

Phenomenal Cocoa & Chocolate Delicacies

The Magic of Reality



Albertus Eskes

Cacao Fenomenal

**La Magia
de la
Realidad**

Página de derechos de autor

Copyright © 2021 por Albertus Eskes

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, distribuida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, incluyendo fotocopia, grabación o cualquier otro medio, electrónico o mecánico, sin el permiso previo por escrito del autor.

Para solicitudes de permiso, envíe un correo electrónico al autor a *albertuseskes@gmail.com*

Primera impresión en inglés 2021

ISBN 9781005920968

¿Lo que *Theobroma cacao* tiene en común con el Camaleón *Efecadepatos*? Ambos tienen la capacidad de imitar características lejanas notables. Cacao imita sabores y aromas lejanos y el Camaleón imita colores del arcoíris.



Temas del libro

- *Relación entre sabores y aromas de frutas frescas de Cacao y de chocolates finos*
- *Sabor fino inducida durante la fermentación (invención “**TropMix**”)*
- *Diversidad de atributos sensoriales genéticos de frutas frescas de Cacao*
- *Selección simple para variedades de Cacao finas*
- *Variedades finas de Chuncho y de Cacao Brasileño*
- *Evolución y domesticación para atributos sensoriales*
- *“Viaje Mágico y Misterioso” a Cacaos finos*
- *La sensibilidad del Cacao al frío y a la humedad*
- *Invención de “**Nueces de Cacao**”*
- *Invención de “**Perfume de Cacao**”*
- *Origen del método “**Anima**” de fermentación inventado en Brasil en 2017-19*
- *Transformación de Cacaos “bulk” en Cacaos finos por el método “**Ánima**”*
- *Perfiles sensoriales de chocolates Anima*
- *Servicios significativos para la salud con Anima*
- *Nuevos paradigmas de producción de Cacao fino*

y

Poemas y sabidurías del Cacao

Tabla de contenidos

1. Resumen	10
2. Introducción	13
• <i>Enseñanzas de Theobroma cacao</i>	
• <i>Sabores y aromas de Cacaos finos</i>	
• <i>Tecnología de fermentación “Anima”</i>	
• <i>Descripción de contenido</i>	
3. Cacao es Mujer	19
4. Expresiones del Cacao Fino	23
• <i>Características de Cacaos finos y “bulk”</i>	
• <i>Expresiones reconocidas de Cacao fino</i>	
• <i>Negligencia de estudios sobre atributos sensoriales de pulpas de Cacao</i>	
5. Atributos Sensoriales de Pulpas y de Chocolates	27
• <i>Descubrimiento</i>	
• <i>Variedades finas tradicionales</i>	
• <i>Oportunidades</i>	
6. Aromatizar Cacaos: la Tecnología “TropMix”	31
• <i>Objetivo</i>	
• <i>Métodos</i>	
• <i>Resultados</i>	
• <i>Efecto del tiempo de las micro fermentaciones</i>	
• <i>Aplicaciones</i>	
7. Frases no Sentencias 1	36
8. Sabores y Aromas Finos del Cacao Son Genéticos	40
• <i>Supuestos influencias ambientales</i>	
9. Selección Sencilla para Calidades de Cacao	42
• <i>Introducción</i>	
• <i>Métodos</i>	
• <i>Resultados</i>	

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Selección rápida de cacaos finos</i> • <i>Evaluación detallada de atributos sensoriales de la pulpa</i> 	
10.	Frases no Sentencias 2	49
11.	Primer Ejemplo de Selección de Cacao por Sabor y Aroma en Fruta Fresca	52
12.	Atributos Sensoriales Descubiertos en Pulpas entre 2007 y 2017 Fuera de la Convención, en Perú	54
13.	Tesoro Sensorial del Cacao Inca de Cusco, Perú	57
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>La variedad nativa de Cacao Chuncho</i> ▪ <i>Frugívoros de T. cacao y los Matsiguengas</i> ▪ <i>Métodos de la encuesta sensorial</i> ▪ <i>Resultados</i> ▪ <i>Análisis de atributos sensoriales</i> ▪ <i>Contexto y discusión</i> ▪ <i>Determinación genética de las características sensoriales de otras frutas carnudos</i> ▪ <i>Determinación genética de los perfiles sensoriales de Chuncho</i> ▪ <i>Chuncho vs otros frutos carnosos: diversidad genética de atributos sensoriales</i> ▪ <i>Características sensoriales de los Chunchos vs otras variedades de Cacao</i> ▪ <i>Perfiles sensoriales únicos de Chuncho frente al mercado del Cacao fino</i> ▪ <i>Genotipos de fino sabor en Chuncho y en otras variedades</i> ▪ <i>Potencial para los mercados de consumo de jugo fresco Chuncho y almendra entero tostado</i> ▪ <i>Sensorial del Cacao y su supervivencia evolutiva</i> 	
14.	La Identidad del Cacao	79
15.	Sabores y Aromas de Pulpas Brasileñas	83
16.	Frases no Sentencias 3	86

17.	Viaje Mágico Misterioso a Cacaos Finos	90
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Identidades sensoriales insólitas en frutas frescas de T. cacao</i> ▪ <i>Arcoíris de los Incas hecho por mi nieta de dos años</i> ▪ <i>Evolución y domesticación del Cacao Fino</i> ▪ <i>Consumo tradicional del Cacao INCA (Chuncho) y MAYA (Criollo)</i> ▪ <i>Importancia de los atributos sensoriales de la pulpa</i> ▪ <i>Descubriendo nevos atributos sensoriales da fruta fresca de Cacao</i> ▪ <i>Asociaciones misteriosas de atributos sensoriales</i> ▪ <i>Determinación de atributos sensoriales de la pulpa</i> ▪ <i>Expresiones sensoriales de vinos vs. Cacao fino</i> 	
18.	Reacciones a Estreses de Semillas Frescas de Cacao	123
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reacción al morder semillas frescas dos veces</i> • <i>Estreses de semillas de Amelonado</i> • <i>Estreses de semillas del CCN51</i> • <i>Estreses de la semilla de Chuncho</i> • <i>Conclusiones</i> 	
19.	Frases no Sentencias 4	130
20.	Invención de la “Nuez de Cacao” Producto de Fruta Entera	133
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Descripción de Nuez de Cacao (BR1020180074954)</i> ▪ <i>Método artesanal para producción de Nueces de Cacao</i> 	
21.	Descubrimiento del “Perfume de Cacao”	141
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Descripción del Perfume de Cacao (BR1020190094877)</i> • <i>Método artesanal de producción de Perfume de Cacao</i> 	
22.	Tecnología de Fermentación Anima	145
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Introducción</i> • <i>Ánima “Niño” (2015-2017)</i> • <i>Ánima “Adulto” (2017-2019)</i> 	

	<ul style="list-style-type: none">• <i>Anima vs. fermentaciones tradicionales</i>• <i>Temperaturas de fermentación de Anima</i>• <i>Perfiles sensoriales de almendras y chocolates Anima</i>	
23.	Potencial de Anima en Producir Cacao Fino y Muy Saludable	156
24.	Transformación del Cacao Africano en Cacao Fino	160
25.	Método de Evaluación Sensorial de Almendras y Chocolates Anima	164
	<ul style="list-style-type: none">• <i>Evaluaciones tradicionales de calidad de almendras</i>• <i>Propuesta internacional para una evaluación estándar de almendras de Cacao</i>• <i>Mi método de evaluación sensorial de almendras</i>• <i>Evaluaciones de almendras Anima vs. chocolates</i>• <i>Evaluación simplificada de atributos sensoriales de almendras Anima</i>	
26.	El Fin de la Era Glacial del Cacao	173
27.	Tendencias Supernaturales del Cacao: Desafío a Ciencia	177
28.	Epílogo	181
29.	Mi Identidad	184
30.	Mi Receta Fenomenal de “Caipirinha”	186
31.	Referencias	189

1

Resumen

Este libro llama la atención sobre ciertas características de la "Majestad Cacao" (*Theobroma cacao*) que hasta hace poco tiempo eran desconocidas.

- ❖ *Las características sensoriales de las frutas frescas de Cacao están relacionadas con las características de sabor fino del chocolate,*
- ❖ *Las características sensoriales de chocolates pueden ser modificadas simplemente agregando sustancias aromáticas a la masa de fermentación (descubrimiento "TropMix"), lo que permite **una diversidad sensorial de chocolate ilimitada;***
- ❖ *La selección de variedades de sabor fino se puede hacer de manera **simple y rápida** mediante la evaluación de sabores y aromas de frutas frescas;*
- ❖ *Las encuestas sensoriales de frutas frescas en Perú y Brasil revelaron **43 sabores y aromas de frutas frescas de Cacao que se combinan en 72 perfiles sensoriales únicos;***
- ❖ *Casi todas las variedades de Cacao, incluidas las variedades "bulk", son variedades "finos" porque expresan algún tipo de sabor y aroma en sus frutas frescas que pueden estar presentes en chocolates se son fermentadas con métodos adecuados;*

- ❖ Treinta y un atributos sensoriales de frutas frescas de Cacao son *sabores y aromas que imitan perfectamente atributos sensoriales de otros fruteros y de plantas florales*;
- ❖ *T. cacao* es una especie única porque no ha desarrollado *su propio perfil sensorial* como lo han hecho todos los demás fruteros;
- ❖ Los atributos sensoriales en las *frutas frescas* de *T. cacao* permitieron a realizar las siguientes invenciones:
 - **“Nuces de Cacao”** (2017). Producto 100% “fruta entera “con sabores y aromas ricos y diversas de pulpas, sin amargor ni astringencia y expresando un fuerte sabor a nuez. Contiene dos veces más antioxidantes y fibras que chocolates naturales,
 - **“Perfume de Cacao”** (2018). Flagrancias que expresan aromas de frutas frescas de Cacao como Jasmim, Hierbas, Rosa y Violeta. La persistencia en la piel es de 8-12 horas, o sea igual al perfume Chanel 5.
- ❖ *Por último, y el más importante, el Cacao reveló recientemente una nueva y revolucionaria tecnología de fermentación, denominada “Anima“ (=Alma), que transforma los Cacaos “bulk“ Cacaos finos y Cacaos finos en Cacaos extrafinos.*

El potencial de Anima es:

- ***Impulsar y diversificar la producción de Cacaos especiales y B2B, y***
- ***Crear segmentos de producción de almendras de Cacao fino a gran escala en todo el mundo que no requieran el proceso destructivo de “Dutching“. Los productos Anima serán 100% más sabroso y unos 400 % más que la mayoría de los productos industriales de Cacao actuales.***

Los hallazgos resumidos encima van a traer importantes cambios de paradigmas con respecto a los conceptos del origen de Cacao fino, de producción y de consumo de Cacaos finos.

Los Cacaos finos ya no estarán directamente relacionados con los orígenes geográficos, ya que los Cacaos de todo el mundo pueden transformarse en Cacaos finos con el método Anima. Estos incluyen perspectivas para ***una mayor sostenibilidad del Cacao*** basada en un aumento mundial del potencial de la calidad del Cacao y de los servicios de salud y, por lo tanto, ***de los precios en la finca***.

Además, nuestras observaciones y descubrimientos, principalmente empíricos, ***deberían invitar a realizar numerosos estudios científicos con el*** objetivo de explicar las muchas características de calidad sensorial desafiantes de los frutos del ***Cacao Fenomenal*** y de las fermentaciones ***Anima***.

Ahora estamos invitando Ustedes formalmente a conocer mejor a Su Majestad ***Theobroma cacao***.

2

Introducción

❖ *Enseñanzas de T. cacao*

Durante mi búsqueda de descubrimiento de **Cacao Fenomenal** no pude escapar de algunos aprendizajes generales:

- *Mi primera lección fue que el **mejor maestro sobre el Cacao es el propio Cacao**. Es suficiente estar en contacto, escucharla y quedar con las papilas abiertas.*
- *En segundo lugar, uno no debe estar limitado por ideas o dogmas preexistentes si quiere descubrir cosas nuevas sobre el Cacao. **Afortunadamente, mi imaginación no se vio limitado por conocimientos preexistentes.***
- *En tercer lugar, aprendí que es **mejor caminar solo que acompañado**: solo puedo romper las reglas, acompañado corro el riesgo que las reglas me rompan.*

- *En cuarto lugar, todos **los descubrimientos significativos se basan en observaciones empíricas, incluidas la intuición y la emoción, y no en la ciencia.***
- *En quinto lugar, me di cuenta que **no pude hacer ninguna invención con el Cacao, solo pude descubrir lo que el Cacao ya había inventado hace mucho tiempo.***

Los descubrimientos descritos en este libro se basan completamente en estos cinco axiomas.

❖ *Descripción del contenido del libro*

• **Definiciones sensoriales**

Antes de entrar en la descripción de los atributos sensoriales de la fruta fresca del Cacao, deseo definir las palabras “**sabor**” y “**aroma**” tal como se usan en este libro.

