a
7	G2B	154,67	a
10	G2E	150,27	a
8	G2C	149,10	ab
3	G1C	129,67	bc
5	G1E	122,00	c
2	G1B	119,83	c
1	G1A	119,17	c
4	G1D	119,17	c

La figura 1, muestra la representación gráfica del peso de 100 granos en el clon CCN-51 (G2) y el genotipo Nacional (G1), en donde el peso de los granos de los tratamientos del clon CCN-51 es significativamente mayor al peso de los granos de los tratamientos del genotipo Nacional, siendo el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) el que obtuvo el mayor peso de los granos.

Evaluando los resultados del peso de 100 semillas, se deduce que los días de fermentación y la frecuencia de remoción de cada tratamiento influenciaron en el peso final de las semillas. En general el peso de las semillas del clon CCN-51 fue

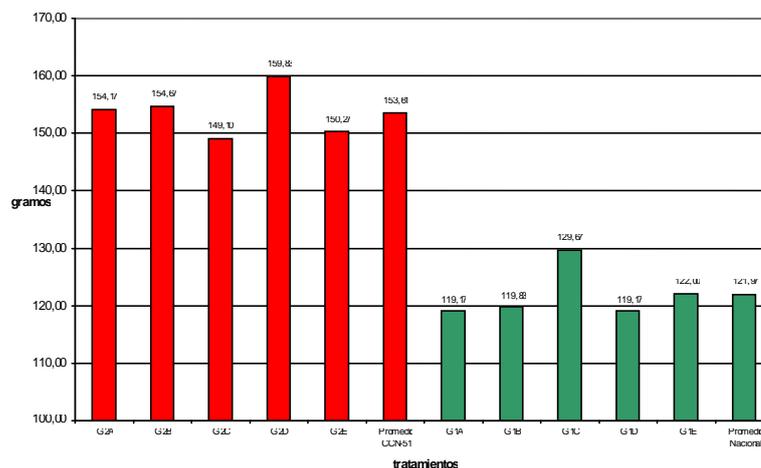


FIGURA 1. Comparación gráfica del peso de 100 granos entre el clon CCN-51 y el genotipo Nacional

superior por ser de mayor tamaño, por ende presentaron más contenido de mucílago, destacándose especialmente las semillas del tratamiento de siete días de fermentación

(un día en una caja de una división, dos días en una caja de una división, dos días en una caja de una sola división y dos días en una caja de una sola división) con el mejor peso. Dentro del genotipo Nacional, se observó el mayor peso de las semillas en el tratamiento de cuatro días de fermentación (dos días en una caja con tres divisiones y dos días en una caja con dos divisiones), por lo que son los tratamientos adecuados para conseguir el mayor peso de las semillas. Al respecto, Reyes et al (2009), indica que, está demostrado que el peso de las semillas de cacao es un carácter que se hereda genéticamente, así como la existencia de cultivares de semilla grande y cultivares de semilla pequeña. Sin embargo, los factores climáticos influyen en la manifestación de este carácter. Cuando se cosecha después de una época seca, los granos son más pequeños que cuando se cosecha después de la época de lluvias. La industria chocolatera exige como mínimo un peso de 1 gramo/semilla, lo que se cumplió con los métodos de fermentación investigados.

4.1.2. Prueba de corte

4.1.2.1. Porcentaje de granos con fermento bueno

Mediante el anexo 2, se indican los valores del porcentaje de granos con fermento bueno, en cada tratamiento en estudio, con porcentajes promedios que van desde 8,67% hasta 71,00%, promedio general de 43,60%. Según el análisis de variancia (cuadro 5), se observaron diferencias estadísticas significativas a nivel del 5% para tratamientos; y, dentro de éstos, existieron diferencias entre los tratamientos con fermentación propuesta y los tratamientos de fermentación con el métodos de presecado a nivel del 1%, sin reportar significación el resto de comparaciones efectuadas. El coeficiente de variación fue de 31,90%.

CUADRO 5. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO BUENO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	223,20	111,60	0,58 ns
Tratamientos	9	8 693,20	965,911	4,99 *

G1 vs. G2	1	3,333	3,333	0,02 ns
A+B+C+D vs. E	1	1 748,035	1 748,033	9,03 **s
A+B+C vs. D	1	312,500	312,500	1,62 ns
A+B vs. C	1	676,000	676,000	3,49 ns
A vs. B	1	40,333	40,333	0,21 ns
Error experimental	18	3 482,80	193,489	
Total	29	12 399,20		

Coef. de var. 31,90%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de granos con fermento bueno, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 6). Los granos reportaron mayor fermento bueno en los tratamientos G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) con promedio de 71,00%, G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2) con promedio de 68,33% y G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1), con 49,67%, al compartir el primer rango; seguidos del resto de tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, ubicándose en el último rango y lugar en la prueba, el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa), con el menor porcentaje de granos con fermento bueno promedio de 8,67%.

CUADRO 6. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO BUENO

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
9	G2D	71,00	a
8	G2C	68,33	a
1	G1A	49,67	a
5	G1E	48,00	ab
2	G1B	46,00	ab
3	G1C	39,67	ab
4	G1D	36,33	ab
6	G2A	36,00	ab
7	G2B	32,33	ab
10	G2E	8,67	b

Los resultados obtenidos en el porcentaje de granos con fermento bueno, permiten deducir que los días de fermentación y la frecuencia de remoción de cada tratamiento influenciaron en el fermento final de las semillas, al terminar el ensayo. El

mayor porcentaje de semillas con fermento bueno reportaron las semillas del clon CCN-51 sometidas a siete días de fermentación (un día en una caja de una división, dos días en una caja de una división, dos días en una caja de una sola división y dos días en una caja de una sola división). En el genotipo Nacional, se observó el mayor porcentaje de semillas con fermento bueno a aquellas sometidas a cuatro días de fermentación (dos días en una caja con tres divisiones, un día en una caja con dos divisiones y un día en una caja con una sola división), por lo que son los tratamientos adecuados para conseguir el mejor porcentaje de semillas con fermento bueno. En este sentido Bogantes, 1989, expresa que, el sistema de cajas es apropiado, 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 o en escalera, con la finalidad de facilitar el paso de una caja a otra, cada día o cada dos días, lo que mejora consecuentemente la fermentación de las semillas.

4.1.2.2. Porcentaje de granos con fermento medio

El anexo 3, muestra los valores del porcentaje de granos con fermento medio, en cada tratamiento, cuyos porcentajes promedios fluctuaron desde 21,67% hasta 39,67%, con promedio general de 29,87%. Aplicando el análisis de variancia (cuadro 7), no se detectaron diferencias estadísticas para tratamientos ni entre las comparaciones ortogonales efectuadas. El coeficiente de variación fue de 33,19%.

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO MEDIO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	10,467	5,233	0,05 ns
Tratamientos	9	1 146,133	127,348	1,30 ns
G1 vs. G2	1	1,200	1,200	0,01 ns
A+B+C+D vs. E	1	165,675	165,675	1,69 ns
A+B+C vs. D	1	51,681	58,681	0,53 ns
A+B vs. C	1	44,444	44,444	0,45 ns
A vs. B	1	5,333	5,333	0,05 ns
Error experimental	18	1 768,867	98,270	
Total	29	2 925,467		

Coef. de var. 33,19%

ns = no significativo

En el cuadro 8, se presentan los promedios del porcentaje de granos con fermento medio en cada tratamiento, en donde los tratamientos G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) y G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) reportaron los mayores porcentajes, con promedios de 39,67% y 39,00%, respectivamente y los tratamientos G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) y G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa) experimentaron el menor porcentaje de granos con fermento medio, promedios de 23,00% y 21,67%, en su orden.

CUADRO 8. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO MEDIO

Tratamientos		Promedio
No.	Símbolo	
1	G1A	25,00
2	G1B	28,33
3	G1C	34,33
4	G1D	34,00
5	G1E	28,67
6	G2A	39,67
7	G2B	39,00
8	G2C	25,00
9	G2D	23,00
10	G2E	21,67

A pesar de no reportar significación el análisis de variancia, los resultados del porcentaje de granos con fermento medio, permiten informar que, el mayor porcentaje de semillas con fermento medio reportaron las semillas del clon CCN-51 sometidas a cinco días de fermentación (dos días en una caja de tres divisiones, dos días en una caja de dos divisiones y un día en una caja de una sola división). En el genotipo Nacional, por su parte, se observó el mayor porcentaje de semillas con fermento medio a aquellas sometidas a cuatro días de fermentación (dos días en una caja con tres divisiones y dos días en una caja con dos divisiones).

4.1.2.3. Porcentaje de granos violetas

En el anexo 4, se presentan los valores del porcentaje de granos violetas, en cada tratamiento, cuyos porcentajes promedios variaron entre 4,67% y 28,33%, con promedio general de 18,47%. Mediante el análisis de variancia (cuadro 9),

se registraron diferencias estadísticas significativas a nivel del 5% para tratamientos, y, dentro de éstos el porcentaje de granos violetas de los tratamientos del genotipo Nacional se diferenció del porcentaje de granos violetas de los tratamientos del clon CCN-51 a nivel del 1%, sin reportar significación el resto de comparaciones. El coeficiente de variación fue de 46,10%, que es alto debido a la heterogeneidad de los datos entre los tratamientos.

CUADRO 9. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	156,87	78,433	1,08 ns
Tratamientos	9	2 120,133	235,570	3,25 *
G1 vs. G2	1	1 254,533	1 254,533	17,31 **
A+B+C+D vs. E	1	81,675	81,675	1,13 ns
A+B+C vs. D	1	36,125	36,125	0,50 ns
A+B vs. C	1	17,361	17,361	0,21 ns
A vs. B	1	16,333	16,333	0,23 ns
Error experimental	18	1 304,467	72,470	
Total	29	3 581,467		

Coef. de var. 46,10%

ns = no significativo

* = significativo al 5%

Aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de granos violetas, se detectaron dos rangos de significación (cuadro 10). El mayor porcentaje de granos violetas, en general, reportaron los tratamientos del genotipo Nacional (G1), siendo el tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), el que mayor porcentaje reportó, con promedio de 28,33%, que se ubicó en el primer rango; seguido del resto de tratamientos que compartieron el primero y segundo rangos, ubicándose en el último rango y lugar en la prueba, el tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2), con el menor porcentaje de granos violetas promedio de 4,67%.

CUADRO 10. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETAS

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
4	G1D	28,33	a
3	G1C	25,33	ab
2	G1B	25,00	ab
1	G1A	23,33	ab
5	G1E	22,67	ab
7	G2B	22,33	ab
6	G2A	19,33	ab
10	G2E	7,67	ab
9	G2D	6,00	ab
8	G2C	4,67	b

Analizando los resultados del porcentaje de granos violetas, es posible señalar que los días de fermentación y la frecuencia de remoción de cada tratamiento influenciaron en la formación de granos violetas hasta el final del ensayo. El mayor porcentaje de semillas violetas se observó en los tratamientos del genotipo Nacional, destacándose especialmente las semillas sometidas a cinco días de fermentación (dos días en una caja con una división, dos días en una caja con una división y un día en una caja con una sola división); mientras que, en el clon CCN-51 mayor porcentaje de semillas violetas reportó el tratamiento cuyas semillas se sometieron a cinco días de fermentación (un día en una caja de tres divisiones, dos días en una caja de dos divisiones y dos días en una caja de una sola división). Al respecto Infoagro (2007), cita que, las almendras mal fermentadas son de forma aplanada, por lo general es difícil separar la cáscara, de color violáceo en su interior o blanquecino, de naturaleza compacta, sabor astringente y aroma desagradable.

