



## **Tipos de secado de Theobroma Cacao L. y su efecto en la calidad organoléptica en Esmeraldas, Ecuador**

*Types of drying of Theobroma Cacao L. And its effect on organoleptic quality in Esmeraldas, Ecuador*

*Tipos de secagem de Theobroma Cacao L. E seu efeito na qualidade organoléptica em Esmeraldas, Ecuador*

**Víctor H. Reynel Chila**  
vic\_reynel@hotmail.com

**Orlando A. Loor Castro**  
loor.orlandoa@gmail.com

**Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador**

Artículo recibido septiembre 2017, arbitrado octubre 2017 y publicado en enero 2018

### **RESUMEN**

La investigación se realizó en el eje vial Esmeraldas - La Concordia Ecuador, para conocer los efectos de los tipos de secado ya sea natural o artificial, sobre la calidad de las almendras de cacao (*Theobroma cacao L.*), esta se realiza con base en la calificación física de los granos, la que incluye la prueba de corte, utilizada a nivel mundial para evaluar el grado de fermentación del cacao, esta prueba se basa en la observación del color interno del grano de cacao, lo que la convierte en un análisis físico cualitativo sumamente subjetivo, (Calderón, 2002), por lo que es importante realizar el análisis sensoriales para determinar las características organolépticas de dicho producto. La evaluación sensorial de licores de cacao permite realizar conclusiones sobre el nivel de fermentación y la calidad organoléptica. El resultado de este estudio, ayudará a la identificación de oportunidades para desarrollar mercados diferenciados, que permitan valorizar la producción de la zona de Esmeraldas (Eje vial Esmeraldas-La Concordia) así como, el conocimiento y la información sobre metales pesados, y atributos de calidad, servirán para impulsar procesos de negociación, mercadeo y valorización del cacao. Además, se producirán oportunidades para diseminar el concepto de calidad integral, entre los agentes económicos de la cadena del cacao. Así mismo, se espera que la aplicación de los resultados de esta investigación, aumente con efectividad y eficiencia del sector, y de esta manera tener un panorama claro sobre el manejo post-cosecha del cacao

**Palabras clave:** *Theobroma cacao L.*; Calidad; Características organolépticas; Tipos de secado; Metales pesados

### **ABSTRACT**

The research was conducted in the road axis Esmeraldas -La Concordia Ecuador , for the purpose of drying rates either natural or artificial , on the quality of the cocoa beans (*Theobroma cacao L.*) , this is done based on physical characterization of the grains, which includes the cutting test , used worldwide to assess the degree of fermentation of cocoa; However, this test is based on the observation of the internal color of the cocoa bean , which makes in a highly subjective qualitative physical analysis (Calderon , 2002) , so it is important to perform the sensory analysis to determine the organoleptic characteristics of the product. Sensory evaluation cocoa liquor permits make conclusions about the level of fermentation and organoleptic quality. The result of this study will help identify opportunities to develop differentiated markets, enabling local production value of Esmeraldas (Esmeraldas - road axis Concordia) as well as knowledge and information on heavy metal soil and quality attributes, serve to promote negotiation, valuation and marketing of cocoa. In addition, opportunities will arise to disseminate the concept of comprehensive quality between the operators of the cocoa chain. Likewise, it is expected that the application of the results of this research to increase effectiveness and efficiency of the sector, and thus have a clear picture of the post- harvest handling of cocoa.

**Key Words:** *Theobroma cacao L.*; Quality; organoleptical properties; types of drying; Heavy metals

## RESUMO

A investigação foi realizada no eixo rodoviário Esmeraldas-La Concordia Equador, para conhecer os efeitos dos tipos de secagem, naturais ou artificiais, na qualidade das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao L.*), realizada com base em a qualificação física dos grãos, que inclui o teste de corte, utilizado mundialmente para avaliar o grau de fermentação da safra; no entanto, esse teste é baseado na observação da cor interna do grão de cacau, o que o torna em uma análise física qualitativa altamente subjetiva (Calderón, 2002), é importante realizar a análise sensorial para determinar as características organolépticas do referido produto. A avaliação sensorial dos licores de cacau permite conclusões sobre o nível de fermentação e a qualidade organoléptica. O resultado deste estudo ajudará a identificar oportunidades para desenvolver mercados diferenciados que permitam a produção da área de Esmeraldas (eixo rodoviário Esmeraldas-La Concordia), além de conhecimento e informações sobre metais pesados e atributos de qualidade, servirá para promover processos de negociação, comercialização e valorização do cacau. Além disso, haverá oportunidades para disseminar o conceito de qualidade integral entre os agentes econômicos da cadeia de cacau. Da mesma forma, espera-se que a aplicação dos resultados desta pesquisa aumente de forma efetiva e eficiente no setor e, portanto, tenha uma imagem clara do manejo pós-colheita do cacau.

**Palavras chave:** *Theobroma cacao L.*; Qualidade; Características organolépticas; Tipos de secagem; Metais pesados

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las industrias chocolateras, ha generado un gran interés en la economía de la cadena local, así como en los agentes externos, para requerir de un conocimiento específico de las diferencias de los atributos de calidad entre los diversos tipos de cacao que se originan en el Ecuador.

Amores (1999), acota que la calidad es uno de los aspectos principales que afecta la comercialización internacional de los productos agrícolas y que actualmente las dimensiones que precisan la calidad de un producto establecen un componente importante en cualquier estrategia para crear competitividad en una economía globalizada. Por su parte Reyes, Vivas y Romero (2004), indican que el nivel de calidad que se consiga en un producto final determinará la mayor o

menor demanda que tenga este en el mercado.

Moreno y Sánchez (1989), indican que la calidad final, resulta de un largo proceso que se inicia en la finca con la selección del material genético, el manejo del cultivo, además de los efectos de los factores climáticos sobre el desarrollo del fruto, continuando con un beneficio que comprende la cosecha, apertura de mazorcas y extracción de semillas, fermentación, secado, clasificación, empaque y almacenamiento del producto.

Por su parte Jiménez (2000), estipuló que la calidad final del grano en cuanto a capacidad para sabor y aroma a chocolate, depende de su material genético y del adecuado proceso de fermentación y secado, por lo que varias combinaciones de estos factores causaran diferencias en dicha capacidad.