El sabor se utiliza aquí principalmente para expresar sabores afrutados, pero también como *sabores básicos (acidez acética, amargor y astringencia), y como sabores a acidez cítrica. A miel/dulce/caramelo y a nuez.*

El **aroma** expresa aromas florales, como también otros aromas identificados en nuestros estudios de atributos aromáticos de frutas frescas, como *hierba/verde, canela, vainilla, albahaca, levedura, menta, regaliz, especias y malta. Ignorancia*

En este tratado no se hace referencia a las sustancias que son al origen del sabor típico de “Cacao” creada durante la torrefacción y presente en licores y chocolates.

• **Desarrollo de variedades finas**

En primer lugar, presento las razones por las que todavía hoy en día hay supuestamente 15-20 veces más variedades de Cacao “bulk” en el mundo que variedades “finas”. Hace dos décadas, la selección de Cacao de buena calidad parecía una tarea imposible:

- Una de las razones fue que el **descuido** por completo de los estudios sobre los sabores y aromas finos de frutas frescas del Cacao.
- Otra razón fue que **no había tecnología adecuada para seleccionar árboles individuales** para calidades de Cacao fino.
- En tercer lugar, **no existía un concepto uniforme** en el sector de la industria del Cacao sobre que atributos de calidad debían seleccionarse con prioridad. Durante mucho tiempo, el contenido de grasa de Cacao y el fuerte sabor a chocolate fueron los únicos atributos considerados. Tal vez todavía sean estos atributos todavía consideradas las principales características de calidad del Cacao considerados hoy.
- En cuarto lugar, **no había un método eficiente** para seleccionar arboles individuales para calidades finas.

Los hallazgos informados en este libro están desactualizando las declaraciones anteriores e invitan a toda la comunidad y la industria del Cacao fino de aroma a seguir nuevos caminos **hacia grandes cantidades de productos de Cacao más sabrosos y mucho más saludables (ver Anima).**

❖ *Sabores y aromas de Cacaos finos*

Este libro tiene todo que ver con las **diferencias reconocidas y las similitudes no reconocidas entre el Cacao fino y el Cacao “bulk”.**

Los chocolates hechos con Cacaos bulk generalmente producen un fuerte sabor a chocolate, pero tienen sabores y aromas de Cacao fino más débiles. Los Cacaos finos producen un **sabor a chocolate menos fuerte, pero expresan sabores y aromas finos**, como caramelo, almendra, fruta fresca y madura, especias, hierbas y flores.

Este libro demuestra cuál *fenomenalmente* diverso es el Cacao en su producción de aromas y sabores finos en sus frutas frescas. Estas están **presentes en variedades de Cacao fino, así como en variedades de Cacao bulk.** Estos sabores y aromas ingresan en las almendras durante la fermentación y se pueden expresar en los chocolates, **dependiendo de la eficiencia del método de fermentación y del método de procesamiento del chocolate.**

❖ *Rol de los atributos sensoriales de pulpas*

El libro presenta en primer lugar mi descubrimiento en 2007 de la relación directa ***entre los sabores y aromas de la pulpa fresca del Cacao con características sensoriales de los chocolates finos***. Hasta entonces se consideraba erróneamente que todos los sabores y aromas de los productos de Cacao nacían de precursores formados durante la fermentación.

Esto nos ha llevado por un lado a descubrir el método “***TropMix***” patentado en la UE en 2009 (WO/2009/103137A2). Consiste en ***modificar los atributos finos de sabor de los chocolates mediante la adición de sustancias aromáticas a la masa de Cacao durante la fermentación*** descrita en el Capítulo 6.

Por otro lado, la relación de las características sensoriales de la fruta fresca con las características sensoriales del chocolate fino nos invitó a realizar ***encuestas para identificar nuevas características genéticas sensoriales de la fruta fresca del Cacao***, tanto en variedades finas como bulk.

La ***primera encuesta sistemática*** realizada en 2015/16 condujo al descubrimiento de 41 atributos sensoriales de frutos de Cacao fresco en la variedad fina Chunchu en Cusco, Perú. Muchos de estos se identificaron también en variedades comerciales “bulk” y finas en Brasil en 2017-2019. La valorización de estos atributos identificados podría potencialmente crear ***mercados de calidad de Cacao fino de aroma mucho más diversificados y ampliados***.

❖ *Otros Temas del Libro*

Después presento un gran capítulo llamado “***Viaje Misterioso y Mágico al Cacao Fino***” con más de 20 Paradas. Cada uno revela características de calidad sorprendentes y a menudo misteriosas de ***Cacao Fenomenal*** expresadas en diferentes países productores de Cacao que se comparan con las características de otras especies de frutas, incluidas las uvas para hacer vino.

Luego se dedica un capítulo a ***las reacciones de estrés del grano fresco de Cacao*** que se expresan como intensidades de amargor y astringencia rápidamente incrementadas. Un ejemplo mal conocido es que la semilla de Cacao reaccione después una primera mordedura para doblar (de 3 a 6) su nivel de amargor y

astringencia cuando se hace una segunda moradura 5 segundos después. El mecanismo bioquímico de esta capacidad extraordinaria es totalmente desconocido. Pero es probable que estas reacciones estén relacionadas con los **mecanismos naturales de defensa de la semilla de Cacao** en la naturaleza y con el aumento de amargor y astringencia al inicio de la fermentación.

A continuación, presento tres descubrimientos significativos basados en la riqueza de los atributos sensoriales de las frutas frescas de Cacao:

- **Nueces de Cacao (semillas con pulpa secadas),**
- **Perfume de Cacao (capturada en las cascaras de frutas vacías de Cacao)**
- **Tecnología de Fermentación Revolucionaria de Anima.**

Estos descubrimientos solo tienen pleno sentido porque **permiten la valorización** de la gran panoplia de aromas y sabores de frutas frescas de Cacao identificada anteriormente.

❖ *Tecnología de fermentación Anima*

Al final del libro presentamos una **tecnología de fermentación revolucionaria, llamada Anima**, que transforma Cacaos bulk en Cacaos finos. Anima elimina el amargor y la astringencia e incorpora los sabores y aromas de frutas frescas de cualquier variedad en las almendras durante la fermentación, lo que permite la expresión de estos sabores y aromas en los chocolates.

*Esto significa ni más ni menos que tenemos que aceptar **que todas las variedades de Cacao son variedades finas** cuando se utiliza la tecnología de fermentación **Anima**.*

❖ *Libertad literaria*

Logré descubrir cuatro invenciones de cacao fino solo porque no he seguido reglas existentes, esto me hace seguir em no aplicando reglas para escribir sobre estas invenciones.

Trabajar con Cacao nunca es solo técnico, involucra también instintos *intuitivos, apasionados y líricos*. Estoy liberando estos sentimientos en tres poemas que revelan la verdadera naturaleza subjetiva de ***Su Majestad Cacao*** con respecto a:

- *Su Naturaleza Femenina,*
- *Su Identidad de Sabor y Aroma, y*
- *Su Camino Hacia el Final de la Era Glacial del Cacao.*

También es un placer para mí entremezclar el texto con ***“Frases, no Sentencias”*** que son sabidurías inspiradas en ***Cacao Fenomenal*** sobre verdades que nos permiten reflexionar sobre las oportunidades de la vida.

Les deseo una agradable lectura de este tratado sobre el ***Cacao Fenomenal***. ¡Confío en que al final estarán de acuerdo con el estatus de Su Majestad como lo identifiqué yo!

3

Cacao es Mujer

¡El Cacao es “La Cacao “!

La Cacao es misteriosa

La Cacao es cariñosa

La Cacao está lleno de sabores y aromas femeninos

Cacao tiene una falda hecha de hojas

Cacao definitivamente tiene placenta

y sangre como una mujer

Revelar sus secretos me tomó 40 años

Era la Cacao de los Incas, llamado “Chuncho “

(que significa “De la Selva “)

Que me invitó a pasar para conocerla mejor

Esto fue en Cusco, Perú.

Primero descubrí que chuncho no era el

“Alimento de los Dioses “

Más bien, era el alimento de los

Nativos “Matsiguengas “ (“Seres Humanos “) que

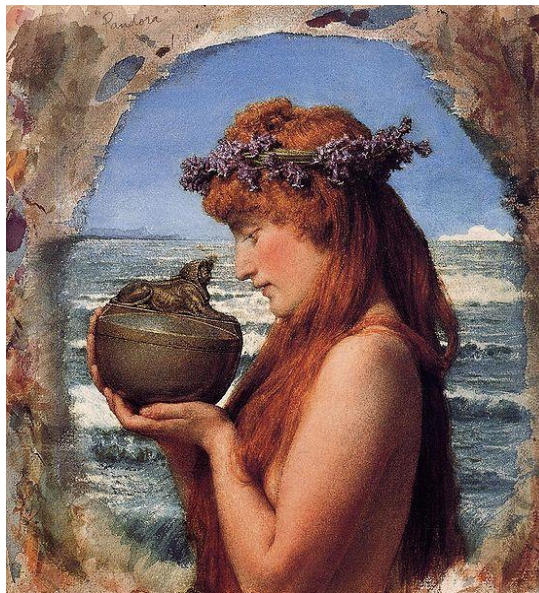
Saborearon a Chuncho desde siempre...

Y todavía hoy saborean

Sus pulpas y sus almendras secas

*Las que sueleaban vender a los Incas,
Los Cacaos más deliciosos
Es lo que siguen sembrando hoy en los
"Jardines de las Matsiguengas "
Alrededor de sus moradas en el bosque
Con 41 sabores y aromas sobrenaturales
Que Chuncho me reveló
Al abrir, oler y probar sus dulces frutos frescos*

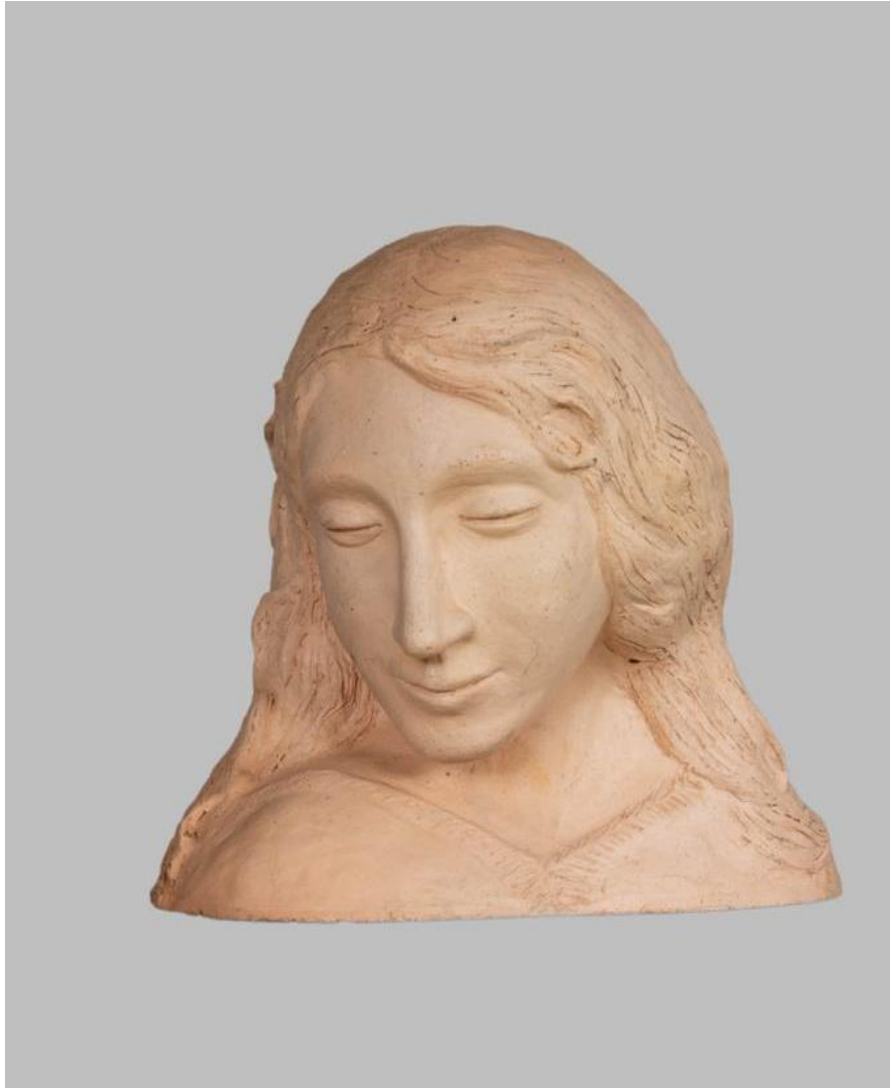
*Las cajas de los deseos de Pandora...
Eran los Incas, en sesiones espirituales
Los que consumían las almendras
De los "Seres Humanos" junto a las
Amargas pero divinas hojas de coca...
Dominado por la dulzura femenina
De los aromáticos almendras del Cacao Chuncho*



*De los "Seres Humanos "
Es un juego entre el dulce Cacao femenino
Y la coca amarga masculina...
Una droga divina llena de amor*

*La Cacao es el "Alma de la Mujer "
La Cacao es También el "Espíritu del Bosque "
Ella es el "Ánima "(Alma) que Anima
Las almas de los seres humanos
Masculinos y femeninos*

*Cacao, alimento de los Incas
Y de los "Seres Humanos "
Y de todos los demás seres humanos
Debería recibir un nuevo nombre específico
En lugar de Theobroma cacao Linnaeus
("Alimento de los Dioses ")
Debería ser "Homenbroma Cacao Eskes "
("Alimento del Ser Humano ")
"Broma" significa también "chiste "en Español
¡Pero Cacao no es un chiste en absoluto!
Un chiste es el ser humano
¡Que no le gusta de su Majestad Cacao!*



Una Mujer Tan Perfecta Como la Cacao

*Escultura de Cerámica de Albertus Eskes
Según un Dibujo Original de
Leonardo da Vinci*

4

Expresiones de Cacao Fino

❖ Características de Cacaos finos y bulk

El mercado del Cacao (*Theobroma cacao* L.) distingue entre Cacaos “bulk “y “de aroma fino “y el Cacao bulk representa el 95% del mercado mundial de Cacao. El Cacao fino de aroma podría corresponder actualmente a *ca.* 220.000 toneladas anuales. La bonificación que se paga a los agricultores por los Cacaos finos de aroma puede variar entre +15 % a +300 % (Pipitone , 2016).