4.1.2.4. Porcentaje de granos pizarras

Los valores correspondientes al porcentaje de granos pizarras, se registran en el anexo 5, en cada tratamiento, cuyos porcentajes promedios fluctuaron desde 0,00% hasta 49,00%, con promedio general de 6,67%. El análisis de variancia efectuado con el artificio matemático raíz de $x + 1$, debido a que las repeticiones presentaron valores heterogéneos (cuadro 11), experimentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos; y, dentro de éstos, los tratamientos del genotipo Nacional se diferenciaron de los tratamientos del clon CCN-51 a nivel del 1%, como también los métodos de fermentación propuestos versus el métodos de presecado, sin reportar significación el resto de comparaciones. El coeficiente de variación fue de 44,02%.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE

PORCENTAJE DE GRANOS PIZARRAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,068	0,034	0,04 ns
Tratamientos	9	82,273	9,141	10,70 **
G1 vs. G2	1	19,274	19,274	22,56 **
A+B+C+D vs. E	1	28,146	28,146	32,94 **
A+B+C vs. D	1	1,948	1,948	2,28 ns
A+B vs. C	1	0,980	0,980	1,15 ns
A vs. B	1	0,009	0,009	0,01 ns
Error experimental	18	15,382	0,855	
Total	29	97,723		

Coef. de var. 44,02%

ns = no significativo

** = significativo al 1%

La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en el porcentaje de granos pizarras, separó los promedios en dos rangos de significación bien definidos (cuadro 12). Mayor porcentaje de granos pizarras, en general, reportaron los tratamientos del clon CCV-51 (G2), siendo el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa), el que mayor porcentaje reportó, con promedio de 49,00%, que se ubicó en el primer rango; seguido del resto de tratamientos que compartieron el segundo rango, ubicándose en el último lugar, el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2), que no reportó granos pizarras.

CUADRO 12. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS PIZARRAS

Tratamientos		Promedio	Rango
No.	Símbolo		
10	G2E	49,00	a
7	G2B	6,33	b
6	G2A	5,00	b
8	G2C	2,00	b
1	G1A	1,67	b
2	G1B	0,67	b
3	G1C	0,67	b
4	G1D	0,67	b
5	G1E	0,67	b
9	G2D	0,00	b

Observando los resultados del porcentaje de granos pizarras, es posible afirmar que los días de fermentación y la frecuencia de remoción de cada tratamiento

influenciaron en la formación de granos pizarras hasta el final de la fermentación. El mayor porcentaje de semillas pizarras se observó en general en los tratamientos del clon CCN-51, destacándose especialmente aquellas del método de presecado; en tanto que, en el genotipo Nacional, por su parte, el mayor porcentaje de semillas pizarras se observó en el tratamiento sometido a cuatro días de fermentación (dos días en una caja con tres divisiones, un día en una caja con dos divisiones y un día en una caja con una sola división). Según Libra (2009), cuándo no se fermenta adecuadamente las semillas de cacao, se pierde calidad, aumenta la proporción de granos violetas, pizarras y mohosos, lo cual afecta la calidad, lo que debe ser controlada con los días apropiados de fermentación y frecuencias de remoción.

4.1.2.5. Porcentaje de granos mohosos

El porcentaje de granos mohosos, para cada tratamiento, se detalla en el anexo 6, cuyos valores promedios van desde 0,00% hasta 13,00%, promedio general de 1,40%. Según el análisis de variancia efectuado con el artificio matemático raíz de $x + 1$, debido a que las repeticiones presentaron valores heterogéneos (cuadro 13), no se observaron diferencias estadísticas significativas para tratamientos, sin reportar igualmente significación las comparaciones ortogonales efectuadas. El coeficiente de variación fue de 15,86%.

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS MOHOSOS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	2	0,186	0,093	1,71 ns
Tratamientos	9	0,489	0,054	1,00 ns
G1 vs. G2	1	0,028	0,028	0,51 ns
A+B+C+D vs. E	1	0,191	0,191	3,52 ns
A+B+C vs. D	1	0,005	0,005	0,09 ns
A+B vs. C	1	0,001	0,001	0,01 ns
A vs. B	1	0,002	0,002	0,03 ns
Error experimental	18	0,978	0,054	
Total	29	1,653		

Coef. de var. 15,86%

ns = no significativo

El cuadro 14, registra los promedios del porcentaje de granos mohosos en cada tratamiento, en donde el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado,

método Aprocafa) reportó el mayor porcentaje, promedio de 13,00%, seguido de los tratamientos G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) y G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1), con promedios de 0,67% y 0,33%, respectivamente, mientras que, el resto de tratamientos no presentaron granos mohosos.

CUADRO 14. PROMEDIOS PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE GRANOS MOHOSOS

Tratamientos		Promedio
No.	Símbolo	
1	G1A	0,33
2	G1B	0,00
3	G1C	0,00
4	G1D	0,67
5	G1E	0,00
6	G2A	0,00
7	G2B	0,00
8	G2C	0,00
9	G2D	0,00
10	G2E	13,00

A pesar de no existir diferencias significativas en el análisis de variancia, analizando los promedios se puede establecer que, el mayor porcentaje de semillas mohosas presentó el tratamiento del clon CCN-51, sometido al método de presecado; en tanto que, en el genotipo Nacional, el mayor porcentaje reportó el tratamiento sometido a cinco días de fermentación (dos días en una caja con una división, dos días en una caja con una división y un día en una caja con una sola división). Al respecto Infoagro (2007), cita que almendras mohosas: son aquellas que presentan en su interior contaminación por hongos y adquieren coloración blanca, verdosa, gris moteado o amarillento, generalmente es ocasionado por *Aspergillus sp.* Este defecto se considera como muy grave y como el más indeseable por la industria.

Gráficamente, mediante la figura 2, se presenta la dinámica de fermentación para el genotipo Nacional (G1), en donde el mayor porcentaje de granos con fermento bueno se obtuvo en el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1), seguido del tratamiento G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1). Este genotipo presentó porcentajes de granos con fermento medio y granos violetas, observándose granos pizarras y granos mohosos en muy bajos porcentajes.

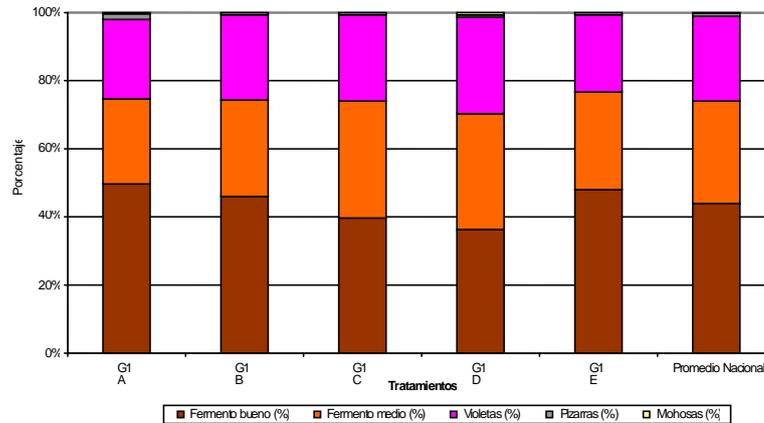


FIGURA 2. Representación gráfica de fermentación para el genotipo Nacional

Mediante la figura 3, se representa gráficamente la dinámica de fermentación para el clon CCN-51 (G2), observándose que el mayor porcentaje de granos con fermento bueno se obtuvo en el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2), sin presentar granos pizarras y mohosas; seguido del tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2), con el segundo mayor porcentaje de granos con fermento bueno; mientras que, el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa), reportó el mayor porcentaje de granos pizarras y mohosas, con el menor porcentaje de granos con fermento bueno.

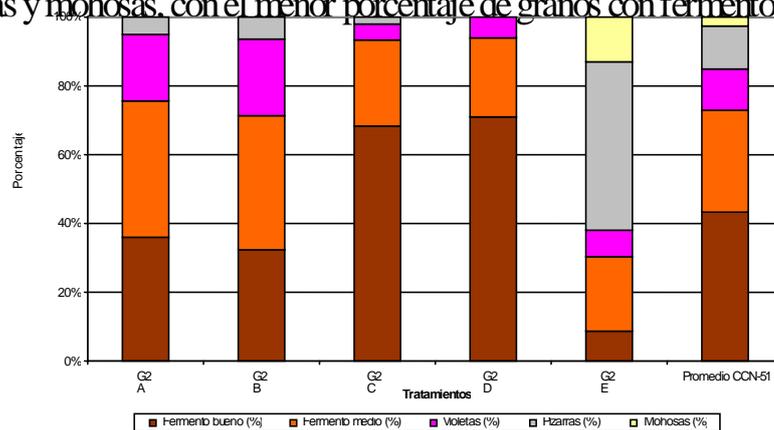


FIGURA 3. Representación gráfica de fermentación para el clon CCN-51

En la figura 4, se observa la dinámica de fermentación comparativa entre el genotipo Nacional (G1) y el clon CCN-51 (G2), en donde al promediar las respuestas de cada genotipo, en general, los dos materiales vegetativos reportaron

similares porcentajes de granos con fermento bueno y con fermento medio. El genotipo Nacional reportó mayores porcentajes de granos violetas, con bajos porcentajes de granos violetas y mohosos y el clon CCN-51 mayores porcentajes de granos pizarras y mohosos.

FIGURA 4 Representación gráfica de fermentación entre el clon CCN-51 y el genotipo Nacional

4.1.3. Análisis organoléptico

4.1.3.1. Sabor-aroma floral

Los resultados del análisis organoléptico de sabores específicos en submuestras de almendras de cacao, para cada tratamiento, al evaluar el sabor y aroma floral, se indican en el cuadro 15. En el mismo se aprecia que, no se encontraron tratamientos con este perfil de sabor y aroma, tanto en el genotipo Nacional (G1), como en el clon CCN-51 (G2), por lo que se deduce que, los genotipos de cacao, como también los días de fermentación y la frecuencia de remoción de las semillas, en el proceso de fermentación del cacao, no produjeron la presencia del sabor y aroma floral, debido posiblemente a lo manifestado por el INIAP (2009), que el aroma del cacao depende más del genotipo y grado de madurez de las semillas que se utilicen, que al proceso de fermentación.

CUADRO 15. SABOR-AROMA FLORAL

Tratamientos	Repeticiones
--------------	--------------

No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	0	0	0
2	G1B	0	0	0
3	G1C	0	0	0
4	G1D	0	0	0
5	G1E	0	0	0
6	G2A	0	0	0
7	G2B	0	0	0
8	G2C	0	0	0
9	G2D	0	0	0
10	G2E	0	0	0

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.2. Sabor-aroma frutal

Evaluando los resultados del análisis organoléptico en lo que respecta al perfil del sabor y aroma frutal para cada tratamiento (cuadro 16), se encontró que, dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) registró un leve sabor frutal en la primera repetición y muy leve sabor frutal en la segunda repetición; el tratamiento G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) presentó un leve sabor en la segunda repetición; mientras que, los tratamientos G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0) y G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) registraron muy leve sabor en la tercera repetición y el tratamiento G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1) en la primera repetición. Dentro del clon CCN-51 (G2), se observó que, el tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) fue el único que reportó sabor y aroma frutal, siendo este leve en la tercera repetición y muy leve en la primera y segunda repetición, siendo en general el tratamiento que mejores resultados reportó, dentro del perfil específico de sabor y aroma frutal; lo que es bueno, por cuanto esta característica es apreciada internacionalmente como expresa el INIAP (2009), que el sabor floral y frutal son indicadores de suavidad y finura en el sabor del cacao.