Vera (1993), argumenta que el beneficio es la manera de preparar el cacao como materia prima para industrialización del producto, utilizando una serie de operaciones ordenadas la que se inicia con la cosecha de mazorcas maduras, extracción de almendras (desgrane), fermentación y concluye con el secado del grano.

Jiménez (2003), señala que el manejo pos-cosecha es una operación que se realiza con el propósito de convertirlos en producto comercial de mejor calidad, fácil transporte y almacenamiento. El secado del cacao consiste en exponer las almendras ya fermentadas a la acción del calor, ya sea por medios naturales o artificiales, para reducir su contenido de humedad interior a menos del 7 %, a fin de facilitar el manipuleo, conservación y evitar daños en la calidad por acción de mohos.

## Secado

Braudeau (1970), indica que se utilizan dos métodos para el secado: el natural (secado al sol) y artificial (secadoras), siendo el más aconsejable el primero.

### **Secado natural (al sol)**

Según Vera (1993), en Ecuador y otros países cacaoteros el secado natural es el procedimiento que más se utiliza, estos pueden ser en tendales de madera, caña picada sobre montículo de arena cercada con caña de bambú, de cemento con ligera inclinación. Por su parte Arévalo et al. (1994), coinciden con este criterio y además recomiendan utilizar mantas de polietileno, parihuelas (gavetas) de madera a 40 cm. del suelo para evitar la evaporación de la humedad del suelo. En cambio para Gutiérrez (1988), el secado depende de las condiciones climáticas, del número de horas de iluminación y de la intensidad de los rayos solares. En días despejados el período de secado puede cumplirse de 18 a 24 horas. Para ello Jiménez (2003), indica que durante el primer día se deben secar de dos a tres horas y esparcir las almendras en una capa gruesa de 4 a 5 cm. de espesor, removiéndolas cuatro veces por día, hasta disminuir el espesor de la capa a 1 cm.

### **Secado artificial (estufas)**

Gutiérrez (1988), indica que el secado artificial es una alternativa necesaria para secar el cacao en zonas donde llueve mucho, en períodos picos de cosechas o en plantaciones grandes donde no se puede secar oportunamente toda la producción.

Por su parte Enríquez (2004), indica que se han construido una gran cantidad de secadoras mecánicas, la mayoría de las cuales se basan en el paso del aire seco y caliente por la masa de cacao, existiendo unos baratos como el secador "Samoa", para el cuál se recomienda que las fuentes de calor estén bien lejos para que no afecte el cacao fresco, seco o en fermentación.

### **El secador Samoa**

Consiste en un tubo de metal, en donde se

pone la fuente de calor que puede ser leña, carbón, diésel o electricidad. Sobre el tubo a una distancia a 1.20 m se coloca la plataforma perforada donde van las semillas y se cubre con un techo. El sistema debe de estar cerrado en la parte baja para que el aire seco caliente del rededor del tubo suba y seque las almendras. Las ventajas de este secador a más de ser económico, puede secar las almendras rápidamente y sin elevar la temperatura en exceso, y gran parte puede ser construido con materiales corrientes, por último al construirlo adecuadamente y mantenerlo en buen estado, no existirá peligro que las almendras se contaminen con humo (Enríquez, 2004).

Desde el punto de vista químico, el término metales pesados se aplica al grupo de elementos químicos con una densidad igual o superior a 5 gr cm<sup>3</sup> cuando está en forma elemental o cuyo número atómico es superior a 20. Metales considerados pesados como el plomo (Pb), cadmio (Cd) y zinc (Zn) son tóxicos para la salud humana cuando se ingiere en cantidades superiores a las permisibles. Las plantas cultivadas en suelos con altas cantidades de metales pesados solubles, acumulan estos elementos en sus diferentes órganos vegetales y son transmitidos al cuerpo humano cuando son consumidos (Underwood, E. J. 1972).

Las concentraciones de metales pesados presentes algunos cultivos de exportación como el cacao, son secados en las orillas de carreteras sin el debido cuidado, por lo que se presume que sus almendras pueden ser contaminadas con Pb proveniente de la combustión de la gasolina que realizan los vehículos que circulan por las mismas.

Los países agro importadores exigen mayor calidad (sin residuos tóxicos). Además su presencia en cultivos puede constituirse en un impedimento a las exportaciones. En síntesis, estamos ante un problema complejo

en los cuales los agentes contaminantes son variados, las fuentes de procedencia son diversas y las vías o rutas seguidas por los diversos contaminantes, frecuentemente, escapan al control necesario para evitar efectos indeseados sobre el entorno natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir con los objetivos propuestos, se realizó, evaluaciones de las características sensoriales mediante esta etapa se determinaron los sabores y aromas de licores o pastas de cacao, correspondientes a muestras seleccionadas a lo largo del eje vial zonas estudiadas; los mismos que fueron valorizados, analizados y definidos por medio de los órganos sensoriales (lengua, Nariz, vista y tacto), determinando de esta manera perfiles de sabores característicos para cada muestra. Los análisis fueron realizados por el panel del Laboratorio de Calidad de cacao de la EET - Pichilingue de INIAP Ecuador, integrado por participantes previamente entrenados.

Previo a la catación las muestras fueron codificadas y calentadas en baño de maría a 40 ° C., cada integrante del panel procedió a degustar la muestra colocándose con una paleta plástica una pequeña porción de pasta en la parte central de la lengua hasta que en menos de 20 segundos se identificaron tres

tipos de sabores, que son percibidos por las papilas gustativas de la lengua y por las paredes de la boca y detallados a continuación:

**Los Sabores:** Cacao, acidez, amargor, astringencia y dulce (considerados básicos). El floral, frutal y nuez (considerados sabores específicos)

**Otros tipos:** como el verde/crudo, moho y químico que son de sabores que usualmente se presentan por falencias en el beneficio y tostado de las almendras. Todos los atributos y defectos se califican en base a una escala de 0 a 10 puntos y generalmente son relacionados con las referencias específicas. Una vez concluidas las cataciones, se realizó un consenso, entre los integrantes del panel, cada uno de los resultados se almacenaron en una base de datos para luego efectuar los respectivos análisis estadísticos y determinar diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de los sitios de secado en el eje vial

Una vez hecho un recorrido en eje vial Esmeraldas-La Concordia se estableció los lugares de muestreo con sus respectivas coordenadas.