Los chocolates de sabor fino tienen expresiones generalmente variables de sabor caramelo, nuez, afrutado, floral o aroma especiado, además del típico sabor a “Cacao “. Los chocolates de variedades de Cacao bulk fermentadas tradicionalmente expresan generalmente solo el sabor a Cacao (Pipitone, 2016), pero poco o ningún atributo de sabor fino.

En este tratado de sabores y aromas del Cacao fino no estamos incluyendo el sabor típico del Cacao.

El Cacao fino de aroma ha sido históricamente proporcionado por las variedades Criollo, Trinitario y Nacional. Más recientemente también se incluyen híbridos con el genotipo SCA6 (clones de TSH en Trinidad). Además, las variedades bulk fermentadas con **tecnologías de fermentación innovadoras** pueden también ser consideradas Cacaos finos de aroma (ver **Anima** fermentaciones posteriores).

❖ *Expresiones reconocidas de los atributos de sabor del Cacao fino*

Cada chocolate fino puede tener sus atributos sensoriales específicos identificados por diferentes conocedores de chocolate de maneras muy diferentes. Los principales descriptores sensoriales utilizados en las evaluaciones del chocolate son *acidez, amargor, astringencia, dulce/caramelo, nuez/almendra, fruta fresca, fruta marrón, amaderado, especiado y floral* (Sukha y Butler, 2005).

Los descriptores adicionales varían ampliamente en identidad dependiendo de los conocedores de Cacao más o menos capacitados. Dos paneles de estudiantes que probaron seis chocolates oscuros identificaron con bajo poder discriminativo los siguientes atributos sensoriales auxiliares (Thamke *et al.*, 2009): *cítrico, herbal, ciruela, canela, terroso, menta, oliva y vainilla*. Barry Calebaut desarrolló una rueda de atributos sensoriales de chocolate más completa con los siguientes descriptores de aroma: *lavanda, rosa, violeta, jasmín, regaliz, clavo, canela, jengibre, nuez moscada, pimienta negra, cilantro, romero, amaderado, whisky, rummy, tabaco, champiñón, aceituna, bergamota, tamarindo, mandarina, naranja, limón, lima, fresa, frambuesa, cerezas, uva, coco, banana, mango, piña, pera, manzana, durazno, albaricoque, higos, dátiles, pasas, ciruelas pasas y vainilla*.

Hasta el momento, no ha habido consenso sobre el origen de las diferentes identidades aromáticas de los chocolates.

❖ *Selección para variedades de Cacao fino*

La selección de variedades de calidades finos ha sido muy limitada hasta recientemente por las siguientes razones (Lockwood and Eskes, 1995).

- **Falta de conocimiento sobre la diversidad, sobre la expresión y sobre la base genética de los atributos finos de sabor;**
- **Diferencias en los objetivos de calidad entre los fabricantes de chocolate;**
- **Falta de métodos eficientes de detección de árboles individuales para su calidad, y**
- **Evaluación costosa de las cualidades del chocolate considerando la necesidad de paneles sensoriales.**

El mejoramiento objetivo hacia variedades de calidad de sabor fino durante el último siglo probablemente se ha restringido a la **selección fenotípica** durante los últimos 50 años de las variedades de TSH en Trinidad que expresan perfiles sensoriales de pulpa y chocolate de características múltiples de alta calidad. Se puede considerar que esto fue una consecuencia colateral de uso de variedades parentales sabrosas en el programa de mejoramiento de TSH que apuntaba principalmente al potencial de rendimiento y resistencia a enfermedades, incluidos los genotipos SCA6, Trinitario y algunos Forastero.

La selección solo por rendimiento y resistencia ocasionalmente ha resultado en una calidad de Cacao bulk inferior al promedio, si se utiliza fermentación tradicional, como es el caso del clon CCN51 seleccionado en Ecuador en la década de 1980.

❖ *Negligencia de estudios sobre atributos sensoriales de pulpas de Cacao*

La pulpa mucilaginosa del Cacao está compuesta por células parenquimatosas esponjosas que contienen savia celular rica en azúcares (10 a 13%), pentosanos (2 a 3%), ácido cítrico (1 a 2%) y sales (8 a 10%). El papel principal atribuido a la pulpa de Cacao ha sido proporcionar el **sustrato esencial para que los microorganismos** desarrollen, durante la fermentación, los

precursores del sabor a chocolate que reaccionan durante el proceso de tostado (Figueira *et al.*, 1993). La mayoría de los estudios químicos sobre las sustancias aromáticas del Cacao han sido relacionados con los numerosos precursores y compuestos del aroma típico del Cacao en los chocolates.

Se sabe desde hace mucho tiempo que algunos clones como SCA6 y EET62 tienen una pulpa muy sabrosa y aromática. Pero no ha tenido estudios hasta recientemente sobre la relación entre los sabores y aromas de las pulpas de Cacao y los atributos finos de chocolates. Los primeros estudios sobre la importancia de las sustancias sensoriales en las frutas frescas de Cacao han sido reportados por Eskes *et al.*, 2007, Eskes y Ahnert 2009 y Eskes *et al.*, 2012.

Más recientemente, ha habido algunas publicaciones sobre compuestos orgánicos volátiles (COV) presentes en la pulpa de Cacao (Pino *et al.* 2010; Kadow *et al.* 2013; Chesnik *et al.* 2018 y Castro- Alayo *et al.*, 2019) que no se relacionan con el aroma del chocolate. Estos consideran principalmente la cantidad de compuestos orgánicos volátiles o precursores de aroma presentes en la pulpa o producidos en las pulpas durante la fermentación, pero *sin considerar la identidad (calidad) de los atributos sensoriales de la pulpa encontrados en nuestros estudios.*

Nuestro estudio de Chuncho (Eskes *et al.*, 2018; ver más abajo) representa el ***primer estudio sistemático en Theobroma cacao que demuestra la viabilidad de las evaluaciones de diversidad genética de un solo árbol y la selección de pulpa y sabores y aromas de almendras crudas en cualquier población de Cacao genéticamente diversa.***

5

Atributos Sensoriales de Pulpas y Chocolates

❖ *Descubrimiento*

La degustación de inúmeras pulpas de Cacao realizada por mí en 11 países productores de Cacao a partir d 1998 llevó en 2007 a la declaración de que:

“Países Productores de Cacaos y de Chocolates Finos Cultivan Variedades que Tienen Pulpas de Cacao Muy Saborosas “.

Ejemplos de países que cultivan variedades de Cacao con pulpas ricas son Trinidad, Ecuador, Venezuela y Perú. Estos países son bien conocidos por su producción de Cacao fino.

Este razonamiento a conducido a la hipótesis de la:

“Relación entre Pulpas de Sabor Fino y Chocolates de Sabor Fino (Eskes et al. 2007 y 2012) “.

Un caso extremo fue el de **Trinidad** con muy deliciosos sabores complejos de pulpa fresca que saboreaba cada vez que visitaba el país como un snack especial. En ese momento, Trinidad recibió un bono del 200% pagado por las almendras de las variedades finas TSH. Este es uno de los bonos más altos pagados en todo el mundo.

Entonces, de acuerdo con mi hipótesis, las variedades con buena pulpa producen almendras de Cacao finos que pueden alcanzar precios de Cacao más altos.

❖ *Variedades finas tradicionales*

La Tabla 5.1 muestra la comparación entre atributos sensoriales de las frutas frescas (conocidos y evaluación personal) con los atributos bien conocidos de los chocolates de cuatro variedades tradicionales finos (Sukha y Butler, 2005).

Los atributos sensoriales de chocolates del Criollo (**“caramelo, y miel “**) son aparentemente relacionaos con el **dulzor de la pulpa**.

Los atributos sensoriales en chocolates de Trinitários (**“fruta fresca y floral “**) están aparentemente directamente relacionados con **el sabor de citrus/limón y el aroma de jasmim** en sus pulpas.

Los atributos sensoriales en chocolates de Nacional (**“floral, frutada y hierbal “**) son explicados por la presencia del sabor **frutada y los aromas floral y hierbal** en sus pulpas.

Los atributos sensoriales en chocolates de Scavina 6 (**“floral, fruta marrón/pasas, floral “**) son explicados por la presencia del sabor de **uva Moscatel y del aroma lirio**.

Estos cuatro ejemplos muestran que hay una relación muy estrecha entre los atributos sensoriales de las frutas frescas y de atributos de chocolates finos.

Podemos deducir que las sustancias sensoriales presentes en las pulpas migran a las almendras durante la fermentación y que son incorporados en el perfil sensorial de los chocolates.

Ciertos atributos como el sabor a uva Moscatel de SCA6 se transforma en el relacionado sabor a fruta marrón/pasas. Es probable que dicha transformación de fruta fresca a fruta marrón sea causada por el método de procesamiento del chocolate, incluido el proceso de tostado.

La característica **nuez** no está relacionada con los sabores de la pulpa, pero es conocido estar relacionada con fermentaciones cortas y precursoras generados en la fermentación (péptidos y azúcares).

Table 5.1. Comparación entre atributos sensoriales de las frutas frescas y de chocolates para 4 variedades tradicionales finos de Cacao

Variedad finotradicional	Atributos de la pulpa	Atributos de chocolates
Criollo anciano	<i>Muy dulce, sin sabores o aromas</i>	<i>Caramelo, miel, nuez</i>
Trinitario tradicional	<i>Sabor de citrus/limón, jasmim</i>	<i>Fruta fresca, floral</i>
Nacional	<i>Pulpa dulce frutada, jasmim, hierbal</i>	<i>Frutada, floral, hierbal</i>
Scavina 6	<i>Uva Moscatel, lirio</i>	<i>Fruta marón, uva pasa, floral pesado</i>

❖ *Oportunidades*

La relación entre atributos sensoriales de la pulpa y del chocolate que descubrimos abrió dos grandes oportunidades para la valorización de los atributos sensoriales en el ámbito de la pulpa de fruta fresca:

- ***Modificación del ambiente de la pulpa mediante la adición de sustancias aromáticas durante la fermentación (método “TropMix”), y***
- ***La selección rápida de nuevas variedades de Cacao fino de aroma en base a evaluaciones sensoriales de la pulpa.***

6

Aromatizar Cacaos: la Tecnología “TropMix”

Modificación de las características del chocolate mediante la adición de sustancias aromáticas naturales durante la fermentación (WO/2009/103137A2 y Eskes *et al.*, 2012)

❖ *Alcance*

Research Gate calculó que el artículo ***Eskes et al. 2012: “Evidencia sobre el efecto del ambiente sensorial de la pulpa de Cacao durante la fermentación sobre el perfil de sabor de los chocolates”*** ha ***sido leído por 1500 personas*** en 9 años. Esto se compara con un promedio de 100 lecturas para cada una de mis otras 150 publicaciones. ***Esto se explica probablemente por el carácter innovador del artículo.*** Curiosamente, nadie se puso en contacto conmigo para comentar o cuestionar mis estudios. Por esto reproduzco aquí la primera aplicación del método ***TropMix, o sea la obtención de Cacaos finos de aroma por adición de sustancias aromáticas naturales durante la fermentación de Cacaos bulk (TropMix).***

❖ *Objetivo*

El objetivo del estudio fue modificar atributos sensoriales por la adición de pulpas aromáticas de dos especies frutales junto a las

almendras durante la fermentación del Cacao Forastero variedad Amelonado.

❖ *Métodos*

Pulpas extraídas dos frutas tropicales aromáticas, *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) y *Anona muricata* (Guanábana o Graviola), se utilizaron en mezclas con almendras de Cacao Amelonado en condiciones de micro fermentación realizada en la hacienda “Boa Sorte” en Uruçuca, Bahía, Brasil. La variedad Amelonado, cuando se fermenta de forma tradicional, suele mostrar poco o ningún sabor afrutado. La masa de fermentación en una caja de madera de 50x50x50cm se volteó a las 48, 72, 96 y 120 horas y la duración total de la fermentación fue de 6 días. Las micro fermentaciones se realizaron colocando un kg de almendras de Cacao en fermentación mezclados con igual cantidad de pulpas aromáticas de Cupuaçu y de Guanábana, en bolsas con malla de polistireno en el medio de la masa de fermentación. Los tratamientos se aplicaron, cada uno con dos repeticiones, a las 24 y 28 horas de iniciadas las fermentaciones.