CUADRO 16. SABOR-AROMA FRUTAL

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	2	1	0
2	G1B	1	0	0
3	G1C	0	0	1
4	G1D	0	0	1

5	G1E	0	2	0
6	G2A	1	1	2
7	G2B	0	0	0
8	G2C	0	0	0
9	G2D	0	0	0
10	G2E	0	0	0

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.3. Sabor-aroma cacao

Analizando los resultados de las pruebas organolépticas del perfil de sabores específicos sabor y aroma cacao en cada tratamiento (cuadro 17), se detectó que, dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) registró mediano sabor y aroma cacao en las tres repeticiones, siendo el tratamiento que mejor sabor y aroma cacao reportó; el tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) reportó un fuerte sabor en la segunda repetición y leve sabor en la primera repetición y tercera repetición; en tanto que, los tratamientos G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1) y G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0) registraron leve sabor en la primera y segunda repetición y mediano sabor en la tercera repetición y el tratamiento G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) reportó leve sabor en las tres repeticiones. Dentro del clon CCN-51 (G2), se observó que, el tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) reportó mediano sabor en la primera y tercera repetición y leve sabor en la segunda repetición, los tratamientos G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2), G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2) y G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) detectaron sabor entre muy leve y leve entre sus repeticiones y el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa) estableció el menor sabor-aroma cacao, con apenas muy leve sabor en la segunda repetición. Bogantes (1989), afirma que la fermentación de las semillas de cacao es sin lugar a duda una de las principales actividades dentro del beneficio del cacao, lo que contribuye indudablemente a la calidad física y de aroma del cacao, por lo que los días de fermentación y la frecuencia de remoción deben ser los adecuados para mejorar estas características.

CUADRO 17. SABOR-AROMA CACAO

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	3	3	3
2	G1B	2	2	3
3	G1C	2	2	3
4	G1D	2	4	2
5	G1E	2	2	2
6	G2A	3	2	2
7	G2B	1	2	2
8	G2C	1	1	1
9	G2D	1	2	1
10	G2E	0	1	0

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.4. Sabor-aroma nuez almendra

Examinando los resultados de las pruebas organolépticas del perfil sabor a nuez almendra en cada tratamiento (cuadro 18), se estableció que, existió poca respuesta de los genotipos a este sabor específico. Dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) registró muy leve sabor en la tercera repetición; mientras que, el resto de tratamientos de este genotipo no reportó sabor a nuez. Dentro del clon CCN-51 (G2), los tratamientos G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) y G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) reportaron muy leve sabor en la segunda repetición, no mostrando sabor a nuez almendra el resto de tratamientos y repeticiones.

CUADRO 18. SABOR-AROMA NUEZ ALMENDRA

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	0	0	1
2	G1B	0	0	0
3	G1C	0	0	0
4	G1D	0	0	0
5	G1E	0	0	0
6	G2A	0	0	0
7	G2B	0	1	0
8	G2C	0	0	0
9	G2D	0	1	0
10	G2E	0	0	0

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.5. Sabor-ácido

Observando los resultados de sabores básicos del análisis organoléptico de las semillas fermentadas de cacao, con respecto al sabor-ácido en cada tratamiento (cuadro 19), se registró que, dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) registró el menor sabor-ácido al ser calificadas en la escala de muy leve las tres repeticiones. El tratamiento G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1), reportó leve sabor-ácido en la primera repetición y muy leve en la segunda repetición y tercera repetición; en tanto que, los tratamientos G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0), G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) y G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) registraron leve sabor en dos repeticiones y muy leve sabor en una repetición. Dentro del clon CCN-51 (G2), se observó que, el tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2) reportó el menor sabor-ácido al reportar muy leve sabor en las tres repeticiones. Los tratamientos G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) y G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa) detectaron sabor-ácido entre muy leve y leve; el tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) reportó sabor leve en dos repeticiones y sabor medianamente ácido en una repetición y el tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) en general registró el mayor sabor-ácido, con sabor muy leve en la primera repetición, leve en la segunda repetición y mediano sabor en la tercera repetición. En este sentido, INIAP (2009), en sus informes técnicos anuales expresa que el contenido elevado de acidez en las almendras causa menor aroma a chocolate, por lo que los días de fermentación y las frecuencias de remoción deben ser los adecuados para mejorar significativamente el proceso de fermentación de las semillas.

CUADRO 19. SABOR-ÁCIDO

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	1	1	1
2	G1B	2	1	1
3	G1C	2	1	2
4	G1D	2	2	1
5	G1E	2	1	2
6	G2A	1	2	3
7	G2B	1	1	3
8	G2C	1	1	1
9	G2D	1	2	2
10	G2E	2	2	2

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.6. Sabor-amargo

Examinando el análisis organoléptico de las semillas fermentadas de cacao, con respecto al sabor-amargo en cada tratamiento (cuadro 20), se estableció que, dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) registró el menor sabor-amargo al ser calificadas en la escala de muy leve la primera repetición y en la escala de leve la segunda repetición y tercera repetición; el tratamiento G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1), reportó leve sabor-amargo en las tres repeticiones; mientras que, los tratamientos G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0), G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) y G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) registraron sabor-amargo entre muy leve, leve y mediano sabor entre sus repeticiones. Dentro del clon CCN-51 (G2), se observó que, el tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) reportó en general el menor sabor-amargo al reportar muy leve sabor en las tres repeticiones. Los tratamientos G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) y G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2) detectaron sabor-amargo entre muy leve y leve; el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) reportó sabor entre muy leve y fuerte sabor en una repetición y el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa) en general registró el mayor sabor-amargo, con sabor leve en la tercera repetición y mediano en la segunda y tercera repetición. INIAP (2009), en sus informes técnicos anuales, expresa que, el sabor-amargo en las almendras ocultan los sabores específicos de frutal, floral, cacao, por lo que los días de fermentación y las frecuencias de remoción deben ser los adecuados para reducir significativamente este carácter.

CUADRO 20. SABOR-AMARGO

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	1	2	2
2	G1B	2	2	2
3	G1C	3	2	2
4	G1D	3	2	1
5	G1E	3	1	2
6	G2A	1	2	2
7	G2B	1	1	1
8	G2C	2	1	1
9	G2D	1	1	4
10	G2E	3	3	2

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.7. Astringencia

Las pruebas organolépticas de las semillas fermentadas de cacao, en relación al sabor astringente en cada tratamiento (cuadro 21), permiten señalar que, dentro del genotipo Nacional (G1), el tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) registró la menor astringencia al reportar ausencia de sabor en la primera repetición, leve en la tercera repetición y mediana astringencia en la segunda repetición. El tratamiento G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1), reportó ausencia de sabor, leve sabor y fuerte sabor astringente en las repeticiones, respectivamente; en tanto que, los tratamientos G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0) y G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) registraron sabor astringente entre leve y mediano y el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1), ausencia de sabor en la tercera repetición y mediano sabor en la primera y segunda repetición. Dentro del clon CCN-51 (G2), se estableció que, el tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2) reportó en general el menor sabor astringente al reportar muy leve sabor en las tres repeticiones. El tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) detectó sabor entre muy leve y leve; el tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) sabor entre muy leve, leve y mediano, el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2) entre sabor muy leve, mediano y fuerte y el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa) en general registró el mayor sabor astringente,

con sabor mediano en la tercera repetición y muy fuerte en la segunda y tercera repetición. Al hablar de astringencia, el INIAP (2009), en sus informes técnicos anuales, citan que, el sabor astringente de las almendras ocultan los sabores específicos de frutal, floral, cacao, por lo que los días de fermentación y las frecuencias de remoción deben ser apropiados para disminuir significativamente este carácter.

CUADRO 21. ASTRINGENCIA

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	3	3	0
2	G1B	0	2	4
3	G1C	2	3	2
4	G1D	0	3	2
5	G1E	2	2	3
6	G2A	1	3	2
7	G2B	1	1	2
8	G2C	1	1	1
9	G2D	3	1	4
10	G2E	5	5	3

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.8. Moho

El análisis organoléptico con respecto al perfil de características adquiridas o defectos durante la fermentación, al evaluar el sabor a moho, en cada tratamiento (cuadro 22), permiten informar que, todos los tratamientos evaluados no reportaron éste sabor, excepto el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Ap3rocafa) que reportó esta característica en la escala de mediano, en la tercera repetición, por lo que, es posible inferir que, en general, los genotipos de cacao, los días de fermentación y las frecuencias de remoción, no produjeron defectos adquiridos en la fermentación.

CUADRO 22. MOHO

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	0	0	0
2	G1B	0	0	0
3	G1C	0	0	0

4	G1D	0	0	0
5	G1E	0	0	0
6	G2A	0	0	0
7	G2B	0	0	0
8	G2C	0	0	0
9	G2D	0	0	0
10	G2E	0	0	3

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

4.1.3.9. Otros contaminantes

Del análisis organoléptico del perfil de otros contaminantes (características o defectos adquiridos durante la fermentación), al evaluar la presencia de cualquier otra cosa que no sea referente a cacao, como granos podridos, heces (de animales sobre todo de gallina o perros), combustibles, etc, en cada tratamiento (cuadro 23), se deduce que el tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2), reportó defectos en las escala de 4 (fuerte) en una repetición y en la escala de 3 (mediano) en otra repetición. Le sigue el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2), reportó defectos en las escala de 4 (fuerte) en una repetición y en la escala de 1 (muy leve) en otra repetición. El tratamiento G1C (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-2-0) reportó contaminación en la escala de 2 (leve) en una repetición y en la escala de 1 (muy leve) en otra repetición. El tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) reportó contaminación en la escala de 2 (leve) en una repetición. Los tratamientos G1B (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 1-2-1) y G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) reportaron en la escala de 1 (muy leve) en dos repeticiones; los tratamientos G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1) y G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) en una repetición; en tanto que, los tratamientos G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) y G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa), no reportaron contaminación.

CUADRO 23. OTROS CONTAMINANTES

Tratamientos		Repeticiones		
No.	Símbolo	I	II	III
1	G1A	1	0	0
2	G1B	0	1	1
3	G1C	0	1	2

4	G1D	1	1	0
5	G1E	1	0	0
6	G2A	0	2	0
7	G2B	0	0	0
8	G2C	0	4	3
9	G2D	4	1	0
10	G2E	0	0	0

0 = Ausencia, 1 = Muy leve, 2 = Leve, 3 = Mediano, 4 = Fuerte, 5 = Muy fuerte

La figura 5, grafica mediante barras el perfil de sabores del genotipo Nacional (G1), en donde se observó que, entre los sabores específicos se destacó el sabor a cacao el cual se ubicó en la escala de mediano en la mayoría de tratamientos, siendo mayor en el tratamiento G1A (genotipo Nacional, días de fermentación 4, remoción 2-1-1); el sabor frutal fue muy leve entre los tratamientos; mientras que los sabores básicos como ácido, amargo y astringencia se presentaron hasta un nivel leve.

