



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica  
para el Desarrollo**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TESIS DE GRADO**

*Previa a la obtención del título de:*  
**INGENIERO (A) AGROPECUARIA**  
**Con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

*Tema:*

**“Efecto de varios métodos de prefermentación y fermentación del cacao  
CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en las propiedades físicas y organolépticas  
de la almendra”**

*Autores:*

**María Gabriela Bustamante Adum  
Alexander René Ramírez Triviño**

**Guayaquil - Ecuador**

**2010**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica  
para el Desarrollo  
Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TESIS DE GRADO**  
*Previa a la obtención del título de:*  
**INGENIERO (A) AGROPECUARIA**  
**Con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

*T e m a:*

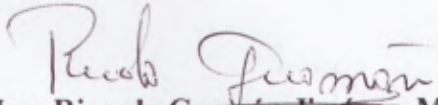
**“Efecto de varios métodos de prefermentación y fermentación del cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.) en las propiedades físicas y organolépticas de la almendra”**

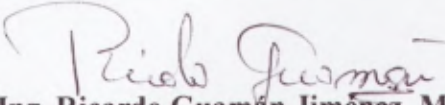
*Autores:*

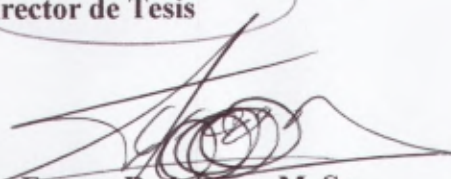
**María Gabriela Bustamante Adum  
Alexander René Ramírez Triviño**

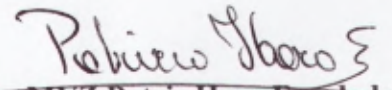
**Guayaquil - Ecuador  
2010**

**El presente trabajo ha sido revisado por los siguientes docentes:**

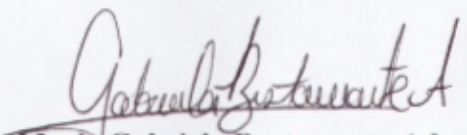
  
**Ing. Ricardo Guamán Jiménez, M. Sc**  
**Director de Tesis**

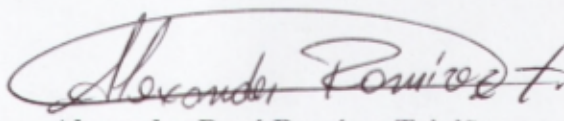
  
**Ing. Ricardo Guamán Jiménez, M. Sc**  
**Revisión Estadística**

  
**Ing. John Franco Rodríguez, M. Sc**  
**Revisión Redacción Técnica**

  
**Dr. MVZ Patric Haro Encalada**  
**Revisión Summary**

La realización de la presente tesis, sus conclusiones y recomendaciones son de absoluta responsabilidad de los autores:

  
Maria Gabriela Bustamante Adum

  
Alexander René Ramírez Triviño

## AGRADECIMIENTO

Quisiéramos agradecer a cada una de las personas que estuvieron con nosotros durante la realización de nuestra tesis de grado. A Dios por ser nuestro guía espiritual, a nuestros padres por ser la fuente de inspiración y motivación que nos ha permitido superarlos cada día, a nuestra familia en general por todo su esfuerzo y apoyo incondicional.

De manera especial a nuestro director de tesis, maestro y amigo Ing. Ricardo Guamán por haber compartido con nosotros todo su conocimiento científico y por haber dedicado gran parte de su valioso tiempo. Al Ing. James Quiroz por su asesoramiento técnico durante nuestro trabajo. Al personal de la compañía DUBLINSA S.A. por toda su colaboración durante el desarrollo de nuestra tesis.

A todas aquellas personas que forman parte de la carrera de Ing. Agropecuaria, en especial a todos nuestros compañeros y amigos quienes fueron nuestra fortaleza para seguir adelante. Gracias por formar parte de una gran etapa de nuestras vidas y por el hermoso recuerdo que nos llevamos de cada uno de ustedes.



Dedico la presente tesis a mis padres  
Jazmín y Freddy...

Ing. Agrop. Gabriela Bustamante Adum

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres y en especial a mi hija Romina y a mi esposa Olga D. pilares fundamentales en mi vida.

Ing. Agrop. Alexander Ramírez T.

## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
Objetivos	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
2.1 Origen	3
2.2 Taxonomía	3
2.3 Diversidad genética	4
2.4 Descripción botánica	5
2.5 Historia del cacao CCN51	6
2.6 Factores para el desarrollo del cultivo	8
2.6.1 Factores climáticos	8
2.6.2 Factores edáficos	10
2.7 Propagación	11
2.8 Prácticas culturales	12
2.9 Principales plagas y enfermedades	15
2.10 Cosecha	16
2.11 Fermentación	17
2.11.1 Bioquímica de la fermentación	19
2.11.2 Sucesión microbiana durante la fermentación	21
2.11.3 Factores que controlan el proceso de fermentación	22
2.12 Método del presecado	24
2.13 Secado	25
2.14 Almacenamiento	26
2.15 Tostado de almendras	26
2.16 Tamaño y homogeneidad de las almendras	27
2.17 Calidad	27
2.17.1 Análisis físico	28
2.17.1.1 Prueba de corte	29
2.17.2 Análisis organoléptico	31
2.17.2.1 Perfil de sabores	32
2.18 Cacao CCN51 como una alternativa para el Ecuador	34
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	36
3.1 Localización	36
3.2 Características climáticas	36
3.3 Materiales	36
3.4 Equipos	37
3.5 Factores estudiados	37
3.6 Tratamientos estudiados	37
3.7 Combinación de tratamientos	39
3.8 Diseño experimental	40
3.9 Análisis de varianza	40

3.10 Análisis Funcional	40
3.11 Manejo de Experimento	40
3.11.1 Cosecha y Prefermentación	41
3.11.2 Fermentación	41
3.11.3 Remoción	42
3.11.4 Secado	42
3.11.5 Pesado	42
3.11.6 Prueba de corte	42
3.11.7 Análisis organoléptico	42
3.12 Variables Evaluadas	43
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>46</b>
4.1 Buena fermentación	46
4.2 Ligera fermentación	50
4.3 Granos violetas	52
4.4 Peso de 100 granos	54
4.5 Amargor	56
4.6 Acidez	60
4.7 Astringencia	61
4.8 Sabor frutal	63
4.9 Cacao	66
4.10 Nuez	69
4.11 Temperatura	71
4.12 Coeficiente de correlación	74
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>76</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>7. RESUMEN</b>	<b>81</b>
7.1 SUMMARY	82
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>87</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Promedio de granos con buena fermentación Ligera fermentación y granos violetas	47
Cuadro 2. Promedio del peso de 100 granos	55
Cuadro 3. Promedio de amargor, acidez y astringencia	57
Cuadro 4. Promedio de sabor frutal, cacao, nuez	64
Cuadro 1A. Valores de granos con buena fermentación (%)	87
Cuadro 2A. Análisis de varianza de variable granos con buena Fermentación (%)	88
Cuadro 3A. Valores de granos con ligera fermentación (%)	89
Cuadro 4A. Análisis de varianza de variable granos con ligera Fermentación (%)	90
Cuadro 5A. Valores de granos violetas (%)	91
Cuadro 6A. Análisis de varianza de variable granos violetas (%)	92
Cuadro 7A. Valores de peso de las 100 granos (g)	93
Cuadro 8A. Análisis de varianza de la variable peso de 100 granos (g)	94
Cuadro 9A. Valores de amargor (Escala: 0-5)	95
Cuadro 10A. Análisis de varianza de la variable amargor (Escala: 0-5)	96
Cuadro 11A. Valores de acidez (Escala: 0-5)	97
Cuadro 12A. Análisis de varianza de la variable acidez (Escala: 0-5)	98
Cuadro 13A. Valores de astringencia (Escala: 0-5)	99
Cuadro 14A. Análisis de varianza de la variable astringencia (Escala: 0-5)	100
Cuadro 15A. Valores de sabor frutal (Escala: 0-5)	101
Cuadro 16A. Análisis de varianza de la variable sabor frutal (Escala: 0-5)	102

Cuadro 17A. Valores de sabor cacao (Escala: 0-5)	103
Cuadro 18A. Análisis de varianza de la variable sabor cacao (Escala: 0-5)	104
Cuadro 19A. Valores de sabor nuez (Escala: 0-5)	105
Cuadro 20A. Análisis de varianza de la variable sabor nuez (Escala: 0-5)	106
Cuadro 21A. Registro de temperatura durante la época lluviosa (°C)	107
Cuadro 22A. Registro de temperatura durante la época seca (°C)	108

## ÍNDICE DE FIGURAS Y FOTOS

		<b>Páginas</b>
Figura 1.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Buena Fermentación	49
Figura 2.	Interacción Prefermentación x Días de Buena Fermentación	49
Figura 3.	Interacción Fermentación x Días de Buena Fermentación	50
Figura 4.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Ligera Fermentación	51
Figura 5.	Interacción Prefermentación x Días de Ligera Fermentación	51
Figura 6.	Interacción Fermentación x Días de Ligera Fermentación	52
Figura 7.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Granos Violetas	53
Figura 8.	Interacción Prefermentación x Días de Granos Violetas	53
Figura 9.	Interacción Fermentación x Días de Granos Violetas	54
Figura 10.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Amargor	59
Figura 11.	Interacción Prefermentación x Días de Amargor	59
Figura 12.	Interacción Fermentación x Días de Amargor	60
Figura 13.	Interacción Fermentación x Días de Acidez	61
Figura 14.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Astringencia	62
Figura 15.	Interacción Prefermentación x Días de Astringencia	62
Figura 16.	Interacción Fermentación x Días de Astringencia	63
Figura 17.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Frutal	65
Figura 18.	Interacción Prefermentación x Días de Frutal	66
Figura 19.	Interacción Fermentación x Días de Frutal	66

Figura 20.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Cacao	67
Figura 21.	Interacción Prefermentación x Días de Cacao	68
Figura 22.	Interacción Fermentación x Días de Cacao	68
Figura 23.	Interacción Prefermentación x Fermentación de Nuez	69
Figura 24.	Interacción Prefermentación x Días de Nuez	70
Figura 25.	Interacción Fermentación x Días de Nuez	70
Figura 26.	Curva de Temperatura de tratamiento Prefermentado por un día, Fermentado en saco por cinco días	71
Figura 27.	Curva de Temperatura de tratamiento Prefermentado por dos días, Fermentado en saco por seis días.	72
Figura 28.	Curva de Temperatura de tratamiento Prefermentado por tres días, Fermentado en montones por cinco días.	72
Figura 29.	Curva de Temperatura de tratamiento de Presecado, Fermentado por cuatro días	72
Figura 30.	Curva de Temperatura de tratamiento de Testigo, fermentado por 6 días	73
Foto 1.	Cosecha y almacenamiento de mazorcas	109
Foto 2.	Fermentación en Cajones	109
Foto 3.	Fermentación en Sacos	110
Foto 4.	Fermentación en Montones	110
Foto 5.	Secado	111
Foto 6.	Análisis físico (prueba de corte)	111
Foto 7.	Elaboración de licor de cacao para evaluación sensorial	112
Foto 8.	Catación de licor de cacao (análisis sensorial)	112

## 1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta originaria de los trópicos húmedos de América del sur, utilizada como materia prima para la elaboración de manteca, licor y chocolate. El cacao se cultiva en África, América Central y Sud América y Asia. Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), en la actualidad la producción mundial de cacao en grano es de 3'593.000 toneladas. Costa de Marfil es el mayor productor de cacao en el mundo, seguido por Ghana, Indonesia, Nigeria, Camerún, Brasil, Ecuador, entre otros<sup>1</sup>. Sin embargo, se debe recalcar que el Ecuador es el principal productor y exportador de cacao fino o de aroma del mundo<sup>2</sup>. Su calidad ha sido reconocida a nivel mundial y es el producto de mayor uso en la producción de bombonería fina. El mercado mundial distingue entre dos tipos de cacao: cacao fino de aroma y cacao ordinario. De acuerdo a cifras oficiales de ANECACAO, al 2009 el Ecuador exportó 130 322.11 tm de cacao en grano siendo el 20 % de cacao CCN51<sup>3</sup>. Dentro de un mercado tan competitivo como el del cacao o chocolates finos, es necesario conservar la buena calidad del producto a exportar.

El Ecuador produce el cacao fino o de aroma que proviene de la variedad conocida como nacional, sin embargo existen otros tipos de cacao fino de origen trinitario, como los obtenidos del nuevo clon Don Homero (CCN51) convirtiéndolo en una excelente alternativa para los productos más exigentes de cacao y fórmulas de chocolates<sup>4</sup>. El cacao nacional reconocido por su intenso aroma floral y sabor a nuez, presenta rendimientos bajos de 1 tm/ha/año, mientras que el cacao CCN51 produce de 2.5 a 3 tm/ha/año. El cacao CCN51 se destaca por su alta productividad, por ser un cultivar precoz, resistente a la enfermedad "Escoba de la bruja" (*Crinipellis perniciososa*), y además los granos presentan un alto porcentaje de manteca (54 %) lo que lo hace muy

<sup>1</sup> ICCO. 2010. "Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXVI, No. 2, Cocoa year 2009/2010". Disponible en: <http://www.icco.org/about/press2.aspx?Id=40b12746>

<sup>2</sup> Ecuadorinmediato.com "El cacao del Ecuador es reconocido internacionalmente" Disponible en: [www.ecuadorinmediato.com](http://www.ecuadorinmediato.com)

<sup>3</sup> ANECACAO. 2009. Estadísticas de exportaciones de cacao en grano por empresa exportadora y calidades expresado en TM y valor FOB.

<sup>4</sup> Asociación de productores de cacao fino aroma (APROCAFA). Cacao especial: DON HOMERO. Disponible en [www.aprocafa.net](http://www.aprocafa.net)

cotizado por las industrias<sup>1</sup>. Sin embargo, además de la genética y condiciones ambientales favorables, la etapa de post cosecha es ineficiente. Se considera que la etapa de post cosecha y fermentación del grano juegan un rol muy importante en el desarrollo y expresión final de la almendra.

Se conoce que durante la fermentación, el azúcar de la pulpa del cacao se transforma en etanol y este último en ácido acético, el cual ingresa al interior de las almendras y favorece a la producción de fenómenos bioquímicos que son necesarios para iniciar el desarrollo de los compuestos precursores del sabor a cacao y otros aromas. El exceso de pulpa o mucilago, característica muy propia del cacao CCN51, puede alargar el tiempo de fermentación produciendo exceso de acidez, astringencia que influyen desfavorablemente en el desarrollo de la expresión final de la almendra.

Bajo este contexto el sector cacaotero del país presenta muchas debilidades para enfrentar el desafío y responder ante las demandas crecientes de calidad. Por lo tanto, los esfuerzos que se inviertan para manejar los procesos de post cosecha, van a permitir una mejor calidad para explotar nichos de mercado que otorguen un valor agregado a nuestro cacao. Con estos antecedentes y contribuyendo a la revalorización del cacao CCN51, el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Mejorar la calidad física y organoléptica del cacao CCN51 a través de varios métodos de prefermentación y fermentación.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el peso y grado de fermentación de las almendras de cacao CCN51.
- Evaluar la intensidad de los sabores básicos y específicos del cacao CCN51 a través del análisis sensorial.
- Reducir acidez y astringencia en el cacao CCN51.

---

<sup>1</sup> Cedeño, S. 2004. "El gran cacao". Boletín de prensa. [www.sudnordnews.org](http://www.sudnordnews.org)

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen

Anecacao y Corpei (2007), indican que el cacao es un árbol perenne cuyo centro de origen se ubica en las estribaciones andinas de la cuenca amazónica, en donde se dispersó de modo natural al resto del continente.

Homero Castro, un científico ecuatoriano desarrolló en 1965 un clon de cacao de la doble hibridación de material genético Trinitario y Forastero de origen amazónico. Este nuevo clon denominado CCN51, tiene un mayor potencial de rendimiento y resistencia a las enfermedades fungosas comunes. Estas características hacen del clon CCN51 una aceptable alternativa para la producción. Con un adecuado proceso de fermentación este tipo de cacao puede lograr buenas características de calidad (Espinosa, *et al*, 2010).

Crespo y Crespo (1997), coinciden en que el clon CCN51 proviene de programas de cruzamiento con variedades Trinitarias y otros cultivares, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades que más afectan a las huertas de cacao: Escoba de Bruja (*Crinipellis pernisisosa*), Monilia (*Moniliophthora roreri* E.) y Mal del Machete (*Ceratocystis fimbriata*).

### 2.2 Taxonomía

Pastorelly, *et al* (2006) afirman que la clasificación botánica del cacao es la siguiente:

<b>Reino:</b>	Plantae (plantas)
<b>Subreino:</b>	Tracheobinta (plantas vasculares)
<b>División:</b>	Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas)
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
<b>Orden:</b>	Malvales
<b>Familia:</b>	Sterculiaceae
<b>Género:</b>	<i>Theobroma</i>
<b>Especie:</b>	<i>cacao</i> L.

En la actualidad su centro de dispersión está comprendido entre los 20 °C de latitud norte y 20 °C de latitud sur. En cada zona específica evolucionaron tipos o cultivares de cacao con diferentes características especiales, y actualmente se reconocen tres grandes tipos de cacao: criollos, forasteros amazónicos y trinitarios. Ecuador es uno de los países donde se encuentra la mayor diversidad genética de la especie *Theobroma cacao*.

### 2.3 Diversidad Genética

Jiménez (2007), indica que la diversidad genética es la siguiente:

**Criollos:** Este cacao se expandió desde México y América Central, América del Sur y la parte norte de Ecuador (Esmeraldas). La producción de este cacao es baja, aunque se lo considera de alta calidad por ser muy agradable. Este tipo de cacao se caracteriza por tener mazorcas de color verde y rojizo en estado inmaduro, tornándose amarillas y anaranjado rojizo, respectivamente, cuando están maduras. Tienen mazorcas de tamaño mediano con cascara poco rugosa y se caracteriza por tener semillas grandes, cilíndricas y aromáticas.

Pastorelly, *et al* (2006) señalan que el chocolate que se obtiene de sus pepas es de excelente calidad y de los más apetecidos del mundo, por su sabor a nueces y frutas.

**Forasteros:** El cacao forastero amazónico evolucionó en la cuenca alta y baja del río Amazonas. Cerca del 80 % de la superficie cacaotera mundial está sembrada con este tipo de cacao. Se caracterizan por la coloración de las mazorcas, inicialmente son de color verde claro o rosado pálido que luego se ponen amarillas. La forma de la mazorca es tipo amelonada con cascara casi lisa. De este tipo se obtiene un chocolate sabor básico de cacao.

**Trinitarios:** Grupo complejo que se origina de Trinidad, producto de una mezcla de criollo con forastero por lo tanto hay diferentes grados de cruzamiento, lo que indica el grado de calidad. Es posible encontrar mazorcas amarillas, rojas, anaranjadas, y de diferentes formas. En este grupo se incluye el clon CCN51 que es el resultado del programa de cruzamientos entre materiales forasteros Amazónicos con Trinitarios,



llegando a obtener el CCN, denominación que proviene del lugar donde se originó este material (Colección Castro Naranjai).

**Cacao Nacional:** La mayoría de los materiales sembrados en el país corresponden a un genotipo de Nacional x Trinitario. Las características morfológicas que presenta el fruto son: inicialmente color verde y amarillo intenso cuando está madura, cascara rugosa, almendras de forma elíptica terminadas en punta

## 2.4 Descripción botánica

Enríquez (2004), indica que el cacao es un árbol perenne de tamaño mediano a bajo. El árbol de cacao puede crecer hasta 15 metros cuando es de semilla y hasta 4 metros cuando se trata de clon. En ambos casos se debe manejar la altura con podas periódicas para lograr un árbol manejable de menos de 3.5 metros.

Infoagro (2003), señala que el sistema radicular presenta raíz principal pivotante y tiene muchas secundarias, la mayoría de las cuales se encuentran en los primeros 30 cm de suelo.

Estos mismos autores afirman que de un árbol de semilla o de un clon por injerto, se obtiene una raíz principal pivotante, la cual sirve de medio de anclaje. En árboles provenientes de ramillas como es el clon CCN51, el sistema radicular está conformado por un haz de raicillas que dan sostén y nutren a la planta. Con el paso del tiempo, algunas de estas raicillas se desarrollan lo suficiente y funcionan como raíz pivotante.

Pastorelly, *et al* (2006) indican que las hojas son simples, enteras y pigmentadas variando mucho el color de esta pigmentación, la mayoría son de color verde variable. Algunos árboles tienen hojas tiernas bien pigmentadas (coloreadas) que pueden llegar a ser de un color marrón claro, morado rojizo. Las hojas del cacao son caducas, y por lo general cada dos a tres meses se presentan picos de brote de nuevas hojas, que reemplazan a las que caen. Existe un problema genético en cacao, denominado auto incompatibilidad, por lo cual el polen de las flores de un mismo árbol, no puede fecundar sus óvulos, existiendo la polinización cruzada.

Enríquez (2004), afirma que las flores son pequeñas y coloreadas, inician su apertura durante las tardes y pueden ser polinizadas y fecundadas durante todo el día siguiente. Las flores y los frutos se desarrollan en cojines florales situados en el tronco, en el lugar donde se insertaron las hojas de primer desarrollo de la planta, o en las ramas igualmente en el punto de inserción de las hojas que por viejas ya se han caído. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomya*.

Infoagro (2003), indica que los frutos son de tamaño, color y formas variables, pero generalmente tienen forma de baya, de 30 cm de largo y 10 cm de diámetro, siendo lisos o acostillados, de forma elíptica y de color rojo, amarillo, morado o café. La pared del fruto es gruesa, dura o suave y de consistencia de cuero. Los frutos se dividen interiormente en cinco celdas. La pulpa es blanca, rosada o café, de sabor ácido a dulce y aromática. El contenido de semillas por baya es de 20 a 40 y son planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de sabor dulce o amargo.

Enríquez (2004), dice que las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, tienen un recubrimiento o cutícula que protege a los cotiledones y en la parte exterior está el mucilago, que permite la fermentación de las semillas. El color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro hasta un pardo oscuro. Los cotiledones, son las partes que tienen los nutrimentos para la próxima planta, pero también es el producto que fermentado y secado adecuadamente se comercializa, para dar el chocolate.

Pastorelly *et al* (2006), afirman que el Ecuador presenta dos picos de producción, el de mayor magnitud que va de fines de febrero hasta mediados de mayo; y el otro pico, de casi menor intensidad, que dura de fines de octubre a inicios de febrero. Pero por lo general se cosecha cacao todo el año.

## **2.5 Historia del cacao CCN51**

El denominado cacao CCN51 que significa Colección Castro Naranjal fue obtenido por Homero Castro Zurita, quien investigó desde 1952 las diversas variedades del grano y finalmente obtuvo la del tipo 51, que es tolerante a las enfermedades y presenta una alta productividad. El CCN51 es un cacao clonado de origen ecuatoriano, que según datos

del Servicio de Información y Censo Agropecuario (SICA), la variedad que da origen a este cacao criollo se denomina nacional y botánicamente pertenece a los denominados forasteros amazónicos. Sin embargo, Jiménez J (2007), ha incluido a este clon como Trinitario por ser un cruzamiento entre materiales forasteros Amazónicos con Trinitarios.

Por otro lado, James Quiroz<sup>1</sup> afirma que el CCN51 es el resultado de una combinación de tres clones, de los cuales dos son amazónicos (IMC-67 y Canelo), y del ICS-95 (Trinitario) y en donde el ICS-95, proviene de un amazónico por criollo. Esto nos muestra que el CCN no es un trinitario ya que las cualidades intrínsecas del ICS no fueron heredadas por el CCN51.

APROCAFA (2010), indica que actualmente a este cacao se lo conoce por el nombre de Don Homero (CCN51), es un cacao genéticamente fino y de alta calidad que produce un promedio de 3 toneladas de cacao en grano seco por hectárea.

Según Cedeño (2004), las principales características del cacao son las siguientes:

- En primer lugar se destaca su altísima productividad que llega en muchas haciendas a superar los 50 quintales por hectárea lo que lo convierte en un cultivo rentable para el agricultor costeño carente hoy en día de alternativas seguras.
- Es un clon auto compatible, es decir no necesita de polinización cruzada para su fructificación.
- Se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad.
- Es tolerante a la enfermedad “Escoba de Bruja” (*Crinipellis perniciosa*), enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao destruyendo gran parte de su producción.
- Es una planta de crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas tales como poda y cosecha entre otras.
- Excelente índice de mazorca (IM) 7 mazorcas/libra de cacao seco.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal del Ing. James Quiroz, jefe del programa de cacao de la EE Litoral Sur, INIAP.

- Excelente índice de Semilla: 1.45 g/semilla seca y fermentada comparado con el índice promedio de 1.2 g/semilla seca.
- Alto índice de Semillas por mazorca: que es de 45, mucho más alto que el promedio normal de 36 semillas por mazorca.
- Es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1 000 sobre el nivel del mar.
- Alto porcentaje de manteca (54 %) lo que lo hace muy cotizado por las industrias.

## **2.6 Factores para el desarrollo del cultivo**

### **2.6.1 Factores climáticos**

#### **Temperatura**

Se necesita un clima caliente y húmedo con temperatura promedio anual de 23 °C a 26 °C (Crespo y Crespo, 1997). La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante (Enríquez, 2004).

#### **Agua**

Crespo y Crespo (1997) y Enríquez (2004), coinciden en que los requerimientos de agua oscilan entre 1 500 y 2 500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1 200 y 1 500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

#### **Viento**

Enríquez (2004), señala que los vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Una velocidad de viento mayor de los 4 m/seg, es perjudicial para el cacao, puesto que la evapotranspiración es muy rápida y por lo general las hojas se secan y mueren.

## **Sombreamiento**

Omaña (2009), indica que el cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreado al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar. Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreado hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, toposchos y cambures) para sombras temporales y las guabas (Ingas) para sombras permanentes. En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreado que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel, cedro) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera).

Crespo y Crespo (1997), por otro lado señalan que el cacao, tradicionalmente, se lo ha sembrado bajo sombra, sin embargo en el caso del CCN51 cultivado en el litoral ecuatoriano bajo riego, fertilización, poda y controles sanitarios, se lo ha plantado con éxito con autosombreamiento. Sin embargo, es importante que durante los primeros tres años las plantas de CCN51 tengan sombra provisional para reducir el efecto negativo de los rayos directos del sol junto con las temperaturas altas y movimiento de aire entre sus hojas.

## **Luminosidad**

Pastorelly, *et al* (2006) señalan que la radiación solar influye en el crecimiento y fructificación del cacao, en las zonas productivas del país es necesario el brillo solar en cantidad de 800 a 1 000 horas/año.

Crespo y Crespo (1997), indican que el cacao CCN51 requiere una luminosidad que puede variar entre 820 a 2 300 horas luz/año.

## **Altura**

Pastorelly, *et al* (2006) indican que las condiciones anteriores para el desarrollo del cultivo han concentrado las plantaciones a un área bastante específica de la costa ecuatoriana, que va desde el nivel del mar hasta su “límite frío” a unos 1 300 m.s.n.m., pero su desarrollo se ve muy limitado. Por lo general se observa una adaptación hasta unos 500 m.s.n.m.

## **Humedad relativa**

Pastorelly, *et al* (2006) señalan que el promedio porcentual óptimo de humedad es de 75 %.

### **2.6.2 Factores edáficos**

Omaña (2009), manifiesta que el cacao requiere suelos muy ricos en materia orgánica, profundos, franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular. El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica. Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa. Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos, con pH que oscilan entre 4.0 y 7.0. Se puede decir que el cacao es una planta que prospera en una amplia diversidad de tipos de suelo.

Crespo y Crespo (1997), afirman que la ramilla del CCN51 se desempeña bien en suelos fértiles bien drenados con una profundidad efectiva mínima de 60 cm, y un nivel freático por debajo de 1.00 m de la superficie.

Pastorelly, *et al* (2006) dicen que la retención de agua por el suelo es muy importante. El agua puede permanecer en la superficie mucho tiempo o se puede infiltrar rápido, ambos casos extremos son nocivos. Para el primer caso, los drenajes son la solución adecuada, mientras que para la segunda, un buen sombreado con la permanencia de hojarasca retienen mejor el agua.

## **2.7 Propagación**

Anecaao y Corpei (2007) y Pastorelly, *et al* (2006) coinciden en afirmar que los materiales de siembra y propagación son los siguientes:

El cacao se propaga sexual (por semilla) y asexualmente (injertos y ramillas). Los viveros se emplean para multiplicar y manejar grandes cantidades de plantas, facilitando la selección de las plantas más vigorosas. El vivero debe ser construido en un terreno plano y debe estar ubicado cerca del lugar de donde se obtiene las semillas y varetas.