Atributos sensoriales de las cinco muestras de almendras crudas han sido evaluadas por Sophie Assemat y por mí en Montpellier, Francia, en mayo de 2007. Licores y chocolates con 65% de Cacao han sido elaborados por Ed Seguire en el Guittard Chocolate Company. Los licores y chocolates fueron enviados a Montpellier en noviembre de 2007 y sus atributos sensoriales evaluados por mí y por Sophie Assemat y por preferencia por un jurado público en Montpellier principios de 2008.

❖ *Resultados y discusión*

Los nibs obtenidos de la fermentación testigo no expresaban un sabor frutado. Al contrario, los **nibs y los chocolates** de las fermentaciones mixtas de Cacao/jugo de frutas **poseían sabores afrutados que se asemejaban a los sabores de las respectivas frutas utilizadas** (Tabla 6.1). El efecto de la pulpa de Cupuaçu fue más fuerte (4-5 para chocolates) que de la pulpa de Guanábana (2-3). Esto está de acuerdo con la intensidad de los sabores típicos de estas especies frutales, siendo los sabores de Guanábana más suaves que los sabores de Cupuaçu.

Estos resultados confirman la deducción del capítulo 5 que los sabores frutales migran a las almendras durante la fermentación y son integrados en el proceso de hacer chocolates.

Lo que es intrigante es que los perfiles sensoriales de las pulpas frescas de Cupuaçu y Guanábana parecen expresarse en entero en los nibs y en los chocolates TropMix. Esto es diferente de la expresión de la uva como fruta marrón en chocolates del Scavina 6 (Tabla 5.1). Posiblemente la temperatura del tuesto descompone más o menos las moléculas volátiles para transformar un sabor de fruta fresca en fruta marrón.

Los tratamientos TropMix parecieron reducir la intensidad del sabor Cacao y aumentar la astringencia de los chocolates. Estos efectos secundarios pueden ser causados por la transferencia de astringencia de las pulpas aromáticas a las almendras de Cacao, o por una modificación en las condiciones de fermentación. Los altos niveles de astringencia se han asociado con una baja intensidad del sabor del Cacao en otros estudios sobre la calidad del Cacao.

El ligero sabor afrutado identificado en chocolates del tratamiento 1 (control) podría ser un resultado de una transferencia de sabores afrutados entre las bolsas perforadas de micro fermentación.

❖ Efecto del momento de hacer las micro fermentaciones

La intensidad de sabor afrutado era más fuerte en los nibs y en los chocolates para micro fermentaciones iniciadas 48 horas después del comienzo del proceso de fermentación (Tabla 6.1). Esto podría estar relacionada con el proceso de germinación de las almendras de Cacao, que intensifica la absorción de sustancias solubles por los cotiledones.

❖ Aplicaciones

La relación de sabores y aromas de pulpa y chocolate ha abierto el camino para dos aplicaciones importantes:

- *Los sabores del chocolate se pueden modificar de manera simple, pero sustancial, agregando sustancias aromáticas*

naturales a las almendras de Cacao durante el proceso de fermentación.

- Se espera que un mayor desarrollo de esta forma tan innovadora de producir chocolates con perfiles de sabor mejorados y/o modificados **tenga importantes aplicaciones comerciales.**

Tabla 6.1. Evaluaciones sensoriales (0-5) en cuatro tratamientos TropMix utilizando almendras de la variedad Amelonado (control = 1) y pulpas de Cupuaçu (2, 3) y de Guanábana (4, 5) mezcladas en 50% con almendras de Cacao en fermentación después 24 y 48 horas, respectivamente.

Tratamiento	Horas	Atributos sensoriales	Nibs de almendras secos	Chocolates
1	24	Frutado	0	1
		Cacao		3
		Astringencia		1
2	24	Frutado	2	4
		Cacao		2
		Astringencia		2
3	48	Frutado	3	5
		Cacao		2
		Astringencia		3
4	24	Frutado	1	2
		Cacao		2
		Astringencia		4
5	48	Frutado	2	3
		Cacao		2
		Astringencia		3

- La tecnología TropMix brindaría nuevas oportunidades para el uso de pulpas de **frutas tropicales aromáticas regionales** que a menudo se subutilizan y subvaloran para crear productos de territorio.
- La tecnología **TropMix abre posibilidades ilimitadas** para crear nuevos atributos sensoriales en chocolates.

- *El hecho que los atributos de las pulpas migran para la almendra y son incorporados en chocolates confirma las posibilidades de **selección efectiva para nuevas variedades de Cacao fino** por evaluación sensorial simple y rápida de frutas frescas de Cacao.*

Comentario 1. TropMix

El único problema recurrente con la primera generación de fermentaciones TropMix fueron los niveles relativamente altos de amargor y astringencia como efecto colateral de la adición de la mayoría de las pulpas de frutas y menos con adiciones de condimentos.

Esta fue la principal razón por la que buscamos desarrollar una tecnología de fermentación acelerada. Logramos con la tecnología “Anima“ (Capitulo 22) aplicar el “TropMix Anima” con éxito completo en expresar en chocolates los sabores y aromas de cualquier sustancia aromática adicionada durante la fermentación. Además, Anima elimina el amargor y la astringencia incluso en presencia de jugos de frutas y/o de especias adicionados durante la fermentación

Comentario 2. TropMix vs. ValRhona

ValRhona en 2016 (9 años después de la patente TropMix) lanzó dos chocolates, uno con sabor a naranja hecho en Madagascar y otro con maracuyá hecho en Brasil. La empresa presentó estos productos como obtenidos por una invención de “doble fermentación“ a partir del día cuatro de la fermentación. Esta tecnología es parte intrínseca de las reivindicaciones de la patente TropMix que preconice la adición de sustancias aromáticos en cualquier día durante la fermentación, incluso en las primeras etapas del secado.

¡Hasta ahora en 2022 ValRhona insiste en las redes sociales de que son ellos que han inventado el método después de 10 años de estudios!

7

Frases no Sentencias 1

Cometer un error

Es humano

Insistir en el error

Es diabólico

Lo que me molesta

Es gente que no se molestan

Prefiero molestar

Que acomodar

Si todos nosotros

Serían capaces de molestarse

Con alguna causa

El mundo serio

Menos molesto

*Muere el placer es infinito
La satisfacción tiene corta duración*

*Un hombre insatisfecho
Es un infierno para su esposa*

*Cualquier cosa que hagas en la vida
Hágala lleno de sentido
La fiesta de los sentidos tiene sentido*

*Disfrutando mejor
Una vida corta feliz
Que una larga vida infeliz*

*El negro es el color de la vida
El blanco es el color de la muerte
Rojo el color de la energía
Según las sagradas tradiciones africanas*

*No estoy aquí y no estoy allí
Lo que es el mejor lugar
Para un “holandés volador” vivir*

*Envejecer es
Volver más joven*

*Si el Cacao ha curado
Dos enfermedades crónicas mías
Por qué no
¿Mi tercera enfermedad?*

*El objetivo en la vida
Es alcanzar el vacío
Del espíritu
Y del cuerpo*

*Antes de morir
El vacío
Nos espera como premio
Después de una vida vivida llena de vida*

*El vacío
Está lleno de energía caótica
Del origen
Y del fin de la vida
El vacío es la plenitud
Donde las personas vacías
Llegan después de la muerte*

*Nada puede impedir
El ser humano
De ser feliz
Excepto su propia estupidez*

*El principio de la lógica
Es ilógico
Del mismo modo que el origen
Del universo era el caos*

8

Los Sabores y Aromas del Cacao son Genéticos

❖ *Supuestos efectos ambientales*

Hace un año, asistí a un video que mostraba a un famoso fabricante francés de chocolate fino caminando dentro de una plantación de CCN51 en Ecuador, donde compra almendras crudas. En el video exclama: “*Qué bueno ver los árboles de Cacao asociados a árboles maderables aromáticos, plantas con flores y de especias. Todos estos **sabores y aromas ambientales serán expresados por las almendras de Cacao y por los chocolates elaborados con estas almendras***”. Expresó la creencia bastante generalizada de que los sabores y aromas del Cacao fino nacen de factores determinados por el medio ambiente.

Lo errático que es lo demostramos cuando identificamos una gran cantidad de sabores y aromas genéticos en la variedad Chunchu en Cusco, Perú (Esques et al., *Gran diversidad genética para atributos de sabor fino revelada en Cacao. Agrotrópica 30: 157. 2018*) (Ver más abajo).

Sin embargo, el comentario más común a nuestra publicación fue, por ejemplo, al demostrar el sabor a pulpa de mandarina en más de 10 árboles de Cacao: “***Pero debe haber árboles de mandarina en la vecindad de los árboles de Cacao que expresan sabor a mandarina***”. Desafortunadamente para nuestros interlocutores, no había tales árboles en el vecindario hasta lejano de los árboles que expresaban los 41 sabores y aromas de frutas frescas.

Por lo tanto, no hay efectos ambientales sobre sabores y aromas. Por lo tanto, estos efectos deben ser genéticos.

Puede haber ***excepciones*** cuando las almendras frescas o las almendras secas de Cacao entran en contacto con sustancias aromáticas durante el procesamiento. Una vez vi frutas de la variedad Nacional en Ecuador abriéndose en un campo con ***plantas de cilantro que*** crecen comúnmente entre las hileras de Cacao y que pueden entrar en contacto con las almendras frescos durante la apertura de los frutos y contaminarlos con su aroma.

Nestlé haciendo un estudio sensorial sobre los sabores “Arriba” en la década de 1990 se convenció de un ***sabor picante en los chocolates Nacional***. Esto puede deberse a lo que había visto en los campos de Nacional. “Nacional” puro generalmente solo expresa sabores y aromas florales (jasmim), herbales y afrutados (Tabla 5.1).

Felizmente, Cacao decidió expresar sus atributos de sabor y aroma de Cacao fino de una manera simples: como atributos genéticos cualitativos heredados que son muy fáciles de seleccionar (vea Capítulo 13).

9

Selección Sencilla para la Calidad del Cacao

*Por características de sabor y aroma de pulpa
(Eskes et al., 2007 y 2012)*

❖ Introducción

La selección genética tradicional para atributos finos del Cacao es un proceso laborioso que requiere la colaboración entre genetistas, técnicos en postcosecha, especialistas sensoriales y fabricantes de chocolate. Para progresar en la selección es necesario poder evaluar árboles individuales lo que implicaría la producción laboriosa y cara de licores o chocolates. Por lo tanto, el uso de un método rápido para identificar los atributos de sabor fino de árboles individuales de Cacao sería muy útil.

El primer objetivo de este estudio era evaluar si los atributos sensoriales de la pulpa de Cacao de diferentes orígenes genéticos están relacionados con los atributos sensoriales conocidos de diferentes variedades de Cacao.

El segundo objetivo era identificar la mejor manera de incluir la selección de los atributos de sabor y aroma de la pulpa en las actividades de mejoramiento del Cacao.

❖ *Métodos*

En septiembre de 2007 se llevó a cabo un experimento sobre los atributos de sabor de la pulpa de nuevo genotipos de Cacao del banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) en Tingo María, Perú. Las variedades elegidas varían en atributos de sabor fino conocidos (Tabla 9.1).

- EET 62 está asociado con el sabor **floral Arriba**;
- ICS1 es un típico **Trinitario con sabor afrutado**;
- El clon CCN51 es conocido como una variedad de Cacao bulk con **pulpa ácida y semillas amargas y astringentes**;
- Los clones Ucayali (U) y Huallaga (H) representan orígenes espontáneos y cultivados recolectados en las cuencas de los ríos Huallaga y Ucayali, respectivamente. Las accesiones de Huallaga parecen ser principalmente “Forasteros” verdaderos (tipo bulk), mientras que las accesiones de Ucayali están algo relacionadas con el genotipo fino SCA6.

Se recolectaron dos frutos bien maduros de cada uno de los nueve clones por la mañana y se colocaron las pulpas en un frasco en el laboratorio para la evaluación sensorial de la pulpa y de las semillas por la tarde. El panel compuesto por seis personas puntuó en una escala de 0 a 5 puntos:

- intensidad del aroma volátil (olor) al abrir la tapa,
- acidez de la pulpa,
- dulzura de la pulpa,
- astringencia de la pulpa,
- amargor/astringencia de la semilla,
- sabor afrutado de la pulpa,
- el tipo de sabor afrutado de la pulpa, y
- preferencia global

Los panelistas habían recibido experiencia previa en la evaluación de las diferencias de sabor y aroma de la pulpa en el campo.