Puntos de secado	17 N	UTM
1	677382	10014795
2	676111	10026273
3	669383	10036865
4	664499	10046883
5	662773	10053251
6	662132	10071220
7	656321	10085015

**Grafico 1.** Mapa y coordenadas de los sitios de muestreo en el eje vial.

### Volumen de cacao producido en las zonas

En este panorama, donde el origen genético de la semilla utilizada en las plantaciones es incierto, el número de plantas de cacao/ha es bajo y el manejo de las plantaciones es casual, se registra un rendimiento de apenas 4,5 qq/ha/año, valor inferior al compararlo con media nacional de 5,5 qq/ha/año. Es claro que estas cifras corresponden a plantaciones generalmente

antiguas y en las condiciones antes descritas de poco manejo y establecidas con material genético de bajo nivel productivo.

Una estimación de volúmenes actuales de la producción de cacao seco a nivel de provincia de Esmeraldas se estima en 269.000 qq/año (cifra obtenida al multiplicar el número de ha por el promedio de producción tanto para cacao Nacional como para CCN51). De este total el 83% corresponde a cacao Tipo Nacional y el 17% restante a Cacao CCN51.

### Comercialización de las almendras

La importancia de la generación del mapa radica en la comprensión de las relaciones entre actores y en que la información recopilada sirve como base para la definición de los cambios deseados en una cadena de valor.

**Las asociaciones de productores:** Son alrededor de 18 organizaciones a nivel de provincia de Esmeraldas que funcionan con algunas limitaciones y que participan en la producción, acopio y comercialización, dirigiendo el producto a importadores e industria internacional y en otros casos a intermediarios y exportadores nacionales. Estas asociaciones incorporan alrededor del 40% de los productores (5800).

**Los comerciantes/intermediarios:** Se estima que pueden pasar de 75

intermediarios presentes en la provincia de Esmeraldas. Son de diferentes tamaños, dependiendo del volumen de compra y de la ubicación del acopio.

**Los exportadores de cacao en grano:** Son más de 30 que tienen conexiones o están vinculados directamente con la producción de cacao de Esmeraldas. Son los acopiadores principales (a través de los intermediarios) y su producto va al mercado externo

**La industria de semielaborados:** Son los industriales (en muchos casos los mismos exportadores de grano) que procesan el cacao y lo transforman hasta alguna de sus etapas intermedias (manteca, polvo, licor). Estas industrias dirigen el cacao procesado hacia el mercado externo y una pequeña parte al mercado nacional. Se encuentran ubicados principalmente en Guayaquil.

**La industria de elaborados:** son los industriales conformados en empresas como SKS, Hoja Verde, Caoni/PRONACA, Tulicorp, Confiteca, que procesan el cacao de Esmeraldas hasta productos elaborados como el chocolate

### **Fermentación de las almendras**

La fermentación es un proceso de transformación de los azúcares de la baba o mucílago en alcohol etílico y luego en ácido acético por la intervención en primera instancia de levaduras y luego de las bacterias lácticas y acéticas; formándose dentro de la almendra las sustancias componentes del sabor a chocolate. Si las almendras no son sometidas a este proceso o este se realiza deficientemente se obtiene un cacao llamado "corriente".

La fermentación es la acción combinada y balanceada de la temperatura, alcoholes, ácidos, pH y humedad, con lo que el embrión morirá, luego se liberan los polifenoles y proteínas de reserva de las estructuras del almacenamiento que están en el interior de los cotiledones, produciendo las reacciones precursoras del aroma del chocolate

**Porcentaje de fermentación:** a través de la prueba de corte, de acuerdo al color y grietas del cotiledón se clasificaron las almendras de la siguiente manera: almendras con buena y mediana fermentación, violetas y pizarras, para esto se utilizó la técnica de la prueba de corte y definiciones del grado de fermentación.

En cuanto a la fermentación de cacao, después de analizar las muestras, solamente el 40% de los productores que están asociados a los sistemas de acopio y comercialización realizan esta práctica de manera adecuada a través de los sistemas de acopio y postcosecha (aunque no en todo el volumen que producen). El 60% restante de los productores que no están asociados,

generalmente no fermentan o si lo realizan lo hacen de forma inadecuada.

### **Tiempo de secado de las almendras**

Los días de fermentación requeridos, en base a los valores de la prueba de corte, se estimó el número de días necesarios para alcanzar el 80% de fermentación, en las muestras de cacao sometidas a este proceso.

El secado natural colocando la masa de cacao sobre los tendales, inicialmente en capas de 3-6 cm de espesor, el que se reduce a medida que pasan los días, cada media hora un hombre con un rastrillo debe remover y voltear los granos. Con temperatura promedio de 28 a 30 °C con 6 horas diarias de exposición al sol con 4 días de secado.

### **Determinación de contaminantes en las almendras**

Desde el punto de vista químico, el término metales pesados se aplica al grupo de elementos químicos con una densidad igual o superior a 5 gr cm<sup>3</sup> cuando está en forma elemental o cuyo número atómico es superior a 20. Metales considerados pesados como el plomo (Pb), cadmio (Cd) y zinc (Zn) son tóxicos para la salud humana cuando se ingiere en cantidades superiores a las permisibles. Las plantas cultivadas en suelos con altas cantidades de metales pesados solubles, acumulan estos elementos en sus diferentes órganos vegetales y son transmitidos al cuerpo humano cuando son consumidos (Underwood, E. J. 1962).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos son compuestos carcinogénicos y genotóxicos. La Comisión Reguladora adscrita a la UE limita a 2 mg/kg el contenido máximo de HAP en aceites y grasas. Para el cacao todavía no se ha definido un límite máximo. El secado del cacao por métodos artificiales aumenta seriamente el riesgo, pues muchas veces las secadoras no funcionan bien y generan gases

de combustión que contaminan las semillas. Los metales pesados, como el cadmio, plomo y mercurio, son amenazas serias para la salud.

En el cuadro 1 se detallan los metales pesados más frecuentemente encontrados en el cacao de distintos países latinoamericanos. En Venezuela se han encontrado muestras con hasta 4 mg/kg; o sea, mucho más del contenido máximo permitido.