Las fundas para sembrar el cacao deben ser de polietileno negro con perforaciones en el fondo para el excedente de agua. Deberán llenarse con un sustrato de abono orgánico, fertilizante completo y arena. El arreglo de las fundas dentro del vivero se lo hará en camas bien alineadas.

Antes de la siembra de semillas o la colocación de ramillas, las fundas deben ser regadas completamente, para posibilitar la germinación o enraizamiento del material colocado. El cuidado fitosanitario del vivero debe ser constante y protegerse las plántulas con aspersiones de una solución fungicida a base de cobre.

### **2.7.1 Multiplicación sexual**

Anecaao y Corpei (2007) y Pastorelly, *et al* (2006) coinciden en afirmar que consiste en sembrar directamente en el campo las semillas seleccionadas, sin embargo este proceso acarrea mayores cuidados a las plántulas por la alta mortalidad que se presenta en campo, lo cual aumenta costos. Para obviar esto, se recomienda hacer viveros y trasplantarlas cuando estas tengan vigor suficiente. Es importante trasplantar antes de que las raíces salgan de la funda. Cuando se siembra directamente, se debe colocar una sola semilla por sitio.

### **2.7.2 Multiplicación asexual**

Anecaao y Corpei (2007) y Pastorelly, *et al* (2006) coinciden en afirmar que existen tres métodos de propagación asexual: por injertos, por ramillas y propagación *in vitro*. El cacao CCN51, se propaga comúnmente por ramillas. El procedimiento consiste en

**Cuadro 9A.** Valores de amargor (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Amargor (Escala: 0-5) "							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	1	1	2	1
2	P1	F1	D2	2	2	4	2
3	P1	F1	D3	1	1	2	1
4	P1	F2	D1	1	1	2	1
5	P1	F2	D2	1	1	2	1
6	P1	F2	D3	1	1	2	1
7	P1	F3	D1	1	1	2	1
8	P1	F3	D2	0	0	0	0
9	P1	F3	D3	3	3	6	3
10	P2	F1	D1	1	1	2	1
11	P2	F1	D2	1	1	2	1
12	P2	F1	D3	1	1	2	1
13	P2	F2	D1	0	0	0	0
14	P2	F2	D2	1	1	2	1
15	P2	F2	D3	0	0	0	0
16	P2	F3	D1	1	1	2	1
17	P2	F3	D2	1	1	2	1
18	P2	F3	D3	0	0	0	0
19	P3	F1	D1	1	1	2	1
20	P3	F1	D2	1	1	2	1
21	P3	F1	D3	0	0	0	0
22	P3	F2	D1	1	1	2	1
23	P3	F2	D2	1	1	2	1
24	P3	F2	D3	2	1	3	1.5
25	P3	F3	D1	1	1	2	1
26	P3	F3	D2	1	1	2	1
27	P3	F3	D3	2	2	4	2
28	P4	F1	D1	0	0	0	0
29	P4	F1	D2	2	1	3	1.5
30	P4	F1	D3	0	0	0	0
31	P4	F2	D1	0	0	0	0
32	P4	F2	D2	2	1	3	1.5
33	P4	F2	D3	2	1	3	1.5
34	P4	F3	D1	1	1	2	1
35	P4	F3	D2	1	2	3	1.5
36	P4	F3	D3	0	1	1	0.5
37	P5	F1	D1	1	1	2	1
38	P5	F1	D2	1	1	2	1
39	P5	F1	D3	0	0	0	0
40	P5	F2	D1	0	0	0	0
41	P5	F2	D2	0	0	0	0
42	P5	F2	D3	0	0	0	0
43	P5	F3	D1	1	1	2	1
44	P5	F3	D2	0	0	0	0
45	P5	F3	D3	1	1	2	1
$\Sigma R_j$				39	37	76	38
$\bar{x}$				84.20	0.82	1.69	0.84



**Cuadro 10A.** Análisis de varianza de la variable Amargor (Escala: 0-5)**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.044	0.044	0.6617 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	6.822	1.706	25.3910 <sup>**</sup>	3.21	5.12
Fermentación	2	1.356	0.678	10.0902 <sup>**</sup>	2.58	2.78
P x F	8	4.644	0.581	8.6429 <sup>**</sup>	2.31	3.24
Dias	2	0.822	0.411	6.1203 <sup>**</sup>	2.16	2.24
P x D	8	7.178	0.897	13.3571 <sup>**</sup>	2.05	2.75
F x D	4	6.444	1.611	23.9850 <sup>**</sup>	1.98	2.62
P x F x D	16	11.556	0.722	10.7519 <sup>**</sup>	1.92	2.52
Error	44	2.956	0.067			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>41.822</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 11A.** Valores de acidez (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Acidez (Escala: 0-5) "							
Nº	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	2	2	4	2
2	P1	F1	D2	2	1	3	1.5
3	P1	F1	D3	0	1	1	0.5
4	P1	F2	D1	1	1	2	1
5	P1	F2	D2	1	0	1	0.5
6	P1	F2	D3	1	1	2	1
7	P1	F3	D1	1	1	2	1
8	P1	F3	D2	0	0	0	0
9	P1	F3	D3	0	1	1	0.5
10	P2	F1	D1	2	2	4	2
11	P2	F1	D2	3	2	5	2.5
12	P2	F1	D3	1	1	2	1
13	P2	F2	D1	1	2	3	1.5
14	P2	F2	D2	1	1	2	1
15	P2	F2	D3	1	1	2	1
16	P2	F3	D1	2	1	3	1.5
17	P2	F3	D2	1	1	2	1
18	P2	F3	D3	0	0	0	0
19	P3	F1	D1	3	1	4	2
20	P3	F1	D2	1	1	2	1
21	P3	F1	D3	1	1	2	1
22	P3	F2	D1	1	2	3	1.5
23	P3	F2	D2	1	1	2	1
24	P3	F2	D3	1	1	2	1
25	P3	F3	D1	1	2	3	1.5
26	P3	F3	D2	0	2	2	1
27	P3	F3	D3	0	1	1	0.5
28	P4	F1	D1	1	2	3	1.5
29	P4	F1	D2	1	1	2	1
30	P4	F1	D3	1	1	2	1
31	P4	F2	D1	1	1	2	1
32	P4	F2	D2	0	1	1	0.5
33	P4	F2	D3	1	1	2	1
34	P4	F3	D1	0	1	1	0.5
35	P4	F3	D2	1	1	2	1
36	P4	F3	D3	0	0	0	0
37	P5	F1	D1	2	1	3	1.5
38	P5	F1	D2	1	1	2	1
39	P5	F1	D3	1	1	2	1
40	P5	F2	D1	1	1	2	1
41	P5	F2	D2	0	0	0	0
42	P5	F2	D3	0	2	2	1
43	P5	F3	D1	1	1	2	1
44	P5	F3	D2	0	2	2	1
45	P5	F3	D3	1	1	2	1
$\Sigma R_j$				42	50	92	46
x				84.20	1.11	2.04	1.02

**Cuadro 12A.** Análisis de varianza de la variable Acidez (Escala: 0-5)**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.711	0.071	2.1897 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	2.622	0.656	2.0187 <sup>NS</sup>	3.21	5.12
Fermentación	2	5.756	2.878	8.8616 <sup>**</sup>	2.58	2.78
P x F	8	1.911	0.239	0.7356 <sup>NS</sup>	2.31	3.24
Días	2	5.756	2.878	8.8616 <sup>**</sup>	2.16	2.24
P x D	8	2.911	0.364	1.1205 <sup>NS</sup>	2.05	2.75
F x D	4	2.644	0.661	2.0358 <sup>*</sup>	1.98	2.62
P x F x D	16	3.356	0.210	0.6458 <sup>NS</sup>	1.92	2.52
Error	44	14.289	0.325			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>39.956</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 13A.** Valores de astringencia (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Astringencia (Escala: 0-5) "							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		Σ Ti	x
				I	II		
1	P1	F1	D1	3	3	6	3
2	P1	F1	D2	3	3	6	3
3	P1	F1	D3	2	1	3	1.5
4	P1	F2	D1	3	2	5	2.5
5	P1	F2	D2	3	2	5	2.5
6	P1	F2	D3	1	1	2	1
7	P1	F3	D1	3	2	5	2.5
8	P1	F3	D2	1	1	2	1
9	P1	F3	D3	2	2	4	2
10	P2	F1	D1	4	3	7	3.5
11	P2	F1	D2	4	2	6	3
12	P2	F1	D3	5	3	8	4
13	P2	F2	D1	3	3	6	3
14	P2	F2	D2	4	2	6	3
15	P2	F2	D3	0	1	1	0.5
16	P2	F3	D1	3	2	5	2.5
17	P2	F3	D2	4	1	5	2.5
18	P2	F3	D3	1	2	3	1.5
19	P3	F1	D1	5	4	9	4.5
20	P3	F1	D2	3	2	5	2.5
21	P3	F1	D3	1	2	3	1.5
22	P3	F2	D1	3	3	6	3
23	P3	F2	D2	5	4	9	4.5
24	P3	F2	D3	5	3	8	4
25	P3	F3	D1	3	2	5	2.5
26	P3	F3	D2	2	2	4	2
27	P3	F3	D3	2	2	4	2
28	P4	F1	D1	1	1	2	1
29	P4	F1	D2	1	1	2	1
30	P4	F1	D3	1	1	2	1
31	P4	F2	D1	3	3	6	3
32	P4	F2	D2	3	2	5	2.5
33	P4	F2	D3	5	2	7	3.5
34	P4	F3	D1	1	1	2	1
35	P4	F3	D2	0	0	0	0
36	P4	F3	D3	3	1	4	2
37	P5	F1	D1	3	3	6	3
38	P5	F1	D2	5	4	9	4.5
39	P5	F1	D3	0	0	0	0
40	P5	F2	D1	3	3	6	3
41	P5	F2	D2	1	1	2	1
42	P5	F2	D3	1	1	2	1
43	P5	F3	D1	3	2	5	2.5
44	P5	F3	D2	1	1	2	1
45	P5	F3	D3	1	1	2	1
<b>Σ Rj</b>				114	88	202	101
<b>x</b>				84.20	1.96	4.49	2.24

**Cuadro 14A.** Análisis de varianza de la variable Astringencia (Escala: 0-5)

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	7.511	7.511	16.9578**	4.06	7.24
Prefermentación	4	19.844	4.961	11.2007**	3.21	5.12
Fermentación	2	11.822	5.911	13.3455**	2.58	2.78
P x F	8	24.622	3.078	6.9487**	2.31	3.24
Dias	2	13.089	6.544	14.7754**	2.16	2.24
P x D	8	14.356	1.794	4.0513**	2.05	2.75
F x D	4	6.911	1.728	3.9008**	1.98	2.62
P x F x D	16	30.978	1.936	4.3712**	1.92	2.52
Error	44	19.489	0.443			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>148.622</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



**Cuadro 15A.** Valores de sabor frutal (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Frutal (Escala 0-5)"							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	x
				I	II		
1	P1	F1	D1	1	1	2	1
2	P1	F1	D2	0	0	0	0
3	P1	F1	D3	0	0	0	0
4	P1	F2	D1	0	0	0	0
5	P1	F2	D2	0	0	0	0
6	P1	F2	D3	0	0	0	0
7	P1	F3	D1	1	1	2	1
8	P1	F3	D2	1	1	2	1
9	P1	F3	D3	0	0	0	0
10	P2	F1	D1	1	1	2	1
11	P2	F1	D2	0	0	0	0
12	P2	F1	D3	0	0	0	0
13	P2	F2	D1	1	1	2	1
14	P2	F2	D2	0	0	0	0
15	P2	F2	D3	0	0	0	0
16	P2	F3	D1	0	0	0	0
17	P2	F3	D2	1	1	2	1
18	P2	F3	D3	1	1	2	1
19	P3	F1	D1	0	0	0	0
20	P3	F1	D2	1	1	2	1
21	P3	F1	D3	2	2	4	2
22	P3	F2	D1	0	0	0	0
23	P3	F2	D2	0	0	0	0
24	P3	F2	D3	0	0	0	0
25	P3	F3	D1	0	0	0	0
26	P3	F3	D2	1	1	2	1
27	P3	F3	D3	0	0	0	0
28	P4	F1	D1	1	1	2	1
29	P4	F1	D2	1	1	2	1
30	P4	F1	D3	1	1	2	1
31	P4	F2	D1	1	1	2	1
32	P4	F2	D2	0	0	0	0
33	P4	F2	D3	0	0	0	0
34	P4	F3	D1	0	0	0	0
35	P4	F3	D2	1	2	3	1.5
36	P4	F3	D3	1	1	2	1
37	P5	F1	D1	0	0	0	0
38	P5	F1	D2	0	0	0	0
39	P5	F1	D3	1	1	2	1
40	P5	F2	D1	1	1	2	1
41	P5	F2	D2	1	1	2	1
42	P5	F2	D3	1	1	2	1
43	P5	F3	D1	0	0	0	0
44	P5	F3	D2	1	1	2	1
45	P5	F3	D3	0	0	0	0
$\Sigma R_j$				22	23	45	22.5
x				84.20	0.51	1.00	0.50

**Cuadro 16A.** Análisis de varianza de la variable sabor frutal (Escala: 0-5)

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.011	0.011	1.0000 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	1.556	0.389	35.0000 <sup>**</sup>	3.21	5.12
Fermentación	2	1.267	0.633	57.0000 <sup>**</sup>	2.58	2.78
P x F	8	6.844	0.856	77.0000 <sup>**</sup>	2.31	3.24
Dias	2	0.200	0.100	9.0000 <sup>**</sup>	2.16	2.24
P x D	8	3.911	0.489	44.0000 <sup>**</sup>	2.05	2.75
F x D	4	6.133	1.533	138.0000 <sup>**</sup>	1.98	2.62
P x F x D	16	8.089	0.506	45.0000 <sup>**</sup>	1.92	2.52
Error	44	0.489	0.011			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>28.500</b>				

NS = No Significativo      \* = Significativo      \*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 17A.** Valores de sabor cacao (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Cacao (Escala: 0-5) "							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma Ti$	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	0	0	0	0
2	P1	F1	D2	1	1	2	1
3	P1	F1	D3	1	1	2	1
4	P1	F2	D1	1	1	2	1
5	P1	F2	D2	0	0	0	0
6	P1	F2	D3	1	1	2	1
7	P1	F3	D1	1	1	2	1
8	P1	F3	D2	1	1	2	1
9	P1	F3	D3	0	0	0	0
10	P2	F1	D1	1	1	2	1
11	P2	F1	D2	0	0	0	0
12	P2	F1	D3	1	1	2	1
13	P2	F2	D1	1	1	2	1
14	P2	F2	D2	1	1	2	1
15	P2	F2	D3	1	1	2	1
16	P2	F3	D1	1	1	2	1
17	P2	F3	D2	1	1	2	1
18	P2	F3	D3	1	1	2	1
19	P3	F1	D1	0	0	0	0
20	P3	F1	D2	1	1	2	1
21	P3	F1	D3	1	1	2	1
22	P3	F2	D1	1	1	2	1
23	P3	F2	D2	0	0	0	0
24	P3	F2	D3	0	0	0	0
25	P3	F3	D1	0	0	0	0
26	P3	F3	D2	1	1	2	1
27	P3	F3	D3	1	1	2	1
28	P4	F1	D1	1	1	2	1
29	P4	F1	D2	0	0	0	0
30	P4	F1	D3	0	0	0	0
31	P4	F2	D1	1	1	2	1
32	P4	F2	D2	1	1	2	1
33	P4	F2	D3	1	1	2	1
34	P4	F3	D1	1	2	3	1.5
35	P4	F3	D2	1	2	3	1.5
36	P4	F3	D3	1	1	2	1
37	P5	F1	D1	0	0	0	0
38	P5	F1	D2	0	0	0	0
39	P5	F1	D3	1	1	2	1
40	P5	F2	D1	1	1	2	1
41	P5	F2	D2	2	2	4	2
42	P5	F2	D3	1	1	2	1
43	P5	F3	D1	0	0	0	0
44	P5	F3	D2	1	1	2	1
45	P5	F3	D3	1	1	2	1
$\Sigma Rj$				33	35	68	34
$\bar{x}$				84.20	0.78	1.51	0.76



**Cuadro 18A.** Análisis de varianza de la variable sabor cacao (Escala: 0-5)**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.044	0.044	2.0465 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	1.511	0.378	17.3953**	3.21	5.12
Fermentación	2	2.222	1.111	51.1628**	2.58	2.78
P x F	8	4.889	0.611	28.1395**	2.31	3.24
Días	2	0.156	0.078	3.5814**	2.16	2.24
P x D	8	3.289	0.411	18.9302**	2.05	2.75
F x D	4	2.044	0.511	23.5349**	1.98	2.62
P x F x D	16	9.511	0.594	27.3721**	1.92	2.52
Error	44	0.956	0.022			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>24.622</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 19A.** Valores de sabor nuez (Escala: 0-5) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG 2010.

"Nuez (escala 0-5) "							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	0	0	0	0
2	P1	F1	D2	1	1	2	1
3	P1	F1	D3	1	0	1	0.5
4	P1	F2	D1	1	1	2	1
5	P1	F2	D2	0	0	0	0
6	P1	F2	D3	1	1	2	1
7	P1	F3	D1	1	0	1	0.5
8	P1	F3	D2	1	1	2	1
9	P1	F3	D3	1	1	2	1
10	P2	F1	D1	1	1	2	1
11	P2	F1	D2	0	0	0	0
12	P2	F1	D3	1	1	2	1
13	P2	F2	D1	1	1	2	1
14	P2	F2	D2	0	0	0	0
15	P2	F2	D3	1	1	2	1
16	P2	F3	D1	1	1	2	1
17	P2	F3	D2	1	1	2	1
18	P2	F3	D3	1	1	2	1
19	P3	F1	D1	0	0	0	0
20	P3	F1	D2	1	1	2	1
21	P3	F1	D3	1	1	2	1
22	P3	F2	D1	1	1	2	1
23	P3	F2	D2	0	0	0	0
24	P3	F2	D3	0	0	0	0
25	P3	F3	D1	0	0	0	0
26	P3	F3	D2	1	1	2	1
27	P3	F3	D3	1	1	2	1
28	P4	F1	D1	1	1	2	1
29	P4	F1	D2	0	1	1	0.5
30	P4	F1	D3	0	1	1	0.5
31	P4	F2	D1	1	1	2	1
32	P4	F2	D2	1	1	2	1
33	P4	F2	D3	1	1	2	1
34	P4	F3	D1	1	2	3	1.5
35	P4	F3	D2	1	1	2	1
36	P4	F3	D3	1	1	2	1
37	P5	F1	D1	0	0	0	0
38	P5	F1	D2	0	0	0	0
39	P5	F1	D3	1	1	2	1
40	P5	F2	D1	1	1	2	1
41	P5	F2	D2	2	2	4	2
42	P5	F2	D3	1	1	2	1
43	P5	F3	D1	0	0	0	0
44	P5	F3	D2	1	1	2	1
45	P5	F3	D3	1	1	2	1
$\Sigma R_j$				33	34	67	33.5
x				84.20	0.76	1.49	0.74

**Cuadro 20A.** Análisis de varianza de la variable sabor Nuez (Escala: 0-5)

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	0.011	0.011	0.1964 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	1.511	0.378	6.6786**	3.21	5.12
Fermentación	2	1.489	0.744	13.1607**	2.58	2.78
P x F	8	3.622	0.453	8.0045**	2.31	3.24
Días	2	0.689	0.344	6.0893**	2.16	2.24
P x D	8	4.089	0.511	9.0357**	2.05	2.75
F x D	4	2.044	0.511	9.0357**	1.98	2.62
P x F x D	16	7.178	0.449	7.9308**	1.92	2.52
Error	44	2.489	0.057			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>23.122</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 21 A.** Registro de temperatura durante la época lluviosa (°C)

Tratamientos	Temperatura I (°C)								$\sum T_i$	X	Min	Max
	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6					
P1 F1 D1	30	31	35	39	42				176	35	30	42
P1 F1 D2	30	30	35	40	43	45			223	37	30	45
P1 F1 D3	30	31	37	39	43	44	44		268	38	30	44
P1 F2 D1	30	31	34	39	44				177	35	30	44
P1 F2 D2	29	30	34	39	45	44			219	37	29	45
P1 F2 D3	30	29	37	41	44	45	43		269	38	29	45
P1 F3 D1	29	33	40	42	45				189	38	29	45
P1 F3 D2	30	33	43	44	45	48			242	40	30	48
P1 F3 D3	29	34	45	44	45	47	46		290	41	29	47
P2 F1 D1	31	33	40	42	44				189	38	31	44
P2 F1 D2	31	33	37	42	44	46			232	39	31	46
P2 F1 D3	32	32	39	42	42	44	46		277	40	32	46
P2 F2 D1	32	33	41	43	44				192	38	32	44
P2 F2 D2	32	32	40	42	44	46			236	39	32	46
P2 F2 D3	32	32	37	39	45	47	47		277	40	32	47
P2 F3 D1	31	36	47	46	45				204	41	31	47
P2 F3 D2	32	35	46	45	45	48			251	42	32	48
P2 F3 D3	32	35	47	45	45	43	44		290	41	32	47
P3 F1 D1	31	35	45	45	45				201	40	31	45
P3 F1 D2	31	33	43	44	45	45			241	40	31	45
P3 F1 D3	30	33	41	43	45	44	43		279	40	30	45
P3 F2 D1	32	33	39	41	45				190	38	32	45
P3 F2 D2	31	32	40	42	44	45			233	39	31	45
P3 F2 D3	31	32	36	40	44	46	43		272	39	31	46
P3 F3 D1	33	38	45	44	45				206	41	33	45
P3 F3 D2	30	40	47	46	46	48			256	43	30	48
P3 F3 D3	30	39	46	45	44	47	47		299	43	30	47
P4 F1 D1	34	36	41	44	44				198	40	34	44
P4 F1 D2	33	36	44	44	45	44			246	41	33	45
P4 F1 D3	33	35	42	43	44	44	43		283	40	33	44
P4 F2 D1	33	39	41	42	44				199	40	33	44
P4 F2 D2	34	35	45	47	47	41			248	41	34	47
P4 F2 D3	33	35	46	45	44	43	41		286	41	33	46
P4 F3 D1	34	35	47	44	44				203	41	34	47
P4 F3 D2	34	43	46	45	45	48			260	43	34	48
P4 F3 D3	34	39	49	46	45	46	45		303	43	34	49
P5 F1 D1	29	32	42	43	44				189	38	29	44
P5 F1 D2	29	32	42	43	43	44			232	39	29	44
P5 F1 D3	30	32	37	40	41	44	46		269	38	30	46
P5 F2 D1	30	32	38	40	43				183	37	30	43
P5 F2 D2	29	32	39	40	44	45			228	38	29	45
P5 F2 D3	30	32	39	41	42	45	39		268	38	30	45
P5 F3 D1	29	34	42	46	47				197	39	29	47
P5 F3 D2	30	37	44	44	46	48			248	41	30	48
P5 F3 D3	30	37	48	45	46	47	49		301	43	30	49
<b>X</b>									<b>238</b>	<b>40</b>	<b>31</b>	<b>46</b>

**Cuadro 22 A.** Registro de temperatura durante la época seca (°C)

Tratamientos			Temperatura II (°C)								Σ Ti	x	Min	Max
			Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6					
P1	F1	D1	27	28	28	34	44				161	32	27	44
P1	F1	D2	27	28	30	34	44	40			203	34	27	44
P1	F1	D3	27	28	30	33	42	40	40		240	34	27	42
P1	F2	D1	27	30	33	40	46				176	35	27	46
P1	F2	D2	27	28	30	40	44	46			215	36	27	46
P1	F2	D3	28	28	33	42	46	46	43		266	38	28	46
P1	F3	D1	28	34	35	38	42				177	35	28	42
P1	F3	D2	28	33	39	40	46	40			226	38	28	46
P1	F3	D3	28	35	37	42	42	40	40		264	38	28	42
P2	F1	D1	28	28	29	34	40				159	32	28	40
P2	F1	D2	28	29	34	41	40	45			217	36	28	45
P2	F1	D3	28	28	28	33	46	44	43		250	36	28	46
P2	F2	D1	29	29	33	42	48				181	36	29	48
P2	F2	D2	28	29	33	43	46	47			226	38	28	47
P2	F2	D3	28	29	32	43	46	44	43		265	38	28	46
P2	F3	D1	28	33	34	40	46				181	36	28	46
P2	F3	D2	29	34	35	42	44	39			223	37	29	44
P2	F3	D3	29	34	34	42	42	40	40		261	37	29	42
P3	F1	D1	29	29	32	44	42				176	35	29	44
P3	F1	D2	28	28	32	43	42	40			213	36	28	43
P3	F1	D3	29	29	31	42	48	41	40		260	37	29	48
P3	F2	D1	28	31	33	44	46				182	36	28	46
P3	F2	D2	29	30	38	42	44	41			224	37	29	44
P3	F2	D3	29	30	34	42	44	41	40		260	37	29	44
P3	F3	D1	28	33	37	38	44				180	36	28	44
P3	F3	D2	30	33	38	40	44	39			224	37	30	44
P3	F3	D3	30	34	40	42	44	40	40		270	39	30	44
P4	F1	D1	28	30	32	43	44				177	35	28	44
P4	F1	D2	29	30	32	43	47				181	30	29	47
P4	F1	D3	28	28	34	46	47	44	43		270	39	28	47
P4	F2	D1	29	31	40	46	47				193	39	29	47
P4	F2	D2	29	32	40	46	47	42			236	39	29	47
P4	F2	D3	29	34	42	46	47	43	42		283	40	29	47
P4	F3	D1	29	34	44	44	45				196	39	29	45
P4	F3	D2	30	34	44	44	45	43			240	40	30	45
P4	F3	D3	30	34	44	44	45	40	40		277	40	30	45
P5	F1	D1	28	30	32	36	40				166	33	28	40
P5	F1	D2	28	30	34	40	42	41			215	36	28	42
P5	F1	D3	29	30	31	41	43	42	40		256	37	29	43
P5	F2	D1	28	30	33	39	43				173	35	28	43
P5	F2	D2	28	30	32	39	42	42			213	36	28	42
P5	F2	D3	28	30	32	42	43	42	41		258	37	28	43
P5	F3	D1	28	31	31	38	41				169	34	28	41
P5	F3	D2	28	30	30	39	40	40			207	35	28	40
P5	F3	D3	28	30	32	40	42	41	40		253	36	28	42
<b>x</b>											219	36	28	44

Fuente: "Hcda. Denise", 2010



Foto 1. Cosecha y almacenamiento de mazorcas

Fuente: "Hcda. Denise", 2010



Foto 2. Fermentación en cajones

Fuente: "Hcda. Denise", 2010



Foto 3. Fermentacion en sacos

Fuente: "Hcda. Denise", 2010



Foto 4. Fermentación en montones

Fuente: "Hcda. Denise", 2010



Foto 5. Secado

Fuente: "EXPOGRANOS", 2010

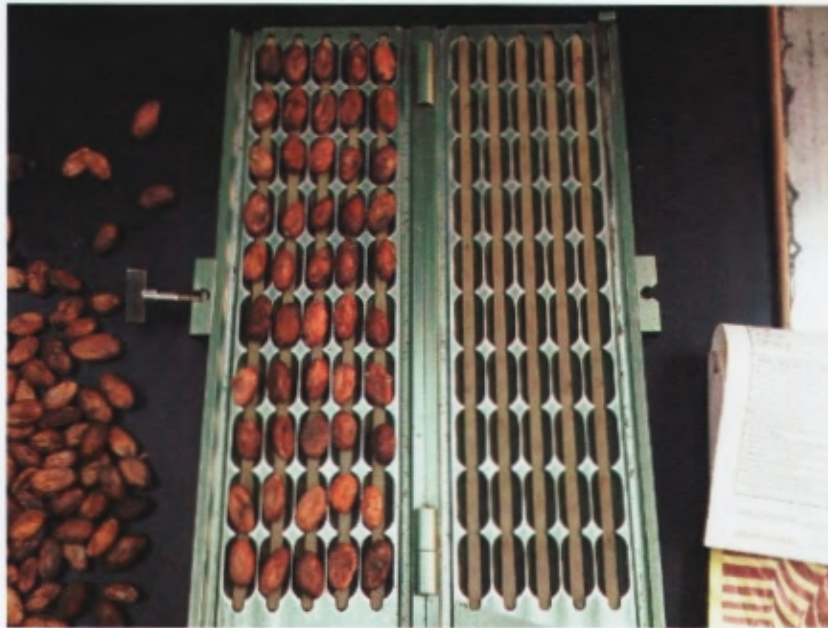


Foto 6. Análisis físico (prueba de corte)



Fuente: "UNOCACE", 2010



Foto 7. Elaboración de licor de cacao para evaluación sensorial (UNOCACE)

Fuente: "UNOCACE", 2010



Foto 8. Catación de licor de cacao (análisis sensorial)

seleccionar las ramillas de plantas que presenten buenas características. Las ramas a escoger para obtener ramillas deben presentar un color pardo (verde oscuro o café). Con una tijera de podar se cortan las ramillas en las primeras horas del día, y se las lleva hasta el sitio de propagación y se las sumerge en agua. Luego con las tijeras se cortan las hojas en sus dos terceras partes. Con una navaja afilada se hace un corte en bisel en la base de la ramilla 4 cm debajo de la hoja inferior. Se debe dejar entre 3 y 4 hojas por ramilla. Inmediatamente, se aplica la hormona enraizante en polvo (auxinas). Todas las ramillas deben ser sembradas en posición inclinada, y en el mismo sentido. Culminada la siembra, cubrir completamente la cámara de propagación con plástico transparente, asegurando los bordes con tierra. En caso de apreciarse condensación de agua en la lámina plástica, obviar el riego.