❖ *Resultados*

- ***Los atributos sensoriales de la pulpa son atributos varietales discriminativos***

El nivel de discriminación entre las 9 variedades fue alto para todas las características ($P=0,05$), con medias de grupo estadísticos que variaron de a à d (Tabla 9.1). La discriminación entre variedades fue más alta para la astringencia de la pulpa ($F=13,8$) y más baja para el dulzor de la pulpa ($F=3,5$). Las diferencias entre los panelistas no fueron significativas para la preferencia general, la acidez de la pulpa y el dulzor de la pulpa, *lo que sugiere que los panelistas evaluaron estas características de manera uniforme*. Las puntuaciones de ***preferencia global se relacionaron positivamente con olor, sabor y dulzura de la pulpa y algo negativamente con la acidez y la astringencia (Figura 9.1)***. La acidez y astringencia de la pulpa y el amargor/astringencia de la semilla se correlacionaron positivamente entre sí y se correlacionaron negativamente con el dulzor de la pulpa. Los puntajes de preferencia global más altos se obtuvieron para EET62 (pulpa dulce, sabor y olor fuertes, preferencia alta). La preferencia global de los clones varió significativamente de 1,8 (CCN51) a 4,3 (EET62).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) de la Figura 1 muestra *por un lado* que ***el amargor del grano, la acidez y la astringencia de la pulpa*** se relacionaron entre sí y con los clones CCN51, H56 y H60. Estos clones recibieron puntuaciones de preferencia de 2,0, 1,8 y 2,3, respectivamente, con una *media de 2,1*. ***Esto está de acuerdo con el tipo “Forastero” (bulk) de las variedades H56 y H60 y con la conocida mala reputación de calidad de CCN51.***

Por otro lado, el ACP muestra que la ***dulzura, la preferencia, el sabor y el olor*** se correlacionaron entre sí y con los clones EET62, ICS1, PAN1, U45, U53 y U43. Estos clones recibieron puntuaciones de preferencia de 4,3, 2,7, 3,2, 2,8, 2,8 y 2,3, respectivamente, con una *media de 3,0*. ***Esto está de acuerdo con los clones de sabor fino conocidos EET62, ICS1 y PAN1 (sabor Guanábana) y estaría de acuerdo con los clones U que tienen pulpa muy dulce y están relacionados genéticamente con el clon Sca6 de sabor fino.*** Los dos clones extremos con

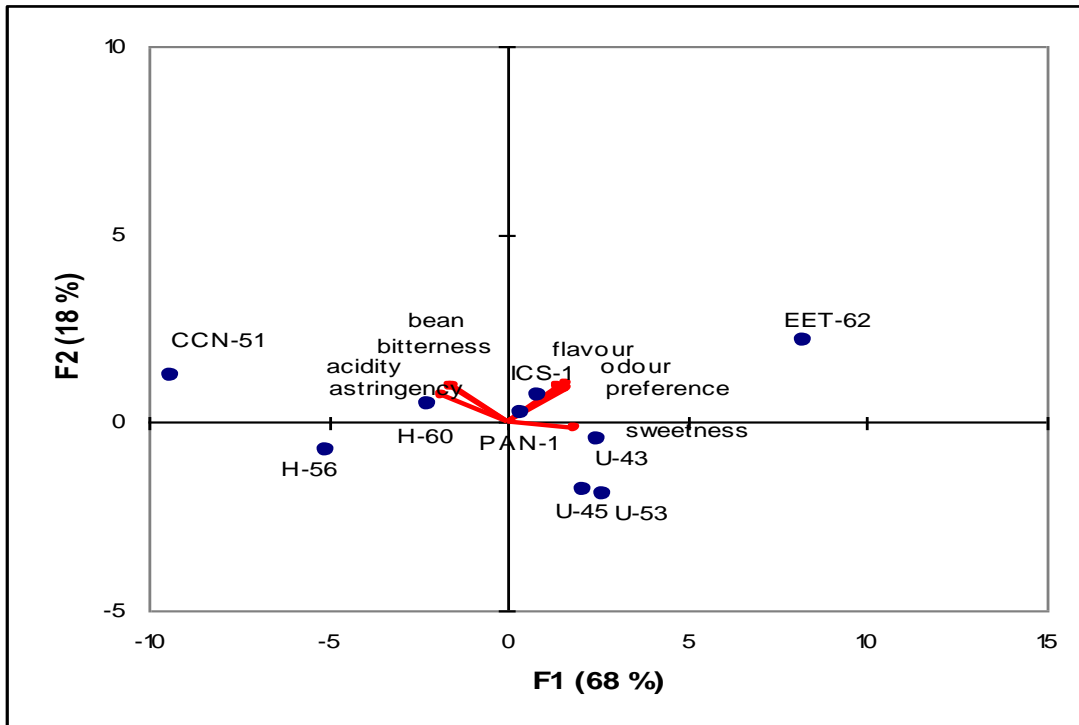
características de pulpa contrastantes fueron CCN51 frente a EET62.

Tabla 9.1. Preferencia sensorial y atributos asociados de pulpas de 9 genotipos de Cacao evaluados en la UNAS, Tingo María, Perú en 2008 evaluada por un panel de 6 personas

Clone	Descripción de la Pulpa	Preferencia global
EET62	Aroma fuerte, frutado y dulce	4.3 a
Pandora 1	Dulce, Sabor a Guanábana	3.2 b
ICS1	Dulce/ácido. Sabor cítrico, limón	2.7 bcd
U43, 45, 53	Dulce, Sabor intermedio	2.6 bcd
H56, 60	Astringente, ácido, bajo frutado	2.1 bcd/d
CCN51	Astringente, ácido, bajo sabor, semilla muy amarga y astringente	2.0 cd

Los resultados muestran que los sabores y aromas de la pulpa de Cacao tienen un origen genético directo y que revelan el grado de finos atributos de sabor presentes en cada variedad.

Figura 9.1: Gráfica de análisis de componentes principales para cinco características sensoriales de la pulpa y para el amargor del grano de nueve variedades de Cacao. Los porcentajes entre paréntesis indican el porcentaje de variación explicado por el eje 1 (F1) y el eje 2 (F2).



❖ Selección rápida de Cacao finos

Los resultados sugieren que los sabores y aromas de la pulpa tienen efectos sustanciales en los sabores de las almendras de Cacao y de los chocolates.

Esto posibilita seleccionar rápidamente nuevas variedades de Cacao para atributos de calidad basado en la degustación de pulpas de Cacao, como los identificados aquí en PAN1 (Guanábana), ICS1 (Citrus) y EET62 (frutado, Jasmim).

Según nuestros resultados, los genotipos con pulpas de Cacao más preferidas parecen ser de interés directo para la preselección de Cacao fino de aroma. Las pulpas preferidas tienden a ser dulces y muestran diversos tipos de sabores florales y/o afrutados bastante intensos. Si el interés es realizar una selección de genotipos de sabor fino en diversas poblaciones (colecciones de germoplasma, cruces dobles, poblaciones de mejoramiento, *etc.*), se puede **comenzar con una selección rápida de los genotipos simplemente para la preferencia de pulpa**. La selección de campo puede ser realizada por una o dos personas abriendo al menos dos frutas maduras de cada genotipo (o árbol) en el campo y mediante una calificación subjetiva de preferencia, identificando la presencia de sabores especiales. Los genotipos más preferidos pueden evaluarse posteriormente mediante un método más detallado (ver más abajo).

❖ *Evaluación detallada de atributos sensoriales de la pulpa*

Puede ser necesaria una evaluación detallada de los atributos de sabor de la pulpa para estudios especiales, como para relacionar atributos sensoriales de la pulpa con atributos de almendras fermentados y secos y en con productos de Cacao tostado. El método podría ser similar al utilizado en nuestro estudio, con posibles adaptaciones según se requiera para objetivos específicos. En general, para evaluar las pulpas será necesario tener un panel capacitado de cuatro a seis miembros y aplicar de dos a cuatro repeticiones dependiendo de la importancia del estudio. Los atributos de sabor se evalúen en una escala de 1 a 5 puntos, donde 1 = ausencia del atributo, 3 = intensidad media y 5 es intensidad alta del atributo.

Cada réplica debe incluir los siguientes pasos:

1. Recolección de frutas maduras de los genotipos o arboles de prueba.

2. Recolección simultánea de frutas maduras de genotipos de control, que pueden ser representantes de tipos conocidos para su sabor y/o aroma finos (por ejemplo: ICS 1, SCA 6, Nacional) y de variedades comerciales cultivadas localmente con o sin atributos de sabor fino (Amelonado, IMC 67, CCN 51, *etc.*).
3. Apertura de las frutas en el laboratorio y colocación de la pulpa en cajas de plástico numeradas que se cierran para contener el olor de la pulpa. Es mejor dejar la pulpa durante una o dos horas para que se adapte al ambiente y alcance temperaturas uniformes.
4. La observación de la intensidad y tipo de olor de la pulpa se realiza después de abrir la tapa de la caja de plástico por parte de cada miembro del panel.
5. Después de la degustación de la pulpa de dos o tres semillas, se evalúa el grado de dulzura, acidez, astringencia e intensidad y tipo de sabor y aroma, usando las variedades de control para comparar con sabores y aromas conocidos.
6. Después de evaluar las pulpas es necesario evaluar el amargor y la astringencia de dos semillas
7. Posteriormente se puntúa la preferencia global integrada para la pulpa y para las semillas basada en las puntuaciones de cada atributo.

El análisis de datos puede involucrar estadísticas lineales como se aplicó en nuestro estudio (ANOVA, estudios de correlación, PCA) para establecer asociaciones entre atributos, entre genotipos de control y de prueba.

10

Frases no Sentencias 2

El mejor lugar en el mundo

Es donde estás

Innovar sosteniblemente es

Combinando cosas existentes

Con nosotros mismos

Cualquier descubrimiento significativo

No es científico, pero si empírico

*El mejor chocolate es
La almendra de Cacao*

*Historias muy serias requieren
Que se cuenten
Como chistes muy serios*

*Las ideas más grandes
Son las ideas más pequeñas*

*Los grandes problemas son grandes
Las grandes soluciones son pequeñas
Problemas muy grandes requieren
Soluciones muy pequeñas*

*Si las ideas movieron los molinos
De viento holandeses
¿Por qué no moverían civilizaciones?*

*Si muy grandes ideas han movido
Revoluciones violentas
Entonces las pequeñas ideas pueden mover
Evoluciones Sostenibles*

*Grandes pensamientos
Han movido ideas demasiado grandes
Odio e Inquisición
Entonces necesitamos
Pequeñas ideas para mover la felicidad*

No te preocupes, sea feliz

*Todas las civilizaciones deberían volverse
Tan evolucionado que las civilizaciones indígenas
“Trabajando menos para ser más feliz”*

*Para ser un adulto feliz
Necesitas ser un niño
Un niño feliz tiene que ser un niño también*

*Una persona feliz
A menudo también es infeliz*

*Vidas ordenadas
Necesitan vidas desordenadas
Para Vivir Juntos en Armonía
(Yin y yang)*

11

Primer Ejemplo de Selección por Sabores y Aromas de Frutas Frescas

Ejemplo único del uso de criterios de selección de atributos de sabor y aroma en el mejoramiento del Cacao (García Carrión et al., 2012)

Entre 2005 y 2010, el área cultivada con Cacao en Perú creció significativamente debido a la alta demanda y los buenos precios en el mercado internacional, pero los rendimientos promedio se han mantenido bajos. Los esfuerzos de fitomejoramiento para obtener nuevos materiales han continuado, pero aún no han sido suficientes para aumentar la productividad del Cacao en el Perú. Hace dieciséis años, el programa de mejoramiento de Cacao de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María, comenzó seleccionando progenitores para crear híbridos y seleccionar clones superiores que pronto serán liberados por su productividad, tolerancia a las principales enfermedades y **superior calidad**.

Se seleccionaron ocho nuevos árboles híbridos (B, C, D, E, F, G, H y J) en función de sus **cualidades superiores de pulpa de sabor fino**. Los árboles etiquetados como B, C, D, E, F y G, mostraron intensidades de media a alta de los atributos florales y frutales, destacando el “E” (U-68 x IMC-67) x CCN-51 y “G” (U-68 x IMC-67 x ICS-95), por su fuerte intensidad de aroma floral. Además, estos se caracterizaron por puntajes bajos a muy bajos de intensidades de acidez, astringencia y amargor de la semilla.

Los árboles “F” (EET-62 x U-1) y “H” (U-68 x IMC-67) x CCN-51, fueron seleccionados por su fuerte sabor afrutado. El árbol “H”, también fue seleccionado por sus sabores indeseables bajos a muy bajos. Finalmente, el árbol “J” (U-68 x IMC-67 x ICS-95), se destacó por su intensidad de sabor afrutado de rango medio y con características de sabor indeseables de bajas a muy bajas.

Como se muestra arriba, la implementación de un programa de mejoramiento del Cacao con enfoque en la selección de clones para la *productividad, la calidad y el cambio climático* **podrá avanzar más rápidamente con respecto al objetivo de calidad.**

12

Atributos Sensoriales de la Pulpa Descubiertos entre 2007 Y 2017 Fuera de la Convención, Perú

Entre 2007 y 2017, se descubrieron doce atributos de sabor y aroma de la pulpa de Cacao hasta ahora desconocidos (Tabla 12.1) fuera de La Convención, Perú, como resultado de ejercicios limitados de evaluación de pulpa realizados por tres científicos del Cacao en siete lugares en Trinidad, Perú, Ecuador y Brasil.