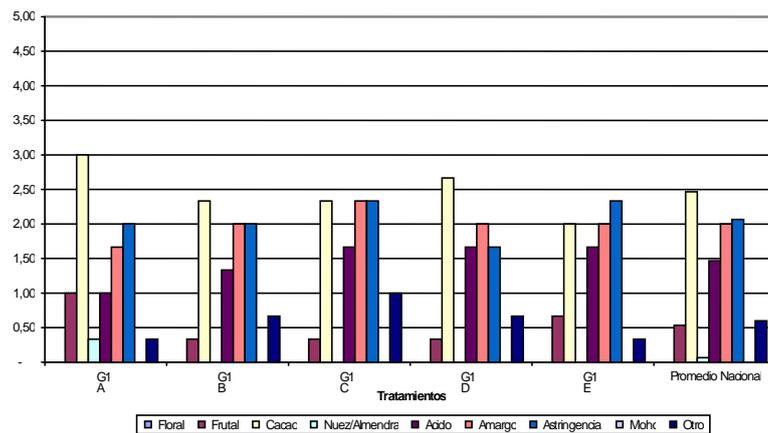


FIGURA 5. Comparación gráfica del perfil de sabores del genotipo Nacional

Mediante la figura 6, se representa grafica mediante el perfil de sabores del clon CCN-51 (G2), en donde se estableció que, entre los sabores específicos se destacó el sabor a cacao el cual se ubicó en la escala entre leve y muy leve en la mayoría de tratamientos, siendo mayor en el tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1); el sabor frutal fue muy leve entre los tratamientos, destacándose el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa); en tanto que, los sabores básicos como ácido y amargo se presentaron entre los tratamientos hasta en una escala de leve y la astringencia hasta la escala de fuerte, especialmente en el tratamiento G2E (clon CCN-51, pre secado, método Aprocafa).

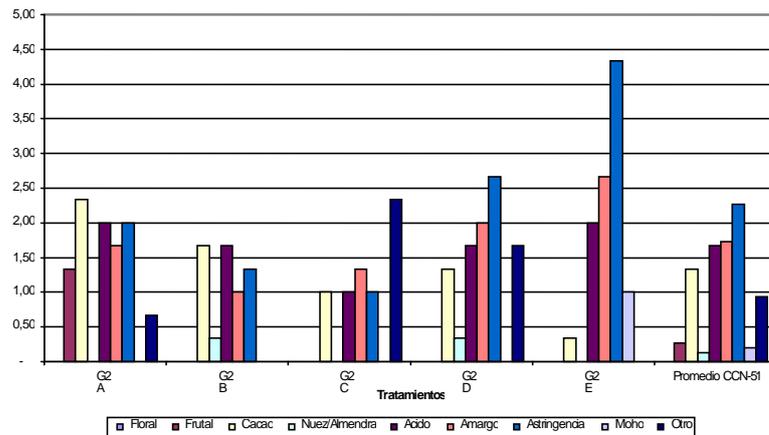


FIGURA 6. Comparación gráfica del perfil de sabores del don CCN-51

Gráficamente, mediante la figura 7, se representa la comparación entre el perfil de sabores del don CCN-51 (G2) y el genotipo Nacional (G1), en donde se estableció que, entre los sabores específicos se destacó el sabor a cacao mayormente en los tratamientos del genotipo Nacional al reportar entre la escala de leve y mediano; igualmente el sabor frutal fue ligeramente mayor en el genotipo Nacional; mientras que el sabor a nuez almendra fue mejor en los tratamientos del don CCN-51. Por otro lado, el sabor astringente fue mayor entre los sabores básicos analizados, superando este sabor el don CCN-51, como también el sabor-ácido; mientras que el sabor-amargo fue mayor en los tratamientos del genotipo Nacional.

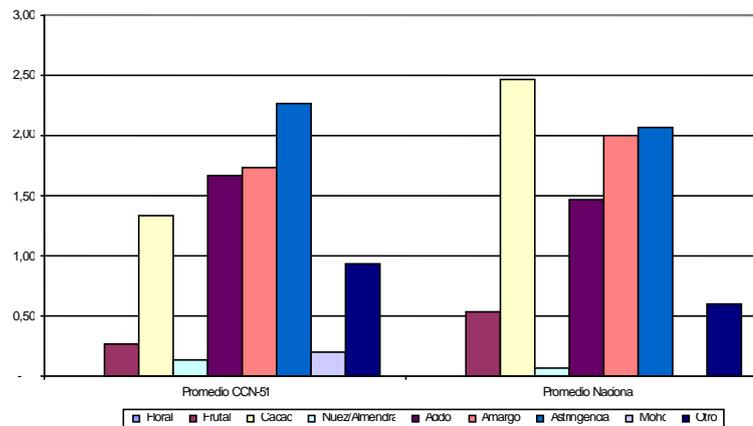


FIGURA 7. Comparación gráfica del perfil de sabores entre el don CCN-51 y el genotipo Nacional

4.1.4 Temperatura de la semilla

Los anexos 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 muestran en detalle la temperatura de la semilla para cada tratamiento, respectivamente, registrada cada 24 horas, tomada de cada división, en la parte superior e intermedia del montón; mientras que, el cuadro 24, indica en forma resumida la temperatura promedio de la semilla para cada tratamiento en las diferentes lecturas. Con respecto al comportamiento de temperatura superior, las semillas del tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2), siempre experimentaron aumento de temperatura conforme avanzó el proceso de fermentación; mientras que, en el resto de tratamientos la temperatura se incrementó, pero experimentó disminución en alguna de las lecturas intermedias, siendo más notoria en el tratamiento G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2). La temperatura al inicio del proceso de fermentación fue entre 26 y 27°C, registrando la más alta temperatura en el tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2) en la quinta lectura con 49°C, seguido de las temperatura de la última lectura (antes de salir al tendal).

En relación a la tendencia de la temperatura intermedia, en general los tratamientos experimentaron aumento de temperatura conforme avanzó el proceso de fermentación; existiendo disminución de la misma en alguna de las lecturas intermedias, siendo más notoria en el tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2). La temperatura al inicio del proceso de fermentación fue entre 26 y 27°C, registrando la más alta temperatura en varios tratamientos en la última lectura, antes de salir a los tendales, con 49°C.

CUADRO 24. TEMPERATURA DE LA SEMILLA

Lecturas	Temperatura	G1A	G1B	G1C	G1D	G1E	G2A	G2B	G2C	G2D	G2E
Al inicio	Tº superior	27,00	26,33	26,67	26,67	27,00	26,33	26,43	26,57	27,00	38,50
Al inicio	Tº intermedia	27,00	26,33	26,67	26,67	27,00	26,33	26,33	26,67	29,37	
1 lectura	Tº superior	31,47	31,10	31,23	31,90	30,00	29,57	29,47	28,90	26,17	
1 lectura	Tº intermedia	29,87	28,10	27,67	29,43	27,00	28,10	28,00	30,43	27,00	41,00
2 lectura	Tº superior	39,13	26,83	39,00	39,23	26,33	37,33	27,33	29,00	32,50	
2 lectura	Tº intermedia	36,67	27,67	34,67	36,57	25,67	33,57	27,83	29,50	36,17	
3 lectura	Tº superior	34,67	37,83	32,17	32,00	39,33	31,00	36,83	34,50	34,83	
3 lectura	Tº intermedia	37,50	40,00	35,50	34,50	40,00	36,17	42,83	37,00	35,33	
4 lectura	Tº superior	44,67	43,50	47,67	45,00	38,33	43,17	38,67	34,67	39,33	
4 lectura	Tº intermedia	44,33	45,50	46,00	45,67	39,67	47,33	39,67	35,33	42,67	42,50
5 lectura	Tº superior	41,00	42,00	45,67	42,67	45,00	41,00	49,00	40,00	38,00	

5 lectura	T° intermedia	43,00	44,00	43,83	42,67	46,00	40,67	48,33	40,67	38,33	50,00
Antes de salir al tendal	T° superior	48,00	46,67	48,00	48,00	44,00	44,33	47,33	44,67	42,67	
Antes de salir al tendal	T° intermedia	49,00	48,33	49,00	49,00	47,00	43,00	47,00	43,67	42,00	52,00

La figura 8, muestra la temperatura de la parte superior del montón, para cada tratamiento, en cada lectura efectuada, en donde las mayores temperaturas ocurrieron en las dos últimas lecturas fluctuando entre 44 y 49 grados centígrados, detectando el mayor valor en la quinta lectura del tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2).

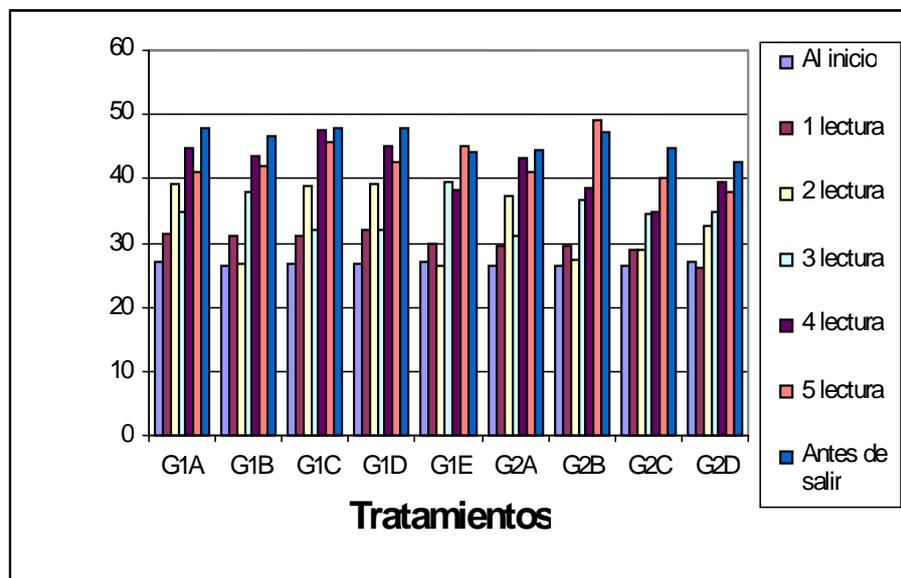


FIGURA 8 Temperatura (°C) de la parte superior de los tratamientos en las diferentes lecturas

La figura 9, indica mediante barras la temperatura de la parte intermedia del montón, para cada tratamiento, en cada lectura efectuada, observándose los mayores valores en las dos últimas lecturas, fluctuando entre 42 y 49 grados centígrados.

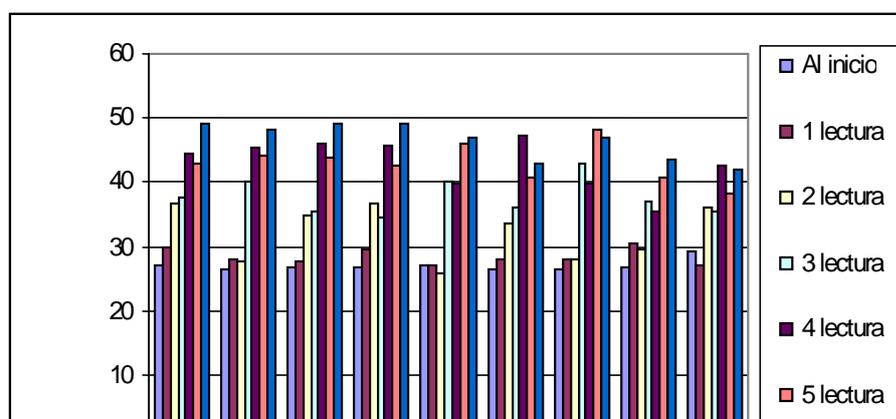


FIGURA 9. Temperatura (°c) de la parte intermedia de los tratamientos en las diferentes lecturas

Los resultados obtenidos permiten observar que la temperatura de las semillas durante el proceso de fermentación fue similar entre los diferentes tratamientos. Al inicio la temperatura fue entre 26 y 27°C; hasta la primera lectura, en general se incrementó hasta 28-31°C; a la segunda lectura entre 29 y 39°C; a la tercera lectura entre 31 y 39°C, a la cuarta lectura entre 34 y 47°C., a la quinta lectura entre 38 y 49°C y en la última lectura, antes de salir a los tendales entre 42 y 49°C. Al hablar de temperatura, Infoagro (2007), cita que, durante la fermentación, la temperatura en la masa de almendras puede subir hasta 50°C aproximadamente. Cuando la temperatura llega a 45°C, los embriones de la semilla mueren y ese momento marca el inicio de los cambios bioquímicos que luego darán el sabor y el aroma a chocolate.