En el 2000, la Comisión Reguladora de la UE propuso un valor límite de 0,8 mg/kg al contenido de cadmio en el chocolate y 0,1 mg/kg de plomo. Estos valores significan un problema para algunos cacaos de América Latina, (Caobisco) consiguió que, por el momento, no se aplique tal límite para el cacao latinoamericano y sus derivados. Sin embargo, no se sabe hasta cuándo será posible evitar tal restricción. Sin duda, no será por mucho tiempo. Un análisis de muestras en laboratorio demostró que el cacao proveniente de varios países latinoamericanos presenta una alta

contaminación con metales pesados, en especial Colombia.

### Determinación de contaminantes (Cadmio)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinación de contaminantes (Cadmio) muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias y los tratamientos se encuentran por debajo del límite permisible estipulado en la norma EU. APHA 3500 Cd

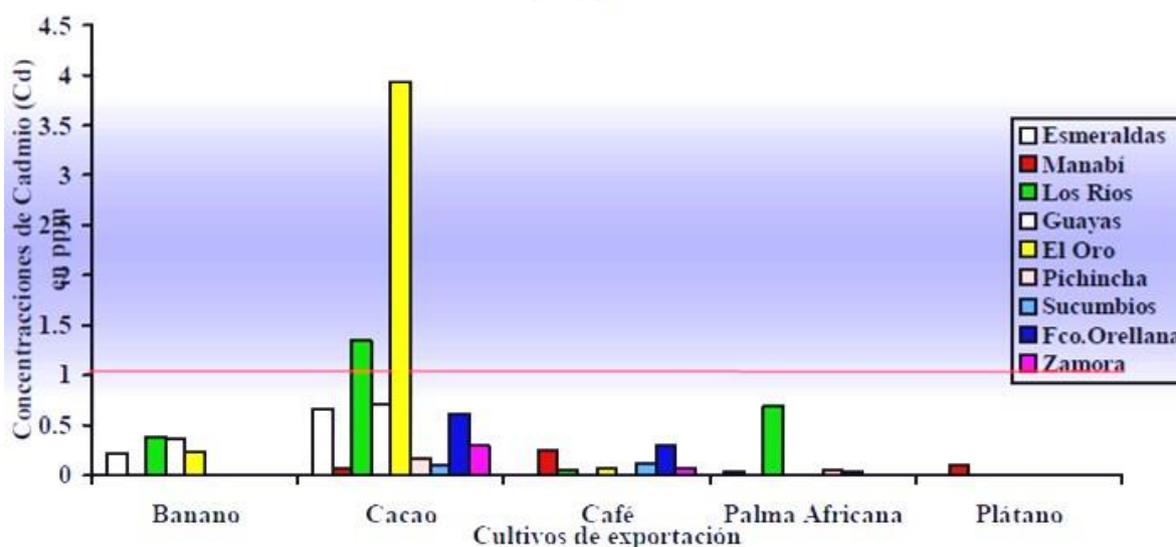
Estudios realizados en valores máximos de Cd en suelos cacaoteros muestreados el valor máximo de Cd estuvo en 3.936 ppm en suelos muestreados de provincia de, El Oro y el mínimo de 0.22 ppm en suelos de Zamora Chinchipe. El contenido de Cd en suelos del cultivo de palma africana presentó un valor máximo de 0.687 ppm. Los análisis realizados en la investigación bajo la norma APHA 3500 Cd muestra que Cd 0.02 (mg/kg) se encuentran por debajo de la norma. (Tabla. 1).

**Tabla 1.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinación de para determinación de contaminantes (Cadmio) Evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	n	Grupos Homogéneos
T6 Secadora a diesel	0.02	4	A
T1 Secado en carrete (Asfalto)	0.02	4	A
T5 Secado en marquesina	0.02	4	A
T3 Secado en Tendal (Concreto)	0.02	4	A
T2 Secado en carretera (Concreto)	0.02	4	A
T4 Secadora a gas	0.02	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

Extracción del Cadmio (Cd) por el método de AB-DTPA



**Grafico 2.** Valores máximos de Cadmio (ppm) encontrados en suelos agrícolas de diferentes provincias, (con respecto al suelo no a la muestra de producto) (2002).

### Determinación de contaminantes (Plomo)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinación de contaminantes (Plomo) muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias y los tratamientos se encuentran por debajo del límite permisible estipulado en la norma EU. APHA 3500 (Pb.)

Los resultados de los análisis químicos de Pb, corresponden a diferentes muestras de

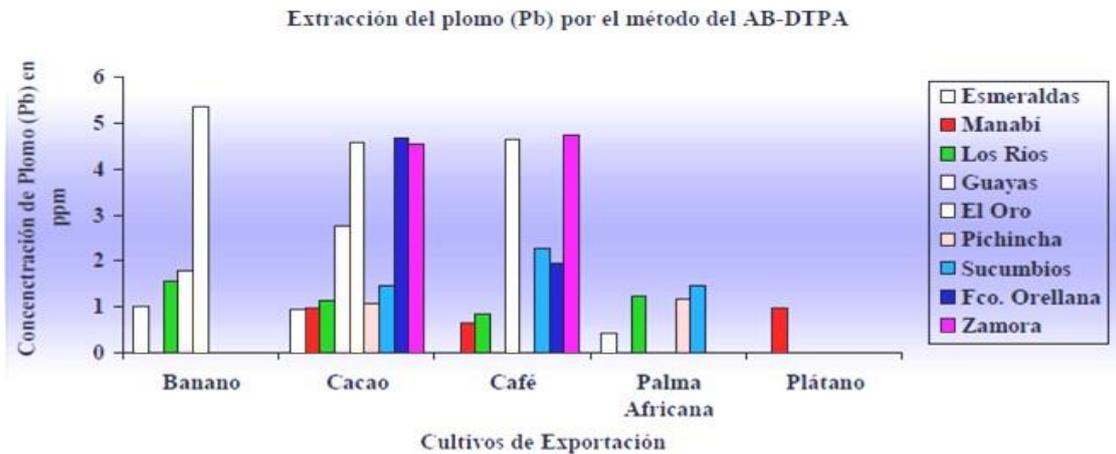
cacao, en el eje vial, indican que las concentraciones promedio de plomo están por debajo de los parámetros permisibles en la norma.

Estudios realizados en muestreo de suelos en diferentes regiones, sobre el contenido de Pb en el cultivo muestreados de palma africana presentó un máximo de 1.47 ppm Sucumbíos y el valor mínimo 0.24 ppm en la provincia de Esmeraldas.