## **2.8 Prácticas culturales**

### **2.8.1 Preparación del suelo**

Crespo y Crespo (1997), indican que se debe arar a profundidad de 30 cm con tres pases de rastra. En caso necesario se debe hacer drenajes, convenientes para mantener el nivel freático por debajo de 1.20 m de profundidad. Antes de sembrar se deberán hacer los hoyos de 30x30x30cm. Es recomendable mezclar la tierra con fertilizante NPK (10-30-10). También se puede usar estiércol fermentado. El transporte de plantas desde el vivero hasta el campo, deberá ser muy eficiente. Una planta mal seleccionada o estropeada, no producirá el rendimiento esperado.

### **2.8.2 Siembra**

La distancia de siembra recomendada para clones es de 3x3 m para una densidad de 1 111 plantas por hectárea y para híbridos de 3x4 m para una densidad de 833 plantas por hectárea (Pastorelly, *et al*, 2006).

### **2.8.3 Control de malezas**

Anecacao y Corpei (2007), indican que a partir de la siembra de cacao, se debe mantener libre de malezas la plantación, sobre todo la corona que rodea la planta. Existen dos formas para el control de maleza: mecánica y química. El control mecánico

consiste en el uso de machetes para realizar una chapia ya que beneficia a que los arboles tengan mayor porcentaje de raicillas vivas, y deja distribuida la maleza en el suelo para su descomposición. Una vez al año, se debe eliminar la hierba pajarito que se encuentra en la copa de la planta, la cual compite por luz y nutrientes con el cacao. El control químico se realiza cuando no hay disponibilidad de mano de obra y por la presencia de una especie difícil de controlar.

#### **2.8.4 Poda**

Enríquez (2004), indica que es la práctica que tiene como objeto cortar o eliminar las partes poco útiles o innecesarias de los árboles con lo cual se consigue:

- Estimular el desarrollo de las ramas primarias, para equilibrar el conjunto foliar del árbol.
- Permitir la formación de un tronco recto, en el cual nacerán la mayoría de mazorcas.
- Eliminar toda la madera muerta, chupones o ramas mal dirigidas.
- Regular el crecimiento del árbol que en estado silvestre crecería muy alto.
- Regular la luz que el árbol necesita para cumplir sus funciones fisiológicas.
- Facilitar las labores de chapia o limpieza y aplicación de productos.
- Facilitar cosecha y combate de enfermedades.

Hay varios tipos de poda:

- De formación que se hace en los primeros años de vida de la planta.
- De mantenimiento, que se efectúa varias veces en el año. Debe ser una poda liviana.
- Fitosanitaria, que se debe realizar en los tiempos de cosecha para eliminar hojas, ramas y frutos enfermas.
- De rehabilitación, que permite mejorar cacaotales viejos poco productivos o abandonados.

Por otro lado, Crespo y Crespo (1997), señalan que la poda de un árbol de cacao CCN51 en producción se la puede dividir, primero en poda sanitaria para mantener

la salud de la planta; y segundo en poda estructural para limitar su tamaño, darle forma determinada y estimular su producción.

### **2.8.5 Riego y drenaje**

Anecaaco y Corpei (2007), afirman que es una práctica fundamental en el manejo del cultivo, la aplicación depende de las condiciones climáticas y de las características del suelo. Se debe evitar el exceso de riego y humedad que puede incidir en el desarrollo de enfermedades y falta de oxigenación en las raíces. El método que se elija depende del tamaño de la huerta y del costo de los sistemas. La eficiencia de un método de riego está dada por la cantidad de agua que queda almacenada en la zona radicular.

Pastorelly, *et al* (2006) señalan que la única manera de acertar con el riego es la constancia. El agricultor ha de observar e interpretar las señales que las plantas presentan. La idea sin ser falsa, olvida que si se riega por la tarde o noche el agua permanece largo tiempo ahogando las raíces sin ser utilizada. El mejor momento para regar es la primera hora de la mañana.

Anecaaco y Corpei (2007) y Pastorelly, *et al* (2006) coinciden en que los sistemas de riego a utilizarse pueden ser:

- Gravedad
- Goteo
- Aspersión
- Micro aspersión

Se debe considerar el tiempo de plantación, costos del sistema, tipo de suelo, flora que posee y el clima al decidir cuánto y cómo a menudo se debe regar.

### **2.8.6 Fertilización**

INIAP (2008), indica que en el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico. Durante el primer y segundo año las

necesidades por planta son de 60 gramos de Nitrógeno, 30 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 24 g de K<sub>2</sub>O y 82 g de S O<sub>4</sub>. Del tercer año en adelante, el abonado se debe realizar de acuerdo a análisis de suelo.

Anecaao y Corpei (2007), señalan que antes de realizar un programa de fertilización, debe hacerse un análisis de suelo y hojas. Las aplicaciones de fertilizantes se realizaran cuando los suelos estén húmedos.

Bustamante y Lainez (2010), indican que el peso de los granos de cacao, depende del manejo, nutrición de la planta y disponibilidad de agua en el cultivo<sup>1</sup>.

## 2.9 Cuadro de las principales plagas y enfermedades

Según Enríquez (2004), las principales plagas y enfermedades son las siguientes:

Plagas	Descripción
<b>Áfidos</b>	Insectos pequeños de color oscuro, siempre están agrupados en colonias. Atacan los brotes, las hojas y las flores. Muy común en plantas jóvenes.
<b>Ácaros</b>	Arañitas, habitualmente de color rojo. Producen atrofia, mal formación y defoliación de los brotes terminales
<b>Chinches</b>	Viven en colonias en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas de poca profundidad.
<b>Barrenador del tallo</b>	La hembra raspa el tallo y deposita sus huevos, al desarrollarse la larva penetra el tallo y mata la planta ( <i>Steirastoma breve</i> ) y ( <i>Cerambycidae</i> )
<b>Gusanos defoliadores</b>	Son larvas de lepidópteros que atacan generalmente el follaje tierno. La aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> es recomendada en casos especiales.
<b>Hormigas</b>	De la familia <i>Formicidae</i> , se las denomina como hormigas arrieras. Defolian las plantas cortando porciones semicirculares.
<b>Trips</b>	Cuando se los localiza en las hojas y su ataque es fuerte, estas dan la apariencia de secas o quemadas y caen fácilmente.
<b>Gusano Blanco</b>	Las larvas de estos escarabajos, provocan daños a las raíces poco profundas además de daños conocidos en viveros a nivel del suelo. ( <i>Phyllophaga</i> sp.)

<sup>1</sup>Comunicación personal del Ing. Freddy Bustamante, presidente de DUBLINSA S.A., compañía productora, exportadora de cacao en grano y del Ing. José Lainez, especialista en nutrición vegetal.

Enfermedades	Descripción
<b>Escoba de bruja</b>	Enfermedad transmitida por semillas y también por partes vegetativas. La enfermedad es causada por el hongo Basidiomiceto <i>Crinipellis pernicios</i> . Se produce en las terminales de las ramas nuevas además de los cojines florales causando las llamadas flores estrellas.
<b>Moniliasis</b>	Causada por el hongo <i>Monilia roreri</i> . La enfermedad ataca solamente los frutos. En Ecuador es una de las enfermedades más severas. Se da principalmente en las primeras etapas del crecimiento de la mazorca y se desarrolla a medida que el fruto crece.
<b>Mal de machete</b>	Causada por el hongo <i>Ceratocytis fimbriata</i> . Esa enfermedad destruye árboles enteros. El hongo siempre infecta al cacao a través de lesiones en los troncos y ramas principales, puede matar al árbol rápidamente. El mal del machete se disemina fácilmente por medio de herramientas contaminadas.
<b>Fitóftora</b>	Causada por un hongo del complejo <i>Phytophthora</i> . Ataca a plantas jóvenes y diferentes partes del árbol, cojines, chupones, brotes, hojas, ramas, tronco y raíces. Principalmente en el fruto la infección aparece en forma de manchas pardas que se extienden por toda la superficie de la mazorca.

## 2.10 Cosecha

Los árboles de cacao florecen dos veces al año. El periodo de maduración de los frutos oscila entre los cuatro y los seis meses, según la altura sobre el nivel del mar y de la temperatura. La recolección es una de las fases más importantes, se debe hacer la identificación de las mazorcas maduras. Este estado se conoce por los cambios de coloración externa, que varía dependiendo del tipo o variedad. El punto óptimo de recolección se produce cuando las variedades de fruto rojo han tomado un color anaranjado-bermellón y los de fruta amarilla un color amarillo-verdoso. Los frutos defectuosos, enfermos o agusanados se destruyen directamente en el campo y se entierran. Las mazorcas sanas se abren en el campo para extraer las semillas (Pastorelly, *et al*, 2006).

Enríquez (2004), indica que 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 que estén demasiado maduras tienden a secarse y se puede producir la germinación de las semillas dentro de los frutos.

APROCAFA (2007), señala la cosecha empieza con la recolección de las mazorcas que ya se encuentran maduras (color rojizo o rojo a naranja amarilleado, coloración particular solo del clon CCN51). Una vez tumbadas las mazorcas, se agrupan en pilos dentro de la huerta mientras que el partidor va abriendo con un machete para extraer los granos. Hay que tener cuidado en no mezclar los frutos enfermos con los sanos y ponerlos en diferentes sacos desde el momento de la cosecha para no contaminarlos, ya que esto afecta a la calidad de cacao en el momento de la fermentación. Las cascaras de las mazorcas cosechadas que quedan en el campo aportan como hospederos del insecto polinizador *Forcipomyia* sp. y fertilizante orgánico.

## **2.11 Fermentación**

Amores y Jiménez (2007), indican que la fermentación de las almendras tiene como propósito eliminar el mucilago y crear las condiciones para la formación de ciertos compuestos químicos dentro de los cotiledones. Algunos compuestos químicos solo se forman durante este proceso y se conocen como los precursores del sabor a chocolate y otros sabores específicos como el floral, frutal y a nuez. Por lo tanto la correcta ejecución de la fermentación es un factor fundamental para la calidad de los cacaos destinados a la producción de licores que serán utilizados como ingredientes en la fabricación de chocolates negros y tipo *gourmet*.

Pastorelly, *et al* (2006) señalan que bioquímicamente la fermentación consiste en la acción de levaduras sobre la pulpa mucilaginosa y dulce de la almendra de cacao. Estas convierten los azúcares en alcohol etílico (etanol), posteriormente actúan bacterias acéticas que transforman el alcohol en ácido acético (vinagre), durante estas transformaciones hay una considerable producción de energía calórica, que hacen subir la temperatura de la masa fermentante (50 °C). El aumento de calor junto con el etanol y el ácido acético que penetran al interior de la almendra, matan al embrión de la semilla; asociado a esto se da la licuación y posterior drenaje de la pulpa de la semilla. Al mismo

tiempo se dan un sinnúmero de reacciones químicas al interior de la almendra la cual va cambiando en su coloración interna; estos procesos continúan incluso durante el secado.

Enríquez (2004), manifiesta que la fermentación es el proceso por medio del cual se remueve la pulpa externa o mucilago que cubre el grano fresco, se mata al embrión y se da buena calidad y presentación a las almendras. Asimismo, indica que los métodos de fermentación más utilizados en nuestro país son los montones, sacos y cajones.

- **Montones**

El método de los montones es el más usado por los pequeños productores; consiste en amontonar las almendras sobre un piso de madera, cemento o sobre hojas de plátano de tal suerte que los jugos puedan escurrir (Pastorelly, *et al*, 2006). 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 5 a 6 días luego se las extienden para que se sequen.

- **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. 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 pocas almendras fermentadas y el resto no. Es importante que los sacos estén bien limpios o sean nuevos.

- **Cajones**

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 ha 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 kilogramos de cacao húmedo o un poco más dependiendo del tamaño de la semilla y de la cantidad de mucilago. 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.

### **2.11.1 Bioquímica de la fermentación**

Calderón (2002), indica que los granos dentro de la vaina madura son microbiológicamente estériles. En cuanto son removidos, se empieza a inocular una variedad de microorganismos de las paredes de las mazorcas. Las vasijas utilizadas para llevar el grano a la fermentadora y los insectos que se posan en los granos, contribuyen nuevas fuentes de infección. La pulpa de cacao contiene los azúcares y ácido cítrico que hacen un medio excelente para el crecimiento de microorganismos.

Barrale (2007) y Sandoval y Giurfa, (2000), coinciden en que en el proceso de fermentación de las semillas del cacao los microorganismos juegan un papel importante. La fase inicial consiste en una fermentación alcohólica llevada a cabo por las levaduras, pertenecientes a los géneros *Candida*, *Dedaryomyces*, *Hansenulaa*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y *Torulopsis*. Tras la fermentación alcohólica se produce un incremento en los recuentos de *Lactobacillus*, *L. plantarum*, *L. collinoides* y *L. fermentum*, con la producción asociada de ácido láctico. La tercera etapa consiste en una intensa acetificación a cargo de las bacterias acéticas.

Calderón (2002), señala que durante el estado inicial de la fermentación, el etanol y el ácido acético que se producen en la pulpa, entran a la semilla y junto con la temperatura

alta (45-50° C) matan el embrión. Este es un requisito previo para el inicio de las reacciones bioquímicas dentro del grano que son las responsables para la formación de los precursores del sabor.

Calderón (2002) y Saltos (2005), coinciden en que los cambios químicos de los cotiledones ocurren en dos fases: una fase hidrolítica anaeróbica seguida por una fase de condensación oxidativa. Manifiestan que la fermentación en su primera fase (anaeróbica hidrolítica), es sin aire donde abundan las levaduras que convierten el mucilago azucarado en alcohol y anhídrido carbónico durante las primeras 48 horas. La segunda fase (aeróbica) puede ser posterior o simultánea con la primera, aquí ocurre la penetración del aire con la remoción y favorece a una mayor actividad para una buena fermentación.

Calderón (2002), agrega que alrededor del cuarto día cuando el oxígeno comienza a entrar al grano y la concentración ácida de los ácidos orgánicos activan la oxidasa, se inician una serie de reacciones de oxidación enzimática que dan como resultado el oscurecimiento de los cotiledones. La función más importante es la reducción de la astringencia y amargor por la oxidación de los polifenoles.

Lainez (2010), indica que el proceso de fermentación se da mayormente en los primeros diez centímetros de la masa, ya que el azúcar es un combustible que al estar en contacto con el oxígeno del aire se produce una combustión generando más calor en la superficie de la masa<sup>1</sup>. Por esta razón, se realizan volteos o remociones de la misma para permitir una fermentación uniforme, lo cual además permite la aireación del cacao y evita la formación de mohos indeseables. En ocasiones por falta de aireación y remoción o por mucho tiempo de fermentado, se presenta la fermentación láctica y la posterior fermentación butírica, que dejan sabores indeseables en el cacao (ahumado, podrido), además de una coloración externa café negruzca poco atractiva.

Sánchez (2007), afirma que un indicio de que la fermentación ha terminado, es el descenso de la temperatura, puesto que se han consumido todos los azúcares de la pulpa,

---

<sup>1</sup> Comunicación personal del Ing. José Lainez, especialista en nutrición vegetal.

y las almendras adquieren una coloración externa café chocolate e internamente se agrietan.

Lainez (1959), opina que la cura de la almendra es esencialmente un proceso de oxidación de los azúcares en alcohol y el alcohol a su vez se oxida, dando ácido acético.

### **2.11.2 Sucesión microbiana durante la fermentación del cacao**

Sánchez (2010), indica que los primeros microorganismos que comienzan a crecer son levaduras, en concreto *Candida rugosa*, *Kluyveromyces marxianus* y por supuesto *Sacharomyces cerevisiae*. Estas levaduras comienzan a degradar la pectina que rodea a las almendras, además de comenzar a fermentar los azúcares de la pulpa produciendo etanol y CO<sub>2</sub>.

Según avanza el proceso fermentativo, la temperatura se va incrementando lo cual provoca que las levaduras dejen de crecer y sean sustituidas por bacterias lácticas de los géneros *Lactobacillus* y *Streptococcus*. Es decir, el crecimiento de un microorganismo cambia las condiciones ambientales permitiendo que otro microorganismo pueda crecer, es lo que se conoce como una sucesión microbiana. El crecimiento de las bacterias lácticas provoca una bajada del pH, que junto con la aireación permite el crecimiento de bacterias acéticas de los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*, que aprovechan el etanol para producir ácido acético.

Este es un punto clave del proceso. El acético provoca una bajada mayor del pH que junto con el calor de la fermentación, acaba matando a los brotes del interior de las semillas pero no inactiva a las enzimas líticas que han sido producidas por dichos brotes. Estas enzimas siguen funcionando y degradando los polímeros presentes en las almendras y en la pulpa originando péptidos y carbohidratos que contribuirán al sabor final del chocolate. Además, los microorganismos presentes en la fermentación originan ésteres del acetato a partir del acético, que darán al chocolate su peculiar sabor.

La fermentación dura unos 5 a 7 días y al final de dicho proceso podemos tener una concentración de hasta 10<sup>8</sup> microorganismos por gramo. Si la fermentación se detiene muy pronto el chocolate será demasiado amargo. Si se pasa, el pH comienza a aumentar

y esto permite que crezcan microorganismos como *Bacillus* o *Aspergillus*, con grandes capacidades degradativas ya que producen proteasas y lipasas. En ese caso tenemos un problema porque las lipasas comienzan a destruir las semillas liberando ácidos grasos de cadena corta lo que provocará la aparición de sabores extraños. Si se permite proseguir la fermentación el pH se va acercando a 7 lo que permite el crecimiento de *Pseudomonas*, *Enterobacter* y *Escherichia*, lo que puede echar a perder todo el producto.

Después de la fermentación, las almendras se esparcen para secarlas. En estas condiciones se favorece el crecimiento del hongo micelial *Geotrichium*, que transforma el ácido láctico en succínico. Durante el secado las almendras adquieren un color marrón. Es en esta forma como son exportadas desde los países productores a los países fabricantes de chocolate.

### **2.11.3 Factores que controlan el proceso de fermentación**

#### **Época**

Amores, *et al* (2007) señalan que la temperatura de la masa de fermentación durante la época lluviosa es superior con respecto a la época seca.

#### **Temperatura**

Saltos (2005), considera que la fermentación es más rápida a medida que la temperatura aumenta. El embrión muere al tercer día de fermentación cuando las temperaturas alcanzan los 40 y 50 °C. Agrega que la temperatura más alta se registra a nivel superficial en todos los sistemas de fermentación conocidos.

Lainez (1959), afirma que las semillas de cacao mueren cuando son conservadas a una temperatura de 40 a 45 °C. Además, opina que la temperatura debe ser conservada entre 48 y 50 °C., cuando sube entre 52 y 55 °C., los microorganismos no pueden ejercer sus actividades y a los 70 °C no se reproducen.

## **Tiempo**

Saltos (2005), manifiesta que la duración de la fermentación es uno de los aspectos más importantes de esta fase, que depende del tipo de cacao, método de fermentación, frecuencia de remoción, volumen de cacao para fermentar, estado de madurez de las mazorcas, y condiciones sanitarias del grano. Si la fermentación se prolonga excesivamente, la masa de cacao se contamina por microorganismos proteolíticos, provocando la neutralización del ácido existente por el amonio, causando la pérdida del sabor a chocolate con desarrollo de otros aromas y sabores extraños.

## **Aireación**

Lainez (1959), piensa que trasladar las almendras de una caja a otra es útil, puesto que la aireación que se produce aumenta la velocidad de la fermentación y así se eleva la temperatura.

Saltos (2005), señala que la fermentación en la parte central de las cajas siempre queda de 15 a 20 % de almendras con mala fermentación y que el aspecto más importante al inicio y en el incremento de la temperatura es la correcta aireación de la masa.

## **Potencial de Hidrógeno (pH)**

Sánchez (2007), indica que la pulpa fresca tiene un pH de 3.4 a 4.6. En la misma etapa el pH de los cotiledones es de 6.6. Debido a que la testa es permeable al ácido acético, este pasa al interior del cotiledón y al tercer día mata el embrión. El pH óptimo para un cacao de calidad, debe encontrarse en un rango de 5.1 a 5.4. Cualquier cacao con pH menor a 5.0 indica presencia de ácidos volátiles indeseables.

## **Volumen**

Saltos (2005), menciona que la cantidad de cacao no debe ser mínima a 100 kg en el método de cajas, ya que las cantidades pequeñas se ven afectadas por cambios de temperatura y precisan un superior aislamiento, que en los volúmenes elevados se obtienen mejores porcentajes de fermentación, pero la altura de la masa no debe exceder

a 0.80 m de altura ya que disminuye el aumento de temperatura por presión y obstaculiza su manejo.

Pérez (2010), indica que para lograr una buena fermentación, la altura de la masa de cacao debe ser de 0.50 cm<sup>1</sup>.

### **Remoción**

Saltos (2005) señala que el volteo depende en parte, del tamaño de la masa y de la variedad de cacao sometida al proceso de fermentación.

Pérez (2010) y Quiroz (2010), coinciden en señalar que la primera remoción se debe realizar a las 48 horas y posteriormente cada 24 horas.

### **2.12 Método del presecado**

Von Rutte (2005), afirma que el método de presecado consiste en que una vez cosechadas las mazorcas, se sacan las pepas y estas se ponen a exposición al sol eliminando el exceso de su pulpa lo cual permite que al momento de meter a fermentar se produzca un rápido incremento en su temperatura y acorte el tiempo de este proceso. El tiempo de presecado dependerá del sol, aquí lo más importante es ir palpando con la mano si la baba ha desaparecido, luego pasaría a la fermentación.

Por otro lado, APROCAFA (2007), indica que la fermentación del cacao Don Homero (CCN51) se divide en dos fases. La primera, consiste en un presecado inicial del grano que retire el exceso de mucílago, para que se active la fermentación con el calor. En la segunda fase, se colocan los granos en sacos de yute o montículos alargados que no superen una altura de 50 cm y del largo que uno quiera, cubiertos durante 2 o 3 días de fermentado. Los granos se remueven cada 24 horas.

Amores *et al* (2007), manifiestan que las almendras de cacao con el método del presecado de CCN51, determinan valores de pH más alto (menor acidez). La detección de valores más intensos para el sabor a cacao, se explica parcialmente como una

---

<sup>1</sup> Comunicación personal de la Ing. Rosa Pérez, experta en post cosecha, calidad física y organoléptica de cacao.

consecuencia del mejor equilibrio sensorial alcanzado por el decrecimiento de la acidez que en otras condiciones podrían estar enmascarando este atributo. Es posible que el presecado influya a través de otros mecanismos sobre la mayor intensidad del sabor a cacao.

### **2.13 Secado**

Amores y Jiménez (2007), señalan que después de la fermentación, las almendras tienen alrededor de 55 % de humedad, debe reducirse al 7 %, que es la humedad en la cual se debe almacenar y comercializar. 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.

El secado de las almendras cumple dos funciones. Primero, reduce la humedad (7 %) y la segunda disminuye la acidez mediante la eliminación parcial de los ácidos volátiles que están dentro de los cotiledones, con la humedad que se evapora durante el proceso de secado (Amores y Jiménez, 2007). Hay varios métodos para secar cacao:

- **Secado solar o natural**

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. El periodo de secado al sol se puede realizar de 1 a 6 días. 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.

- **Secado Artificial**

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. La mayor parte de la producción mundial de cacao proviene de países en donde las almendras se secan al sol;

sin embargo en ciertas regiones algunas cosechas coinciden con un período de lluvia o con un período de humedad intensa y las almendras deben ser secadas artificialmente. El secado artificial requiere alta inversión en equipos y construcción. Además, el costo del combustible para el quemador encarece el secado, aunque se necesita pocas horas de trabajo.

Amores, *et al* (2007) señalan que el buen secado de las almendras no mejora de ninguna manera la calidad sensorial de un cacao con fermentación insuficiente.

#### **2.14 Almacenamiento**

Amores y Jiménez (2008), afirman que las almendras de cacao se almacenan fermentadas y secas. Son higroscópicas (absorben vapor de agua) y su contenido de humedad puede aumentar sobre el 7 % en condiciones de almacenamiento inadecuadas, con el consiguiente desarrollo de hongos e insectos que destruyen los cotiledones. Además causan el incremento de ácidos grasos libres que representa un importante problema de calidad para los fabricantes de chocolates.

La presencia de micotoxinas debido a la contaminación fungosa, es otro problema que afecta la calidad del cacao. Por otro lado, debido a la alta concentración de grasa (50 % de su peso), las almendras se contaminan por su fácil absorción de olores y sabores extraños. El almacenamiento debe ser en un lugar limpio y ventilado. Hay que evitar almacenarlo con otros productos vegetales o minerales.

#### **2.15 Torrefacción o tostado de las almendras**

Jiménez (2007), señala que las almendras de cacao tienen que tostarse para facilitar la eliminación de la cascarilla y para que los precursores del sabor (azúcares, aminoácidos y otros que se forman durante la fermentación) se combinen y transformen para formar los olores y sensaciones típicas del sabor a chocolate y otras como el floral, frutal y nuez según el tipo de cacao. Sin embargo, cuando el tostado de las almendras se realiza a temperaturas altas o bajas y los periodos de tiempo son cortos o demasiado prolongados, el desarrollo de los perfiles de sabor es afectado favorablemente o por el contrario pueden sufrir distorsiones. Temperaturas de tostado superiores a 125 °C,



pueden debilitar por ejemplo los aromas especiales de los cacaos finos, mientras que temperaturas inferiores a 110 °C pueden aumentar la intensidad de los sabores básicos.

### **2.16 Tamaño y homogeneidad de las almendras**

Amores y Jiménez (2007), indican que el tamaño de las almendras también tiene que ver con el proceso de la torrefacción. Si las almendras son muy pequeñas (con pesos inferiores a 1 gramo) usualmente corren el riesgo de sobre tostarse mientras que las almendras grandes se pueden tostar solo parcialmente. Por esta razón las calibraciones previas de los equipos para definir regímenes de torrefacción específicos para los lotes diferentes de cacao, son prácticas comunes aunque consumidores de tiempo en los procesos industriales.

### **2.17 Calidad**

Pastorelly, *et al* (2006), detallan que la calidad del cacao viene dada por diferentes factores, pero el mercado reconoce tres diferentes componentes en la calidad del cacao, que son el físico, químico y organoléptico. El componente físico de la calidad comprende el tamaño de la almendra, coloración externa e interna, grado de fermentación, peso promedio de una pepa, contenido de cascara de la misma, contenido de humedad, defectos, impurezas y materias extrañas. El componente químico está determinado por el contenido de manteca o grasa, porcentaje de proteínas, carbohidratos. El componente organoléptico está vinculado al sabor y aroma del grano. De acuerdo a procedimientos universalmente utilizados, esta parte de la calidad está dada por el peso promedio y el grado de fermentación de las almendras.

Saltos (2005), indica que la calidad de cacao se manifiesta a través de las características físicas (tamaño, peso, grosor de cascara, color, contenido de grasa) y de las características organolépticas de las almendras.

Cros (2004), manifiesta las calidades organolépticas del chocolate están vinculadas entre otras cosas al estado de maduración de la mazorca a su recogida. Los compuestos fenólicos desempeñan un papel en esos distintos aspectos de calidad (color, aroma, astringencia).