4.2. Resultados, análisis económico y discusión

Para el análisis económico de los días de fermentación y frecuencias de remoción de semillas de cacao en dos genotipos, se siguió la metodología propuesta por Perrin *et al* (1988), para lo cual se determinaron los costos variables del ensayo por tratamiento (cuadro 25). La variación de los costos esta dada básicamente por el diferente uso de la mano de obra y de los materiales utilizados en cada tratamiento. Los costos de producción se detallan en dos rubros que son: costos de mano de obra y costos de materiales producto de los días de fermentación y frecuencias de remoción.

CUADRO 25. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Mano de obra \$	Materiales \$	Costo total \$
-------------	--------------------	------------------	----------------

G1A	38,90	620,97	659,88
G1B	36,56	620,57	657,13
G1C	39,73	633,22	672,95
G1D	37,65	636,82	674,47
G1E	37,88	647,22	685,10
G2A	38,86	560,77	599,63
G2B	38,43	549,57	588,00
G2C	39,09	553,57	592,66
G2D	40,19	566,72	606,92
G2E	18,24	228,15	246,39

El cuadro 26, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al peso seco de las semillas después de finalizado el proceso de fermentación en las tres repeticiones (anexo 17), considerando el precio de un kilogramo de semilla de \$ 4,91 para el genotipo Nacional y \$ 4,39 para el clon CCN-51, en la época en que se sacó a la venta.

CUADRO 26. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamiento	Rendimiento (kg/trat.)	Precio de 1 kg \$	Ingreso total \$
G1A	220,80	4,91	1084,13
G1B	181,70	4,91	892,15
G1C	230,46	4,91	1131,56
G1D	230,92	4,91	1133,82
G1E	233,22	4,91	1145,11
G2A	201,02	4,39	882,48
G2B	199,18	4,39	874,40
G2C	195,96	4,39	860,26
G2D	198,72	4,39	872,38
G2E	61,18	4,39	268,58

En base a los costos variables y los ingresos por tratamiento, se calcularon los beneficios netos (cuadro 27), destacándose el tratamiento G1E (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 1-2-2), con el mayor beneficio neto (\$ 460,01).

CUADRO 27. BENEFICIOS NETOS DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

Tratamientos	Ingreso total	Costo total	Beneficio neto
G1A	1084,13	659,88	424,25
G1B	892,15	657,13	235,02
G1C	1131,56	672,95	458,60
G1D	1133,82	674,47	459,35
G1E	1145,11	685,10	460,01

G2A	882,48	599,63	282,84
G2B	874,40	588,00	286,40
G2C	860,26	592,66	267,60
G2D	872,38	606,92	265,46
G2E	268,58	246,39	22,19

Para el análisis de dominancia de tratamientos (cuadro 28), se ordenaron los datos en forma descendente en base a beneficios netos. Se calificaron los tratamientos no dominados aquellos que presentaron el mayor beneficio neto y el menor costo variable, siendo los restantes tratamientos dominados.

CUADRO 28. ANÁLISIS DE DOMINANCIAS DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total
G1E	647,22	647,22 *
G1D	636,82	636,82 *
G1C	633,22	633,22 *
G1A	620,97	620,97 *
G1B	620,57	620,57 *
G2D	566,72	566,72 *
G2A	560,77	560,77 *
G2C	553,57	553,57 *
G2B	549,57	549,57 *
G2E	228,15	228,15 -

- Tratamientos dominados

* Tratamientos no dominados

Los tratamientos no dominados se sometieron al cálculo de beneficio neto marginal y costo variable marginal, calculándose la tasa marginal de retorno (cuadro 29). El tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), registró la mayor tasa marginal de retorno de 237,23%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

CUADRO 29. TASA MARGINAL DE RETORNO DE TRATAMIENTOS

Tratamientos	Beneficio neto	Costo total	Beneficio neto marginal	Costo total marginal	Tasa marginal de retorno (%)
G1E	647,22	647,22	10,40	10,63	97,81
G1D	636,82	636,82	3,60	1,52	237,23
G1C	633,22	633,22	12,25	13,08	93,67
G1A	620,97	620,97	0,40	2,75	14,56
G1B	620,57	620,57	53,85	50,21	107,24
G2D	566,72	566,72	5,95	7,28	81,70
G2A	560,77	560,77	7,20	6,97	103,26
G2C	553,57	553,57	4,00	4,66	85,88
G2B	549,57	549,57	321,42	341,61	94,09

4.3. Verificación de hipótesis

Los resultados obtenidos del proceso de fermentación de las semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*), del análisis físico y organoléptico de los tratamientos, permiten aceptar la hipótesis, por cuanto el manejo del proceso y la frecuencia de remoción de las semillas permitieron incrementar su calidad, tanto en el genotipo Nacional y en el clon CCN-51.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

5.1.1. El tratamiento G2D (clon CCN-51, días de fermentación 7, remoción 1-2-2-2), reportó los mejores resultados con mayor peso de 100 semillas (159,83 g) y el mejor porcentaje de semillas con fermento bueno (71,00%), bajo porcentaje de semillas violetas (6,00%), sin presencia de granos pizarras. No reportó sabor-aroma floral ni frutal; de muy leve a leve sabor a cacao, hasta muy leve sabor a almendra, hasta leve sabor-ácido y hasta fuerte sabor-amargo y astringente; sin presencia de moho y hasta fuerte presencia de defectos. La temperatura al final del proceso de fermentación fue de 42,00°C, por lo que es el tiempo adecuado de fermentación y frecuencia de remoción para obtener el mejor fermento de las semillas de cacao.

5.1.2. El tratamiento G2C (clon CCN-51, días de fermentación 6, remoción 2-2-2), reportó el segundo mejor porcentaje de semillas con fermento bueno (68,33%),

peso de 100 semillas de 149,10 g, el menor porcentaje de semillas violetas (4,67%) y porcentaje de semillas pizarras de 2,00%. No presentó sabor-aroma floral así como frutal y cacao, hasta mediano sabor a cacao, muy leve sabor-ácido, hasta leve sabor-amargo y muy leve sabor astringente. Sin presencia de moho y hasta fuerte presencia de defectos. Temperatura al final del proceso de fermentación 43,67°C; siendo una buena alternativa para la fermentación de las almendras de cacao.

5.1.3. El tratamiento G2A (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 2-2-1) , reportó el segundo mejor peso de 100 semillas (154,67 g), con porcentaje de semillas con fermento bueno de 36,00%, porcentaje de semillas violetas de 19,33% y pizarras de 5,00%. Reportó el mayor aroma floral (de muy leve a leve), sin sabor-aroma frutal y almendra, hasta mediano sabor a cacao, ácido y astringente, hasta leve sabor-amargo. Sin presencia de moho y leve presencia de defectos. La temperatura al final del proceso de fermentación 43,00°C.

5.1.4. El tratamiento G2B (clon CCN-51, días de fermentación 5, remoción 1-2-2), presentó el tercer mejor peso de 100 semillas (154,67 g), porcentaje de semillas con fermento bueno de 32,33%, semillas violetas de 22,33% y pizarras de 6,33%. Sin sabor-aroma floral y frutal. Hasta leve sabor a cacao, hasta muy leve sabor a almendra, amargo y astringente, hasta mediano sabor-ácido. Sin presencia de moho y defectos. Temperatura al final del proceso de fermentación 47,00°C

5.1.5. Del análisis económico se concluye que, el tratamiento G1D (genotipo Nacional, días de fermentación 5, remoción 2-2-1), registró la mayor tasa marginal de retorno de 237,23%, por lo que se justifica desde el punto de vista económico la utilización de este tratamiento.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Para obtener mayor porcentaje de granos con fermento bueno, mayor peso de las semillas, bajo porcentaje de semillas violetas, sin presencia de granos

pizarras y buenas características organolépticas, utilizar el clon CCN-51, fermentando por el lapso de siete días, manteniendo las mismas un día en una caja de una división, dos días en una caja de una división, dos días en una caja de una sola división y los dos últimos días en una caja de una sola división, por cuanto fue el tratamientos que mejores resultados reportó, tanto en la prueba de corte, como en el análisis organoléptico; en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo.

5.2.1. Mantener los estudios sobre calidad de cacao en base a los indicadores sensoriales, que involucre la cosecha, selección de frutos y almendras, fermentación, secado, almacenamiento y procesamiento de tal manera que permita enriquecer la información obtenida, y así establecer la comparación y seguimiento de dichos resultados.

5.2.3. Completar el paquete tecnológico del beneficio de las semillas de cacao, con investigaciones tendientes a mejorar el producto final de la fermentación y dotar de mejor calidad de chocolate al consumidor final.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Título

“Fermentación de semillas de dos genotipos de cacao (*Teobroma cacao L.*) con utilización de cajas con diferentes divisiones”

6.2. Fundamentación

La fermentación es sin lugar a duda una de las principales actividades dentro del beneficio del cacao, lo que contribuye indudablemente a la calidad física y del aroma del mismo.

El beneficio del cacao es un proceso que se lo hace con la finalidad de mejorar la calidad del grano, ya que la demanda de granos de calidad por parte de los industriales aunado al desconocimiento de los agricultores en prácticas de beneficio plantean la necesidad de implementar y desarrollar técnicas que nos permitan obtener un producto de buena calidad y que satisfagan los requerimientos exigidos por los compradores. Los granos mal fermentados, la humedad elevada luego del secado, la mezcla de almendras sanas con enfermas y demasiadas impurezas, entre otros; son factores sumamente negativos que afectan su calidad y por ende al precio del producto.

La presente propuesta se fundamenta básicamente en los resultados observados en el tratamiento el clon CCN-51, mantenidos en fermentación durante siete días y con frecuencia de remoción 1-2-2-2, en cajas de una sola división, con dos divisiones y con tres divisiones, por cuanto el porcentaje de semillas con fermento bueno fue el mejor y las características organolépticas fueron aceptables.

6.3. Objetivos

6.3.1. Objetivo general

Aportar al mejoramiento de la calidad de la semilla de cacao (*Teobroma cacao L.*) mediante la aplicación del proceso de fermentación en cajas con diferentes divisiones.

6.3.2. Objetivos específicos

Determinar el número adecuado de las divisiones de las cajas de fermentación y remoción para las semillas de cacao “Forastero” y “Criollo”.

Evaluar la calidad de la semilla de cacao.

6.4. Justificación e importancia

El cacao, es un cultivo tradicional en el Ecuador. En la actualidad es el tercer rubro agropecuario de exportación. Su producción anual representa, el 9% del PIB. En cifras, según datos del último censo nacional agropecuario (INEC Y MAG. 2002), la producción de cacao en nuestro país abarca aproximadamente 243 059 hectáreas como cultivo solo, y 191 272 hectáreas como cultivo asociado (en total 433 978 hectáreas). No obstante debido a los buenos precios en los últimos años y al declive de la producción de café, se estima que la superficie puede haber subido a más de 500 000 ha. La producción, para el 2004, fue de aproximadamente 111 000 toneladas métricas, lo que significa un rendimiento promedio de alrededor de 5 quintales por hectárea al año.