**Tabla 2.** Evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L.*) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

TRATAMIENTOS	Medias	n	Grupos Homogéneos
T1 Secado en carretera (Asfalto)	0.09	4	A
T5 Secado en marquesina	0.09	4	A
T6 Secadora a diésel	0.09	4	A
T4 Secadora a gas	0.09	4	A
T3 Secado en Tendal (Concreto)	0.09	4	A
T2 Secado en carretera (Concreto)	0.09	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )



**Grafico 3.** Valores máximos de Plomo (ppm) encontrados en suelos agrícolas de diferentes provincias, (con respecto al suelo no a la muestra de producto) (2002).

### Calidad organoléptica y sensorial de las almendras (Contribuyen a la calidad)

#### Calidad organoléptica y sensorial (Sabor a Cacao)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor a cacao muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias, y los tratamientos se encuentran con una calificación de bueno. (Tabla 3).

**Tabla 3.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor a cacao en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en las características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 1 Carretera asfalto	1.3	4	A
T 2 Carretera concreto	2.38	4	A
T 4 Secadora a gas	2.92	4	A
T 6 Marquesina	3.08	4	A
T 5 Secadora a diésel	3.58	4	A
T 3 Tendal concreto	5.18	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

#### Calidad organoléptica y sensorial (Sabor a Floral)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor floral muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias y los tratamientos, secado en carretera de asfalto muestra ausencia, los secadores a gas y diésel tienen sabor bajo mientras los demás tratamientos tienen un sabor aceptable en cuanto al sabor floral. (Tabla 4).

**Tabla 4.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor floral en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L.*) y su efecto en las características organolépticas de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 5 Secadora a diésel	0.08	4	A
T 1 Carretera asfalto	0.41	4	A
T 3 Tendal concreto	0.5	4	A
T 4 Secadora a gas	0.71	4	A
T 2 Carretera concreto	0.93	4	A
T 6 Marquesina	1.34	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Sabor Frutal)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor frutal muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secado en carretera de asfalto muestra ausencia de este sabor, los secadores a gas y diésel tienen sabor frutal bajo mientras los demás tratamientos tienen un sabor frutal aceptable en cuanto al sabor floral. (Tabla 5).

**Tabla 5.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor fruta en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L.*) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 3 Tendal concreto	1.17	4	A
T 1 Carretera asfalto	1.17	4	A
T 4 Secadora a gas	1.63	4	A
T 6 Marquesina	2.16	4	A
T 2 Carretera concreto	2.43	4	A
T 5 Secadora a diésel	2.92	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Sabor a Nuez)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor a nuez muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secadora a gas, en carretera de concreto tienen un aceptable sabor y los tratamientos secadora diésel y cemento con bajo sabor. (Tabla 6).

**Tabla 6.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor a nuez en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	n	Grupos Homogéneos
T 3 Tendal concreto	0.32	4	A
T 4 Secadora a gas	0.42	4	A
T 2 Carretera concreto	0.42	4	A
T 1 Carretera asfalto	0.83	4	A
T 6 Marquesina	1.26	4	A
T 5 Secadora a diésel	1.33	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Sabor Dulce)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor dulce muestra un grupo, en el cual los tipos de secados no muestran diferencias significativas, los tratamientos, secadores a diésel y tendal de tienen sabor bajo mientras los demás tratamientos tienen un sabor r dulce aceptable. (Tabla 7).

**Tabla 7.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para sabor dulce en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	n	Grupos Homogéneos
T 2 Carretera concreto	0.08	4	A
T 1 Carretera asfalto	0.25	4	A
T 4 Secadora a gas	0.25	4	A
T 5 Secadora a diesel	0.29	4	A
T 3 Tendal concreto	0.42	4	A
T 6 Marquesina	0.49	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Deterioran la calidad) (Amargor)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para amargor muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secadora a diésel presenta un sabor aceptable mientras los demás tratamientos tienen un alto amargor. (Tabla 8).

**Tabla 8.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para amargor en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 5 Secadora a diésel	3.54	4	A
T 6 Marquesina	3.92	4	A
T 4 Secadora a gas	4.13	4	A
T 2 Carretera concreto	4.84	4	A
T 3 Tendal concreto	4.97	4	A
T 1 Carretera asfalto	5.31	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Acidez)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para acidez muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secadores diésel y carretera de asfalto muestran un nivel aceptable, mientras los demás tratamientos tienen acidez alta. (Tabla 9)

**Tabla 9.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para acidez en la valuación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 5 Secadora a diésel	1.25	4	A
T 1 Carretera asfalto	1.26	4	A
T 6 Marquesina	2.26	4	A
T 3 Tendal concreto	2.3	4	A
T 2 Carretera concreto	2.59	4	A
T 4 Secadora a gas	3.79	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Astringencia)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para astringencia muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secadores diésel muestra un sabor aceptable, mientras los demás tratamientos tienen una alta astringencia. (Tabla 10).

**Tabla 10.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para astringencia en la valuación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 5 Secadora a diesel	1.58	4	A
T 3 Tendal concreto	3.99	4	A B
T 2 Carretera concreto	4.04	4	A B
T 6 Marquesina	4.18	4	A B
T 4 Secadora a gas	4.59	4	A B
T 1 Carretera asfalto	5.92	4	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Verde)

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para verde muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, muestran un nivel aceptable).

**Tabla 11.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para verde en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	N	Grupos homogéneos
T 5 Secadora a diésel	0.58	4	A
T 6 Marquesina	1.01	4	A
T 3 Tendal concreto	1.55	4	A
T 4 Secadora a gas	1.83	4	A
T 1 Carretera asfalto	2.18	4	A
T 2 Carretera concreto	2.22	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

### Calidad organoléptica y sensorial (Moho)

El análisis de varianza para moho indica que no existen diferencias significativas para los tratamientos con un coeficiente de variación 240.68%. (Tabla 12).

**Tabla 12.** ANAVA para moho en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

F.V.	SC	G.LCM	F	Valor p
TRATAMIENTOS	0.95	5	0.19	0.5268
REPETICIONES	0.5	3	0.17	0.5343
ERROR	3.29	150.22		
TOTAL	4.74	23		

Coefficiente de variación CV = 20.91%

La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para moho muestra un grupo, en el cual los tipos secados no muestran diferencias significativas y los tratamientos, secado en carretera de asfalto muestra un efecto negativo los demás tratamientos tienen un sabor aceptable en cuanto a moho. (Tabla 13).