El sabor de pulpa más común que se encontró fue el de **Guanábana** identificado en los siete lugares y en variedades de Cacao muy diferentes.

El perfil **Mango/rosa** se encontró en Brasil en un clon que se originó en la Amazonía ecuatoriana (EET397) y se introdujo en Brasil por su resistencia a la escoba de bruja.

El sorprendente **sabor a banana fresco** fue descubierto en Trinidad en 2008 en una antigua plantación de Trinitario con variación sensorial de pulpa predominante para dulzura y acidez.

Se identificaron cinco atributos sensoriales (Banana, Guanábana, Jasmim, Cítricos y Anona) en genotipos amazónicos, conformados con marcadores moleculares (Zhang, 2014) en Satipo, Junín, Perú.

Recientemente se demostró que la variedad Amelonado, todavía ampliamente cultivada en Brasil, alberga el **aroma del jasmim**, lo cual fue muy sorprendente. El Amelonado generalmente se ha considerado como una variedad de Cacao “bulk”, en contraste con la variedad Nacional ecuatoriana de sabor fino que también muestra el mismo aroma de Jasmim. Otras variedades clonales brasileñas también expresen finos sabores y aromas, *por ejemplo*, el clon CEPEC 2008 con sabor a Guanábana y con el aroma a Rosa.

Las almendras del árbol con sabor a “Banana” del viejo Trinitario (Tabla 12.1) fueron transformados en chocolates por Ed Seguíne. Los especialistas describieron el sabor del chocolate de la siguiente manera:

“El sabor a banana fue detectable desde la mitad de la sesión” (Kamaldeo Maharaj, 2010),

“El chocolate se presenta con astringencia de cáscaras de banana” (Ed Seguíne), y

El retrogusto persistente recuerda una mermelada de Banana (Albertus Eskes).

Esto sugiere que los atributos sensoriales naturales de la pulpa del Cacao pueden transformarse en atributos de sabor fino de chocolate muy originales e interesantes.

La lección más interesante de estos 12 atributos de sabor y aroma de la pulpa que se encuentran en poblaciones genéticas muy diferentes y en diferentes países es que la diversidad probable de sabor y aroma de la pulpa de Cacao se puede encontrar en cualquier parte del mundo. Esto significa que existe un gran potencial para seleccionar eficientemente nuevos sabores y aromas de pulpa interesantes en cualquier parte del mundo.

La lección más interesante de estos 12 atributos de sabor y aroma de la pulpa que se encuentran en poblaciones genéticas muy diferentes y en diferentes países es que la diversidad probable de sabor y aroma de la pulpa de Cacao se puede encontrar en cualquier parte del mundo. Esto significa que existe un gran potencial para seleccionar eficientemente nuevos sabores y aromas de pulpa interesantes en cualquier parte del mundo.

Tabla 12.1. Doce perfiles sensoriales de fruta fresca encontrados en siete localidades fuera de La Convención en Perú entre 2007 y 2017.

Año	Atributos de fruta fresca	Variedad de Cacao	Localidad
2007	Guanábana	Colección de Amazónicos de INIAP	Quevedo, Ecuador
2007	Guanábana	Clon Pandora de Colombia	Tingo María, Perú
2008	Mango/Rosa	EET397 de Ecuador	Bahia, Brasil
2008	Banana	Trinitário tradicional	Trinidad
2009	Guanábana	Colección de Guyana Francesa	Ceplac, Bahia, Brasil
2010	Guanábana	Trinitário tradicional	Trinidad
2012	Mandarino, Guanábana y Uva	Piura blanco	Piura, Perú
2012	Banana, Guanábana, Jasmim, Citrus, Anona	Genotipos Amazónicos	Satipo, Perú
2017	Guanábana, Rosa, Lirio, Uva, Fruta roja, Citrus, Ingá y Jasmim	15 clones comerciales y Amelonado	Bahia, Brasil

13

Tesoro Sensorial del Cacao Inca de Cusco

(Eskes *et al.*, *Agrotrópica* 30: 157. 2018, Google)

Antes de presentar la enorme diversidad de sabores y aromas a fruta fresca identificada en la variedad de Cacao Chuncho, la ubicamos en el contexto de:

- *La historia de la variedad nativo Chuncho,*
- *Lo que se sabe de los frugívoros del Chuncho, y de las*
- *Domesticadores del Chuncho, los nativos Matsiguengas.*

❖ *La variedad nativa de Cacao Chuncho*

El Cacao “Chuncho” (“De la Selva”) es originario de la provincia de La Convención (valle de Urubamba) en la región del Cusco en Perú. Existen informes sobre el comercio de almendras de Cacao por parte de los nativos Matsiguengas (=Seres Humanos) con los

montañeses antes y durante el **Imperio Inca** (Johnson y Johnson, 1996). El Cacao Chuncho se cultivaba ya en el siglo XVI, pero también de manera espontánea en asociación con los Matsiguengas (Aparicio, 1999). Esta tribu siempre ha tenido un interés especial en el consumo de la pulpa del fruto de Chuncho (Gade, 1975; Misioneros Dominicanos, 2009) y también de almendras crudas ligeramente fermentadas y tostadas. Rozas (1861) citado por Aparicio (2000) califica al Cacao nativo del valle como “de alta calidad, noble y saludable”, mientras que Paz Soldan (1852), citado por Gade (1975), cataloga al Cacao Chuncho de la Hacienda Echerate como “el mejor”. Cacao del mundo. El cultivo del Chuncho se incrementó entre 1850 y 1890 con la llegada de inmigrantes cusqueños (Encinas, 2008). La superficie cultivada de Chuncho culminó en la década de 1980 con 14.000 ha y una producción de 10.000 toneladas. A partir de entonces, la superficie cultivada de Chuncho se ha reducido a *unas* 11.000 ha con una producción actual de 2600 toneladas, lo que se debe a la baja productividad (150-250 kg/ha), el envejecimiento de los árboles y la competencia de CCN51 y de otros cultivos de sustitución. Chuncho se utiliza cada vez más como fuente de Cacao fino y extrafino y recibe importantes bonificaciones de hasta el 100-200 %.

Los agricultores tradicionales consumen jugos de pulpa de árboles Chuncho seleccionados, una práctica que no se conoce en otras partes del mundo. Por lo tanto, nuestra encuesta sensorial de pulpa y almendra se centró en los árboles Chuncho utilizados por los agricultores para la producción de jugo. Las almendras de Chuncho “comunes” expresan sabores y aromas ya interesantes pero inespecíficos (Condori Cruz, 2015). Las pulpas de Chuncho son generalmente dulces con poca acidez y astringencia. Incluso sin fermentar o poco fermentados, las almendras de Chuncho no son ni ácidos ni amargos ni astringentes, lo cual es una característica única dentro de los Cacaos “Forastero”. Sin embargo, pueden llegar a serlo con una duración de la fermentación superior a cuatro días (Condori Cruz, 2015).

Entre los 10 principales grupos genéticos de *Theobroma cacao* *actualmente reconocidos* (Motamayor *et al.*, 2008), la variedad Chuncho forma parte del grupo “Contamana” incluyendo SCA6. Sin embargo, los estudios de marcadores SNP mostraron una relación genética más estrecha de Chuncho con accesiones nativas de las cuencas de los ríos Madre de Dios y Beni (Cespedes-Del Pozo

et al., 2017) que están geográficamente próximos. La diversidad molecular dentro de Chuncho se puede considerar de moderada a alta en comparación con otras variedades nativas de Cacao (Zang, 2014).

❖ *Frugívoros de T. cacao y los Matsiguengas*

Las mazorcas de Cacao maduras no caen del árbol y no se abren (fruto indehiscente). En consecuencia, la dispersión evolutiva de las semillas de Cacao debió depender de animales frugívoros. Junto con el color, el olor específico se considera un atributo clave de la fruta para atraer a los frugívoros (Barry, 2009; Dominy *et al.*, 2001 y 2004; Nevo *et al.*, 2015). Los atributos importantes relacionados con la frugivoría de *T. cacao* son (Van Roosmalen, 2008):

1. *Adherencia de la fruta madura al árbol,*
2. *Cáscaras gruesas de la fruta,*
3. *Fuerte adherencia de la semilla a la pulpa,*
4. *Pulpa de fruta dulce y nutritiva, y*
5. *Deglución de las semillas por parte de los frugívoros.*

Se identificaron seis frugívoros eficientes del Cacao en la cuenca del Amazonas (Van Roosmalen, 2008): los monos (Araña, Lanudo, Capuchino y el Sakí), el Kinkajou y el Coati. Estos están asociados con ocho familias de frutas carnosas, incluidas las *Annonaceae*. (p. ej. Guanábana, Chirimoya y Anona) y las *Mimoseae* (p. ej. Ínga). En La Convención, Carlos Rodríguez (Información Personal) identificó cinco frugívoros de *T. cacao* (monos Araña y Ardilla, Pizotes, Roedores nocturnos y Ardillas) tres de los cuales son diferentes a los frugívoros amazónicos.

Se han demostrado señales olfativas para la identificación de frutos maduros en varias especies de primates (Nevo *et al.*, 2015). Los monos Araña inspeccionan las frutas olfateándolas o mordidiéndolas (Van Roosmalen, 2008). El puede discriminar los olores de las frutas silvestres de *Coumama crocarpa* y de *Leonia symosa* que forman parte del síndrome de frugivoría de *T. cacao* en la Amazonía (Nevo *et al.*, 2015). Laska *et al.* (2006) demostraron una sensibilidad olfativa inesperadamente alta del mono Ardilla, igualando la sensibilidad del perro. *No se encontró información*

sobre el papel de los sabores de frutas frescas en el establecimiento de una diseminación eficiente de semillas por parte de los frugívoros en general.

Los domesticadores del Chuncho, los Matsiguengas, debieron diseminar semillas de Chuncho desde tiempos históricos en La Convención lo que se relaciona con sus tradiciones de consumo de pulpa de Cacao y grano (Misioneros Dominicanos, 2009). Si bien no tienen nombres para otros seres humanos, tienen nombres para Cacao y tres productos de Cacao, lo que demuestra la importancia del Cacao en la vida de Matsiguengas. Deben haber seleccionado árboles Chuncho por sus características sensoriales de pulpa y haberlos plantado en sus “*huertos tradicionales*”.

❖ *Métodos de la encuesta sensorial*

El **estudio de características sensoriales de la pulpa de Chuncho**, realizado en 2012 por dos científicos Cacaoteros experimentados, incluyó 100 árboles de un tramo central de 50 km de largo del valle de La Convención. Los principales criterios para la selección de árboles fueron la preferencia de los agricultores por el consumo de jugo de pulpa, las características típicas de Chuncho (morfológicas y sensoriales) y la edad de los árboles. La confirmación de la identidad genética de los árboles Chuncho se obtuvo en 2014 con marcadores SNP (Zhang 2014). La evaluación consistió en la identificación de aromas percibidos al abrir la fruta y de sabores frutales durante la degustación de pulpa de dos frutas maduras por árbol.

Para el **estudio de almendras crudas de Chuncho**, estas se recolectaron a principios de 2015 y se fermentaron durante 2 a 4 días, seguidos de secado al sol (2 a 3 horas por día). El censo de las almendras incluyó 126 árboles Chunchos dispersos en los 200 km de largo del valle de La Convención. Los criterios para la selección del árbol Chuncho fueron los mismos que para las evaluaciones de las pulpas. La evaluación de las almendras crudas fue realizada en abril de 2015 por tres especialistas en calidad de Cacao. Dos fabricantes peruanos de chocolate fino, Alain Schneider (Chocomuseo) y Pablo Morales (Amaz Food) participaron en el 50% de las evaluaciones que confirmaron los atributos identificados. El amargor, la acidez, la astringencia, las intensidades de sabor y aroma y la preferencia general se puntuaron en escalas de 0 a 5 después de la deliberación y la

obtención del consenso de los miembros del panel. Cualquier identidad de sabor y aroma observada de especies conocidas de frutas, flores o especias también se registró por consenso. Las lógicas detrás de los estudios de identificación de sabores y aromas se presentan en la Discusión. Las asociaciones encontradas entre los atributos de sabor y aroma con los atributos de sabor básicos se analizaron con la prueba de Kruskal/Wallis. La repetibilidad de las identificaciones de atributos se evaluó mediante una reevaluación ciega de los atributos sensoriales de pulpa y almendra de 20 árboles durante la cosecha 2016/17.

❖ *Resultados*

• **Atributos sensoriales de Chunchu**

Noventa y siete de los 100 árboles mostraron expresiones cualitativas de sabores y/o aromas de pulpa, lo que representa **30 perfiles sensoriales de pulpas distintas. Estos involucran 17 sabores de frutas y nueve aromas o especias, totalizando 26 sabores y aromas diferentes.** Los perfiles sensoriales encontrados con más frecuencia son *Guanábana/Jasmim*, *Floral* y *Cítrico/Jasmim* que se encuentran en al menos 13 árboles.