Mediante la presente propuesta se pretende conocer el tamaño apropiado de las cajonetas de fermentación de las semillas de cacao de la variedad Forastero y Criollo; para de esta manera incrementar su calidad y satisfacer las necesidades socioeconómicas de los productores de cacao. Todo esto con el propósito de promover un avance en la concientización y comprensión de una nueva metodología, cuyo desarrollo y aplicación puede contribuir a la solución de este problema.

6.5. Propuesta

Para llevar adelante la investigación propuesta es necesario puntualizar los siguientes puntos:

6.5.1. Factores en estudio

Variedades de cacao

Forastero	V1
Criollo	V2

Divisiones las cajas

Sin división	D1
Con una división	D2
Con dos divisiones	D3

6.5.2. Diseño experimental

Se aplicará el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2 x 3, con tres repeticiones.

6.5.3. Tratamientos

Los tratamientos a evaluar, producto de la combinación de los factores en estudio, se muestran en el cuadro 30.

CUADRO 30. TRATAMIENTOS (Propuesta)

Tratamientos		Variedades	Divisiones de la caja
No.	Símbolo		
1	V1T1	Forastero	Sin división
2	V1T2	Forastero	Con una división
3	V1T3	Forastero	Con dos divisiones
4	V2T1	Criollo	Sin división
5	V2T2	Criollo	Con una división

6	V2T3	Criollo	Con dos divisiones
---	------	---------	--------------------

6.6 Implementación/plan de acción

6.6.1. Construcción de cajonetas

Las cajonetas se construirán de madera, con las dimensiones de 0,70 m de ancho por 0,70 m de largo x 0,70 m de alto, con las divisiones establecidas para el ensayo; con orificios en la base de 1 cm x 1 cm cada 0,1 m.

6.6.2. Cosecha de frutos

La cosecha se efectuará cuando la mazorca del cacao alcance su madurez, es decir cuando las semillas contenidas en su interior estén fisiológicamente maduras.

6.6.3. Transporte del cacao en baba

Una vez abiertas las mazorcas, se extraerán las semillas con la mano, evitando dañarlas; luego se colocarán en fundas plásticas y ésta a la vez dentro de un saco, para ser trasladadas hasta el centro de acopio.

6.6.4. Colocación de semillas en cajonetas

En el centro de acopio se pesarán, para luego ubicar en cada cajoneta, de acuerdo al tratamiento a realizar.

3.9.5. Identificación de tratamientos

Se etiquetará cada una de las cajonetas, en la que conste el símbolo que determina a cada tratamiento, los días de fermentación, la secuencia de volteo de las semillas y las divisiones de las cajonetas.

6.6.6. Fermentación de la semilla

La semilla cumplirá el proceso de fermentación de acuerdo a los parámetros establecidos para los tratamientos, como son fermentación por el lapso de siete días, manteniendo las mismas un día en una caja de una división, dos días en una caja de dos divisiones, dos días en una caja de tres divisiones y los dos últimos días en una caja de tres divisiones.

6.6.7. Secado

Una vez concluido el proceso de fermentado, se procederá a secar las semillas en un tendal tipo marquesina.

6.6.8. Toma e identificación de muestras

Se tomarán muestras de 500 g de cada uno de los tratamientos para el respectivo análisis físico, de corte y organoléptico.:

BIBLIOGRAFÍA

Agama, J.E. 2005. Selección de progenies y plantas élites de cacao (*Teobroma cacao* L.) mediante la evaluación de sus características agronómicas y de resistencia a enfermedades. Tesis Ing. Agr. Quito (Ec.). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador p. 6-9.

Amores, D.; Agama, J., Mite, F.; Jiménez, J.; Loor, G. 2009. EET 544 y EET 558 nuevos clones de cacao Nacional.- En línea. Consultado 23 de mayo del 2009. Disponible en http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/view_detail.php?mfn=1442&qtype=search-dbinfo=CATALO&words=CLONES.

Bogantes, R. 1989. Propagación por estacas. En: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Servicios técnicos de Café y Cacao. Manual del Curso de Cacao. Edición provisional. Turrialba Costa Rica. Pp. 65-90.

INIAP. 2006. Consultado el 27 de Noviembre del 2007. Disponible en http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/view_detail.php?mfn=2186&qtype=search&dbinfo=TESIS&words=AUTOR-%20NAVARRETE%20M%20JUAN

Coste, R. 1970. El cultivo del cacao (*Teobroma cacao* L). Turrialba, Costa Rica. 297 p.

Chevrontoxico. 2007. Consultado el 19 de Septiembre del 2007. Disponible en http://www.Chevrontoxico.com/downloads/SSF_48_entregado_corte.pdf.

Edufuturo. 2007. Consultado el 19 de Septiembre del 2007. Disponible en www.edufuturo.com/educación.eht?c=2327.

Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 54. Quito, Ecuador. 360 p.

Flores, F. 1987. Influencia de la fenología sobre enraizamiento de ramillas y prendimientos de injertos en clones de cacao. Tesis Ing. Agr. Manabí, Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad de Portoviejo. 58 p.

Infoagro. 2007. Consultado el 19 de Septiembre del 2007. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Agrico-la/tecnologia/cacao/beneficio.htm>

Infoagro. 2007. Consultado el 17 de Septiembre del 2007. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao4.asp>

INIAP. 2009. Informes técnicos anuales. En línea. Consultado 28-04-2009. Disponible en http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/view_detail.php?mfn=617-2&qtype=search&dbinfo=PADIPR&words=HIBRIDOS.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) y Ministerio de Agricultura Y Ganadería (MAG). 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales y Provinciales. Quito, Ec. p. 255.

LIBRA. 2009. Preguntas frecuentes sobre el sistema productivo de cacao. En línea. Consultado 04-05-2009. Disponible en http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Libreria/libropreg.asp?id_libro=3&id_capitulo=3

Perrin, R.; Wilkelmann, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. (1988). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. México, CYMMYT. Folleto de Información 27.

Portillo, L.; Graziani, F.; Gros, E. 2009. Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (*Theobroma cacao L.*). En línea. Consultado 10-05-2009. Disponible en http://www.serbi.luz.edu.ve/pdf/fagro/v23n1/art_05.pdf

Quiroz, J. 2002. Caracterización molecular y morfológica de genotipos superiores con

características de cacao nacional (*Theobroma cacao L.*) de Ecuador. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 131 p.

Quiroz, J.; Amores, F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. En: Manejo Integrado de Plagas. No.63 CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 73-80.

Quiroz, J.; Zambrano, C. 2005. Producción del cacao. Programa de capacitación en la cadena del cacao. Editorial Activa Diseño. Impreso en Ecuador. © CAMAREN, 35 p.

Reyes, E.; Vivas, J.; Romero, A. 2009. La calidad en el cacao. Factores determinantes de la calidad. En línea. Consultado 12-05-2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd61/calicac.html>.

Vera, J. 1993. Antecedentes históricos. En: Suárez, C. ed. Manual del cultivo de cacao. Manual 25, Quevedo-Ecuador, INIAP/ EET-P. p. 6.

X. APÉNDICE

ANEXO 1. PESO DE 100 GRANOS (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	118,50	123,00	116,00	357,50	119,17
2	G1B	133,00	118,00	108,50	359,50	119,83
3	G1C	132,50	128,50	128,00	389,00	129,67
4	G1D	119,00	121,00	117,50	357,50	119,17
5	G1E	125,00	119,00	122,00	366,00	122,00
6	G2A	150,00	156,50	156,00	462,50	154,17
7	G2B	144,50	163,50	156,00	464,00	154,67
8	G2C	149,10	158,20	140,00	447,30	149,10
9	G2D	149,00	168,00	162,50	479,50	159,83
10	G2E	150,00	150,50	150,30	450,80	150,27

ANEXO 2. PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO BUENO

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	46,00	50,00	53,00	149,00	49,67
2	G1B	37,00	31,00	70,00	138,00	46,00
3	G1C	40,00	31,00	48,00	119,00	39,67
4	G1D	23,00	37,00	49,00	109,00	36,33
5	G1E	40,00	55,00	49,00	144,00	48,00
6	G2A	33,00	29,00	46,00	108,00	36,00
7	G2B	25,00	48,00	24,00	97,00	32,33
8	G2C	68,00	81,00	56,00	205,00	68,33
9	G2D	87,00	80,00	46,00	213,00	71,00
10	G2E	1,00	0,00	25,00	26,00	8,67

ANEXO 3. PORCENTAJE DE GRANOS CON FERMENTO MEDIO

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	26,00	27,00	22,00	75,00	25,00
2	G1B	41,00	25,00	19,00	85,00	28,33
3	G1C	36,00	41,00	26,00	103,00	34,33
4	G1D	36,00	35,00	31,00	102,00	34,00
5	G1E	33,00	22,00	31,00	86,00	28,67
6	G2A	46,00	45,00	28,00	119,00	39,67
7	G2B	28,00	37,00	52,00	117,00	39,00
8	G2C	25,00	16,00	34,00	75,00	25,00
9	G2D	10,00	19,00	40,00	69,00	23,00
10	G2E	26,00	28,00	11,00	65,00	21,67

ANEXO 4. PORCENTAJE DE GRANOS VIOLETAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	28,00	23,00	19,00	70,00	23,33
2	G1B	21,00	44,00	10,00	75,00	25,00
3	G1C	24,00	28,00	24,00	76,00	25,33
4	G1D	41,00	28,00	16,00	85,00	28,33
5	G1E	25,00	23,00	20,00	68,00	22,67
6	G2A	20,00	18,00	20,00	58,00	19,33
7	G2B	37,00	10,00	20,00	67,00	22,33
8	G2C	5,00	3,00	6,00	14,00	4,67
9	G2D	3,00	1,00	14,00	18,00	6,00
10	G2E	9,00	6,00	8,00	23,00	7,67

ANEXO 5. PORCENTAJE DE GRANOS PIZARRAS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	0,00	0,00	5,00	5,00	1,67
2	G1B	1,00	0,00	1,00	2,00	0,67
3	G1C	0,00	0,00	2,00	2,00	0,67
4	G1D	0,00	0,00	2,00	2,00	0,67
5	G1E	2,00	0,00	0,00	2,00	0,67
6	G2A	1,00	8,00	6,00	15,00	5,00
7	G2B	10,00	5,00	4,00	19,00	6,33
8	G2C	2,00	0,00	4,00	6,00	2,00
9	G2D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	G2E	64,00	66,00	17,00	147,00	49,00

ANEXO 6. PORCENTAJE DE GRANOS MOHOSOS

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	0,00	0,00	1,00	1,00	0,33
2	G1B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	G1C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	G1D	0,00	0,00	2,00	2,00	0,67
5	G1E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	G2A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	G2B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	G2C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	G2D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	G2E	0,00	0,00	39,00	39,00	13,00

ANEXO 7. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G1A)