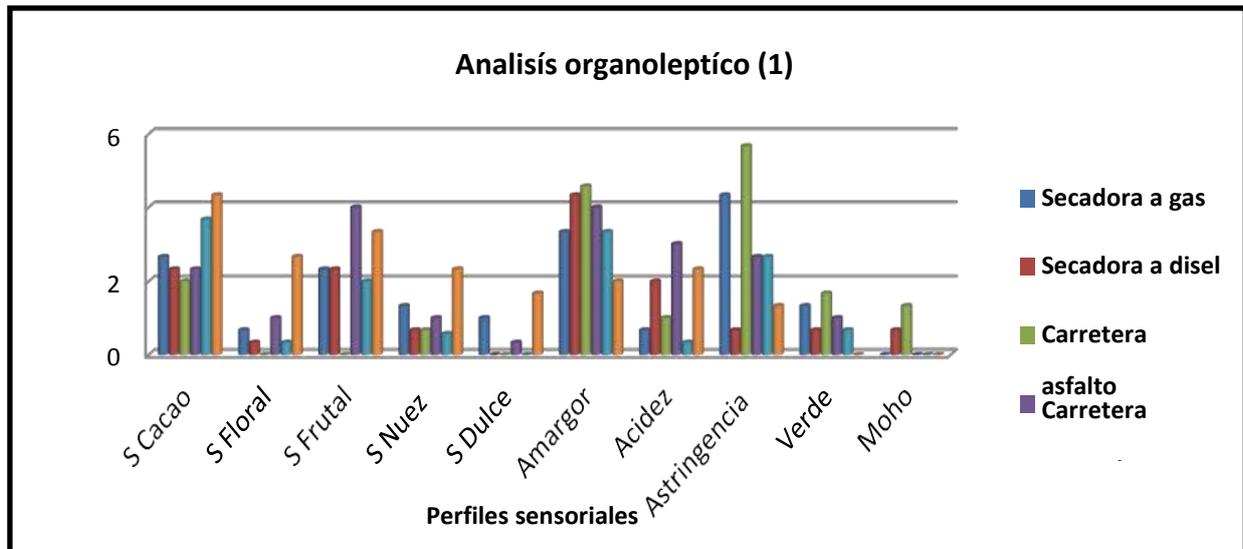
**Tabla 13.** La prueba de Tukey al 95% de probabilidad para moho en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L.*) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

Tratamientos	Medias	n	Grupos Homogéneos
T 3 Tendal concreto	0	4	A
T 6 Marquesina	0	4	A
T 2 Carretera concreto	0.08	4	A
T 5 Secadora a diesel	0.17	4	A
T 4 Secadora a gas	0.43	4	A
T 1 Carretera asfalto	0.5	4	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Tabla 14.** Comparación de los análisis de perfiles sensoriales de los tipos de secado de *Theobroma cacao L.* (muestra 1).

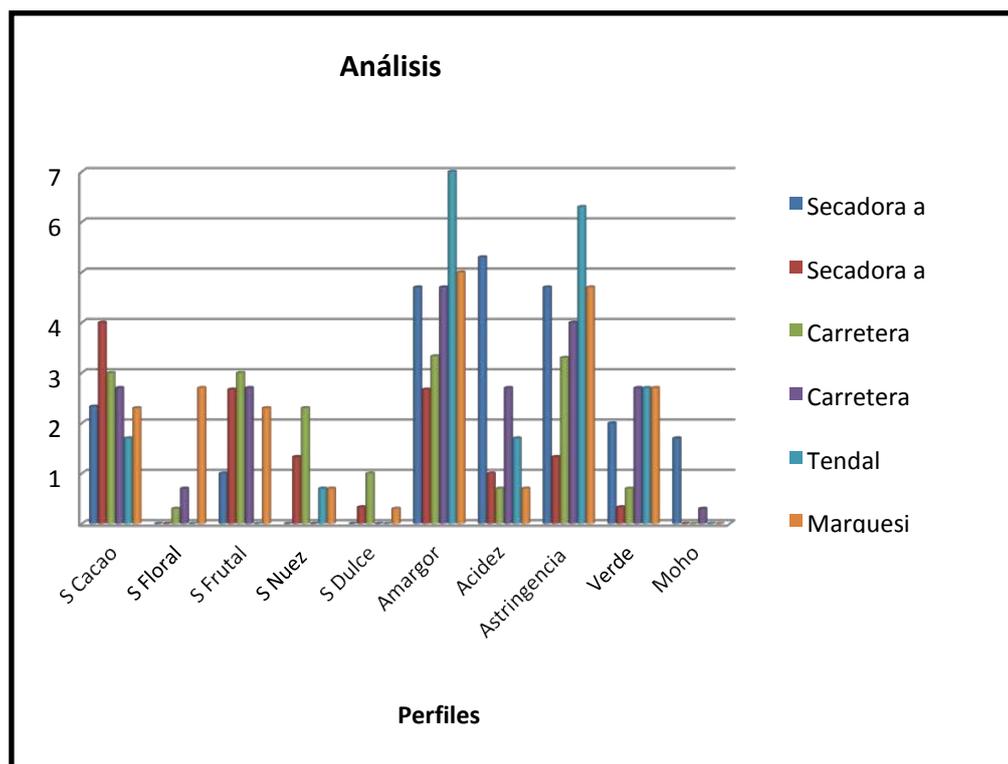
Tratamientos	Contribuyen a la calidad					Deteriora la calidad				
	Sabor Cacao	Sabor Floral	Sabor Frutal	Sabor Nuez	Sabor Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
Secadora a gas	2,67	0,67	2,33	1,33	1	3,33	0,67	4,33	1,33	0
Secadora a diesel	2,33	0,33	2,33	0,67	0	4,33	2	0,67	0,67	0,67
Carretera asfalto	2	0	0	0,67	0	4,57	1	5,67	1,67	1,33
Carretera concreto	2,33	1	4	1	0,33	4	3	2,67	1	0
Tendal Cemento	3,67	0,33	2	0,57	0	3,33	0,33	2,67	0,67	0
Marquesina	4,33	2,67	3,33	2,33	1,67	2	2,33	1,33	0	0
Colores	Bueno		Aceptable		Bajo	Ausente	Alto	Causa efecto (-)		



**Grafico 4.** Análisis organoléptico muestra (1) en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras

**Tabla 15.** Comparación de los análisis de perfiles sensoriales de los tipos de secado de *Theobroma cacao* L. (muestra 2).