En las 126 muestras de almendras crudas ligeramente fermentadas el panel evaluó las identidades y las intensidades de los atributos sensoriales y asignó preferencias. En los 92 árboles que recibieron preferencias encima da nota 3 fueron detectados **39 perfiles sensoriales diferentes con 16 sabores frutados y ocho aromas diferentes.** Los cuatro perfiles sensoriales encontrados con mayor frecuencia fueron *Mandarina/Jasmim*, *Guanábana/Floral*, *Arándano* y *Malta* cada uno en seis o más árboles.

Tabla 13.1. muestra el **total de los 41 atributos sensoriales** identificados en las 30 muestras de pulpa y en las 92 muestras de almendra juntas. De los 41 atributos sensoriales, **29 (73 %) imitan frutales, flores y especias conocidas.** Chunchu imita no solo los sabores de las especies de frutas sino también de las variedades dentro de las especies, como se observó para las cinco variedades de banano imitadas (Tabla 13.1). También imita los sabores de especies relacionadas dentro del género de los cítricos (Citrus,

Mandarino y Tangelo), todos tres combinados con el aroma de la flor de los cítricos (Jasmim) (Tabla 13.2).

Tabla 13.1. Atributos sensoriales de fruta fresca y de almendras de 226 árboles de Chuncho

28 Sabores Frutados

Citrus, Mandarino, Tangelo, Yaca, Anona, Guanábana, Chirimoya, cinco variedades de Banana, Uva, Manzana verde, Manzana seca, Pomarrosa, Guayaba, Arándano, Mango, Ingá, Durazno, Ciruela, Miel, Uva pasa, Fruta madura roja, Fruta fresca roja, Fruta fresca amarilla, Frutado.

13 Aromas

Rosa, Jasmim, Lirio, Violeta, Floral, Floral pesado, Condimento, Canela, Vainilla, Menta, Levedura, Albahaca y Malte

- **Análisis de perfiles sensoriales**

Tabla 13.2. muestra el total de los 64 perfiles sensoriales identificados en las 30 muestras de pulpa y en las 92 muestras de almendras juntas. De los 64 perfiles sensoriales 25 (39%) están compuestos por un solo atributo de sabor o aroma. **Los 39 perfiles restantes (60%) se basan en combinaciones de dos o más atributos sensoriales.**

Treinta y tres (52%) contienen exclusivamente combinaciones de aromas de frutas y/o flores o especias. Seis perfiles (9%) están compuestos por tres combinaciones de sabores y/o aromas.

Tabla 13.2. Sesenta y cuatro perfiles sensoriales únicos encontrados en 226 árboles del Chuncho preferidos por los productores por sus jugos en La Convención, Perú.

Perfiles Sensoriales

**Guanábana/Floral; Floral; Citrus/Jasmim;
Mandarina/Jasmim; Jasmim;
Uva/Jasmim; Tangelo/Jasmim; Frutado;
Banana/Floral; Guanábana; Lirio; Anona; Uva;
Guayaba/Floral pesado; Pomarrosa/Floral; Banana
“Cavendish”; Banana “Manzana”; Banana “Chinito”;
Manzana verde/Floral; Guanábana/Rosa;
Rosa/Vainilla; Menta/Rosa; Mango; Chirimoya; Ingá;
Ingá/Floral; Citrus/Leveduras; Citrus/Banana “Isla”;
Citrus/Rose/Jasmim/; Manjeiricão; Cranberry;
Malte; Menta/Floral; Malte/Jasmim;
Cranberry/Rosa; Menta/Jasmim; Nuez;
Menta/Nuez/Lirio; Durazno/Yaca; Manzana seca;
Durazno; Durazno y Rosa; Fruta Madura Vermelha;
Nuez/Rosa; Durazno/Nuez/Rosa; Durazno/Nuez;
Durazno/Uva pasa; Ciruela Madura/Uva pasa/Rosa;
Rosa; Lirio; Malte/Lirio; Rosa/Lirio; Fruta fresca
roja; Fruta roja madura/Rosa; Fruta amarilla
madura/Lirio; Nuez/Lirio; Nuez/Miel/Canela; Uva
pasa/Jasmim; Guanábana; Guanábana/Lirio;
Yaca/Floral; Menta/Nuez; Mango/Condimento;
Malte/Nuez/Rosa**

Las nueve y tres veces que los atributos de nuez y pasas, respectivamente, aparecen solo en las muestras de almendras. Por otro lado, el atributo de sabor de Guanábana se presentó 19 veces (21%) en la evaluación de los atributos de pulpa, pero solo dos veces (5%) en las almendras. Además, el atributo de malta no se encontró en la encuesta de pulpa mientras que se identificó 12

veces en las evaluaciones de almendras. *Esto sugiere que el sabor a pulpa de guanábana puede transformarse durante la fermentación en sabor a malta en almendras crudas.*

- **Sabores de la almendra asociados a sabores básicos**

Los panelistas puntuaron en una escala de 0 a 5 puntos la intensidad del amargor, de la acidez, de la astringencia, del sabor y del aroma, así como la preferencia global en 64 muestras de las almendras más preferidas (puntuación encima de 3). A pesar del bajo nivel de fermentación, las puntuaciones para astringencia y amargor (excluidos los perfiles de mandarina) fueron iguales o inferiores a 2 en el 80 % de las muestras y en el 89 % para acidez, mostrando sabores básicos muy suaves en almendras crudas del Chunchu. Se otorgaron puntajes generales de preferencia de 4 o 5 al 60% de las 64 muestras de almendras, lo que demuestra la apreciación del panel por los atributos sensoriales percibidos.

Se realizaron análisis estadísticos sobre intensidades promedio de acidez, amargor y astringencia para perfiles sensoriales que contienen atributos específicos de sabor a fruta en las 64 muestras evaluadas. Se identificaron tres asociaciones significativas entre el sabor frutado y sabores básicos.

En primer lugar, las 13 muestras de almendras con **sabor a mandarina/jasmim también fueron significativamente ($P=0,003$) más amargos** con puntuación de 2,9 en relación de 2,0 en las otras 49 muestras de almendras.

En segundo lugar, las ocho muestras de almendras con sabor a **cítricos/jasmim mostraron puntuaciones de acidez en promedio significativamente más altas** ($P=0,01$) con un promedio de 2,3 en relación a 1,3 obtenidos en las otras muestras.

En tercer lugar, la puntuación media de **astringencia de las tres muestras con sabor a frutos rojos (3,3) fue significativamente mayor** ($P=0,007$) que el promedio de la astringencia de las otras muestras (1,3).

- **Otras asociaciones con atributos sensoriales del Chuncho**

Tres sorprendentes asociaciones de atributos sensoriales del Chuncho fueron identificadas de la siguiente manera.

1. ***Combinaciones de sabores cítricos x el aroma jasmim.***

De los 11 perfiles de Chuncho que presentan aromas de jasmim (Tablas 13.1 y 13.2), los tres perfiles de cítricos (Cítrus, Mandarina Y Tangelo) muestran la misma asociación con el aroma de la flor de cítricos (jasmim). La posibilidad de que esto se deba a eventos aleatorios es muy baja ($0.001 = 11/64 \times 11/64 \times 11/64$).

2. ***Sabor a mandarina y amargor de la almendra.***

Las evaluaciones sensoriales revelaron una asociación significativa ($P=0,003$) entre el sabor de mandarina con el amargor más intenso de la pulpa y de las almendras. Carlos Rodríguez descubrió un sitio de producción de amargor en el endocarpio de la parte basal del interior de las cáscaras de frutas que tienen pulpas con sabor a mandarina. Este sitio amargo no existe en cáscaras con otros perfiles aromáticos del Chuncho. Esto sugiere que el aumento de la amargura de las almendras con sabor a mandarina no puede ser un artefacto de saborear.

3. ***Sabor de pulpa a Guanábana vs. su textura.***

Otra asociación intrigante es que las pulpas con sabor de guanábana tienen una apariencia acuosa como la misma pulpa de guanábana. Este fue encontrado en todas las pulpas con perfiles sensoriales de Guanábana, no solo en Chuncho en La Convención, pero también en árboles de variedades diversas en Ecuador, en Piura (Perú) y en Brasil, lo que muestra una gran estabilidad de esta asociación. Se podría inferir que esta asociación ha sido seleccionada por preferencias frugívoras simultáneas por sabor y apariencia, ambas partes del concepto de "sabor" (Schwab et al., 2008).

Las asociaciones anteriores exaltan las presiones de selección muy específicas y directivas que el Cacao debe haber experimentado durante la evolución y la domesticación.

❖ *Contexto y Discusión*

El hecho de haber encontrado un tesoro fenomenal de sabores y aromas de fruta fresca en el Cacao Chuncho necesita una discusión profundada poniendo los resultados en contexto con:

- 1. compuestos orgánicos volátiles (COV) en pulpas de Cacao, con*
- 2. determinación genética de perfiles sensoriales en frutales carnudos en comparación con T. cacao, con*
- 3. diversidad sensorial del Chuncho en comparación con otras variedades de Cacao y con la especie T. cacao, con*
- 4. otros frutales que tienen pulpas (carnudos), con*
- 5. preferencias de frugívoros por Cacao en la evolución, y con*
- 6. la posición del Chuncho en frente al mercado de almendras y jugos finos,*

- **Sustancias aromáticas (compuestos orgánicos volátiles, COV's) en la pulpa y en las almendras de Cacao**

Los estudios químicos de compuestos volátiles en pulpas de Cacao han sido iniciados hace muy poco tiempo en relación con los estudios de COV's relacionadas con el sabor Cacao. Pino *et al.* (2010) fueron los primeros en identificar COV's en pulpas de Cacao fresca de una finca en Colombia. Los compuestos relevantes entre un total de 66 COV's fueron ésteres (acetato de 2-heptilo y acetato de 2-pentilo) y linalool que podrían estar relacionados con el sabor de fruta fresca (ésteres) y el aroma floral (linalool) de las variedades Trinitario y Nacional, respectivamente.

Kadow *et al.* (2013) estudiaron concentraciones relativas de COV's en pulpa de fruta fresca y en almendras de tres genotipos (EET62, SCA6 y CCN51) que habían sido escogidos por sus cualidades sensoriales contrastantes de pulpa y chocolate (Eskes *et al.*, 2007; Tablas 5.1 y 9.1). Las concentraciones de VOC fueron muy bajas en el clon CCN51 considerado de baja calidad y altas en los clones SCA6 y EET62 que son variedades de Cacao fino. Los COV's en SCA6 y EET62 derivan de dos rutas metabólicas diferentes: metilacetonas, alcoholes secundarios y ésteres en EET62 y monoterpenos en SCA6, sugiriendo una diversidad importante

entre COV's en variedades diferentes. Las concentraciones de COV fueron sustancialmente más altas en el tejido de la pulpa que en las almendras, lo que confirma las observaciones empíricas de que los compuestos sensoriales se forman principalmente en la pulpa. La migración a los cotiledones aparentemente comenzó solo con la maduración de la fruta y es probable que se complete durante la fermentación (Kadow *et al.*, 2013).

Los autores confirmaron que las características sensoriales de la pulpa son las fuentes más importantes de las variaciones de las características sensoriales del Cacao fino en almendras y chocolates y que los perfiles y concentraciones de COV's concuerdan plenamente con las evaluaciones de las características sensoriales contrastantes de la pulpa en estos genotipos (Eskes et al., 2007 y 2012; Tablas 5.1 y 9.1).

Basado en el estudio de Kadow *et al.* (2013), Hegmann (2015) analizó los perfiles volátiles de la pulpa de frutos de cinco genotipos seleccionados en CATIE, Costa Rica. Las cantidades relativas de sustancias aromáticas diferían fuertemente con los genotipos, con la estación del año y con la madurez de la fruta. Los perfiles de VOC de los cinco genotipos del CATIE fueron bastante diferentes de los genotipos de control SCA6 y EET62, lo que parece confirmar que existe una gran diversidad entre los genotipos de Cacao para los sabores y aromas de la pulpa. *Este resultado químico está en plena concordancia con nuestras descubiertas de 41 sabores y aromas diferentes en Cacao.*

Chetsnik *et al.* (2017) confirmó baja concentración de COV's en pulpas de la variedad CCN51 en comparación con las variedades FSV41 y UF564. Mostraron que el linalool y el 2-methoxyphenol migraron activamente de la pulpa a la almendra durante la fermentación y que dos otros COV's parecieron migrar menos rápidamente a las almendras.

Los resultados de Kadow et al. (2013) y Chetsnik et al. (2017) de que los COV's migran de la pulpa a las almendras confirman plenamente nuestras observaciones de que los atributos sensoriales que se encuentran en las pulpas luego son encontrados en gran diversidad en las almendras secas aun con pocos días de fermentadas (Tabla 13.1 y 13.2).

Queremos observar aquí de que las herramientas químicas, por más potente que sean para detectar COV's individuales, no llegan a determinar la identidad de sabores frutados y de

aromas florales del Cacao (ejemplos: arándano, mandarina, rosa y lirio) que son compuestas por varios COV's. La identificación de sabores y aromas solo se puede hacer con encuestas sensoriales como hemos realizados en La Convención.

Un estudio interesante sería comparar los COV's de una identidad sensorial encontrado en pulpas de Cacao (por ejemplo, Jasmim) con COV's de los aromas de flores del propio Jasmim que el Cacao está imitando.