ANECACAO (2010), indica que los controles de calidad permiten determinar la fermentación, peso del lote y grado de humedad, como determina la norma INEN 176. Hay dos análisis fundamentales: físico y organoléptico.

### 2.17.1 Análisis físico

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 176 establece la clasificación y los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao en grano beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 1. Requisitos de calidad del cacao en grano beneficiado<sup>1</sup>**

Requisitos	Unidad	Cacao Arriba					CCN-51
		ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	
100 granos pesan	g	135 – 140	130 – 135	120 – 125	110 -115	105 – 110	135 – 140
Buena fermentación (mínima)	%	75	65	60	44	26	***65
Ligera fermentación * (mínima)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta (máxima)	%	10	15	21	25	25	18
Pizarroso/pastoso (máximo)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máximo)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 pepas)	%	100	100	100	100	100	100
Defectos (máximo encontrado en análisis sobre 500 gramos)	%	0	0	1	3	**4	1
Total fermentado (mínimo)	%	85	75	65	54	53	76
A.S.S.P.S	Arriba Superior Summer Plantación Selecta						
A.S.S.S	Arriba Superior Summer Selecta						
A.S.S	Arriba Superior Selecto						
A.S.N	Arriba Superior Navidad						
A.S.E	Arriba Superior Época						
*	Coloración marrón violeta						
**	Se permite la presencia de granza solo para el tipo A.S.E.						
***	La coloración varía de marrón a violeta						

La humedad no debe pasar de 7 % (cero relativo). Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1% de granos partidos. El cacao beneficiado deberá estar libre de: olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable. El cacao beneficiado, deberá sujetarse a las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de

<sup>1</sup> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN176. Cacao en grano. Requisitos. Subcomité técnico: cacao y productos de cacao. 2000.



recomendación de aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones Ecuatorianas correspondientes.

Amores *et al* (2007), concluyen que la época de fermentación, métodos de fermentación y presecado, no promueven cambios en la variable peso de 100 almendras para cacao CCN51.




### 2.17.1.1 Prueba de corte

Anecacao y Corpei (2007), señalan que la prueba de corte consiste en realizar un corte longitudinal en la pepa a fin de evaluar el grado de fermentación como se detalla a continuación:

**Tabla 2. Clasificación de almendras de cacao por el grado de fermentación<sup>1</sup>**

Clasificación de almendras	Características	Causas	Efecto de las almendras en el chocolate
 <p>Almendra bien fermentada</p>	Los cotiledones presentan una coloración marrón o marrón oscuro, de aspecto quebradizo, con estrias bien abiertas. La testa o cascarilla se separa fácilmente del cotiledón.	Es el resultado de un adecuado proceso de fermentación y secado.	El sabor y aroma de las almendras está bien desarrollado para la elaboración de chocolates. Presenta buena expresión del sabor a cacao y baja astringencia, acidez y amargor y máxima expresión para el sabor "Arriba", cuando se trata de cacao Nacional.
 <p>Almendra medianamente fermentada</p>	Los cotiledones presentan color café oscuro con pigmentaciones de color violeta en los bordes y tienen aspecto ligeramente compacto; las estrias son poco abiertas y el cotiledón es menos quebradizo que en las almendras bien fermentadas.	Varios factores causan la presencia de almendras medianamente fermentadas: entre ellos se cuentan el insuficiente tiempo de fermentación, ubicación de las almendras dentro de la masa fermentativa, remociones tardías, baja temperatura, etc.	La calidad del sabor y aroma es aceptable con cualidades aprovechables para la fabricación de chocolates. Los niveles de la astringencia, acidez y amargor son más altos que en las almendras bien fermentadas.

<sup>1</sup> Jiménez, J., Amores, F., 2008. Clasificación de almendras de cacao por el grado de fermentación. Programa Nacional de cacao/café, INIAP.

 Almendra violeta	Los cotiledones presentan aspecto compacto o semi compacto y son de color violeta intenso.	Se producen por la interrupción del proceso fermentativo, lo que impide la degradación de la antocianina, un pigmento que pertenece al grupo de los polifenoles, y que le da el color tipo violeta intenso a los cotiledones.	La intensidad de la astringencia y la acidez es muy fuerte; los lotes con alto porcentaje de almendras violeta son poco recomendables para la elaboración de chocolates. No se han desarrollados los precursores del sabor y aroma a cacao.
 Almendra pizarra	Los cotiledones son una masa de aspecto muy compacto y tiene un color gris negruzco, opaco. Su sabor es muy desagradable y persistente.	Ausencia de fermentación y sometidas a secado rápido.	El amargor y la astringencia se encuentran en su máxima expresión; las almendras no tienen utilidad para la industria chocolatera. Puede ser una fuente para la extracción de grasa.
 Almendra mohosa	En el interior de los cotiledones se observa una coloración blanquecina y en ocasiones verdosa o amarilla, por la presencia de los filamentos de los hongos.	Son almendras invadidas por hongos a través de aberturas producidas por la germinación en mazorcas sobre maduras, o por daños mecánicos de la testa o cascarilla. El desarrollo de los hongos se favorece cuando el contenido de humedad de las almendras supera el 7%.	Producen olores y sabores desagradables, dan origen a las ocratoxinas que son sustancias perjudiciales para la salud. Su presencia es un defecto altamente indeseable para la industria. Las almendras se usan para la extracción de la grasa.

La Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 177:95 establece la toma de muestras como se detalla a continuación:

**Tabla 3. Número de muestras elementales de cacao<sup>1</sup>**

Tamaño del lote (número de sacos)	Número mínimo de muestras elementales
2-8	2
9-15	3
16-25	5
26-50	8
51-90	13

<sup>1</sup> Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN177. Muestreo. Subcomité técnico: cacao y productos de cacao. 2000.

Tamaño del lote (número de sacos)	Número mínimo de muestras elementales
91-150	20
151-280	32
281-500	50
501-1.200	80
1.201-3.200	125
3.201-10.000	200
10.001-35.000	315
35.001-150.000	500
150.001-500.000	800
Mayor a 500.001	1250

\*el tamaño de la muestra puede cambiar, dependiendo del nivel de inspección acordado entre el comprador y vendedor. Muestreo por atributos.

Romero (2010), señala que el número de muestras a tomar debe ser el 10 % del número de sacos del lote. Ejemplo: Si en un lote hay 200 sacos, las muestras a tomar serán de 20 sacos<sup>1</sup>.

### 2.17.2 Análisis organoléptico

Jiménez (2007), indica que el análisis organoléptico es un conjunto de medidas y evaluación de las propiedades más relevantes de los alimentos a través de los órganos de los sentidos. Consiste en probar, experimentar y analizar un alimento con la intención de valorar su calidad organoléptica y más particularmente las características olfato-gustativas de un producto.

REPEC (2003), afirma que el procedimiento para la degustación es el siguiente:

- Se pesan 300 a 400 g. de cacao escogido.
- Se procede a tostar el grano escogido: cacao nacional (121 °C por 18 minutos) y cacao CCN51 (145 °C por 30 minutos).
- Se procede a pelar el grano y se lo muele en un molino manual.

<sup>1</sup> Gonzalo Romero, comunicación personal

- Una vez pelado y molido pasa a licuarse hasta llegar al punto de licor.
- Una vez hecho licor se procede a tomar el aroma para ver si presenta algún olor extraño, luego se procede a llevar a la boca la muestra colocándola uniformemente en la lengua, saboreamos por espacio de 15 segundos hasta detectar los sabores básicos, específicos y los no deseados. Para clasificación de estos sabores se utiliza una escala de 0 a 10.

El amargor es producido por los granos pizarrosos. La acidez es producida por los granos violetas. Los granos sobrefermentados producen sabores agrios en el grano.

Pérez (2010), indica que el cacao CCN51 debe ser tostado a 125 °C por 15 minutos y que se debe degustar cuando la muestra está tibia y luego cuando esta fría<sup>1</sup>.

#### **2.17.2.1 Perfil de sabores**

Amores, *et al* (2007), indican que la identificación, medición y combinación de la intensidad de notas sensoriales en perfiles de sabores de sabor integral, permiten configurar lo que se conoce como perfil organoléptico o sensorial del cacao.

Sánchez (2007), Jiménez (2007) y REPEC (2003), coinciden en señalar que los sabores son los siguientes:

#### **Sabores básicos del cacao**

-Acidez, describe muestras con sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles. Se percibe a los lados y al centro de la lengua. Referencia: frutas cítricas, vinagre.

-Amargor, se describe como un sabor fuerte y amargo, generalmente debido a la falta de fermentación. Se percibe en la parte posterior de la lengua o en la garganta. Referencia: café, cerveza o toronja.

---

<sup>1</sup> Comunicación personal de la Ing. Rosa Pérez, experta en post cosecha, calidad física y organoléptica de cacao.

-Astringencia se describe licores con sabor de astringencia fuerte, generalmente debido a la falta de fermentación. Entre los efectos que producen están sequedad en la boca, aumento de salivación que pueden percibirse en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. Referencia: cacao no fermentado, polifenoles, parte interna de la cascara de plátano.

-Dulce, este sabor es percibido en la punta de la lengua.

-Salado, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación.

### **Sabores específicos**

-Cacao, describe sabor típico a granos de cacao bien fermentados, tostados y libre de defectos. Referencia: barras de chocolate de cacao bien fermentado.

-Floral, son aquellos licores con sabor y aroma a flores, casi perfumado. Referencia: violetas, flores de cítricos.

-Frutal, caracterizan licores con sabor a fruta madura. Esto describe una nota de aroma a dulce agradable. Referencia: cualquier fruta seca (cítricos).

-Nuez, se describe como un sabor similar a la nuez, característico de los cacao tipo Criollos y Trinitarios.

### **Sabores adquiridos**

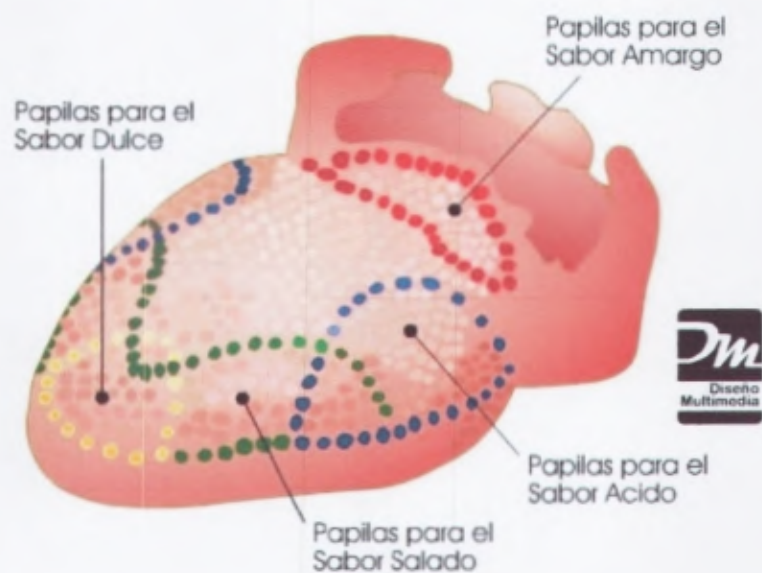
-Humo, describe licores contaminados por humo de madera, usualmente debido al secado artificial. Referencia: humo de madera, notas fenólicas, jamón.

-Moho, describe licores con sabor mohoso generalmente debido a una sobre fermentación de las almendras o a un incorrecto secado. Referencia: sabor a pan viejo o musgo.

-Crudo/verde, se presenta con aroma desagradable, generalmente debido a la falta de fermentación o a la falta de tostado.

Saltos (2005) y Sánchez (2007), coinciden en la importancia de los compuestos involucrados en la formación del aroma del cacao y por ende el desarrollo de los precursores del sabor a chocolate. En ese sentido, los compuestos volátiles como las pirazinas y los aldehídos representan un sabor a cacao. Asimismo el grado de astringencia del chocolate, está determinado por los compuestos polifenólicos, el amargor por las purinas (cafeína y teobromina) y la acidez por el ácido láctico y ácido acético.

**Foto 1. Distribución de sabores en la lengua**



Fuente: <http://www.aprendergratis.com>

### **2.18 Cacao CCN51 como una alternativa para el Ecuador**

Romero (2010), indica que de acuerdo al desarrollo de la oferta y la demanda, el CCN51 goza actualmente del reconocimiento de muchos industriales tanto europeos como americanos, por las excelentes características tanto físicas como de sabor. El peso promedio de las 100 pepas es de 130 -135 gramos, lo que convierte en el grano más pesado en el mercado internacional, además de ser homogéneo en el tamaño, color, sabor y forma, características recomendables durante el proceso industrial. Presenta un



sabor similar al cacao de Ghana que es considerado el patrón universal en la fabricación de chocolates.

Actualmente con la introducción del nuevo sistema de presecado antes de la fermentación se ha logrado obtener un cacao con buen sabor a chocolate, siendo utilizado no solo para la obtención de semielaborados como la manteca y la torta de cacao, sino también, en la fabricación de chocolates.

Por otra parte, el cacao CCN51 debido a su contenido promedio de 52 % de grasa, que es superior al del cacao Nacional de 51 %, es industrialmente más rentable por su mayor rendimiento industrial. Por tal motivo el precio pagado en el mercado internacional es similar al precio promedio de las 3 calidades comerciales del cacao de la variedad Nacional, con la diferencia que el rendimiento anual por hectárea por año es de 2 - 2.5 toneladas métricas bajo un sistema de cultivo tecnificado contra alrededor de 1 tonelada del cacao Nacional cultivado bajo las mismas condiciones de cultivo.

Tomando en consideración las declinantes cosechas de cacao de Costa de Marfil que es el mayor productor mundial de cacao, las perspectivas de los precios en el mercado mundial son alentadoras debido a la situación caótica en este país. Además, en Ghana segundo productor mundial, se han descubierto ricos yacimientos de petróleo lo que puede atraer mano de obra hacia esta nueva actividad más remunerativa. En Indonesia, tercer productor mundial, este año se introdujo un impuesto a la exportación de 10 % que según analistas no ayudará al sector cacaotero.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización

La presente investigación se realizó en la “Hacienda Denise”, propiedad de la empresa DUBLINSA S.A, ubicada en el recinto Las Mercedes, del cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas, y comprendió dos estudios, el primero durante la época lluviosa (Mayo), y el segundo durante la época seca (Septiembre) de 2010.

#### 3.2 Características climáticas

- Luminosidad: 1 200 horas luz.
- Pluviometría: 800 mm.<sup>1</sup>
- Temperatura: 27 °C
- Humedad Relativa: 75 %
- Topografía: Plana
- 7 pH
- Textura: Franco-Arcilloso
- Zona ecológica: Bosque tropical seco



#### 3.3 Materiales

- Lastre
- Pallets de madera
- Tablas de plywood
- Caña Guadua
- Ocho cajones de madera para fermentar
- Hojas de plátano
- Quince sacos de cabuya para fermentar
- Plástico negro para fermentar
- Tendales
- Palas de madera
- Medidor de humedad

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAHMI).

- Termómetro
- Balanza
- Baldes
- Navajas
- Placas de identificación
- Calculadora
- Hojas de registro

### **3.4 Equipos**

- Carretón
- Guillotina
- Tostadora
- Molino
- Vasos de muestras para licor de cacao

### **3.5 Factores estudiados**

Durante el desarrollo del estudio se consideraron los siguientes factores: Cinco prefermentaciones, tres métodos de fermentación y tres días de fermentación. Lo anotado generó un experimento factorial de  $5 \times 3 \times 3 = 45$  tratamientos.

### **3.6. Tratamientos estudiados**

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

#### **A. Cinco prefermentaciones:**

- Cosecha y almacenamiento de mazorcas por un día (P1)
- Cosecha y almacenamiento de mazorcas por dos días (P2)
- Cosecha y almacenamiento de mazorcas por tres días (P3)
- Presecado (P4)
- Cosecha y fermentación tradicional (P5)

Una vez prefermentadas las almendras, se fermentaron de la siguiente manera:

**B. Tres métodos de fermentación:**

- Fermentación en sacos (F1)
- Fermentación en cajones (F2)
- Fermentación en montones (F3)

Los tratamientos indicados fueron fermentados en los siguientes días:

**C. Tres días de fermentación:**

- Cuatro días de fermentación (D1)
- Cinco días de fermentación (D2)
- Seis días de fermentación (D3)

Los tratamientos indicados se evaluaron en dos épocas, la primera durante la época lluviosa y la segunda durante la época seca.

### 3.7 Combinación de tratamientos

Las combinaciones de los tratamientos se indica a continuación:

No. de Tratamiento	Pre fermentación	Fermentación	Días
1	P1	F1	D1
2	P1	F1	D2
3	P1	F1	D3
4	P1	F2	D1
5	P1	F2	D2
6	P1	F2	D3
7	P1	F3	D1
8	P1	F3	D2
9	P1	F3	D3
10	P2	F1	D1
11	P2	F1	D2
12	P2	F1	D3
13	P2	F2	D1
14	P2	F2	D2
15	P2	F2	D3
16	P2	F3	D1
17	P2	F3	D2
18	P2	F3	D3
19	P3	F1	D1
20	P3	F1	D2
21	P3	F1	D3
22	P3	F2	D1
23	P3	F2	D2
24	P3	F2	D3
25	P3	F3	D1
26	P3	F3	D2
27	P3	F3	D3
28	P4	F1	D1
29	P4	F1	D2
30	P4	F1	D3
31	P4	F2	D1
32	P4	F2	D2
33	P4	F2	D3
34	P4	F3	D1
35	P4	F3	D2
36	P4	F3	D3
37	P5	F1	D1
38	P5	F1	D2
39	P5	F1	D3
40	P5	F2	D1
41	P5	F2	D2
42	P5	F2	D3
43	P5	F3	D1
44	P5	F3	D2
45	P5	F3	D3

### 3.8 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con dos repeticiones las cuales correspondieron a las épocas de evaluación.

### 3.9. Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza se indica a continuación:

ANDEVA	
Fuente de Variación	GL
EPOCAS	1
TRATAMIENTOS	44
PREFERMENTACION	4
FERMENTACION	2
INT P X F	8
DIAS	2
INT P X D	8
INT F X D	4
INT P X F X D	16
ERROR	44
TOTAL	89

### 3.10 Análisis Funcional (Prueba de significancia)

Para realizar las comparaciones de las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rangos múltiples de DUNCAN al 5 % de probabilidad.

### 3.11 Manejo del experimento

El trabajo de campo de la presente investigación se llevó a cabo la primera parte en el mes de Mayo (época lluviosa) y la segunda parte, en el mes de Septiembre (época seca). Para la determinación del inicio del estudio de los tratamientos, se partió de los análisis meteorológicos del INHAMI como: temperatura, humedad, horas luz y precipitación de la zona. La hacienda posee 120 ha de cacao CCN51 distribuidas por lotes con diferentes edades (de 7 a 18 años), los cuales son manejados bajo sistemas de riego tecnificado, programas de fertilización, podas, controles fitosanitarios, entre otros. La alta productividad es el resultado de dichas labores, por lo que se logra obtener un

rendimiento promedio de 60 qq/ha al año con una cosecha diaria en la que en época de baja producción se obtienen 20 qq mientras que en época de alta producción esta alcanza los 40 qq diarios. Considerando la cosecha, se estableció que el volumen de la masa de cacao para cada tratamiento fuese de 1.76 qq equivalente a 80 kg. La metodología que se ajusta al estudio de los tratamientos comprendió las siguientes labores:

### **3.11.1 Cosecha y prefermentación**

Para los tratamientos de cosecha y almacenamiento de mazorcas por uno, dos y tres días; se cosechó al día 720 kg de cacao fresco que se obtuvieron de 5 040 unidades de mazorcas aproximadamente. Estas fueron trasladadas hasta la fermentadora en donde se distribuyeron 80 kg para los nueve tratamientos del primer día, de igual manera el segundo y el tercer día. En la fermentadora se acumularon las mazorcas sin abrir de tal forma que aquellas cosechadas el primer día se prefermentaron por tres días; las cosechadas el segundo día se prefermentaron dos días y aquellas mazorcas cosechas el tercer día se prefermentaron un día.

Al segundo día se cosechó el doble, es decir 1 440 kg que correspondieron a los tratamientos de cosecha y almacenamiento de mazorcas por dos días y presecado en el cual se puso a desbabar el cacao en el tendal de caña para que escurran durante 24 horas. Luego se las colocaron en el tendal de cemento bajo exposición solar hasta haber logrado el presecado de las almendras (prueba de mano). Al cuarto día se cosecharon 720 kg para el testigo el cual fue fermentado el mismo día (fermentación tradicional).

### **3.11.2 Fermentación**

Al cuarto día todos los tratamientos prefermentados se fermentaron en sacos, cajones y montones cada uno por 4, 5 y 6 días. Una vez puestos a fermentar, se registró con el uso de un medidor, la temperatura inicial y diaria. Al día se tomaron tres temperaturas, en la mañana, tarde y noche considerando que por cada toma, se registró la temperatura del centro de la masa y de la parte superficial de la misma.

### **3.11.3 Remoción**

La primera remoción se realizó a las 48 horas y luego cada 24 horas. El procedimiento fue diferente según el método de fermentación. En cajones, la masa superficial que obtuvo mayor temperatura, pasó a la parte inferior del cajón y a su vez la masa de la parte inferior del cajón con menor temperatura pasó a la parte superior a fin de homogenizar la temperatura de la masa. Para la remoción en sacos, dos personas cargaron el saco y se lo agitó suavemente. En montones, se esparció la masa y se volvió a realizar el montón de tal forma para que la parte superficial quedó en la parte inferior y viceversa.

### **3.11.4 Secado**

Una vez concluida la fermentación de todos los tratamientos, se procedió al proceso de secado el cual fue en tendales de cemento bajo exposición solar hasta haber logrado que cada tratamiento llegue al 7 % de humedad.

### **3.11.5 Pesado**

Se registró el peso fresco de cada tratamiento, peso después de fermentar y peso de almendras secas al 7 % de humedad. Esto permitió calcular cuánto peso perdió desde la cosecha hasta el producto final.

### **3.11.6 Prueba de corte**

Para este procedimiento, se tomó una muestra de 500 g, se identificaron los granos defectuosos, se pesaron y se registraron en la hoja de análisis de cacao. Se contabilizó el número de granos que se obtuvo en 500 g. Se separaron en grupos de 100 granos, se registró el peso de cada grupo y se promedió para obtener el peso promedio de los 100 granos. Luego, se seleccionó un pilo de 100 granos y con el uso de la guillotina o navaja, se realizó un corte longitudinal para evaluar el grado de buena y ligera fermentación, granos violetas, pizarrosos y mohosos.



### **3.11.7 Análisis organoléptico**

Se tomó 1 kg de cacao seco por tratamiento para la realización del análisis organoléptico o sensorial en donde se determinó el aroma y sabor. Dicho análisis se lo realizó en la Unión de Organizaciones Campesinas Cacaoteras del Ecuador "UNOCACE" (45 minutos de Guayaquil) por la Ing. Rosa Pérez, experta en post cosecha, calidad física y organoléptica del cacao.

### **3.12 Variables evaluadas**

#### **-Granos con buena fermentación (%)**

La variable se determinó con el porcentaje de buena fermentación obtenido luego del análisis de la prueba de corte.

#### **- Granos con ligera fermentación (%)**

La variable se determinó con el porcentaje de ligera fermentación obtenido luego del análisis de la prueba de corte.

#### **- Granos violetas (%)**

La variable se determinó con el porcentaje de granos violetas obtenido luego del análisis de la prueba de corte.

#### **-Peso de los 100 granos (g)**

La variable se estableció con el peso promedio de los 100 granos que se obtuvo del análisis físico de cacao.

#### **-Acidez**

La variable se determinó en las almendras través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta

### **-Amargor**

La variable se determinó en las almendras a través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta

### **-Astringencia**

La variable se determinó en las almendras a través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta

### **-Sabor frutal**

La variable se determinó en las almendras a través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta

### **-Sabor a cacao**

La variable se determinó en las almendras a través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta

**-Sabor a nuez**

La variable se determinó en las almendras a través de una escala de 0 a 5; donde:

0= Ausente

1= Intensidad baja

2-3= Intensidad media

4-5= Intensidad alta



## 4. RESULTADOS

Durante el trabajo de investigación se evaluaron cinco Prefermentaciones, tres métodos de fermentación y tres días de fermentación en el material de cacao CCN51. Los tratamientos fueron evaluados en dos épocas: lluviosa y seca. Los resultados experimentales obtenidos durante el desarrollo del estudio se indican a continuación:

En los Cuadros 1, 1A, 3A y 5A del apéndice, se presentan los promedios granos con buena fermentación, ligera fermentación y granos violetas, determinados en el cultivar CCN51 evaluado a través de prefermentaciones, métodos de fermentación y días de fermentación.

### 4.1 Buena fermentación

En buena fermentación (Cuadro 1), en épocas de evaluación se determinó el mayor porcentaje durante la época lluviosa, con 84.2 %, mientras que en la época seca se determinó la menor respuesta con 81.53 %.

En lo que se refiere a Prefermentaciones, se determinó las mejores respuestas en los tratamientos Testigo y Presecado, con 87.11 y 85.38 %, respectivamente, mientras que los menores promedios se determinaron en Prefermentación por dos días y Prefermentación por un día, en su orden, con 83.11 y 74 %. En Fermentación el mayor porcentaje en orden descendente se presentó así: montones, sacos y cajones con 84.70, 83.36 y 80.53%, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 1, 2 y 3, respectivamente. En el primer caso, se determinó la mejor respuesta cuando los granos fueron fermentados por el método de montones. En Prefermentación por Días, la mejor respuesta se obtuvo al sexto día, igual tendencia se obtuvo en la interacción Fermentación x Días.