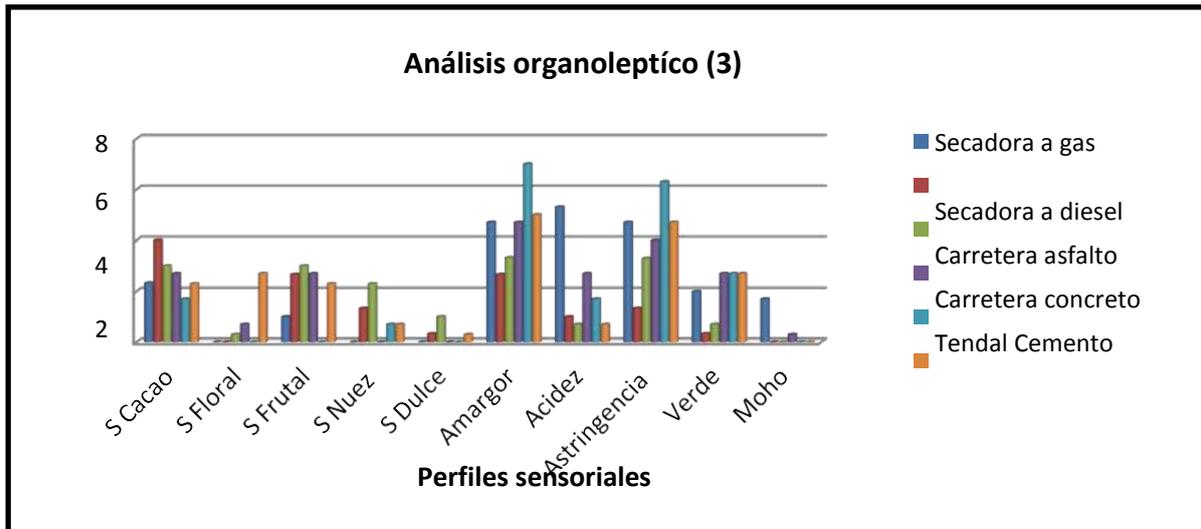
Tratamientos	Contribuyen a la calidad					Deteriora la calidad				
	S Cacao	S Floral	S Frutal	S Nuez	S Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
Secadora a gas	2,33	0	1	0	0	4,7	5,3	4,7	2	1,7
Secadora a diesel	4	0	2,67	1,33	0,33	2,67	1	1,33	0,33	0
Carretera asfalto	3	0,3	3	2,3	1	3,33	0,7	3,3	0,7	0
Carretera concreto	2,7	0,7	2,7	0	0	4,7	2,7	4	2,7	0,3
Tendal Cemento	1,7	0	0	0,7	0	7	1,7	6,3	2,7	0
Marquesina	2,3	2,7	2,3	0,7	0,3	5	0,7	4,7	2,7	0
Colores	Bueno		Aceptable		Bajo	Ausente	Alto	Causa efecto negativo		



**Gráfico 5.** Análisis organoléptico muestra (2) en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L*) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

**Tabla 16** Comparación de los análisis de perfiles sensoriales de los tipos de secado de *Theobroma cacao L.* (muestra 3)

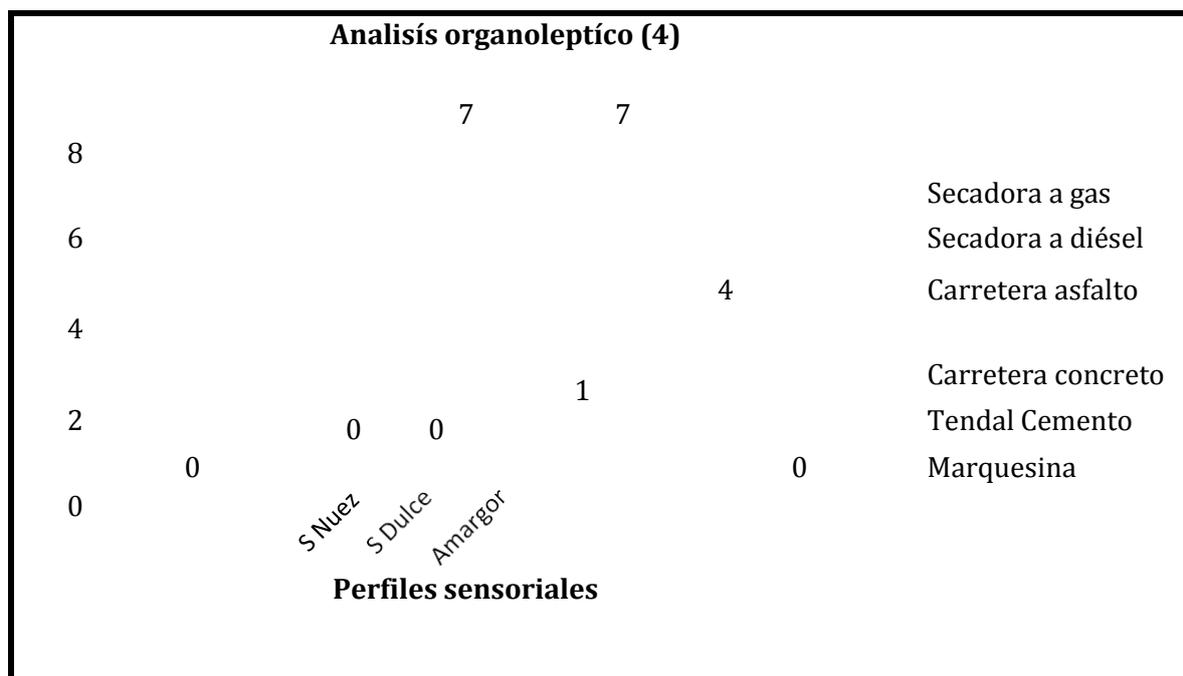
Tratamientos	Contribuyen a la calidad					Deteriora la calidad				
	S Cacao	S Floral	S Frutal	S Nuez	S Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
Secadora a gas	3,67	0,67	1,67	0,33	0	5	3,67	4,33	2	0
Secadora a diésel	4	0	2,67	1,33	0,33	2,67	1	1,33	0,33	0
Carretera asfalto	2	0,33	1,67	0,33	0	6,33	2,33	6,67	2,33	0,67
Carretera concreto	3	1	3	0,33	0	3,67	3,67	3	0,67	0
Tendal Cemento	2,67	1,67	1,67	0	0,67	4	3,67	4	1,33	0
Marquesina	2,67	0	2	1	0	4,33	3	5,33	0,67	0
Colores	Bueno		Aceptable		Bajo	Ausente	Alto	Causa efecto negativo		



**Grafico 6.** Análisis organoléptico muestra (3) en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao* L) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

**Tabla 17.** Comparación de los análisis de perfiles sensoriales de los tipos de secado de *Theobroma cacao* L. (muestra 4).