Días de fermentación: 4 Frecuencia de remoción: 2-2-1

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
31/05/2008	T° superior	26	26	26	26,0
	T° intermedia	26	26	26	26,0
01/06/2008	T° superior	29	30	30	29,7
	T° intermedia	28	29	28	28,3
02/06/2008 antes de remover	T° superior	34	38	38	36,7
	T° intermedia	32	36	36	34,7
02/06/2008 después de remover	T° superior	30	30		30,0
	T° intermedia	33	34		33,5
03/06/2008 antes de remover	T° superior	48	46		47,0
	T° intermedia	50	48		49,0
03/06/2008 después de remover	T° superior	42			42,0
	T° intermedia	44			44,0
04/06/2008 antes de salir al tendal	T° superior	50			50,0
	T° intermedia	52			52,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
31/05/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
01/06/2008	T° Superior	32	32	31	31,7
	T° Intermedia	33	34	32	33,0
02/06/2008 antes de remover	T° Superior	45	46	46	45,7
	T° Intermedia	42	44	43	43,0
02/06/2008 después de remover	T° Superior	42	42		42,0
	T° Intermedia	43	43		43,0
03/06/2008 antes de remover	T° Superior	46	45		45,5
	T° Intermedia	48	48		48,0
03/06/2008 después de remover	T° Superior	42			42,0
	T° Intermedia	45			45,0
04/06/2008 antes de salir al tendal	T° Superior	50			50,0
	T° Intermedia	52			52,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
28/06/2008	T° Superior	28	28	28	28,0
	T° Intermedia	28	28	28	28,0
29/06/2008	T° Superior	34	32	33	33,0
	T° Intermedia	29	28	28	28,3
30/06/2008 antes de remover	T° Superior	34	36	35	35,0
	T° Intermedia	31	3030	36	32,3
30/06/2008	T° Superior	32	32		32,0

después de remover	T° Intermedia	34	38	36,0
01/07/2008	T° Superior	42	41	41,5
antes de remover	T° Intermedia	36	36	36,0
01/07/2008	T° Superior	39		39,0
después de remover	T° Intermedia	40		40,0
02/07/2008	T° Superior	44		44,0
antes de salir al tendal	T° Intermedia	43		43,0

ANEXO 8. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G1B)

Días de fermentación: 4 Frecuencia de remoción: 1-2-1

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
31/05/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
01/06/2008	T° Superior	26	26	25	25,7
antes de remover	T° Intermedia	25	23	24	24,0
01/06/2008	T° Superior	25	24		24,5
después de remover	T° Intermedia	24	24		24,0
02/06/2008	T° Superior	41	41		41,0
	T° Intermedia	42	44		43,0
03/06/2008	T° Superior	48	44		46,0
antes de remover	T° Intermedia	49	46		47,5
03/06/2008	T° Superior	42			42,0
después de remover	T° Intermedia	44			44,0
04/06/2008	T° Superior	50			50,0
antes de salir al tendal	T° Intermedia	51			51,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
02/06/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
03/06/2008	T° Superior	38	40	40	39,3
antes de remover	T° Intermedia	32	36	34	34,0
03/06/2008	T° Superior	30	30		30,0
después de remover	T° Intermedia	33	34		33,5
04/06/2008	T° Superior	35	36		35,5
	T° Intermedia	42	42		42,0
05/06/2008	T° Superior	46	45		45,5
antes de remover	T° Intermedia	50	48		49,0
05/06/2008	T° Superior	45			45,0
después de remover	T° Intermedia	49			49,0
06/06/2008	T° Superior	49			49,0
antes de salir al tendal	T° Intermedia	54			54,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
30/06/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
01/07/2008 antes de remover	T° Superior	28	29	28	28,3
	T° Intermedia	26	27	26	26,3
01/07/2008 después de remover	T° Superior	26	26		26,0
	T° Intermedia	26	25		25,5
02/07/2008	T° Superior	38	36		37,0
	T° Intermedia	36	34		35,0
03/07/2008 antes de remover	T° Superior	38	40		39,0
	T° Intermedia	40	40		40,0
03/07/2008 después de remover	T° Superior	39			39,0
	T° Intermedia	39			39,0
04/07/2008 antes de salir al tendal	T° Superior	41			41,0
	T° Intermedia	40			40,0

ANEXO 9. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G1C)

Días de fermentación: 4 Frecuencia de remoción: 2-2

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
31/05/2008	T° Superior	25	25	25	25,0
	T° Intermedia	25	25	25	25,0
01/06/2008	T° Superior	26	25	27	26,0
	T° Intermedia	24	24	24	24,0
02/06/2008 antes de remover	T° Superior	38	34	38	36,7
	T° Intermedia	34	34	35	34,3
02/06/2008 después de remover	T° Superior	35	35		35,0
	T° Intermedia	34	36		35,0
03/06/2008	T° Superior	48	48		48,0
	T° Intermedia	49	48		48,5
04/06/2008	T° Superior	45	44		44,5
	T° Intermedia	44	43		43,5
04/06/2008 antes de salir al tendal	T° superior	50			50,0
	T° intermedia	52			52,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
05/06/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
06/06/2008	T° Superior	36	34	35	35,0
	T° Intermedia	30	30	30	30,0
07/06/2008 antes de remover	T° Superior	42	44	43	43,0
	T° Intermedia	38	37	35	36,7
07/06/2008 después de remover	T° Superior	32	32		32,0
	T° Intermedia	38	38		38,0

08/06/2008	T° Superior	48	48	48,0
	T° Intermedia	45	46	45,5
09/06/2008	T° Superior	44	44	44,0
	T° Intermedia	43	42	42,5
04/06/2008 antes de salir al tendal	T° Superior	50		50,0
	T° Intermedia	52		52,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
		04/07/2008	T° Superior	28	28
	T° Intermedia	28	28	28	28,0
05/07/2008	T° Superior	33	32	33	32,7
	T° Intermedia	29	29	29	29,0
06/07/2008	T° Superior	38	37	37	37,3
antes de remover	T° Intermedia	32	33	34	33,0
06/07/2008	T° Superior	30	29		29,5
después de remover	T° Intermedia	34	33		33,5
07/07/2008	T° Superior	48	46		47,0
	T° Intermedia	44	44		44,0
08/07/2008	T° Superior	49	48		48,5
	T° Intermedia	46	45		45,5
02/07/2008	T° Superior	44			44,0
antes de salir al tendal	T° Intermedia	43			43,0

ANEXO 10. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G1D)

Días de fermentación: 5 Frecuencia de remoción: 2-2-1

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
		31/05/2008	T° superior	26	26
	T° intermedia	26	26	26	26,0
01/06/2008	T° superior	29	30	30	29,7
	T° intermedia	28	29	28	28,3
02/06/2008	T° superior	34	38	38	36,7
antes de remover	T° intermedia	32	36	36	34,7
02/06/2008	T° superior	30	30		30,0
después de remover	T° intermedia	33	34		33,5
03/06/2008	T° superior	48	46		47,0
antes de remover	T° intermedia	50	48		49,0
03/06/2008	T° superior	42			42,0
después de remover	T° intermedia	44			44,0
04/06/2008	T° superior	50			50,0
antes de salir al tendal	T° intermedia	52			52,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
		31/05/2008	T° Superior	27	
	T° Intermedia	27			27
01/06/2008	T° Superior	34			34
	T° Intermedia	32			32
02/06/2008	T° Superior	45			45

antes de remover	T° Intermedia	41	41
02/06/2008	T° Superior	32	32
después de remover	T° Intermedia	36	36
03/06/2008	T° Superior	44	44
	T° Intermedia	46	46
04/06/2008	T° Superior	45	45
antes de remover	T° Intermedia	47	47
04/06/2008	T° Superior	43	43
después de remover	T° Intermedia	45	45
05/06/2008	T° Superior	49	49
antes de salir al tendal	T° Intermedia	53	53

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
		25/06/2008	T° Superior	27	
	T° Intermedia	27			27
26/06/2008	T° Superior	32			32
	T° Intermedia	28			28
27/06/2008	T° Superior	36			36
antes de remover	T° Intermedia	34			34
27/06/2008	T° Superior	34			34
después de remover	T° Intermedia	34			34
28/06/2008	T° Superior	44			44
	T° Intermedia	41			41
29/06/2008	T° Superior	45			45
antes de remover	T° Intermedia	41			41
29/06/2008	T° Superior	43			43
después de remover	T° Intermedia	39			39
30/06/2008	T° Superior	45			45
antes de salir al tendal	T° Intermedia	42			42

ANEXO 11. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G1E)

Días de fermentación: 5 Frecuencia de remoción: 1-2-2

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
		31/05/2008	T° Superior	26	
	T° Intermedia	26			26
01/06/2008	T° Superior	28			28
antes de remover	T° Intermedia	24			24
01/06/2008	T° Superior	27			27
después de remover	T° Intermedia	23			23
02/06/2008	T° Superior	44			44
	T° Intermedia	46			46
03/06/2008	T° Superior	46			46
antes de remover	T° Intermedia	44			44
03/06/2008	T° Superior	40			40
después de remover	T° Intermedia	41			41

04/06/2008	T° Superior	52	52
	T° Intermedia	53	53
05/06/2008	T° Superior	42	42
antes de salir al tendal	T° Intermedia	43	43

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
05/06/2008	T° Superior	27			27
	T° Intermedia	27			27
06/06/2008	T° Superior	30			30
antes de remover	T° Intermedia	28			28
06/06/2008	T° Superior	26			26
después de remover	T° Intermedia	28			28
07/06/2008	T° Superior	41			41
	T° Intermedia	36			36
08/06/2008	T° Superior	45			45
antes de remover	T° Intermedia	42			42
08/06/2008	T° Superior	40			40
después de remover	T° Intermedia	41			41
09/06/2008	T° Superior	42			42
	T° Intermedia	43			43
10/06/2008	T° Superior	45			45
antes de salir al tendal	T° Intermedia	55			55

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
28/06/2008	T° Superior	28			28
	T° Intermedia	28			28
29/06/2008	T° Superior	32			32
antes de remover	T° Intermedia	29			29
29/06/2008	T° Superior	26			26
después de remover	T° Intermedia	26			26
30/06/2008	T° Superior	33			33
	T° Intermedia	31			31
01/07/2008	T° Superior	38			38
antes de remover	T° Intermedia	34			34
01/07/2008	T° Superior	35			35
después de remover	T° Intermedia	37			37
02/07/2008	T° Superior	41			41
	T° Intermedia	42			42
03/07/2008	T° Superior	45			45
antes de salir al tendal	T° Intermedia	43			43

ANEXO 12. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G2A)

Días de fermentación: 5 Frecuencia de remoción: 2-2-1

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
10/07/2008	T° Superior	28	30	29	29,0
	T° Intermedia	27	29	28	28,0

11/07/2008	T° Superior	36	40	38	38,0
antes de remover	T° Intermedia	32	36	34	34,0
11/07/2008	T° Superior	28	29		28,5
después de remover	T° Intermedia	36	40		38,0
12/07/2008	T° Superior	45	44		44,5
	T° Intermedia	46	45		45,5
13/07/2008	T° Superior	48	46		47,0
antes de remover	T° Intermedia	46	48		47,0
13/07/2008	T° Superior	40			40,0
después de remover	T° Intermedia	40			40,0
14/07/2008	T° Superior	45			45,0
	T° Intermedia	42			42,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
10/07/2008	T° Superior	31	30	31	30,7
	T° Intermedia	28	29	28	28,3
11/07/2008	T° Superior	39	40	38	39,0
antes de remover	T° Intermedia	32	33	34	33,0
11/07/2008	T° Superior	29	29		29,0
después de remover	T° Intermedia	36	36		36,0
12/07/2008	T° Superior	43	44		43,5
	T° Intermedia	46	45		45,5
13/07/2008	T° Superior	47	46		46,5
antes de remover	T° Intermedia	48	48		48,0
13/07/2008	T° Superior	39			39,0
después de remover	T° Intermedia	39			39,0
14/07/2008	T° Superior	43			43,0
	T° Intermedia	42			42,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
10/07/2008	T° Superior	29	29	29	29,0
	T° Intermedia	28	28	28	28,0
11/07/2008	T° Superior	34	35	36	35,0
antes de remover	T° Intermedia	33	34	34	33,7
11/07/2008	T° Superior	36	35		35,5
después de remover	T° Intermedia	34	35		34,5
12/07/2008	T° Superior	42	41		41,5
	T° Intermedia	42	41		41,5
13/07/2008	T° Superior	45	47		46,0
antes de remover	T° Intermedia	46	48		47,0
13/07/2008	T° Superior	44			44,0
después de remover	T° Intermedia	43			43,0
14/07/2008	T° Superior	45			45,0
	T° Intermedia	45			45,0