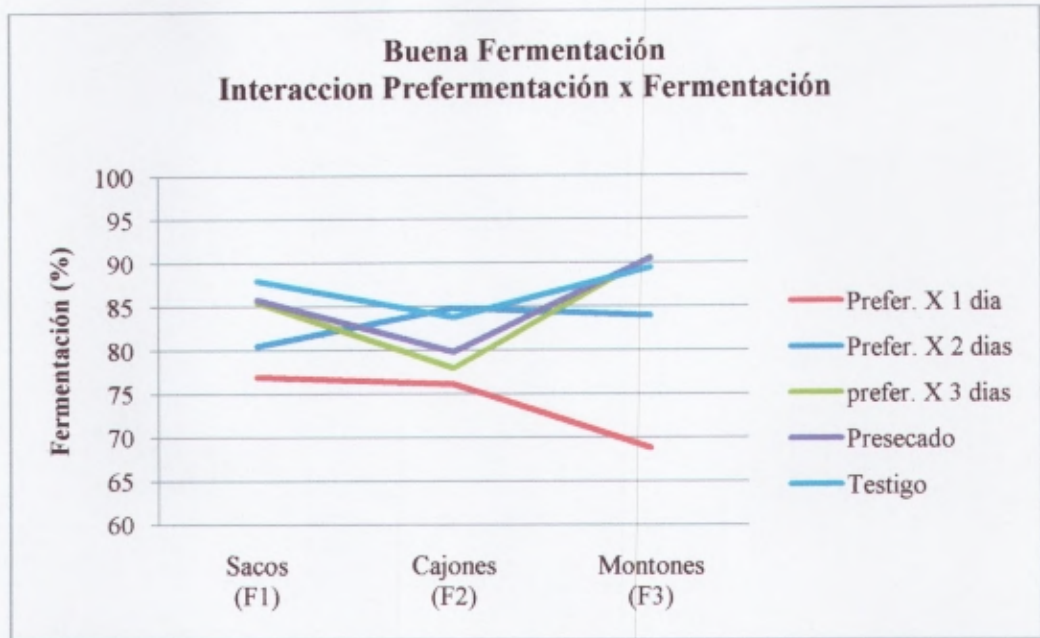
**Cuadro 1. Promedios<sup>1</sup> de granos con buena fermentación, ligera fermentación y granos violetas**

<b>Tratamientos</b>	<b>Buena Fermentación</b>	<b>Ligera Fermentación</b>	<b>Granos Violetas</b>
<b>Evaluación</b>			
Epoca Lluviosa	84.2 **	8.75 N/S	6.97 N/S
Epoca Seca	81.53	9.20	9.26
<b>Prefermentación</b>			
Prefermentación x 1 día (P1)	74,00 d	10,72 a	15,27 a
Prefermentación x 2 días (P2)	83,11 c	9,00 b	7,88 b
Prefermentación x 3 días (P3)	84,72 b c	9,22 b	6,00 b c
Presecado (P4)	85,38 a b	8,61 b	5,88 c
Testigo (P5)	87,11 a	7,33 c	5,55 c
<b>Fermentación</b>			
Sacos (F1)	83,36 a b	7,13 c	9,36 a
Cajones (F2)	80,53 b	10,56 a	8,63 a
Montones (F3)	84,7 a	9,23 b	6,36 b
<b>Inter. Pref. x Ferm.</b>			
P1 x F1	77.00	7.66	15.33
P1 x F2	76.16	9.16	14.66
P1 x F3	68.83	15.33	15.83
P2 x F1	80.50	6.16	13.33
P2 x F2	84.83	10.50	4.66
P2 x F3	84.00	10.33	5.66
P3 x F1	85.50	9.50	5.00
P3 x F2	78.00	11.00	10.83
P3 x F3	90.66	7.16	2.16
P4 x F1	85.83	6.50	7.00
P4 x F2	79.83	13.00	7.66
P4 x F3	90.50	6.33	3.00
P5 x F1	88.00	5.83	6.16
P5 x F2	83.83	9.16	5.33
P5 x F3	89.50	7.00	5.16
<b>Días de fermentación</b>			
4 días (D1)	76,33 c	10,30 a	13,26 a
5 días (D2)	83,16 b	8,80 b	8,00 a b

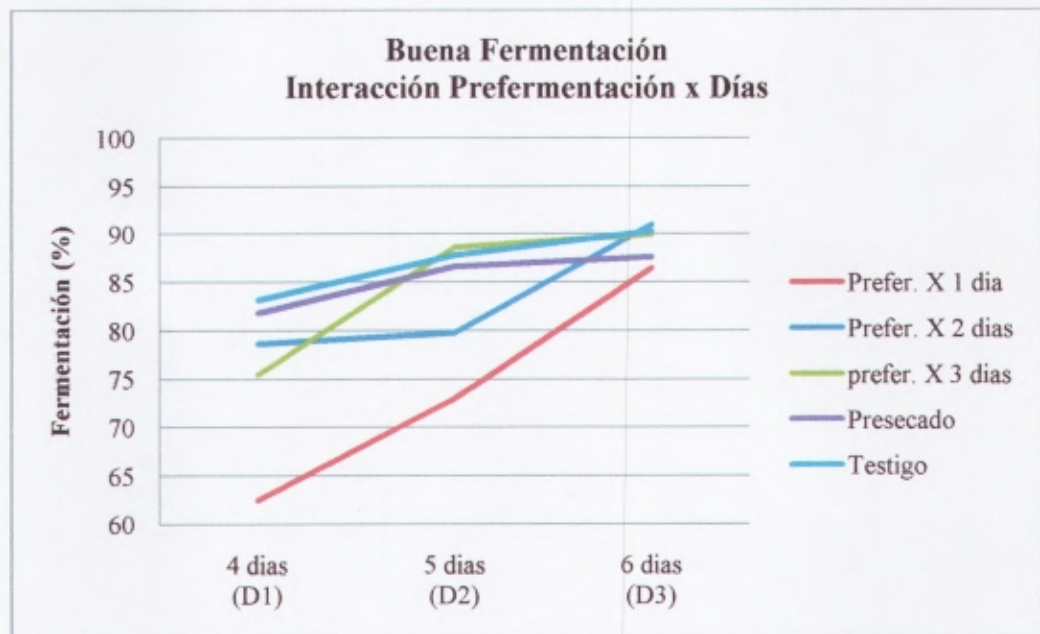
<sup>1</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

6 días	(D3)	89,10 a	7,83 b	3,10 b
<b>Inter. Pref. x Días</b>				
	P1 x D1	62.50	13.66	23.83
	P1 x D2	73.00	11.66	15.33
	P1 x D3	86.50	6.83	6.66
	P2 x D1	78.67	8.50	12.83
	P2 x D2	79.76	11.33	9.00
	P2 x D3	91.00	7.16	1.83
	P3 x D1	75.50	11.83	12.50
	P3 x D2	88.66	6.83	4.50
	P3 x D3	90.00	9.00	1.00
	P4 x D1	81.83	9.83	8.33
	P4 x D2	86.66	7.33	5.83
	P4 x D3	87.66	8.66	3.50
	P5 x D1	83.16	7.66	8.83
	P5 x D2	87.83	6.83	5.33
	P5 x D3	90.33	7.50	2.50
<b>Inter. Ferm. x Días</b>				
	F1 x D1	79.30	6.90	13.80
	F1 x D2	81.70	8.70	9.60
	F1 x D3	89.10	5.80	4.70
	F2 x D1	69.80	13.50	15.60
	F2 x D2	84.80	8.40	6.70
	F2 x D3	87.00	9.80	3.60
	F3 x D1	79.90	10.50	10.40
	F3 x D2	83.00	9.30	7.70
	F3 x D3	91.20	7.90	1.00
PROMEDIO		82.87	8.98	8.12
CV (%)		3.67	21.21	37.66

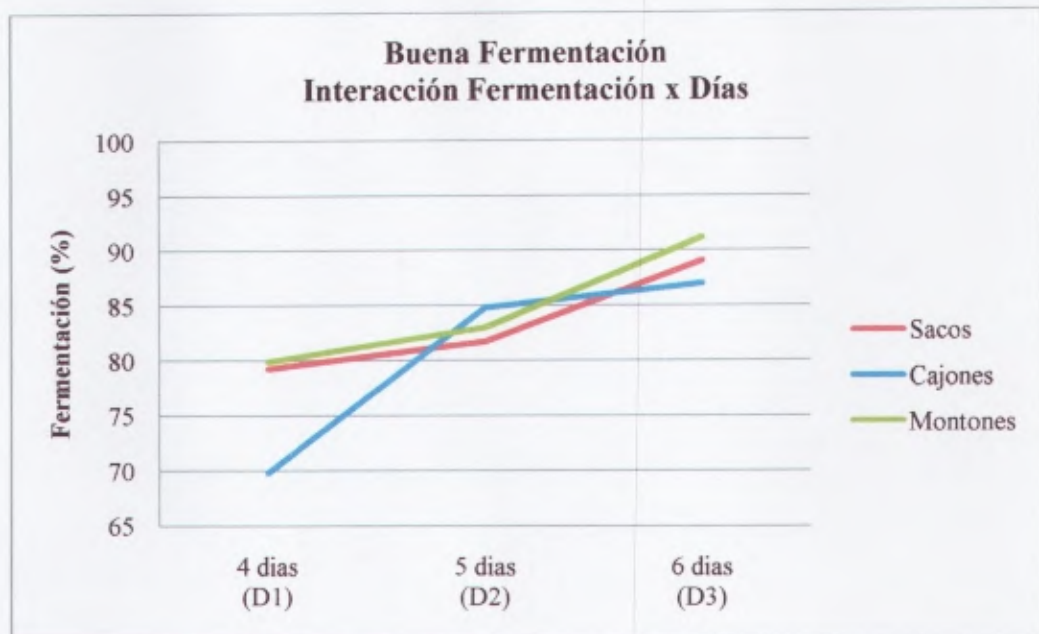
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 2A), se determinaron diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación analizadas. El promedio general fue de 82.87 % y el CV de 3.67 %.



**Figura 1. Interacción Prefermentación x Fermentación de Buena Fermentación**



**Figura 2. Interacción Prefermentación x Días de buena fermentación**



**Figura 3. Interacción Fermentación x Días de Buena Fermentación**

#### 4.2 Ligera Fermentación

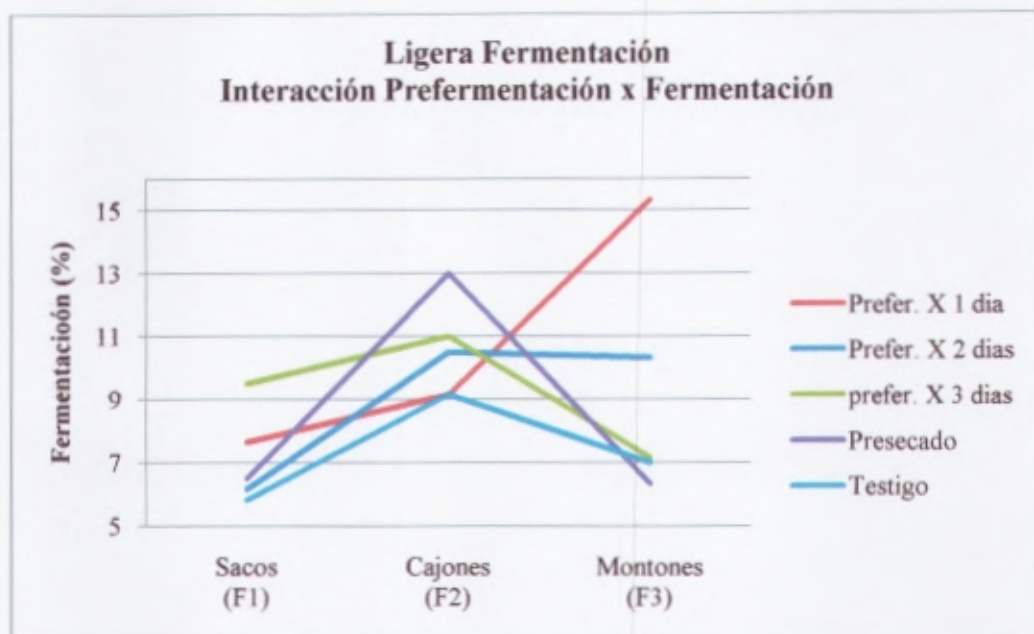
En ligera fermentación (Cuadro 1), en épocas de evaluación se determinó el mayor porcentaje en la época seca con 9.20 %, mientras que en la época lluviosa se determinó el menor valor con 8.75 %.

En cuanto a Prefermentación, se determinó los mejores resultados en los tratamientos Testigo y Presecado, con 7.33 y 8.61 %, respectivamente, mientras que los tratamientos de Prefermentación por un día y Prefermentación por tres días se determinaron los menores resultados con 10.72 y 9.22 %. En Fermentación, el mayor porcentaje en orden descendente se presentó así: cajones, montones y sacos con 10.56, 9.23 y 7.13 %, respectivamente.

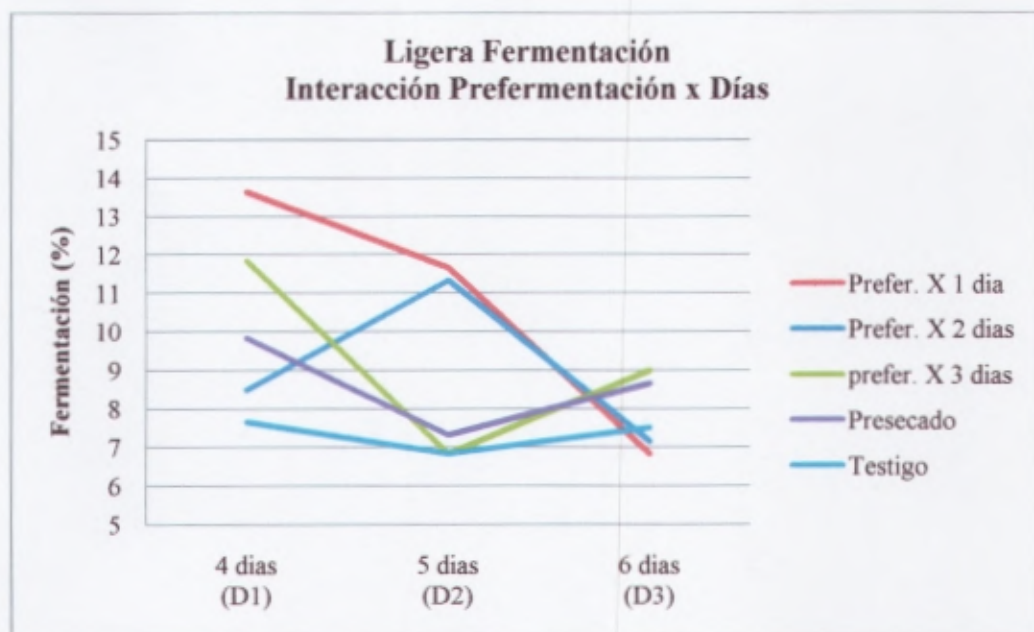
Los resultados obtenidos en las interacciones Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 4, 5 y 6, respectivamente. En el primer caso, se determinó que los valores más altos fueron fermentados por el método de cajones. En Prefermentación x Días, la mejor respuesta se obtuvo al sexto día, igual tendencia demostró la interacción Fermentación x Días.



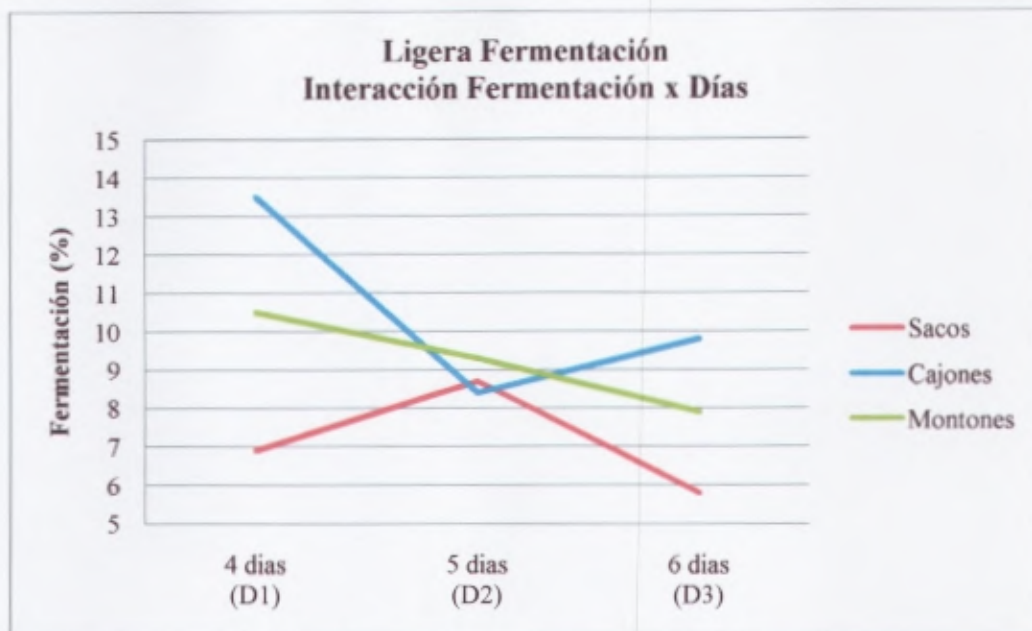
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 4A), se determinaron diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación analizadas. El promedio general fue de 8.98 % y el CV de 21.21 %.



**Figura 4. Interacción Prefermentación x Fermentación de Ligera Fermentación**



**Figura 5. Interacción Prefermentación x Días de Ligera Fermentación**



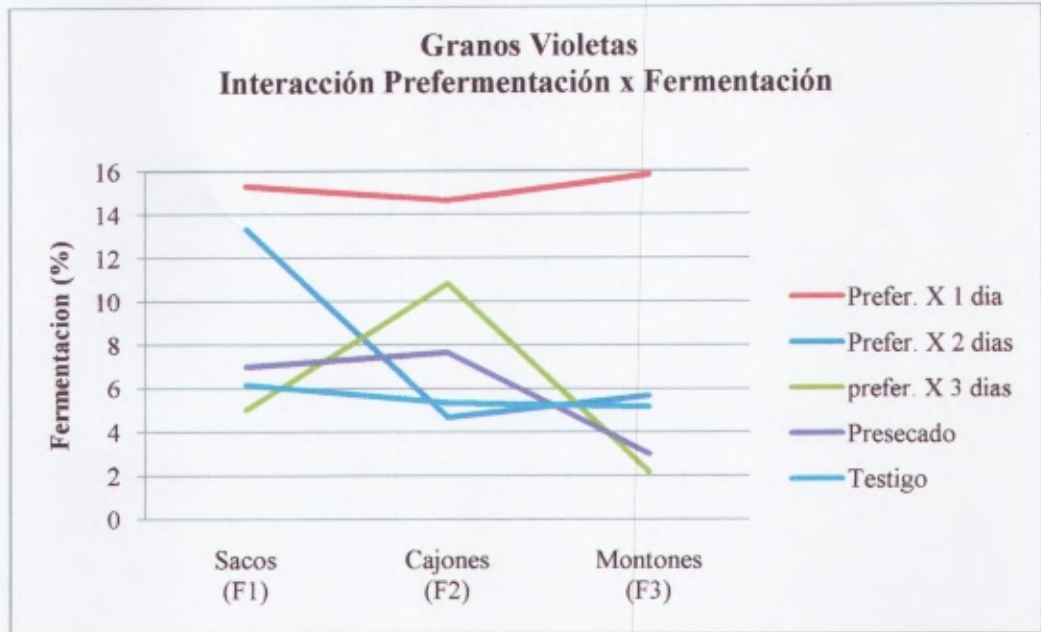
**Figura 6. Interacción Fermentación x Días de Ligera Fermentación**

### 4.3 Granos violetas

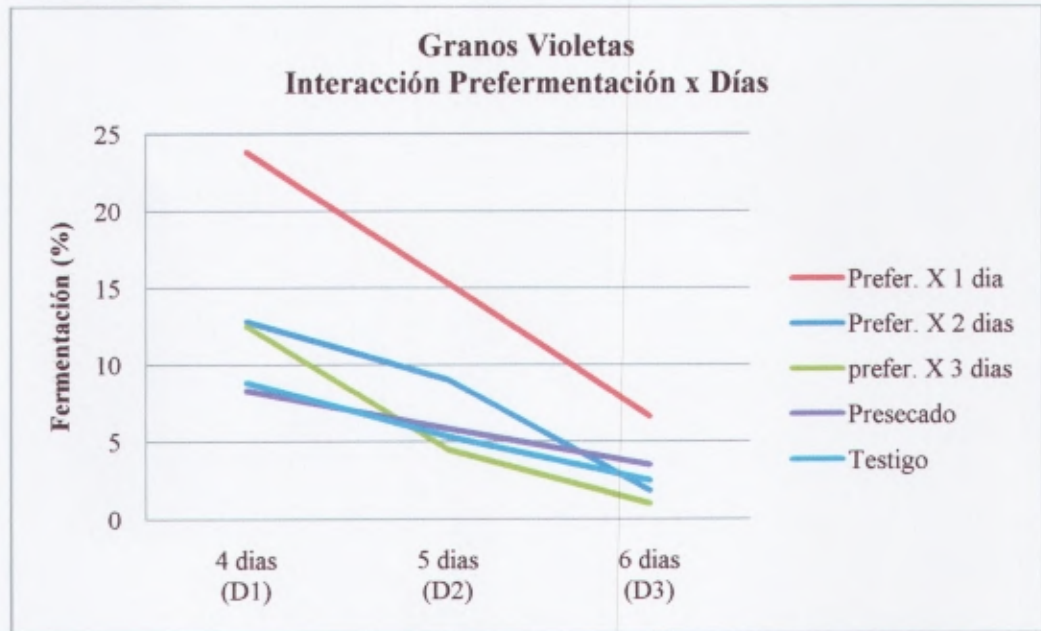
En granos violetas (Cuadro 1), en épocas de evaluación se determinó el menor porcentaje durante la época lluviosa con 6.97 %, mientras que durante la época seca con 9.26 % se determinó una mayor respuesta. En Prefermentación se determinó la mejor respuesta en los tratamientos Testigo y Presecado con 5.55 y 5.88 % respectivamente, mientras que los tratamientos no deseados correspondieron a Prefermentación por un día y Prefermentación por dos días, en su orden con 15.27 y 7.88 %. En Fermentación, el mayor porcentaje en orden descendente se presentó así: sacos, cajones y montones con 9.36, 8.63, 6.36 %, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 7, 8 y 9, respectivamente. En el primer caso, se determinó la mejor respuesta cuando los granos fueron fermentados por el método de montones. En Prefermentación x Días, la mejor respuesta se obtuvo al sexto día, de igual tendencia en la interacción Fermentación x Días.

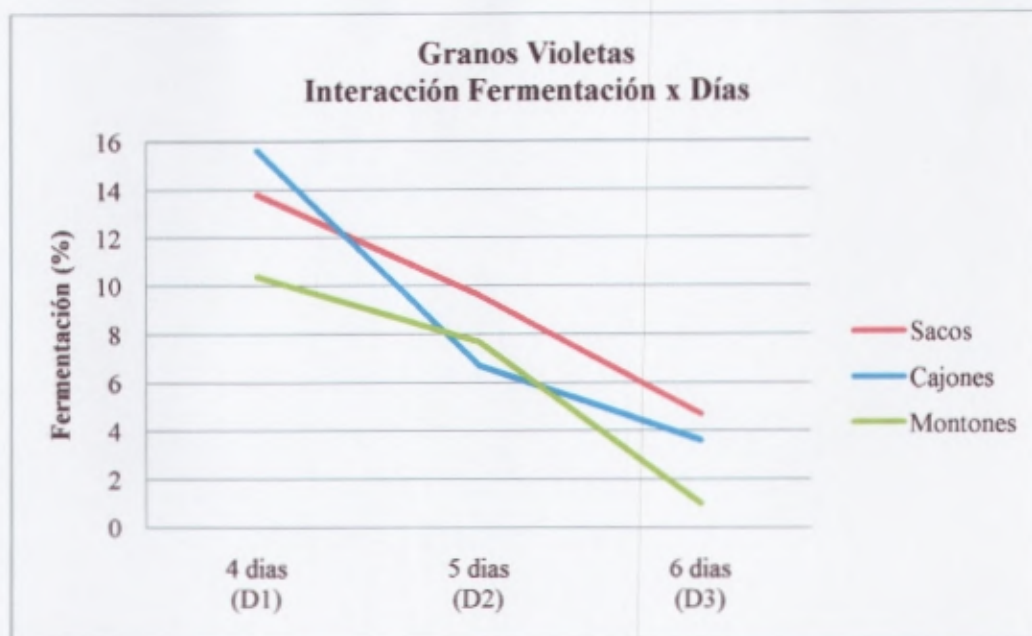
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 6A), se determinaron diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación analizadas. El promedio general fue de 8.12 % y el CV de 37.66 %.



**Figura 7. Interacción Prefermentación x Fermentación de Granos Violetas**



**Figura 8. Interacción Prefermentación x Días de granos violetas**



**Figura 9. Interacción Fermentación x Días de Granos Violetas**

En los Cuadros 2 y 7A del apéndice, se presentan los promedios de peso de 100 granos determinados en el cultivar CCN51 evaluado a través de Prefermentaciones, métodos de fermentación y días.

#### 4.4 Peso de 100 granos (g)

En el peso de 100 granos (Cuadro 2), evaluado durante épocas, se determinó el mayor peso durante la época lluviosa con 123.72 g; mientras que en la época seca el valor fue de 110.44 g.

En lo que se refiere a Prefermentación, se determinó los mejores resultados en los tratamientos Presecado y Prefermentación por un día, con 120.44 y 119.60 g. respectivamente, mientras que los menores promedios se determinaron en Prefermentación por tres días y Testigo con 111.34 y 116.78 g. respectivamente. En Fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: sacos, montones y cajones con 117.42, 117.15 y 116.67 g, respectivamente.

**Cuadro 2. Promedios del peso de 100 granos (g)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de 100 granos (g)</b>
<b>Evaluación</b>	
Epoca Lluviosa	123.72 **
Epoca Seca	110.44
<b>Prefermentacion</b>	
Prefermentacion x 1 día (P1)	119,60 a
Prefermentacion x 2 días (P2)	117,23 a
Prefermentacion x 3 días (P3)	111,34 b
Presecado (P4)	120,44 a
Testigo (P5)	116,78 a
<b>Fermentación</b>	
Sacos (F1)	117,42 NS
Cajones (F2)	116,67
Montones (F3)	117,15
<b>Inter. Pref. x Ferm.</b>	
P1 x F1	121.92
P1 x F2	116.54
P1 x F3	120.35
P2 x F1	118.28
P2 x F2	118.85
P2 x F3	114.57
P3 x F1	111.07
P3 x F2	110.71
P3 x F3	112.24
P4 x F1	118.36
P4 x F2	120.23
P4 x F3	122.74
P5 x F1	117.46
P5 x F2	117.05
P5 x F3	115.85
<b>Días de fermentación</b>	
4 días (D1)	118,86 NS
5 días (D2)	116,29
6 días (D3)	116,09
<b>Inter. Pref. x Dias</b>	
P1 x D1	120.95
P1 x D2	118.99
P1 x D3	118.86
P2 x D1	118.04
P2 x D2	115.88
P2 x D3	117.78
P3 x D1	115.28
P3 x D2	110.17
P3 x D3	108.58

P4 x D1	121.75
P4 x D2	121.43
P4 x D3	118.15
P5 x D1	118.27
P5 x D2	114.98
P5 x D3	117.10
<b>Inter. Ferm. x Días</b>	
F1 x D1	120.14
F1 x D2	115.84
F1 x D3	116.28
F2 x D1	118.96
F2 x D2	116.28
F2 x D3	114.78
F3 x D1	117.47
F3 x D2	116.75
F3 x D3	117.22
PROMEDIO	117.08
CV (%)	4.77

Al realizar el análisis de la varianza (Cuadro 8A,) se determinaron diferencias altamente significativas en épocas de evaluación, prefermentación y días, mientras que para las demás fuentes de variación, no se encontraron diferencias significativas. El promedio general fue de 117.08 g y el CV de 4.77 %.

En los Cuadros 3, 9A, 11A, y 13A del apéndice, se presentan los promedios de amargor, acidez y astringencia, determinados en el cultivar CCN51 evaluado a través de métodos de prefermentación, fermentación y días de fermentación.

#### **4.5 Amargor (Escala: 0-5)**

En épocas de evaluación, se determinó una mayor respuesta en la época lluviosa con un promedio de 0.86, mientras que en la época seca se determinó una menor respuesta con 0.82. En lo que se refiere a Prefermentación, se establecieron las mejores respuestas en los tratamientos de Prefermentación por un día y Prefermentación por tres días, con 1.22 y 1.05 respectivamente, mientras que los menores promedios se determinaron en Prefermentación por dos días y Testigo en su orden, con 0.66 y 0.44. En Fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: montones, sacos y cajones con 1.00, 0.83 y 0.70 respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 10, 11 y 12, respectivamente. En el primer caso se determinó una mayor respuesta para los métodos de fermentación en montones y sacos. En el segundo y tercer caso, la tendencia fue un tanto similar a la primera interacción.