Tratamientos	Contribuyen a la calidad					Deteriora la calidad				
	S Cacao	S Floral	S Frutal	S Nuez	S Dulce	Amargor	Acidez	Astringencia	Verde	Moho
Secadora a gas	3	1,5	1,5	0	0	3,5	5,5	5	2	0
Secadora a diesel	4	0	4	2	0,5	4,5	1	3	1	0
Carretera asfalto	0	1	0	0	0	7	1	7	4	0
Carretera concreto	1,5	1,5	0	0,33	0	7	1	6,5	4,5	0
Tendal Cemento	3	0	1	0	1	5,5	3,5	3	1,5	0
Marquesina	3	0	1	1	0	4,33	3	5,33	0,67	0
	<b>Bueno</b>		<b>Aceptable</b>		<b>Bajo</b>	<b>Ausente</b>	<b>Alto</b>	<b>Causa efecto negativo</b>		



**Gráfico 7.** Análisis organoléptico muestra (4) en la evaluación de los tipos de secado del cacao (*Theobroma cacao L.*) y su efecto en la características organoléptica de las almendras.

### DISCUSIÓN

El desempeño de los porcentajes de almendras medianamente fermentadas, total de almendras fermentadas (Almendras bien fermentadas + almendras medianamente fermentadas) fue independiente de este factor, independencia que incluyó el porcentaje de almendras violetas.

Si bien el porcentaje promedio del total de almendras fermentadas aproximado al 75 %, representa un nivel bastante aceptable; mientras que el promedio de almendras violetas superior al 20 %, sugiere que existen oportunidades para mejorar el proceso y por tanto la calidad final del cacao exportable.

Por otra parte en la figura 10, se observa claramente que las fincas no presentaron significación estadística en las variables almendras con buena y mediana fermentación, y violetas. Sin embargo, los valores de las almendras bien fermentadas en las fincas de la zona de Colón Eloy, se

presentaron entre un 10 a 15 % más elevados; mientras que en las fincas de Naranjal los valores se elevaron entre un 10 a 20 % en las almendras violetas.

El 70 % de fermentación, al cuarto día de fermentación ya que al quinto día se acercó más a la sobre fermentación, posiblemente por las condiciones climáticas y por la variedad genética a la que se acerca el cacao, como lo indica Enríquez (2004), que en la zona de Esmeraldas se ha observado un cacao acriollado con un buen sabor; el cuál según Rohan (1960), respuesta del porcentaje de fermentación total (almendras con buena + mediana fermentación) al número de días de fermentación, en muestras de cacao provenientes de fincas seleccionadas en las zonas de investigación: INIAP. 2008.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

Los cultivares de las zonas estudiadas tienen una calidad de sabor favorable, son genéticamente diversos, es decir, con genotipos individuales y únicos en todo el perfil genético de los sitios de recolección de las muestras.

En cuanto a la fermentación se puede decir que el 70 % de las muestras presentan buena fermentación, y el tiempo de fermentación se estima que se debe emplear entre cuatro y cinco días.

No existen problemas de contaminación de contenido cadmio y plomo en los lugares donde se tomaron las muestras del estudio, pues sus valores son menores a los niveles permisibles.

Además se obtienen los resultados de las 20 muestras de almendras recolectadas en los sitios muestreados y los resultados de totales están por debajo de la norma de calidad.

## REFERENCIAS

- Amores, F. (2006). Ambiente, fisiología y agronomía del cacao. Taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo del cacao 6, 7 y 8 marzo - 2006 Quevedo-Ecuador
- Arévalo, E., Zúñiga, L., & Cabezas, O. (1994). Coca plant wilt and its ecological implications in Alto Huallaga. In Resúmenes 13 Congreso Peruano de Fitopatología. Asociación Peruana de Fitopatología, Tingo María, Perú (p. 17)
- Braudeau, J. 1970. Cacao. Técnicas Agrícolas y Producciones. Barcelona-España. p. 299
- Enríquez, G. (2004). Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. La incompatibilidad en el cacao. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Manual, (54)
- EUROPEAN COMMISSION (2000): Eurobarometer 52.1: The Europeans and biotechnology, Luxembourg, European Commission
- Gutiérrez Cortes, H. (1988). El Beneficio del cacao (No. 16379). Secretaria de Agricultura de Antioquia
- INIAP - PROMSA 2003. Determinación de metales contaminantes en cultivos de exportación y su repercusión en la calidad de los mismos. Informe técnico 2003. Departamento de suelos, Quevedo, Los Ríos Ecuador, 66 p
- Jiménez, J. 2003. Prácticas del Beneficio del cacao y su calidad organoléptica. Mimeografiado, Quevedo EC. 16 p
- Jiménez, J. 2000. Efecto de los métodos de fermentación sobre la calidad de tres grupos de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivado en la zona de Quevedo, provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad de Bolívar- Ecuador. p 20
- Moreno, L. J., y Sánchez, J. (1989). Beneficio del cacao. Fundación Hondurena de Investigación Agrícola
- Reyes, H., Vivas, J., y Romero, A. (2004). La calidad en el cacao, Factores determinantes de la Calidad del cacao
- Rohan, T. (1960). El beneficiado del cacao. Boletín de trabajo N° oficial, 5, 1-25
- Underwood, A. J. (1972). Tide-model analysis of the zonation of intertidal prosobranchs. II. Four species of trochids (Gastropoda: Prosobranchia). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 9(3), 257-277
- Vera, J. 1993. Origen del cacao, botánica y clasificación del cacao en manual del cultivo de cacao. Segunda edición, Manual número 25. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP, Quito-Ecuador. p. 8-16