ANEXO 13. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G2B)

Días de fermentación: 5 Frecuencia de remoción: 1-2-2

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	26	27	26	26,3
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
10/07/2008 antes de remover	T° Superior	29	30	30	29,7
	T° Intermedia	27	29	28	28,0
10/07/2008 después de remover	T° Superior	27	27		27,0
	T° Intermedia	27	27		27,0
11/07/2008	T° Superior	36	38		37,0
	T° Intermedia	38	38		38,0
12/07/2008 antes de remover	T° Superior	42	42		42,0
	T° Intermedia	42	43		42,5
12/07/2008 después de remover	T° Superior	38			38,0
	T° Intermedia	39			39,0
13/07/2008	T° Superior	50			50,0
	T° Intermedia	48			48,0
14/07/2008	T° Superior	44			44,0
	T° Intermedia	44			44,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
10/07/2008 antes de remover	T° Superior	29	28	29	28,7
	T° Intermedia	27	27	28	27,3
10/07/2008 después de remover	T° Superior	26	27		26,5
	T° Intermedia	28	27		27,5
11/07/2008	T° Superior	37	38		37,5
	T° Intermedia	38	38		38,0
12/07/2008 antes de remover	T° Superior	43	41		42,0
	T° Intermedia	44	43		43,5
12/07/2008 después de remover	T° Superior	38			38,0
	T° Intermedia	40			40,0
13/07/2008	T° Superior	49			49,0
	T° Intermedia	48			48,0
14/07/2008	T° Superior	47			47,0
	T° Intermedia	45			45,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
09/07/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
10/07/2008 antes de remover	T° Superior	30	30	30	30,0
	T° Intermedia	29	29	28	28,7
10/07/2008 después de remover	T° Superior	28	29		28,5
	T° Intermedia	29	29		29,0
11/07/2008	T° Superior	35	37		36,0
	T° Intermedia	38	37		37,5

12/07/2008	T° Superior	43	42	42,5
antes de remover	T° Intermedia	42	43	42,5
12/07/2008	T° Superior	40		40,0
después de remover	T° Intermedia	40		40,0
13/07/2008	T° Superior	48		48,0
	T° Intermedia	49		49,0
14/07/2008	T° Superior	51		51,0
	T° Intermedia	52		52,0

ANEXO 14. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G2C)

Días de fermentación: 6 Frecuencia de remoción: 2-2-2

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	27	26	27	26,7
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
15/07/2008	T° Superior	29	29	28	28,7
	T° Intermedia	28	27	28	27,7
16/07/2008	T° Superior	32	31	32	31,7
antes de remover	T° Intermedia	31	29	31	30,3
16/07/2008	T° Superior	29	30		29,5
después de remover	T° Intermedia	30	29		29,5
17/07/2008	T° Superior	34	35		34,5
	T° Intermedia	36	35		35,5
18/07/2008	T° Superior	37	36		36,5
antes de remover	T° Intermedia	38	36		37,0
18/07/2008	T° Superior	35			35,0
después de remover	T° Intermedia	36			36,0
19/07/2008	T° Superior	39			39,0
	T° Intermedia	41			41,0
20/07/2008	T° Superior	43			43,0
	T° Intermedia	43			43,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	26	26	26	26,0
	T° Intermedia	26	26	26	26,0
15/07/2008	T° Superior	30	29	30	29,7
	T° Intermedia	27	27	28	27,3
16/07/2008	T° Superior	33	32	32	32,3
antes de remover	T° Intermedia	31	29	31	30,3
16/07/2008	T° Superior	28	29		28,5
después de remover	T° Intermedia	30	30		30,0
17/07/2008	T° Superior	34	35		34,5
	T° Intermedia	36	36		36,0
18/07/2008	T° Superior	37	36		36,5
antes de remover	T° Intermedia	36	36		36,0
18/07/2008	T° Superior	33			33,0
después de remover	T° Intermedia	34			34,0
19/07/2008	T° Superior	41			41,0
	T° Intermedia	40			40,0
20/07/2008	T° Superior	46			46,0
	T° Intermedia	44			44,0

Repetición 3		Divisiones	Promedio
Fecha	Temperatura		

	°C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
15/07/2008	T° Superior	29	28	28	28,3
	T° Intermedia	28	28	28	28,0
16/07/2008	T° Superior	33	32	33	32,7
antes de remover	T° Intermedia	32	30	30	30,7
16/07/2008	T° Superior	29	29		29,0
después de remover	T° Intermedia	29	29		29,0
17/07/2008	T° Superior	35	34		34,5
	T° Intermedia	36	35		35,5
18/07/2008	T° Superior	39	40		39,5
antes de remover	T° Intermedia	38	38		38,0
18/07/2008	T° Superior	36			36,0
después de remover	T° Intermedia	36			36,0
19/07/2008	T° Superior	40			40,0
	T° Intermedia	41			41,0
20/07/2008	T° Superior	45			45,0
	T° Intermedia	44			44,0

ANEXO 15. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G2D)

Días de fermentación: 7 Frecuencia de remoción: 1-2-2-2

Repetición 1		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
15/07/2008	T° Superior	31	30	31	30,7
antes de remover	T° Intermedia	29	30	30	29,7
15/07/2008	T° Superior	26	27		26,5
después de remover	T° Intermedia	27	27		27,0
16/07/2008	T° Superior	32	32		32,0
	T° Intermedia	30	31		30,5
17/07/2008	T° Superior	36	38		37,0
antes de remover	T° Intermedia	37	36		36,5
17/07/2008	T° Superior	35	35		35,0
después de remover	T° Intermedia	36	35		35,5
18/07/2008	T° Superior	39			39,0
	T° Intermedia	40			40,0
19/07/2008	T° Superior	41			41,0
antes de remover	T° Intermedia	42			42,0
19/07/2008	T° Superior	38			38,0
después de remover	T° Intermedia	38			38,0
20/07/2008	T° Superior	43			43,0
	T° Intermedia	42			42,0
21/07/2008		43			43,0
		41			41,0

Repetición 2		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
15/07/2008	T° Superior	30	30	30	30,0
antes de remover	T° Intermedia	29	28	29	28,7
15/07/2008	T° Superior	25	26		25,5
después de remover	T° Intermedia	27	27		27,0
16/07/2008	T° Superior	34	33		33,5
	T° Intermedia	34	34		34,0
17/07/2008	T° Superior	37	37		37,0
antes de remover	T° Intermedia	35	36		35,5
17/07/2008	T° Superior	34	35		34,5
después de remover	T° Intermedia	35	35		35,0
18/07/2008	T° Superior	40			40,0
	T° Intermedia	41			41,0
19/07/2008	T° Superior	45			45,0
antes de remover	T° Intermedia	44			44,0
19/07/2008	T° Superior	38			38,0
después de remover	T° Intermedia	39			39,0
20/07/2008	T° Superior	42			42,0
	T° Intermedia	42			42,0

21/07/2008		43	43,0
		42	42,0

Repetición 3		Divisiones			Promedio
Fecha	Temperatura °C	I	II	III	
14/07/2008	T° Superior	27	27	27	27,0
	T° Intermedia	27	27	27	27,0
15/07/2008 antes de remover	T° Superior	31	30	31	30,7
	T° Intermedia	29	30	30	29,7
15/07/2008 después de remover	T° Superior	26	27		26,5
	T° Intermedia	27	27		27,0
16/07/2008	T° Superior	32	32		32,0
	T° Intermedia	30	31		30,5
17/07/2008 antes de remover	T° Superior	36	38		37,0
	T° Intermedia	37	36		36,5
17/07/2008 después de remover	T° Superior	35	35		35,0
	T° Intermedia	36	35		35,5
18/07/2008	T° Superior	39			39,0
	T° Intermedia	40			40,0
19/07/2008 antes de remover	T° Superior	41			41,0
	T° Intermedia	42			42,0
19/07/2008 después de remover	T° Superior	38			38,0
	T° Intermedia	38			38,0
20/07/2008	T° Superior	43			43,0
	T° Intermedia	42			42,0
21/07/2008	T° Superior	43			43,0
	T° Intermedia	41			41,0

ANEXO 16. TEMPERATURA DE LA SEMILLA (Tratamiento G2E)

Fermentación: 44 horas

Repetición 1		Hora de inicio Hora de fin T °C	Tiempo que duró la actividad
Fecha	Actividad		
17/11/2008	Cosecha		
Desde 17/11/2008	Escurrido	6pm	14 horas
Hasta 18/11/2008		8am	
desde 18/11/2008	Presecado	8am	30 horas
hasta 19/11/2008		2pm	
Desde 19/11/2008	Fermentación	2pm	44 horas
Hasta 21/11/2008		10am	
19/11/2008		39	
20/11/2008		44	
21/11/2008		40	
Desde 21/11/2008	Secado	10am	
Hasta 25/11/2008		5pm	
04/06/2008	T° superior	50	
antes de salir al tendal	T° intermedia	52	

Repetición 2		Hora de inicio Hora de fin T °C	Tiempo que duró la actividad
Fecha	Actividad		
17/11/2008	Cosecha		
Desde 17/11/2008	Escurrido	5pm	15 horas
Hasta 18/11/2008		8am	
desde 18/11/2008	Presecado	8am	31 horas
hasta 19/11/2008		3pm	
Desde 19/11/2008	Fermentación	3pm	43 horas
Hasta 21/11/2008		10am	
19/11/2008		39	
20/11/2008		44	
21/11/2008		45	

Desde 21/11/2008 Hasta 24/11/2008 04/06/2008 antes de salir al tendal	Secado T° superior T° intermedia	10am 5pm 50 52	
---	--	-------------------------	--

Repetición 3		Hora de inicio	Tiempo que duró la actividad
Fecha	Actividad	Hora de fin T °C	
17/11/2008	Cosecha		
Desde 17/11/2008	Escurrido	6pm	12 horas
Hasta 18/11/2008		6am	
desde 18/11/2008	Presecado	6am	33 horas
hasta 19/11/2008		3pm	
Desde 19/11/2008	Fermentación	3pm	48 horas
Hasta 21/11/2008		3pm	
19/11/2008		38	
20/11/2008	Temperatura	41	
21/11/2008		42	
Desde 21/11/2008	Secado	3pm	122horas
Hasta 26/11/2008		5pm	
04/06/2008	T° superior	50	
antes de salir al tendal	T° intermedia	52	

ANEXO 17. PESO DE SEMILLAS EN SECO (kg)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Promedio
No.	Símbdo	I	II	III		
1	G1A	76,82	68,54	75,44	220,80	73,60
2	G1B	75,90	76,36	29,44	181,70	60,57
3	G1C	78,20	75,90	76,36	230,46	76,82
4	G1D	78,66	76,36	75,90	230,92	76,97
5	G1E	78,20	76,36	78,66	233,22	77,74
6	G2A	65,32	69,00	66,70	201,02	67,01
7	G2B	67,16	65,32	66,70	199,18	66,39
8	G2C	65,32	65,32	65,32	195,96	65,32
9	G2D	66,70	66,24	65,78	198,72	66,24
10	G2E	19,78	20,24	21,16	61,18	20,39

ANEXO 18. CAJAS DE FERMENTACIÓN CON LA SEMILLA



ANEXO 18. SECADO DE LA SEMILLA