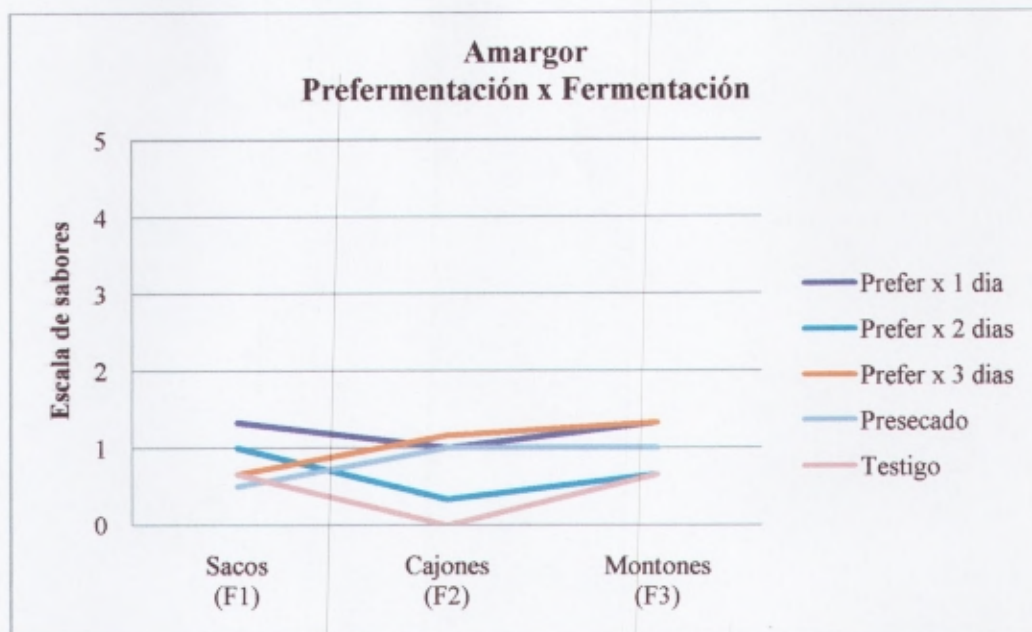
**Cuadro 3. Promedios de sabores de amargor, acidez y astringencia (Escala 0-5)**

Tratamientos	Amargor	Acidez	Astringencia
<b>Evaluación</b>			
Epoca Lluviosa	0.86 NS	0.93 NS	1.95 **
Epoca Seca	0.82	1.11	2.53
<b>Prefermentación</b>			
Prefermentación x 1 día (P1)	1,22 a	0,88 a	2,11 c
Prefermentación x 2 días (P2)	0,66 c	1,27 a	2,61 a b
Prefermentación x 3 días (P3)	1,05 a b	1,16 a	2,94 a
Presecado (P4)	0,83 c	0,83 b	1,66 c
Testigo (P5)	0,44 d	0,94 a	1,88 c
<b>Fermentación</b>			
Sacos (F1)	0,83 b	1,36 a	2,46 a
Cajones (F2)	0,70 a	0,93 b	2,53 a
Montones (F3)	1,00 a	0,76 b	1,73 b
<b>Inter. Pref. x Ferm.</b>			
P1 x F1	1.33	1.33	2.50
P1 x F2	1.00	0.83	2.00
P1 x F3	1.33	0.50	1.83
P2 x F1	1.00	1.83	3.50
P2 x F2	0.33	1.16	2.16
P2 x F3	0.66	0.83	2.16
P3 x F1	0.66	1.33	2.83
P3 x F2	1.16	1.16	3.83
P3 x F3	1.33	1.00	2.16
P4 x F1	0.50	1.16	1.00
P4 x F2	1.00	0.83	3.00
P4 x F3	1.00	0.50	1.00
P5 x F1	0.66	1.16	2.50
P5 x F2	0.00	0.66	1.66
P5 x F3	0.66	1.00	1.50

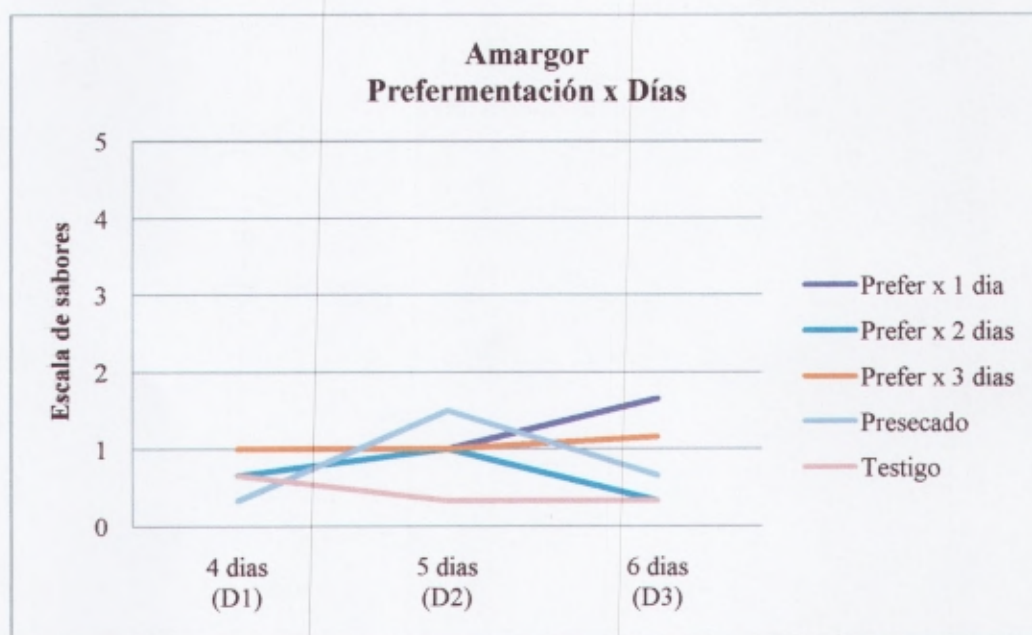
<b>Días de fermentación</b>				
4 días	(D1)	0,73 b	1,36 a	2,70 a
5 días	(D2)	0,96 a	0,93 b	2,26 b
6 días	(D3)	0,83 b	0,76 b	1,76 c
<b>Inter. Pref. x Días</b>				
	P1 x D1	1.00	1.33	2.66
	P1 x D2	1.00	0.66	2.16
	P1 x D3	1.66	0.66	1.50
	P2 x D1	0.66	1.66	3.00
	P2 x D2	1.00	1.50	2.83
	P2 x D3	0.33	0.66	2.00
	P3 x D1	1.00	1.66	3.33
	P3 x D2	1.00	1.00	3.00
	P3 x D3	1.16	0.83	2.50
	P4 x D1	0.33	1.00	1.66
	P4 x D2	1.50	0.83	1.16
	P4 x D3	0.66	0.66	2.16
	P5 x D1	0.66	1.16	2.83
	P5 x D2	0.33	0.66	2.16
	P5 x D3	0.33	1.00	0.66
<b>Inter. Ferm. x Días</b>				
	F1 x D1	0.80	1.80	3.00
	F1 x D2	1.30	1.40	2.80
	F1 x D3	0.40	0.90	1.60
	F2 x D1	0.40	1.20	2.90
	F2 x D2	0.90	0.60	2.70
	F2 x D3	0.80	1.00	2.00
	F3 x D1	1.00	1.10	2.20
	F3 x D2	0.70	0.80	1.30
	F3 x D3	1.30	0.40	1.70
<b>PROMEDIO</b>		<b>0.84</b>	<b>1.02</b>	<b>2.24</b>
<b>CV (%)</b>		<b>30.69</b>	<b>55.75</b>	<b>29.65</b>

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 10A), se determinó que existen diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación a excepción de épocas de evaluación en que fue no significativa. El promedio general fue de 0.84 y el CV de 30.69%.

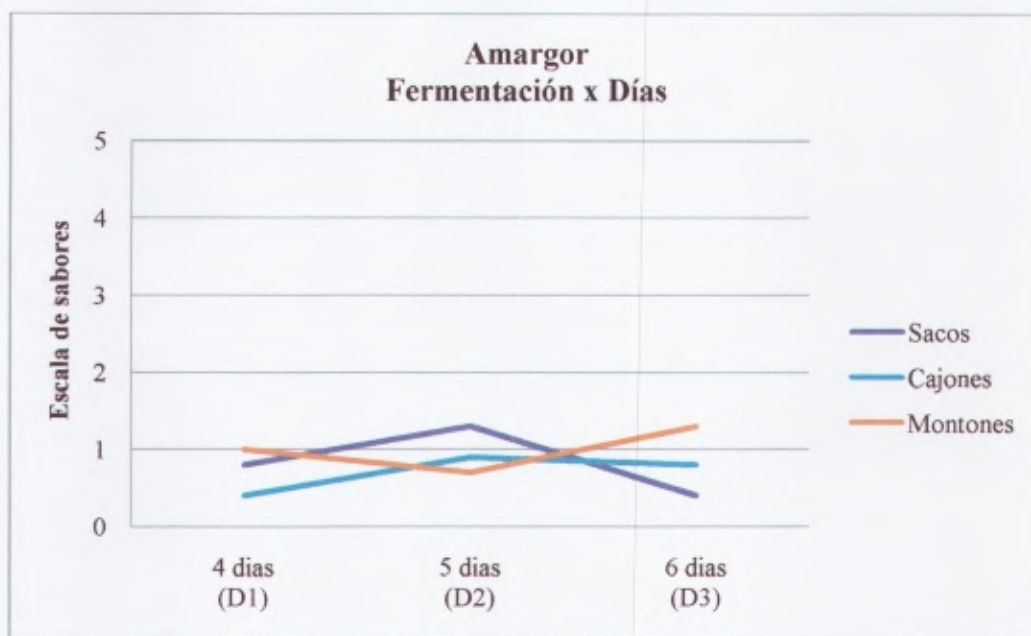




**Figura 10. Interacción Prefermentación x Fermentación de Amargor**



**Figura 11. Interacción Prefermentación x Días de Amargor**



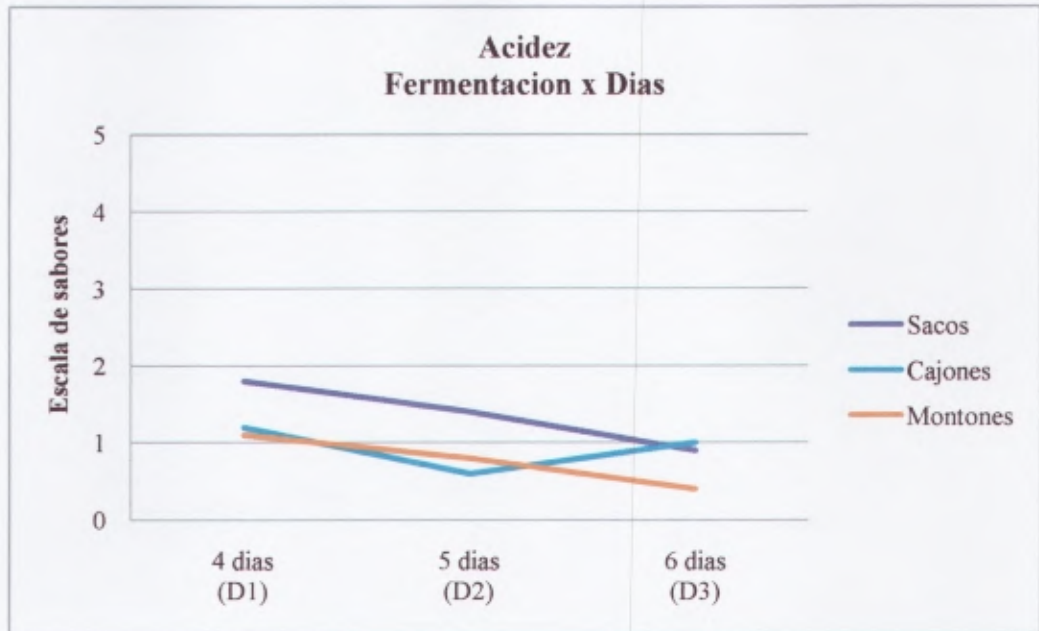
**Figura 12. Interacción Fermentación x Días de Amargor**

#### 4.6 Acidez (escala 0-5)

En acidez (Cuadro 3), en épocas de evaluación, se determinó el mayor promedio en la época seca con 1.11, mientras que en la época lluviosa el dato fue de 0.93. En lo que se refiere a Prefermentación, se determinó los mayores promedios para los tratamientos de Prefermentación por dos y tres días, con 1.27 y 0.88, respectivamente, mientras que el menor promedio lo presentó el tratamiento de Presecado con 0.83. En Fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: sacos, cajones y montones con 1.36, 0.93 y 0.76, respectivamente.

En la figura 13 de la interacción Fermentación x Días, se apreció que los tratamientos fermentados en montones por seis días, presentan una menor respuesta.

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 12A), se determinaron diferencias significativas únicamente en las fuentes de variación de Fermentación y Días y en la interacción Fermentación x Días, mientras que las demás, no presentaron significancia. El promedio general fue de 1.02.



**Figura 13. Interacción Fermentación x Días de Acidez**

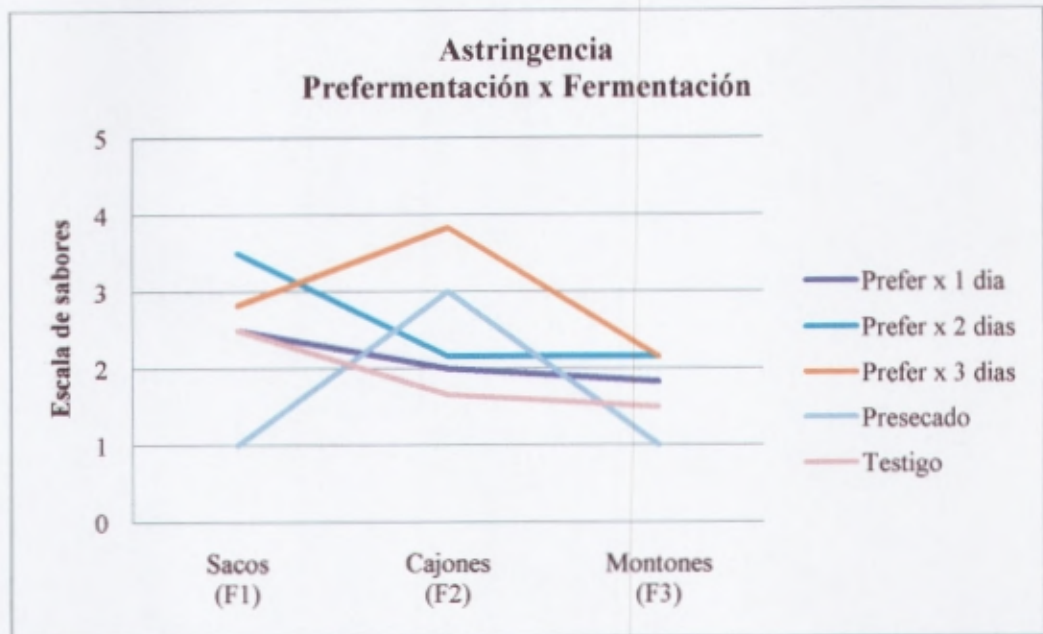
#### 4.7 Astringencia (Escala: 0-5)

En astringencia (Cuadro 3), en épocas de evaluación se determinó el mayor promedio en la época seca con 2.53, mientras que en la época lluviosa se determinó el menor promedio con 1.95.

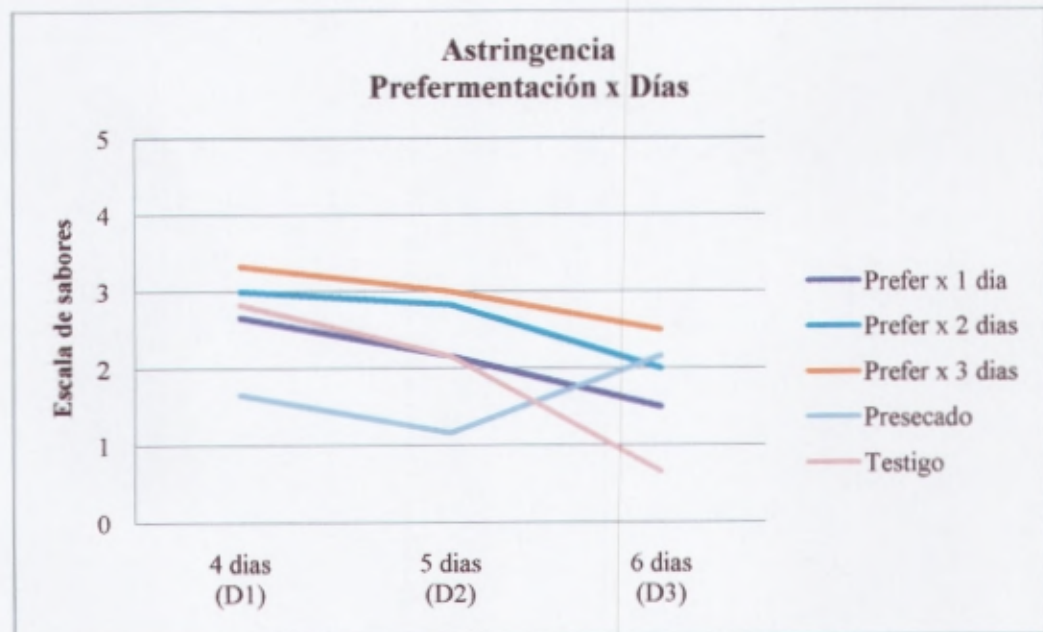
En cuanto a Prefermentación, se determinó los mayores promedios para los tratamientos de Prefermentación por uno, dos y tres días con 2.11, 2.61 y 2.94 respectivamente, mientras que el tratamiento con menor promedio fue el Presecado con 1.66. En Fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: sacos, cajones y montones con 2.46, 2.53 y 1.73 respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 14, 15 y 16, respectivamente. En el primer caso, se observó que los tratamientos fermentados en montones, presentaron un menor promedio. En la segunda y tercera interacción, se determinó que los tratamientos presentaron una menor astringencia al sexto día.

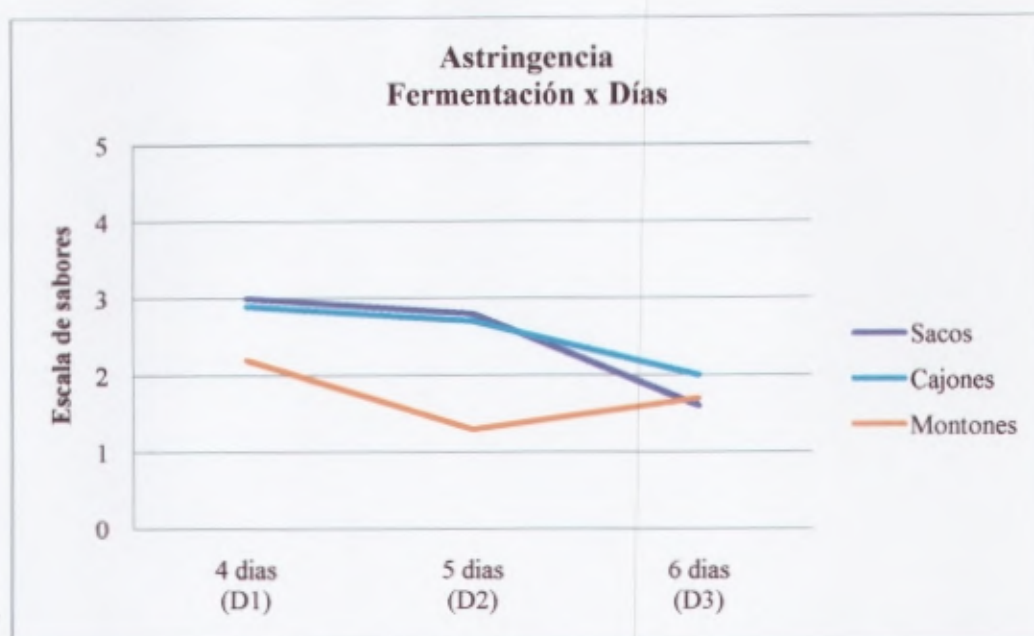
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 14A), se determinaron diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación analizadas. En promedio general fue de 2.24 y el CV de 29.65%.



**Figura 14. Interacción Prefermentación x Fermentación de Astringencia**



**Figura 15. Interacción Prefermentación x Días de Astringencia**



**Figura 16. Interacción Fermentación x Días de Astringencia**

En los Cuadros 4, 15A, 17A y 19A del apéndice, se presentan los promedios de sabor frutal, cacao, nuez y sobrefermento determinados en el cultivar CCN51 evaluado a través de métodos de prefermentación, fermentación y días de fermentación.

#### **4.8 Sabor Frutal (Escala: 0-5)**

En sabor Frutal (Cuadro 4), en épocas de evaluación se determinó el mayor promedio en la época seca con 0.51, mientras que en época lluviosa se determinó una menor respuesta con 0.48. En lo que se refiere a Prefermentación, se determinó que el tratamiento de Presecado, destaca un mayor promedio con 0.72, mientras que el tratamiento de Prefermentación por un día, presento un menor promedio. En Fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presento así: sacos, montones y cajones con 0.60, 0.56 y 0.33, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 17, 18 y 19, respectivamente. En el primer caso, se determinó que los tratamientos fermentados por el método del cajón, presentaron una menor respuesta.

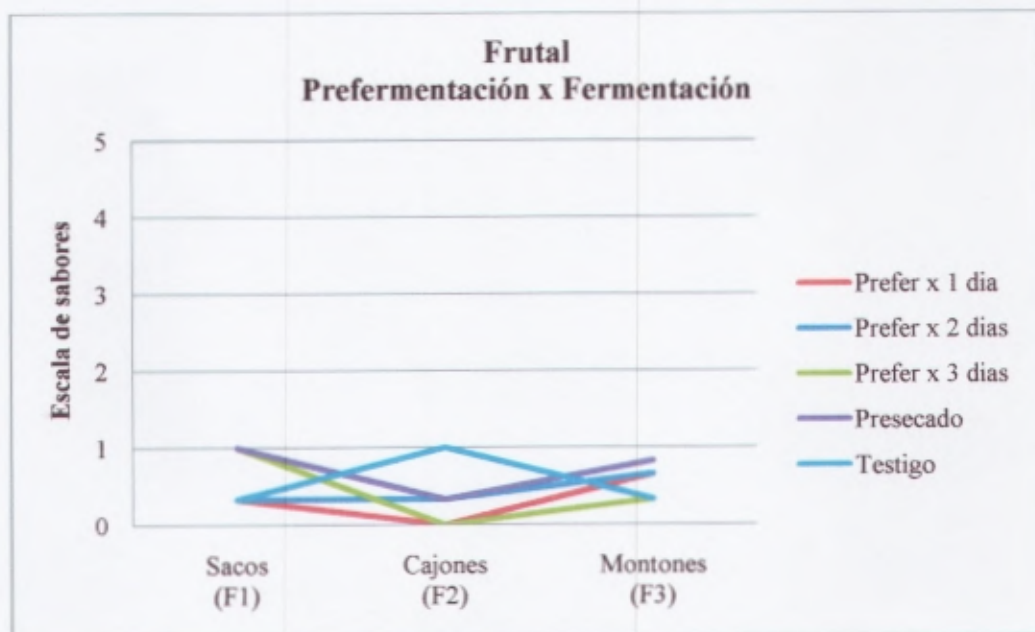
**Cuadro 4. Promedio de sabor frutal, cacao, nuez y sobre fermento (Escala 0-5)**

<b>Tratamientos</b>	<b>Frutal</b>	<b>Cacao</b>	<b>Nuez</b>
<b>Evaluación</b>			
Epoca Lluviosa	0.48N/S	0.73N/S	0.73N/S
Epoca Seca	0.51	0.77	0.75
<b>Prefermentación</b>			
Prefermen. por 1 día (P1)	0,33 d	0,66 c	0,66 b c
Prefermen por 2 días (P2)	0,44 c	0,88 a b	0,77 b
Prefermentacion x 3 días(P3)	0,44 c	0,55 e	0,55 c
Presecado (P4)	0,72 a	0,88 a	0,94 a
Testigo (P5)	0,55 b	0,77 d	0,77 b
<b>Fermentación</b>			
Sacos (F1)	0,60 a	0,53 b	0,56 b
Cajones (F2)	0,33 b	0,86 a	0,80 a
Montones (F3)	0,56 c	0,86 a	0,86 a
<b>Inter. Pref. x Ferm.</b>			
P1 x F1	0.33	0.67	0.50
P1 x F2	0.00	0.67	0.66
P1 x F3	0.66	0.67	0.83
P2 x F1	0.33	0.67	0.66
P2 x F2	0.33	1.00	0.66
P2 x F3	0.66	1.00	1.00
P3 x F1	1.00	0.66	0.66
P3 x F2	0.00	0.33	0.33
P3 x F3	0.33	0.66	0.66
P4 x F1	1.00	0.33	0.66
P4 x F2	0.33	1.00	1.00
P4 x F3	0.83	1.33	1.16
P5 x F1	0.33	0.33	0.33
P5 x F2	1.00	1.33	1.33
P5 x F3	0.33	0.66	1.66
<b>Días de fermentación</b>			
4 días (D1)	0,46 b	0,70 b	0,66 b
5 días (D2)	0,56 a	0,76 a	0,70 a
6 días (D3)	0,46 b	0,80 a	0,86 a
<b>Inter. Pref. x Días</b>			
P1 x D1	0.66	0.66	0.50
P1 x D2	0.33	0.66	0.66
P1 x D3	0.00	0.66	0.83
P2 x D1	0.66	1.00	1.00
P2 x D2	0.33	0.66	0.33
P2 x D3	0.33	1.00	1.00
P3 x D1	0.00	0.33	0.33
P3 x D2	0.66	0.66	0.66
P3 x D3	0.66	0.66	0.66
P4 x D1	0.66	1.16	1.16

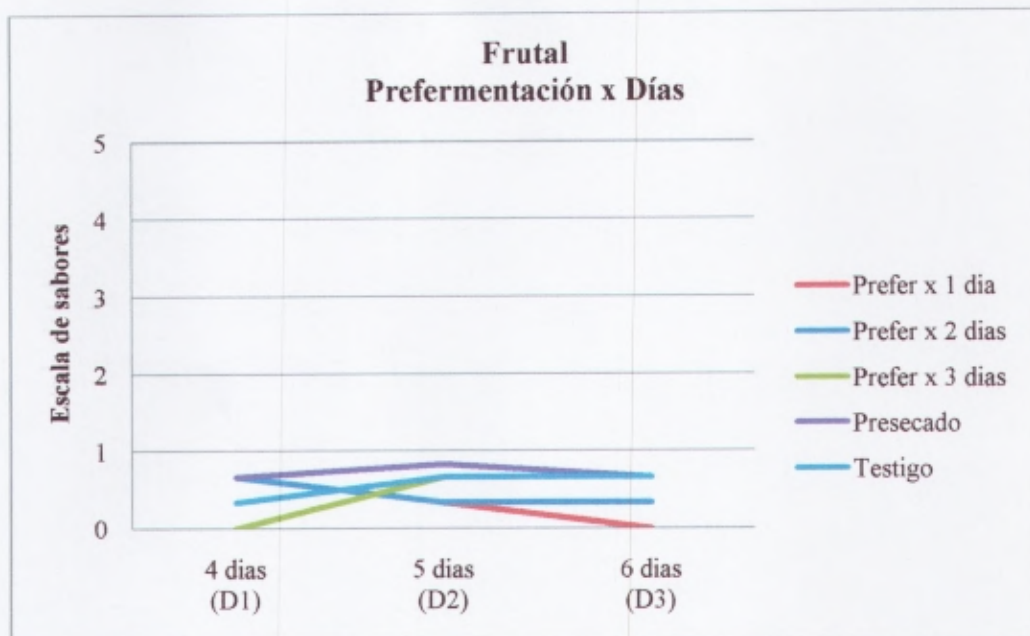
P4 x D2	0.83	0.83	0.83
P4 x D3	0.66	0.66	0.83
P5 x D1	0.33	0.33	0.33
P5 x D2	0.66	1.00	1.00
P5 x D3	0.66	1.00	1.00
<b>Inter. Ferm. x Días</b>			
F1 x D1	0.60	0.40	0.40
F1 x D2	0.40	0.40	0.50
F1 x D3	0.80	0.80	0.80
F2 x D1	0.60	1.00	1.00
F2 x D2	0.20	0.80	0.60
F2 x D3	0.20	0.80	0.80
F3 x D1	0.20	0.70	0.60
F3 x D2	1.10	1.10	1.00
F3 x D3	0.40	0.80	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.50</b>	<b>0.75</b>	<b>0.74</b>
<b>CV (%)</b>	<b>21.08</b>	<b>19.50</b>	<b>31.95</b>

En el segundo y tercer caso, el tratamiento de presecado y fermentado en montones alcanzó el mejor resultado al quinto día.

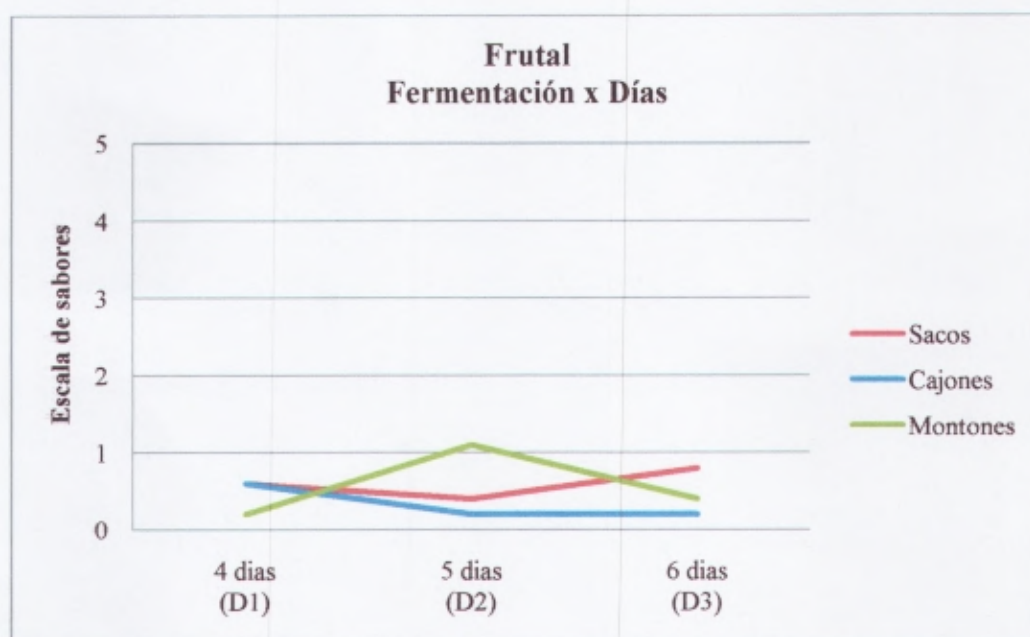
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 16A), se observó que la fuente de variación época de evaluación, no presentó significancia estadística mientras que las demás fueron altamente significativas. El promedio general fue 0.50 y el CV de 21.08 %.



**Figura 17. Interacción Prefermentación x Fermentación de Frutal**



**Figura 18. Interacción Prefermentación x Días de Frutal**



**Figura 19. Interacción Fermentación x Días de Frutal**

#### 4.9 Cacao (Escala: 0-5)

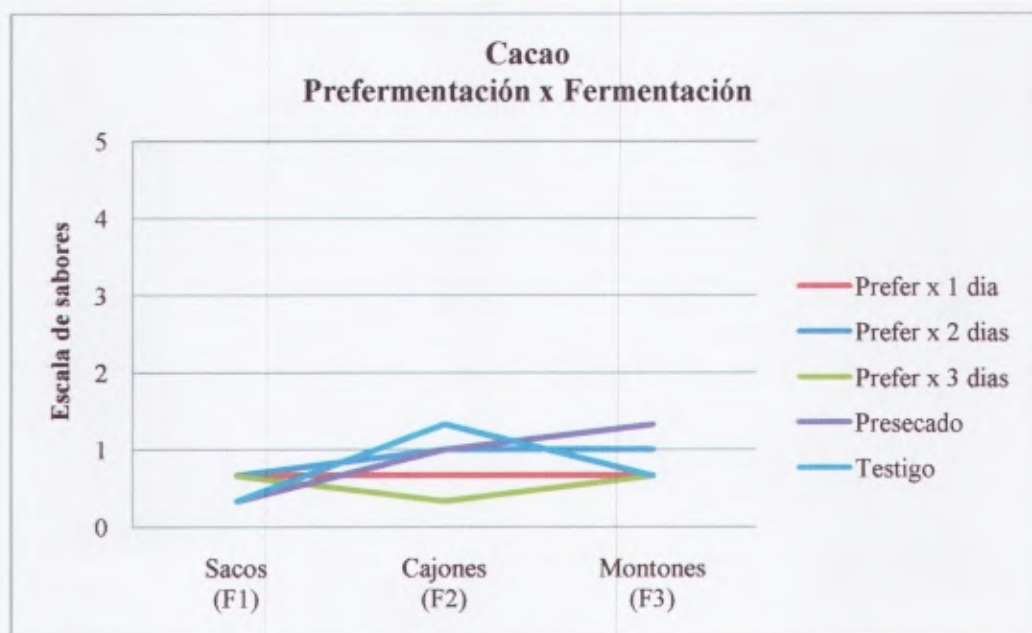
En cacao (Cuadro 4), en épocas de evaluación, se determinó el mayor promedio en la época seca con 0.76, mientras que en la época lluviosa se determinó el menor valor con 0.73.



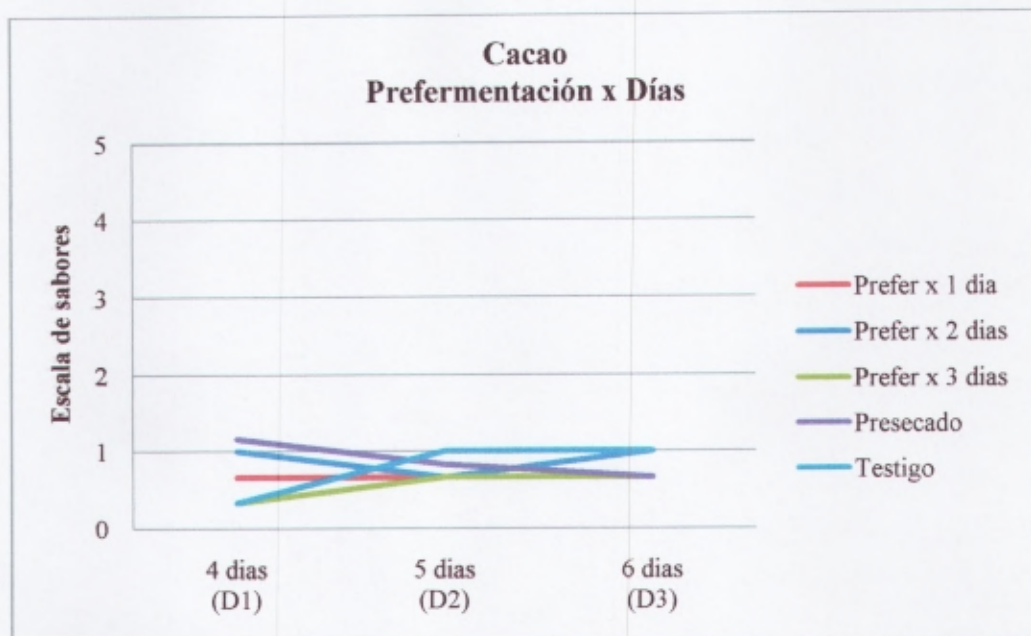
En lo que se refiere a Prefermentación se determinó los mejores promedios aunque numéricamente iguales en los tratamientos de Presecado y Prefermentación por dos días, con 0.88 y 0.88, mientras que los menores promedios se determinaron en Prefermentación por un día y tres días, en su orden, con 0.66 y 0.55. En fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: montones, cajones y sacos con 0.86, 0.86 y 0.53, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 20, 21 y 22, respectivamente. En el primer caso, se determinó la mejor respuesta cuando los granos fueron fermentados en el método de montones. En el segundo caso, los tratamientos obtuvieron mejor respuesta al cuarto día y en el tercer caso, la mejor respuesta la presentaron los métodos de sacos y montones.

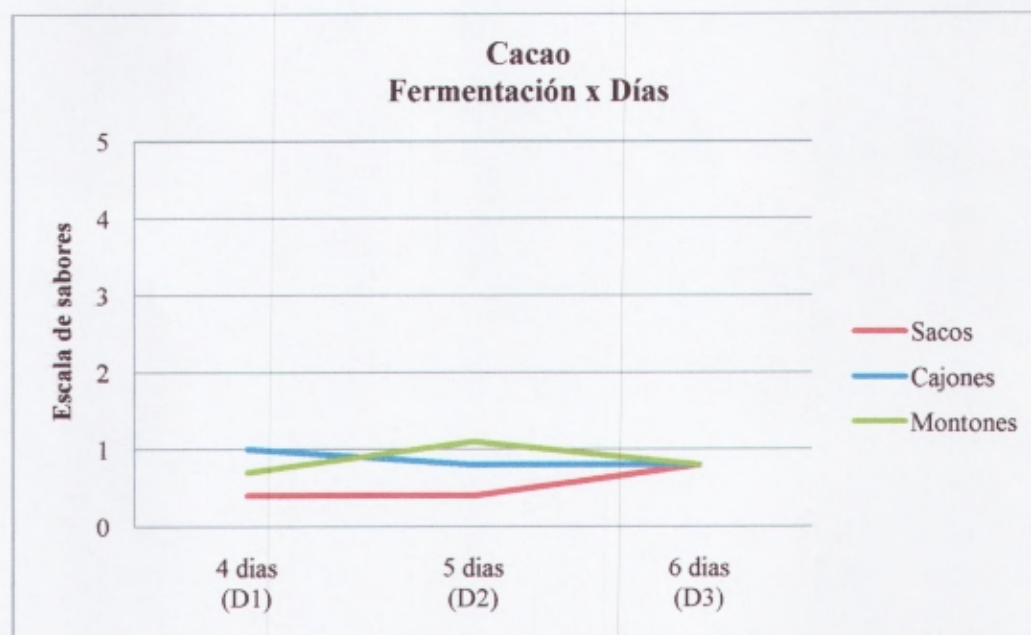
Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 18A), se observó que la fuente de variación de época de evaluación, no presentó significancia estadística mientras que las demás fueron altamente significativas. El promedio general fue de 0.75 y el CV fue de 19.50%.



**Figura 20. Interacción Prefermentación x Fermentación de Cacao**



**Figura 21. Interacción Prefermentación x Días de Cacao**



**Figura 22. Interacción Fermentación x Días de Cacao**

#### 4.10 Nuez (Escala: 0-5)

En sabor nuez (Cuadro 4), en épocas de evaluación se determinó el mayor promedio en la época seca con 0.75, mientras que en época lluviosa se determinó una menor respuesta con 0.73. En lo que se refiere a Prefermentación, se determinó que los tratamientos de Presecado y Testigo presentaron un mayor promedio con 0.94 y 0.77, respectivamente. En fermentación, el mayor promedio en orden descendente se presentó así: montones, cajones y sacos, 0.86, 0.80 y 0.56, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las interacciones de primer orden Prefermentación x Fermentación, Prefermentación x Días y Fermentación x Días, se presentan en las Figuras 23, 24 y 25, respectivamente. En el primer caso, se determinó que los tratamientos fermentados por el método de montones, presentaron una mayor respuesta. En el segundo y tercer caso, los tratamientos presentaron similar tendencia para todos los días de fermentación.

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 20A), se observó que la fuente de variación de época de evaluación, no presentó significancia mientras que las demás fueron altamente significativas. El promedio general fue 0.74 y el CV de 31.95 %.

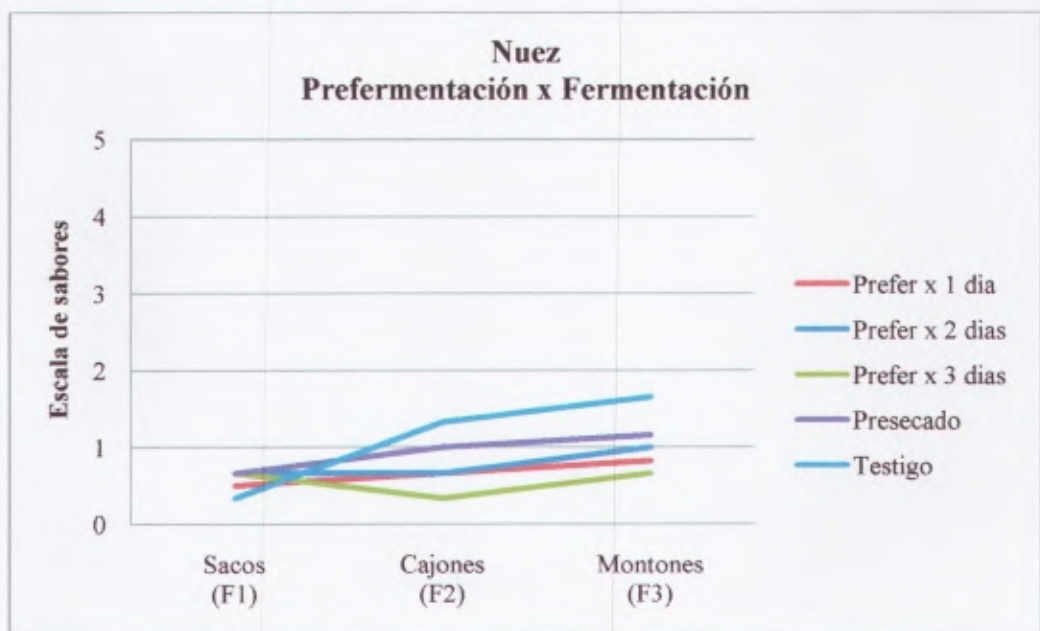
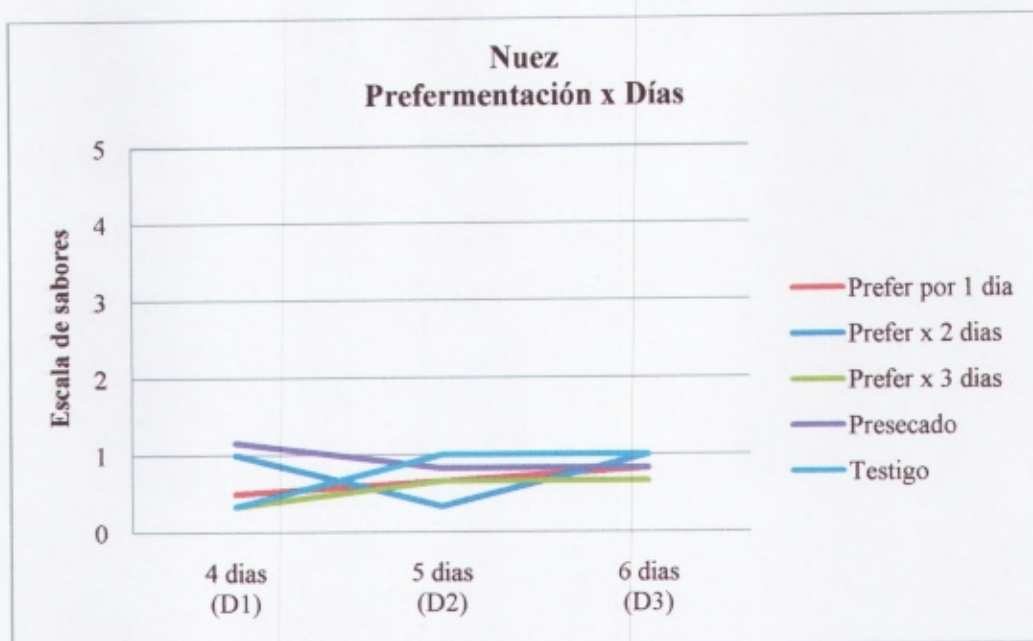
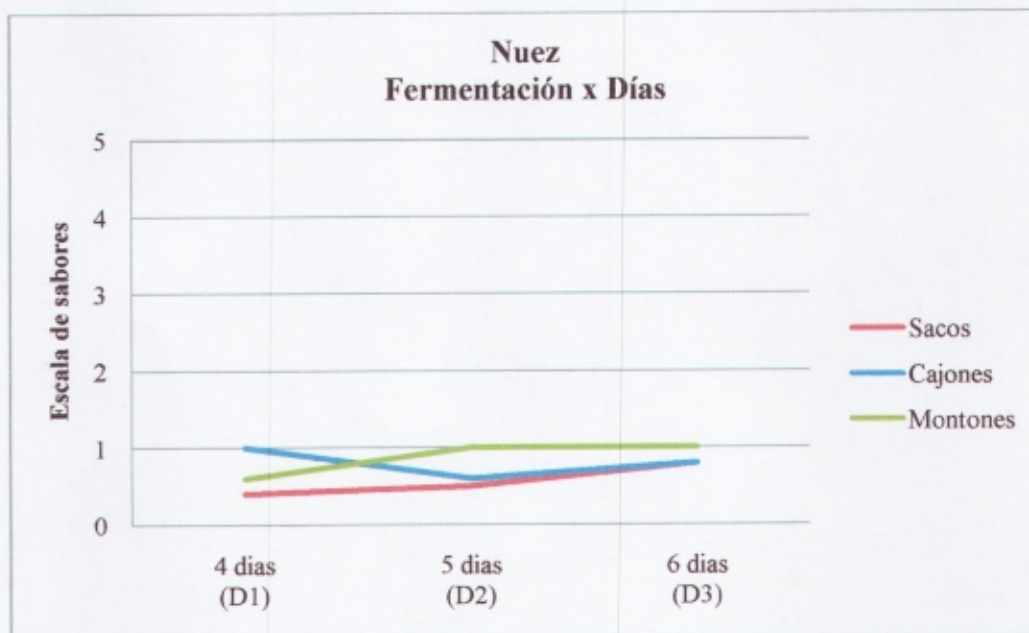


Figura 23. Interacción Prefermentación x Fermentación de Nuez



**Figura 24. Interacción Prefermentación x Días de Nuez**



**Figura 25. Interacción Fermentación x Días de Nuez**

#### 4.12 Temperatura

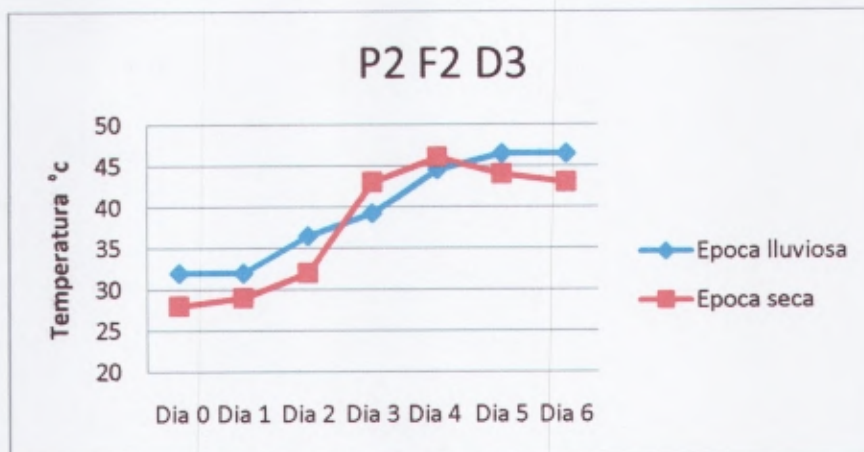
En los Cuadros 21A y 22A del apéndice, se presenta el registro de temperatura diaria que presentaron los tratamientos durante la época lluviosa y época seca.

En cuanto a temperatura de época lluviosa, se puede apreciar la masa fermentante fue superior al de la época seca, para todos los tratamientos evaluados.

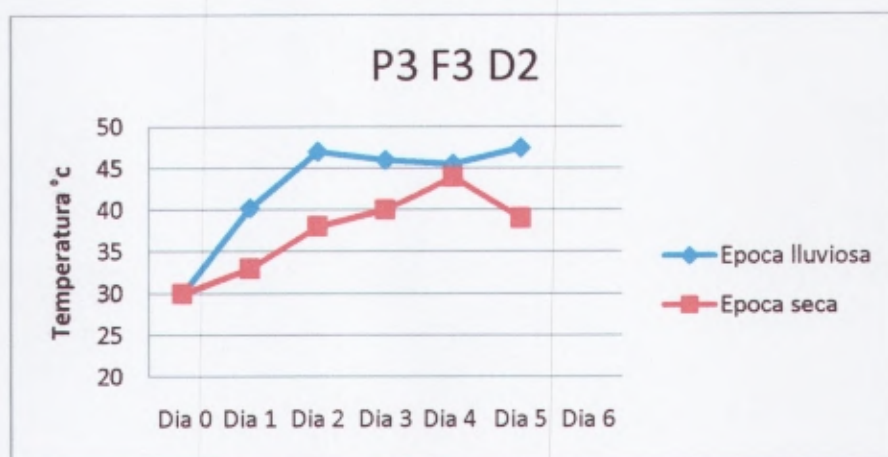
En prefermentación por un día, fermentado en sacos, se puede apreciar que entre el cuarto y quinto día los tratamientos alcanzaron la temperatura máxima; al quinto día se estabilizó y descendió (Figura 26). En prefermentación por dos días fermentado en cajones se observó que entre el cuarto y quinto día se alcanza la máxima temperatura, y que al quinto día, se estabiliza y desciende (Figura 27). En prefermentación por tres días se notó que la temperatura se eleva desde el tercer día y alcanza la temperatura máxima entre el cuarto y quinto día. (Figura 28). En relación al presecado fermentado en montones por cuatro días se observó que alcanza la temperatura máxima al segundo día y entre el tercer y cuarto día tiende a estabilizarse y bajar. (Figura 29). En cuanto al tratamiento de testigo fermentado en cajones por seis días se notó que alcanza la temperatura máxima al quinto día y necesita de un sexto día para descender. (Figura 30).



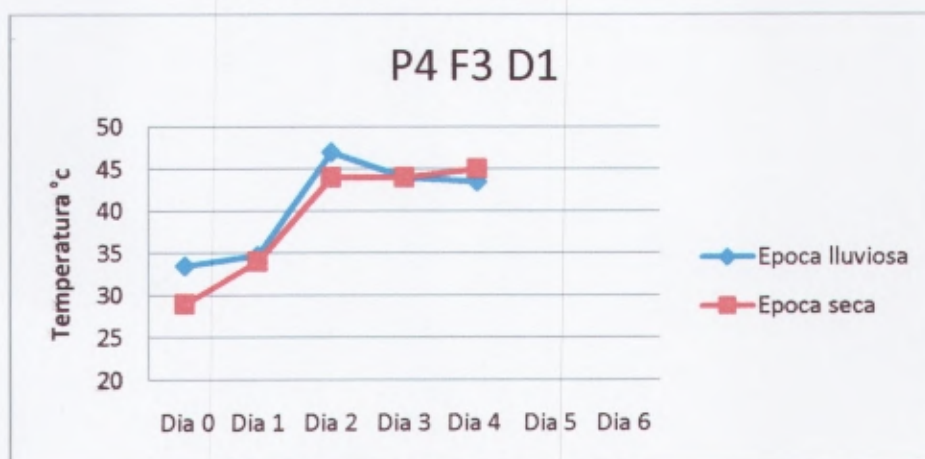
**Figura 26. Curva de temperatura de tratamiento prefermentado por un día, fermentado en sacos por cinco días.**



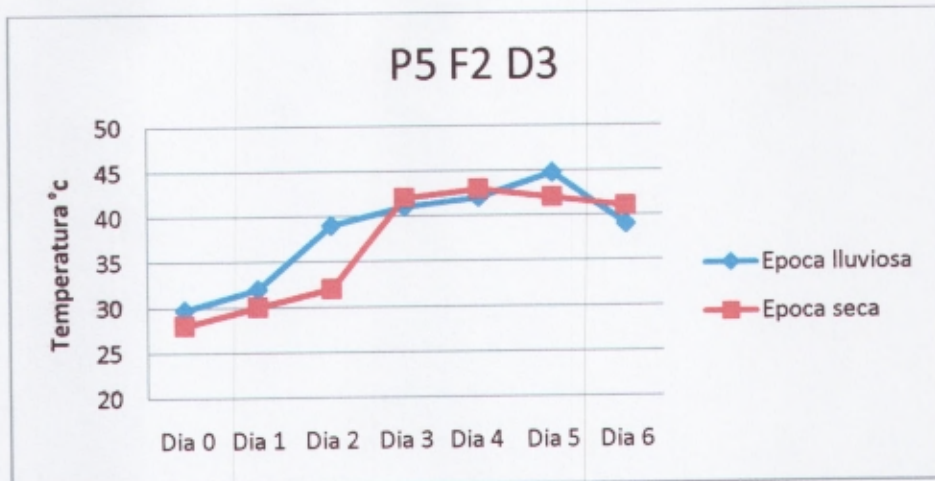
**Figura 27.** Curva de temperatura de tratamiento prefermentado por dos días, fermentado en sacos por seis días.



**Figura 28.** Curva de temperatura de tratamiento prefermentado por tres días, fermentado en montones por cinco días.



**Figura 29.** Curva de temperatura de tratamiento de presecado, fermentado en montones por cuatro días.



**Figura 30.** Curva de temperatura de tratamiento de testigo, fermentado en cajones por seis días.



#### 4.13 Coeficiente de Correlación

En el cuadro se presentan los coeficientes de correlación determinados entre todas las variables analizadas. Se observó que buena fermentación mostró asociaciones significativas con ligera fermentación (-0.7134\*\*), granos violetas (-0.9115\*\*), acidez (-0.2095\*), sabor frutal (-0.2108\*), y sobrefermento (-0.7134\*\*). Se vio que ligera fermentación mostró asociaciones significativa con granos violetas (0.3558\*\*), sabor cacao (0.2093\*) y sobrefermento (0.2132\*). Se determinó que granos violetas obtuvo correlaciones con acidez (0.2825\*\*). Se observó que amargor obtuvo correlaciones con astringencia (0.4924\*\*), sabor frutal (0.2971\*\*), sabor a cacao (-0.2625\*) y sabor a nuez (-0.2115\*). Se estableció que acidez presentó correlaciones con sabor frutal (0.3051\*\*), sabor a cacao (-0.3688\*\*) y sabor a nuez (0.3122\*\*). Se observó que astringencia mostró asociaciones significativas con sabor frutal (-0.3688\*\*), sabor a cacao (0.3397\*\*) y sabor a nuez (0.3311\*\*). Se determinó que sabor frutal presento correlaciones con sabor cacao (-0.3905\*\*), sabor a nuez (-0.4159\*\*) y sobrefermento (-0.3437\*\*). Se observó que sabor a cacao presentó correlación con sabor a nuez (0.8121\*\*).



**Cuadro 5. Correlaciones**

Variables	Buena Fermentación	Ligera Fermentación	Granos Violetas	Peso de 100 pepas	Amargor	Acidez	Astringencia	Sabor frutal	Sabor cacao	Sabor nuez
Buena Fermentación	1	-0.7134**	-0.9115**	0.003 NS	0.0166 NS	-0.2095*	-0.006 NS	-0.2108*	-0.0726 NS	0.0551 NS
Ligera Fermentación		1	0.3558**	0.0081 NS	-0.0163 NS	0.0002NS	0.032 NS	0.1873 NS	0.2093*	0.0939NS
Granos Violetas			1	-0.0186 NS	0.0193 NS	0.2825**	-0.0469 NS	0.1636 NS	-0.0384 NS	0.1494 NS
Peso de 100 pepas				1	-0.0366 NS	-0.0653 NS	0.0694 NS	0.0716 NS	0.0313 NS	0.0274 NS
Amargor					1	0.0565 NS	-0.4924**	0.2971**	-0.2625*	-0.2115*
Acidez						1	-0.0889 NS	0.3051**	-0.3688**	0.3122**
Astringencia							1	-0.3688**	0.3397**	0.3311**
Sabor frutal								1	-0.3905**	-0.4159**
Sabor cacao									1	0.8121**
Sabor nuez										1

NS = No Significativo

\*\* = Altamente Significativo

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de las cinco prefermentaciones, tres métodos de prefermentación y tres días de fermentación del cacao CCN51, se determinó lo siguiente:

En lo que se refiere a buena fermentación, los tratamientos presentaron promedios superiores a 65 %, valor que se considera mínimo de buena fermentación que debe tener el cacao CCN51 según los requisitos de calidad de la norma INEN 176. En cuanto a ligera fermentación, los tratamientos presentaron promedios inferiores al 11 %, valor mínimo que establece la norma INEN 176. En granos violetas, los tratamientos presentaron promedios inferiores a 18 %, valor máximo que establece la norma INEN 176.

Los resultados indican que los tratamientos fermentados en montones obtuvieron una mejor fermentación que en sacos, lo cual coincide con lo que manifiesta Enríquez (2004) quien manifiesta que el método de sacos, no es el mejor ya que es difícil remover la masa dentro del saco y por consiguiente se obtiene pocas almendras fermentadas y el resto no.

Con respecto al peso de 100 granos, los tratamientos estudiados obtuvieron promedios inferiores al rango de peso que va entre 135-140 g. que establece la norma INEN 176 sobre requisitos de calidad física. Sin embargo, es importante considerar que los datos obtenidos durante la época seca, no fueron representativos debido a que la plantación de cacao presentó deficiencias en cuanto a manejo del cultivo, en lo referente a riego y fertilización de la planta lo cual concuerda con los expresado con Bustamante y Lainez (2010), quienes señalan que el peso del cacao depende directamente de la nutrición de la planta y disponibilidad de agua.

Los promedios de los tratamientos en cuanto a épocas y métodos de fermentación, no presentaron significancia para la variable peso de 100 granos, lo cual confirma con lo expresado por Amores *et al* (2007), quienes indican que la época de fermentación, métodos de fermentación y presecado, no promueven cambios en la variable peso de

100 almendras para el cacao CCN51. En correlaciones, se determinó que peso de 100 granos, no presentó significancia para ninguna de las demás variables.

En lo que concierne a acidez, los resultados indican que el tratamiento de presecado obtuvo valores de intensidad baja con 0.83 dentro de la escala de 0-5, datos que concuerdan con lo obtenido de Amores *et al* (2007), quienes señalan que las almendras de cacao con el método del presecado de CCN51, determinan una menor acidez.

Con respecto a amargor y astringencia, los resultados señalan que el tratamiento de presecado obtuvo valores de amargor 0.83 y en astringencia 1.66, valores de intensidad media baja según la escala de 0 a 5, lo cual concuerda con lo expresado por Amores *et al* (2007), quienes indican que con el método del presecado, existe un mejor balance de los sabores básicos en el perfil sensorial.

En lo que concierne a temperatura, los resultados indican que al cuarto día, se alcanzó temperaturas de 40 a 50 °C en ambas épocas, por lo que discrepamos con Saltos (2005) quien considera que el embrión muere al tercer día de fermentación cuando las temperaturas alcanzan 40 a 50 °C.

Asimismo, se registró una mayor temperatura en la capa más superficial de la masa por lo que coincidimos con Lainez (2010) quien indica que el proceso de fermentación se da mayormente en los primeros diez centímetros de la masa. De igual manera, se observó que entre el cuarto y quinto día, la temperatura se estabiliza y luego desciende lo cual indica que el proceso de fermentación ha terminado, por lo que coincidimos con lo que afirma Sánchez (2007) quien señala que la fermentación ha terminado cuando existe el descenso de temperatura. Los resultados muestran que la temperatura del proceso de fermentación en la época lluviosa fue superior al de la época seca, por lo que coincidimos con Amores, *et al* (2007) quienes señalan que la temperatura de la masa de fermentación durante la época lluviosa es superior con respecto a la época seca.

En correlaciones se determinó que buena fermentación mostró asociaciones significativas negativas con ligera fermentación, granos violetas y sobrefermento, significa que al aumentar buena fermentación disminuye como es de esperarse, ligera fermentación, granos violetas y sobrefermento, mientras que en las demás comparaciones se observó que no hubo correlaciones.

Se determinó que amargor, presentó correlaciones negativas con astringencia, sabor a cacao y sabor a nuez, lo que significa que al aumentar amargor, se esconden sabores a cacao y nuez mientras que para sabor frutal presentó correlación positiva, que significa que al aumentar amargor, también aumenta ligeramente sabor frutal.

Se estableció que acidez, presentó correlaciones positivas con sabor frutal y sabor a nuez, situación que coincide con Sánchez (2007), Jiménez (2007) y REPEC (2003) quienes señalan que la acidez se toma como referencia frutas cítricas y fruta seca. Además, presentó correlación negativa con sabor a cacao, lo cual significa que al aumentar acidez, disminuye sabor a cacao.

Se vio que astringencia mostró asociaciones significativas negativas con sabor frutal lo que indica que al aumentar astringencia se reduce el sabor frutal, mientras que en sabor cacao y nuez se presenta correlación positiva, lo que indica que al aumentar astringencia aumenta ligeramente sabor a cacao y nuez.

Se determinó que sabor frutal presentó correlaciones negativas con sabor cacao y sabor a nuez, lo que significa que al aumentar sabor frutal, disminuye sabor cacao y nuez. Asimismo se estableció que sabor cacao presentó correlación positiva con sabor a nuez lo cual indica que al aumentar sabor a cacao, también aumenta sabor a nuez.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a resultados obtenidos y bajo las circunstancias en que se llevó a cabo la presente evaluación, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos que sobresalieron dentro de las variables en su orden de buena fermentación, ligera fermentación y granos violetas fueron, en Prefermentación: presecado y testigo. En Fermentación: se destacó el método del montón. En días: la mejor respuesta se obtuvo a los seis días.
2. En lo que se refiere a peso de 100 granos, los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados fueron, en Prefermentación: presecado. En Fermentación: se destacó el método de sacos. En días: los mejores resultados se obtuvieron al cuarto día. Sin embargo, la época y los métodos de fermentación no influyen en el peso final de 100 granos.
3. Con respecto a los tratamientos que alcanzaron el mejor equilibrio sensorial en una escala de 0 a 5, para las variables de amargor, acidez y astringencia, fueron, en Prefermentación: Presecado. En fermentación: se destacó el método de montones. En días: el mejor resultado fue al sexto día.
4. En lo que respecta a variable frutal, cacao, nuez y sobrefermento, los tratamientos con mejor equilibrio sensorial en una escala de 0 a 5, fueron, en Prefermentación: el presecado. En Fermentación: el método en montones. En Días, al quinto día.
5. Según resultados obtenidos, se puede concluir que el método de presecado en montones por cuatro días, determinan una mejor calidad física y organoléptica del cacao CCN51.
6. El método de presecado responde positivamente a la disminución de la acidez y astringencia, lo cual esconde atributos o notas sensoriales de sabor a cacao,

frutal que forman la plataforma estructural del perfil organoléptico de las almendras de cacao.

7. De acuerdo a resultados obtenidos, la época lluviosa que presenta mayor temperatura, acelera el proceso de fermentación e influye positivamente en el porcentaje de buena fermentación del cacao CCN51. Sin embargo, la época no interviene en la presencia de sabores específicos de la almendra.
8. La variable buena fermentación mostró asociaciones significativas negativas con ligera fermentación y granos violetas, lo que significa que al aumentar buena fermentación, disminuyen las demás variables.
9. Acidez, presentó correlaciones positivas con sabor frutal y sabor a nuez, lo cual indica que al aumentar la acidez, aumenta ligeramente el sabor frutal y sabor a nuez.
10. Sabor cacao presentó correlación positiva con sabor a nuez lo cual indica que al aumentar sabor a cacao, también aumenta sabor a nuez.
11. Podemos concluir que el cacao CCN51 es una excelente alternativa para el desarrollo agrícola del país ya que presenta buena productividad y goza de un reconocimiento industrial por sus características físicas y de sabor. Bajo este contexto, es importante considerar que cada variedad de cacao posee su nicho de mercado en el mundo.

### **Recomendaciones**

De acuerdo a las conclusiones expresadas se recomienda lo siguiente:

- Fermentar el cacao CCN51 con el método de presecado, fermentado en montones, por tres días de fermentación.
- Optimizar las prácticas culturales de manejo del cultivo, en especial fertilización, riego y cosecha para lograr un mayor peso de los granos de cacao.
- Realizar estudios sobre métodos que permitan intensificar los sabores específicos de frutal, floral, cacao y nuez del cacao CCN51.

## 7. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la “Hacienda Denise”, propiedad de la empresa DUBLINSA S.A, ubicada en el recinto Las Mercedes, del cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas, y comprendió dos estudios, el primero durante la época lluviosa (Mayo), y el segundo durante la época seca (Septiembre) de 2010. Los objetivos del trabajo fueron: Mejorar la calidad física y organoléptica del cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación y fermentación; determinar el peso y grado de fermentación de las almendras de cacao CCN51; evaluar la intensidad de los sabores básicos y específicos de las almendras de cacao CCN51 y reducir la acidez y astringencia del cacao CCN51. Los tratamientos estudiados fueron: cosecha y almacenamiento de mazorcas por uno, dos y tres días; presecado y testigo (tradicional) fermentados en los métodos de sacos, cajones y montones por cuatro, cinco y seis días de fermentación. Lo anotado generó un experimento factorial de  $5 \times 3 \times 3 = 45$  tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con dos repeticiones las cuales correspondieron a las épocas de evaluación. Las variables evaluadas fueron: granos con buena fermentación (%), granos con ligera fermentación (%), granos violetas (%), peso de 100 granos (g), amargor, acidez, astringencia, sabor frutal, sabor a cacao, sabor a nuez, y temperatura como dato complementario. De acuerdo a los objetivos planteados, se determinó que con el presecado, fermentado con el método de montones por cuatro días de fermentación, se mejora la calidad física y organoléptica de la almendra. Se estableció que el peso de los granos no depende de la época ni de los métodos de fermentación, sino de una correcta fertilización y buena disponibilidad de agua. Se evaluó la intensidad de los sabores básicos y se determinó que con el método del presecado se logró disminuir la acidez y la astringencia, sin embargo esconde otros sabores específicos tales como frutal, cacao y nuez.

## 7.1 SUMMARY

This research was done in the "Hacienda Denise", owned by Dublinsa SA company, located in "Las Mercedes village, Isidro Ayora canton", Guayas province, and involved two studies, the first during the rainy season (May) and the second during the dry season (September) 2010. The objectives were: Improve the physical and organoleptic quality of CCN51 cocoa through prefermentation and fermentation methods, determine the weight and fermentation percentage of the CCN51 cocoa beans; evaluate the intensity of the basic and specific flavors of the CCN51 cocoa beans and reduce the acidity and astringency of CCN51 cocoa beans. The treatments were: harvest and storage of pods for one, two and three days, pre-drying and control treatment (Traditional) fermented in bags, boxes and pile methods for four, five and six days of fermentation which generated a factorial experiment of 5x3x3 equal to 45 treatments. For the research we used the design of randomized complete block (RCBD) with two repetitions which corresponded to evaluation seasons. The variables evaluated were: almonds with good fermentation (%), almonds lightly fermented (%), purple grains (%), weight of 100 seeds (g), bitterness, acidity, astringency, fruity flavor, cocoa flavor and nutty flavor. According to the stated objectives, it was determined that the pre-dried, fermented with the pile method by four days of fermentation, improved physical and organoleptic quality of the cocoa beans. It was established that the weight of the grains does not depend on the season or the fermentation methods, but proper fertilization and good water availability. We evaluated the intensity of the basic flavors and it was determined that the pre-drying method allows to reduce the acidity and astringency, but hides other specific flavors such as fruit, cocoa and nuts.



## LITERATURA CITADA

- Amores, F. y Jiménez, J. 2007. Técnicas de fermentación, catación y evaluación sensorial para el mejoramiento de la calidad organoléptica del cacao. Estación experimental Tropical Pichilingue, Programa Nacional de Cacao. INIAP-PRONORTE. p 3 - 67
- Amores, F., Jiménez, J., Saltos, A. 2007. Comportamiento del perfil organoléptico de los cacaos CCN51 y Nacional en respuesta a la introducción del presecado de las almendras en el protocolo de fermentación. Convenio INIAP, APROCAFA, CORPEI. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. p 3-67.
- Anecacao y Corpei. 2007. Manual del cultivo de cacao para productores. Guayaquil, Ecuador. p 19-30.
- ANECACAO. 2009. Estadísticas de exportaciones de cacao en grano por empresa exportadora y calidades expresado en TM y valor FOB. Enero a Diciembre del 2009.
- Arribas, M. 2010. Umami, un sabor muy especial. (En línea). Consultado el 31 de Octubre del 2010. Disponible en: (<http://www.aprendergratis.com/umami-un-sabor-muy-especial.html>)
- Artículo LA PRALINE publicado en revista de ANECACAO de Mayo 2010.
- Asociación de productores de cacao fino aroma (APROCAFA). Cacao especial: DON HOMERO. (En línea). Consultado el 10 de Septiembre del 2010. Disponible en [www.aprocafa.net](http://www.aprocafa.net)
- Asociación de productores de cacao fino y de aroma (APROCAFA). Postcosecha y fermentación del cacao Don Homero. Tríptico.

- Asociación de productores de cacao fino y de aroma (APROCAFA).2010. (En línea)  
Consultado el 10 de Septiembre del 2010. Disponible en  
<http://www.aprocafa.net/ingles.html>
- Barrale, L. 2005. Materias Primas: Chocolate Fermentación. Consultado 20 de Mayo  
del 2010. (En línea). Disponible en:  
[www.mundohelado.com/materiasprimas/chocolate/chocolate-ferment](http://www.mundohelado.com/materiasprimas/chocolate/chocolate-ferment)
- Calderón, L. 2002. Evaluación de los compuestos fenolicos del cacao (*Theobroma  
cacao L*) de tipo fino y ordinario de producción nacional durante la fermentación  
en relación con la calidad. Tesis. Lic. Química. Pontificia Universidad Católica  
del Ecuador. Quito, Ecuador. p 12 - 16
- Cedeño, S. 2004.El Gran Cacao. Boletín de prensa. (En línea) Consultado el 24 de  
febrero 2010.Disponible en [www.sudnordnews.org](http://www.sudnordnews.org)
- Crespo, E., Crespo, F. 1997. Cultivo y beneficio del cacao CCN51. “El conejo”. Quito,  
Ecuador. p 19-57
- Cros, E. 2004. Evolución de los compuestos fenólicos de la almendra de cacao durante  
la maduración del fruto. Cirad, Francia. p 784.
- Ecuadorinmediato.com “El cacao del Ecuador es reconocido internacionalmente” (En  
línea). Consultado el 5 de Junio del 2010. Disponible en:  
[www.ecuadorinmediato.com](http://www.ecuadorinmediato.com)
- Enríquez, G. 2004. Guía para productores ecuatorianos. Manual No 54. Instituto  
Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Cacao Orgánico. Quito,  
Ecuador. p 54 - 231
- Enríquez, G. 2006. Beneficio del cacao. Boletín Divulgativo. No 254. 11 p. INIAP

- Espinosa, J., Mite, F., Cedeño, S., Barriga, S., y., Andino, J. 2005. Manejo por sitio específico del cacao basado en sistemas de información geográfica. (En línea). Consultado el 30 de Agosto 2010. Disponible en [www.google.com](http://www.google.com)
- Infoagro. 2003. El cultivo del cacao. (En línea). Consultado el 30 de Agosto del 2010. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cacao.htm>
- Infoagro. 2006. Tratamientos del fruto, Fermentación. (En línea). Consultado el 25 Febrero 2010. Disponible en [www.infoagro.com.blog/fermentacion.cacao](http://www.infoagro.com.blog/fermentacion.cacao)
- Iniap.2008. Guía Técnica de cultivos cacao. Ficha 1 y 2. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- International Cocoa Organization (ICCO). 2010. "Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XXXVI, No. 2, Cocoa year 2009/2010". (En línea). Disponible en: <http://www.icco.org/about/press2.aspx?Id=40b12746>
- Jiménez, J., Amores, F., 2008. Clasificación de almendras de cacao por el grado de fermentación. Programa Nacional de cacao/café, INIAP.
- Lainez, J. 1959. Algunos estudios sobre el beneficio de algunas selecciones cultivadas en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. p 4 - 16
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN176 y 177. Cacao en grano. Requisitos. Subcomité técnico: cacao y productos de cacao. 2000.
- Omana, Daniel. 2009. Morfología y taxonomía. (En línea). Consultado el 3 de Septiembre del 2010. Disponible en: [www.purocacaounesur.blogspot.com/2009](http://www.purocacaounesur.blogspot.com/2009).
- Pastorelly, D., Vera, M., Pilamunga, M., Izquierdo, L., Mejía, Y., Posligua, W., Zambrano, Rodríguez, R. 2006. El manual del cultivo de cacao. ANECACAO. Guayaquil, Ecuador, 73p.

- Representaciones Ecuador (REPEC).2003. Conceptos a tener muy en cuenta durante la degustación del licor de cacao. Boletín.
- Romero, G. 2010. Cacao CCN51 como una alternativa para el Ecuador.
- Saltos, A. 2005. Efecto de métodos de fermentación frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao sobre la calidad física y organoléptica del complejo “Nacional x Trinitario”. Tesis Ing. Agr. Instituto tecnológico agropecuario de Vinces. Vinces. Ecuador. p 23 - 45
- Sánchez, M. 2010. Microbios y cacao. (En línea). Consultado el 25 de Agosto del 2010. Disponible en <http://es.paperblog.com/microbios-y-cacao-41206/>
- Sánchez, V. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L.*) para la selección de arboles con perfiles de sabor de interés comercial. Tesis. Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. p 56
- Von Rutte, S. 2005. Presecado del cacao en baba, nuevo concepto en fermentación. Revista Anecacao. Guayaquil, Ecuador. p 19.

## ANEXOS

**Cuadro 1A.** Valores de granos con Buena fermentación (%) determinados en el cacao CCN51a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG, 2010.

Nº	Tratamientos			Época (repeticiones)		Σ Ti	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	84	68	152	76
2	P1	F1	D2	76	70	146	73
3	P1	F1	D3	86	78	164	82
4	P1	F2	D1	60	60	120	60
5	P1	F2	D2	86	80	166	83
6	P1	F2	D3	88	83	171	85.5
7	P1	F3	D1	53	50	103	51.5
8	P1	F3	D2	66	60	126	63
9	P1	F3	D3	96	88	184	92
10	P2	F1	D1	78	70	148	74
11	P2	F1	D2	78	75	153	76.5
12	P2	F1	D3	92	90	182	91
13	P2	F2	D1	82	80	162	81
14	P2	F2	D2	86	75	161	80.5
15	P2	F2	D3	96	90	186	93
16	P2	F3	D1	82	80	162	81
17	P2	F3	D2	84	80	164	82
18	P2	F3	D3	90	88	178	89
19	P3	F1	D1	80	80	160	80
20	P3	F1	D2	88	87	175	87.5
21	P3	F1	D3	90	88	178	89
22	P3	F2	D1	56	63	119	59.5
23	P3	F2	D2	86	85	171	85.5
24	P3	F2	D3	90	88	178	89
25	P3	F3	D1	86	88	174	87
26	P3	F3	D2	94	92	186	93
27	P3	F3	D3	93	91	184	92
28	P4	F1	D1	84	80	164	82
29	P4	F1	D2	86	82	168	84
30	P4	F1	D3	94	89	183	91.5
31	P4	F2	D1	72	71	143	71.5
32	P4	F2	D2	92	88	180	90
33	P4	F2	D3	76	80	156	78
34	P4	F3	D1	92	92	184	92
35	P4	F3	D2	82	90	172	86
36	P4	F3	D3	93	94	187	93.5
37	P5	F1	D1	86	83	169	84.5
38	P5	F1	D2	90	85	175	87.5
39	P5	F1	D3	94	90	184	92
40	P5	F2	D1	80	74	154	77
41	P5	F2	D2	86	84	170	85
42	P5	F2	D3	90	89	179	89.5
43	P5	F3	D1	86	90	176	88
44	P5	F3	D2	92	90	182	91
45	P5	F3	D3	88	91	179	89.5
<b>Σ Rj</b>				3789	3669	7458	3729
<b>x</b>				84.20	81.53	165.73	82.87

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza de la variable granos con Buena fermentación (%).

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	160.000	160.000	17.2973**	4.06	7.24
Prefermentación	4	1916.956	479.239	51.8096**	3.21	5.12
Fermentación	2	271.667	135.833	14.6847**	2.58	2.78
P x F	8	967.444	120.931	13.0736**	2.31	3.24
Días	2	2448.867	1224.433	132.3712**	2.16	2.24
P x D	8	897.578	112.197	12.1294**	2.05	2.75
F x D	4	507.067	126.767	13.7045**	1.98	2.62
P x F x D	16	1291.822	80.739	8.7285**	1.92	2.52
Error	44	407.000	9.250			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>8868.400</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



**Cuadro 3A.** Valores de granos con Ligera fermentación (%) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG, 2010.

"Granos con Ligera fermentación (%)"							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	x
				I	II		
1	P1	F1	D1	4	4	8	4
2	P1	F1	D2	14	12	26	13
3	P1	F1	D3	6	6	12	6
4	P1	F2	D1	14	15	29	14.5
5	P1	F2	D2	6	5	11	5.5
6	P1	F2	D3	8	7	15	7.5
7	P1	F3	D1	25	20	45	22.5
8	P1	F3	D2	18	15	33	16.5
9	P1	F3	D3	4	10	14	7
10	P2	F1	D1	6	5	11	5.5
11	P2	F1	D2	8	8	16	8
12	P2	F1	D3	4	6	10	5
13	P2	F2	D1	10	15	25	12.5
14	P2	F2	D2	12	15	27	13.5
15	P2	F2	D3	2	9	11	5.5
16	P2	F3	D1	10	5	15	7.5
17	P2	F3	D2	10	15	25	12.5
18	P2	F3	D3	10	12	22	11
19	P3	F1	D1	10	12	22	11
20	P3	F1	D2	6	7	13	6.5
21	P3	F1	D3	10	12	22	11
22	P3	F2	D1	18	14	32	16
23	P3	F2	D2	8	8	16	8
24	P3	F2	D3	8	10	18	9
25	P3	F3	D1	10	7	17	8.5
26	P3	F3	D2	6	6	12	6
27	P3	F3	D3	7	7	14	7
28	P4	F1	D1	8	10	18	9
29	P4	F1	D2	6	10	16	8
30	P4	F1	D3	2	3	5	2.5
31	P4	F2	D1	14	15	29	14.5
32	P4	F2	D2	6	7	13	6.5
33	P4	F2	D3	18	18	36	18
34	P4	F3	D1	6	6	12	6
35	P4	F3	D2	8	7	15	7.5
36	P4	F3	D3	6	5	11	5.5
37	P5	F1	D1	4	6	10	5
38	P5	F1	D2	10	6	16	8
39	P5	F1	D3	4	5	9	4.5
40	P5	F2	D1	10	10	20	10
41	P5	F2	D2	8	9	17	8.5
42	P5	F2	D3	10	8	18	9
43	P5	F3	D1	6	10	16	8
44	P5	F3	D2	4	4	8	4
45	P5	F3	D3	10	8	18	9
$\Sigma R_j$				394	414	808	404
x				84.20	9.20	17.96	8.98

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza de la variable granos con Ligera fermentación (%).

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	4.444	4.444	1.2256 <sup>NS</sup>	4.06	7.24
Prefermentación	4	106.956	26.739	7.3737**	3.21	5.12
Fermentación	2	179.756	89.878	24.7852**	2.58	2.78
P x F	8	343.244	42.906	11.8319**	2.31	3.24
Dias	2	92.689	46.344	12.7802**	2.16	2.24
P x D	8	206.311	25.789	7.1117**	2.05	2.75
F x D	4	122.911	30.728	8.4737**	1.98	2.62
P x F x D	16	460.089	28.756	7.9298**	1.92	2.52
Error	44	159.556	3.626			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>1675.956</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo



**Cuadro 5A.** Valores de granos violetas (%) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG, 2010.

"Granos Violetas (%)"							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		$\Sigma T_i$	X
				I	II		
1	P1	F1	D1	12	28	40	20
2	P1	F1	D2	10	18	28	14
3	P1	F1	D3	8	16	24	12
4	P1	F2	D1	26	25	51	25.5
5	P1	F2	D2	8	15	23	11.5
6	P1	F2	D3	4	10	14	7
7	P1	F3	D1	22	30	52	26
8	P1	F3	D2	16	25	41	20.5
9	P1	F3	D3	0	2	2	1
10	P2	F1	D1	16	25	41	20.5
11	P2	F1	D2	14	17	31	15.5
12	P2	F1	D3	4	4	8	4
13	P2	F2	D1	8	5	13	6.5
14	P2	F2	D2	2	10	12	6
15	P2	F2	D3	2	1	3	1.5
16	P2	F3	D1	8	15	23	11.5
17	P2	F3	D2	6	5	11	5.5
18	P2	F3	D3	0	0	0	0
19	P3	F1	D1	10	8	18	9
20	P3	F1	D2	6	6	12	6
21	P3	F1	D3	0	0	0	0
22	P3	F2	D1	26	22	48	24
23	P3	F2	D2	6	7	13	6.5
24	P3	F2	D3	2	2	4	2
25	P3	F3	D1	4	5	9	4.5
26	P3	F3	D2	0	2	2	1
27	P3	F3	D3	0	2	2	1
28	P4	F1	D1	8	10	18	9
29	P4	F1	D2	8	8	16	8
30	P4	F1	D3	2	6	8	4
31	P4	F2	D1	14	14	28	14
32	P4	F2	D2	2	4	6	3
33	P4	F2	D3	6	6	12	6
34	P4	F3	D1	2	2	4	2
35	P4	F3	D2	10	3	13	6.5
36	P4	F3	D3	0	1	1	0.5
37	P5	F1	D1	10	11	21	10.5
38	P5	F1	D2	0	9	9	4.5
39	P5	F1	D3	2	5	7	3.5
40	P5	F2	D1	10	6	16	8
41	P5	F2	D2	6	7	13	6.5
42	P5	F2	D3	0	3	3	1.5
43	P5	F3	D1	8	8	16	8
44	P5	F3	D2	4	6	10	5
45	P5	F3	D3	2	3	5	2.5
$\Sigma R_j$				314	417	731	365.5
$\bar{x}$				84.20	9.27	16.24	8.12

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza de la variable granos violetas (%)**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	117.878	117.878	12.6004**	4.06	7.24
Prefermentación	4	1212.044	303.011	32.3901**	3.21	5.12
Fermentación	2	146.756	73.378	7.8437**	2.58	2.78
P x F	8	441.356	55.169	5.8973**	2.31	3.24
Dias	2	1551.089	775.544	82.9011**	2.16	2.24
P x D	8	315.022	39.378	4.2093**	2.05	2.75
F x D	4	108.311	27.078	2.8945**	1.98	2.62
P x F x D	16	577.578	36.099	3.8587**	1.92	2.52
Error	44	411.622	9.355			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>4881.656</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo

**Cuadro 7A.** Valores de peso de las 100 granos (g) determinados en el cacao CCN51 a través de métodos de prefermentación, fermentación y días. Sector Isidro Ayora, Provincia del Guayas. UCSG, 2010.

"Peso de 100 granos"							
N°	Tratamientos			Época (repeticiones)		Σ Ti	x
				I	II		
1	P1	F1	D1	135.95	115.13	251.08	125.54
2	P1	F1	D2	134.78	107.28	242.06	121.03
3	P1	F1	D3	129.94	108.45	238.39	119.195
4	P1	F2	D1	126.07	103.25	229.32	114.66
5	P1	F2	D2	124.7	109.65	234.35	117.175
6	P1	F2	D3	122.32	113.29	235.61	117.805
7	P1	F3	D1	131.02	114.31	245.33	122.665
8	P1	F3	D2	132.38	105.2	237.58	118.79
9	P1	F3	D3	130	109.2	239.2	119.6
10	P2	F1	D1	128.4	112.28	240.68	120.34
11	P2	F1	D2	126.94	107.45	234.39	117.195
12	P2	F1	D3	123.35	111.28	234.63	117.315
13	P2	F2	D1	125.84	115.39	241.23	120.615
14	P2	F2	D2	124.71	113.29	238	119
15	P2	F2	D3	118.55	115.32	233.87	116.935
16	P2	F3	D1	120.96	105.39	226.35	113.175
17	P2	F3	D2	120.52	102.38	222.9	111.45
18	P2	F3	D3	124.8	117.38	242.18	121.09
19	P3	F1	D1	112	114.33	226.33	113.165
20	P3	F1	D2	109.54	110.3	219.84	109.92
21	P3	F1	D3	112.3	108	220.3	110.15
22	P3	F2	D1	113.5	117.34	230.84	115.42
23	P3	F2	D2	113.7	104.39	218.09	109.045
24	P3	F2	D3	113	102.37	215.37	107.685
25	P3	F3	D1	119.54	115	234.54	117.27
26	P3	F3	D2	113.63	109.46	223.09	111.545
27	P3	F3	D3	107.49	108.34	215.83	107.915
28	P4	F1	D1	130.1	111.27	241.37	120.685
29	P4	F1	D2	117.34	113.42	230.76	115.38
30	P4	F1	D3	130.07	108	238.07	119.035
31	P4	F2	D1	133.7	118	251.7	125.85
32	P4	F2	D2	123.69	116.2	239.89	119.945
33	P4	F2	D3	118.52	111.28	229.8	114.9
34	P4	F3	D1	125	112.43	237.43	118.715
35	P4	F3	D2	139	118.96	257.96	128.98
36	P4	F3	D3	124.93	116.14	241.07	120.535
37	P5	F1	D1	128.43	113.56	241.99	120.995
38	P5	F1	D2	123.02	108.35	231.37	115.685
39	P5	F1	D3	122.11	109.32	231.43	115.715
40	P5	F2	D1	125.25	111.32	236.57	118.285
41	P5	F2	D2	123.09	109.43	232.52	116.26
42	P5	F2	D3	128.9	104.32	233.22	116.61
43	P5	F3	D1	127.66	103.43	231.09	115.545
44	P5	F3	D2	121.79	104.43	226.22	113.11
45	P5	F3	D3	129.13	108.87	238	119
<b>Σ Rj</b>				5567.66	4974.18	10541.84	5270.92
<b>x</b>				84.20	110.54	234.26	117.13

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza de la variable Peso de 100 granos (g)

**ANDEVA**

F. de V.	GL	SC	CM	F.Cal	F. Tabla	
					5%	1%
Repeticiones	1	3963.816	3963.816	127.1210**	4.06	7.24
Prefermentación	4	912.745	228.186	7.3180**	3.21	5.12
Fermentación	2	8.500	4.250	0.3180 <sup>NS</sup>	2.58	2.78
P x F	8	221.919	27.740	0.8896 <sup>NS</sup>	2.31	3.24
Días	2	142.633	71.316	2.2871**	2.16	2.24
P x D	8	118.564	14.821	0.4753 <sup>NS</sup>	2.05	2.75
F x D	4	61.798	15.449	0.4955 <sup>NS</sup>	1.98	2.62
P x F x D	16	356.143	22.259	0.7139 <sup>NS</sup>	1.92	2.52
Error	44	1371.983	31.181			
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>7158.101</b>				

NS = No Significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente Significativo