❖ Determinación genética de atributos sensoriales de frutas carnosos

Barry (2009) considera que *los aromas impartidos por la maduración de frutos carnosos representan el aspecto más complejo y específico de la especie de la maduración y uno de los atractivos clave para los frugívoros.* Todas las especies y variedades frutales carnosas tienen perfiles sensoriales únicos que consisten en hasta cientos de compuestos COV individuales clasificados como alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, terpenos, furanos, fenoles y compuestos que contienen azufre (Barry, 2009).

Sin embargo, aparentemente solo una fracción de los COV es más activa por olores (p. ej., Pino y Bent, 2013). El contenido y la composición de los COV muestran tanto variación genotípica como plasticidad fenotípica (El Hadi *et al.*, 2013). El número de genes determinando sabor y aroma en las frutas carnosas es generalmente grande.

*Aunque ya se encuentran disponibles transgenes que alteran muchos volátiles simultáneamente, es probable que las frutas con sabor mejorado aún requieran una regulación coordinada de múltiples vías biosintéticas (Klee, 2010). **El Cacao aparentemente solucionó este problema hace mucho tiempo.***

- **Determinación genética de los perfiles sensoriales de Chuncho**

La intensidad del aroma de Chuncho *Lirio* varió mucho en las evaluaciones de nuestras almendras crudas (puntuaciones de 1 a 4), así como en las pulpas observadas en diferentes árboles en el campo de La Convención. Esto parece sugerir expresión cuantitativa y *herencia poligénica de este atributo*.

Sin embargo, otras evidencias apuntan a una herencia simple cualitativa de atributos sensoriales de Chuncho. Un ejemplo es que 10 plantas de polinización libre de dos árboles Chuncho que expresan el sabor *Banana* en sus pulpas expresaron todas pulpas con sabor de *Banana* (Carlos Rodríguez, Inf. Pers.), evidenciando *herencia genética simple*, probablemente dominante, del atributo *Banana*.

Varios árboles *híbridos* de Chuncho con otras variedades, identificados como tales por marcadores moleculares (Zhang, 2014), han mostrado una alta expresión de los atributos sensoriales de la pulpa de Chuncho (Vea Satipo en la Tabla 12.1). Lo mismo se sabe a partir de ensayos de mejoramiento que incluyen híbridos de SCA6 y EET62 con genotipos de Cacao no relacionados.

Lo anterior sugiere la acción de genes dominantes de los perfiles sensoriales de la pulpa de T. cacao.

Los perfiles sensoriales de múltiples atributos sensoriales de Chuncho que se encontraron en más de un árbol se expresan como atributos cualitativos estables con intensidades bastante similares entre árboles y lugares adonde se encontraron, aún en lugares muy distantes. Un ejemplo es el perfil sensorial *Mandarina/Jasmim* encontrado en lugares distantes que siempre muestran un fuerte sabor a fruta mandarina, un olor a *Jasmim* significativo combinado con un amargor de almendra superior al promedio del Chuncho. Otra asociación estable entre atributos de perfiles sensoriales es el sabor a guanábana que siempre se asocia con una pulpa translúcida. Otros perfiles sensoriales estables atributos múltiples son las asociaciones Guanábana/Jasmim, Cítricos/Jasmim, Menta /Floral, Arándano/Rosa, Menta/Jasmim, Nueces/Rosa y Durazno/Nueces/Rosa. Estas asociaciones estables de atributos múltiples, incluso en genotipos híbridos, ***sugieren una acción de***

genes pleiotrópicos dominantes (=un gen que expresa dos o más atributos simultáneamente). Esto se asemeja a la identificación de Gregor Mendel de pleiotropía en los guisantes del atributo “tres” (Mendel, 1866) responsable de la expresión simultánea de “semilla marrón”, “flores violetas” y “manchas axiales”.

La era molecular demostró que genes individuales pueden producir múltiples productos con efectos generalizados en el fenotipo (Stearns, 2010), incluso para mutantes que afectan la maduración (Kovacs *et al.*, 2009). *T. cacao* puede haberse beneficiado de la pleiotropía como un mecanismo evolutivo favorable al asociar varias características atractivas para los frugívoros simultáneamente. **Las correlaciones genéticas** entre los atributos de sabor y aroma pueden haber ejemplificado la pleiotropía de *T. cacao* (Stearns, 2010).

La posible herencia comúnmente encontrada de dominante o pleiotrópica dominante de sabores y aromas en los perfiles sensoriales de T. cacao simplificaría en gran medida la selección y el mejoramiento de características sensoriales cualitativas específicas en el Cacao.

Esta herencia cualitativa es bastante diferente de la situación en otras especies de frutas carnosas donde los atributos sensoriales son complejos, altamente poligénicos y asociados con el trasfondo genético (p. ej., Klee, 2010).

Las inferencias basadas en las evidencias mencionadas sobre la determinación genética de sabores y aromas en el Cacao merecerían confirmación mediante la realización de estudios genéticos más formales, como en dibujos de cruzamiento dialélicos.

- **Chuncho vs otros frutos carnosos: diversidad genética de atributos sensoriales**

La variedad Chuncho, y entonces *T. cacao*, es único en imitar 21 sabores y siete aromas de otras frutas y de flores o especias conocidas (Tabla 13.1) **en comparación con las variaciones reportadas en la imitación de atributos sensoriales entre otras especies de frutas carnosas.**

Tomamos el ejemplo de la manzana, supuestamente la especie frutal con “mayor” diversidad sensorial entre variedades (Baietto y Wilson, 2015). Entre los 52 descriptores utilizados para analizar la diversidad sensorial entre 16 variedades (Ulrich *et al.*, 2009), *solo dos se refieren a sabores de otras especies (peras y almendras)*. Además, las descriptores utilizadas para la evaluación sensorial de variedades de mango (Vásquez- Calcedo, 2002) solo contenían sabores y aromas no específicos como “dulce” o “ácido” y “dulce”, “agrio”, “jugoso” y “impacto del mango”, respectivamente. Esta variación sensorial genérica se encuentra también comúnmente para muchas otras especies de frutas.

La presencia de una gran diversidad de *sabores afrutados y aromas florales en los “aromas primarios del vino”* está bien documentada (p. ej., Marais, 1983; Ulrich y Fischer, 2007). ***Sin embargo, estos son generados principalmente por combinaciones específicas de precursores varietales durante el proceso de fermentación, comparables a los precursores del sabor a chocolate.*** La diversidad de aromas varietales de uva preexistentes, que pueden compararse con los sabores y aromas de la pulpa de Cacao fresca, aparentemente está restringida a unas pocas variedades de uva excepcionalmente aromáticas como Muscat y Shiraz. Los jugos de uva de diferentes variedades de uva suelen mostrar poca variación sensorial (Ulrich y Fischer, 2007).

Estas comparaciones exaltan la capacidad sensorial única de Chuncho, y entonces de T. cacao, para imitar sabores y aromas de 30 especies conocidas de frutas, flores o especias aparentemente con alta precisión, lo que transforma Cacao en una entidad vegetal fenomenal. Son necesarios estudios químicos y sensoriales para analizar de tan perfectos son las imitaciones de los atributos sensoriales por el Cacao.

❖ Características sensoriales de los Chunchos vs otras variedades de Cacao

Variedades de Cacao fino de aroma

Las variedades tradicionales de Cacao fino de aroma presentan *seis atributos de sabor o aroma* (Tabla 5.1) que son muy similares a seis

de los 41 atributos sensoriales de la pulpa y el grano de Chuncho (Tablas 13.1 y 13.2). Esto indica que *34 de las características sensoriales de Chuncho son completamente nuevas* con respecto a las variedades tradicionales de sabor fino. Sin embargo, dos árboles identificados en antiguas plantaciones de Trinitario en Trinidad expresaron sabores de pulpa de Banana y Guanábana (Tabla 9.1). Esto sugiere que se pueden encontrar más sabores y/o aromas parecidos a Chuncho dentro de Trinitario y probablemente también dentro de otras variedades de Cacao finos o menos finos.

Otras variedades de Cacao

Entre 2007 y 2017, se detectaron doce sabores y aromas de frutas diferentes que forman parte de la diversidad de atributos de Chuncho en pulpa de variedades en nueve localidades diferentes fuera de La Convención (Tabla 12.1). En el capítulo 15 apuntamos los atributos sensoriales del Chuncho encontrados muy frecuentemente en variedades comerciales en Brasil. ***Esto confirma que los atributos sensoriales del Chuncho también se pueden encontrar en cualquier otro lugar dentro y fuera del Perú y en diferentes variedades de T. cacao aún que no sean consideradas como finas.***

Chuncho vs especificidad del atributo sensorial de T. cacao

Al sumar las características sensoriales de las variedades tradicionales de Cacao fino de aroma (Tabla 14.1) a las características encontradas en otras variedades fuera de La Convención (Capítulo 12) llegamos a un total de 14 características sensoriales diferentes detectadas hasta ahora fuera de La Convención que están todos incluidos en la panoplia de 41 atributos sensoriales de Chuncho (Tablas 14.1 y 14.2). ***Esto sugiere que todas las características sensoriales identificadas deben considerarse como características de T. cacao en lugar de características individuales de variedades de Cacao.*** Parece que se puedan encontrar muchos más atributos sensoriales similares a Chuncho en otras variedades de Cacao que podrían aumentar el valor de mercado de tales variedades de

Cacao. Sin embargo, Chuncho tiene la gran ventaja de presentar atributos de sabor básicos muy suaves. *Esto reduce la necesidad de los procedimientos de postcosecha y procesamiento requeridos para la mayoría de las variedades de Cacao en todo el mundo para reducir la acidez, el amargor y la astringencia, pero que al mismo tiempo reducen la intensidad del sabor y el aroma.*

Preferencias de frugívoros y de humanos vs diversificación de sabores y aromas en Chuncho

T. cacao dependió exclusivamente de frugívoros que efectivamente diseminaron sus semillas durante la evolución. Cinco familias o géneros legítimos de animales frugívoros están asociados con *T. cacao* en La Convención según lo observado por Carlos Rodríguez. La gran diversidad sensorial de Chuncho sugiere que las condiciones evolutivas debieron ser favorables para interacciones intensivas y especializadas de los frugívoros x *T. cacao* en La Convención.

Además de las asociaciones con animales, los Matsiguengas han estado directamente asociados con el Cacao Chuncho incluso antes del Imperio Inca (Johnson y Johnson, 1996) y, según se informa, siempre consumieron Cacao como pulpa de fruta fresca (Misioneros Dominicanos, 2009) y como almendras ligeramente tostados, algo que en la actualidad sigue ocurriendo.

El color, el olor y la textura son los atributos más importantes de las frutas para atraer los frugívoros (p. ej., Dominy *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2013 y Van Roosmalen, 2008). ***Sin embargo, el papel de los compuestos sensoriales que se acumulan dentro de las pulpas de los frutos carnosos en maduración en las interacciones con los frugívoros vertebrados aún no se conoce bien*** (Rodríguez *et al.*, 2013). Podemos concluir que la gran variabilidad de sabores frutados en Chuncho no tiene una explicación clara. Se ha sugerido que una vez que un frugívoro identifica la pulpa de una fruta como dulce y nutritiva, eso sería suficiente para asegurar el consumo de pulpa y la diseminación de semillas (p. ej., Van Roosmalen, 2008). Las características del sabor de la pulpa de Chuncho están presentes en 53 (83%) de los 64 perfiles sensoriales analizados, mientras que solo se identificaron 36 características del aroma de la pulpa (56%) en los mismos 64 perfiles. Treinta y tres perfiles sensoriales (52 %) se

componen de combinaciones específicas de un atributo de sabor frutado en combinación con un atributo de aroma o especia. Esta predominancia de los sabores en las pulpas no parece que sea solo el resultado de la casualidad. **Se infiere que los frutos de *T. cacao* en maduración ofrecen primero un aroma para atraer a los frugívoros desde cierta distancia y luego una pulpa sabrosa diversa para estimular el consumo y la dispersión efectiva de las semillas.** Sin embargo, también es posible que, durante la domesticación de los Matsiguengas, así como hoy en día los cultivadores de Chuncho, hayan seleccionado árboles más por sus sabores de pulpa en el consumo de los jugos que por los olores.

Las pulpas y las almendras de Chuncho imitan los atributos sensoriales asociados con cuatro especies de frutas que son simpátricas con *T. cacao* en los bosques tropicales de América del Sur: tres especies de *Anonácea* (Guanábana, Anona y Chirimoya) y la especie Ingá (Tablas 13.1 y 13.2). Los frugívoros de *T. cacao* están igualmente asociados con las especies *Annonaceae* e Inga (Van Roosmalen, 2008). Es comprensible que estos frugívoros prefieran y, por lo tanto, la pulpa de la fruta de *T. cacao* que imita los atributos sensoriales de las frutas familiares a las que también están asociados. *¿Pero porque no podría haber sido el contrario, con las cuatro especies simpátricas imitaron sabores y aromas del *T. cacao*?*

Una pregunta aparentemente más difícil de explicar es por qué *T. cacao* imita hasta 24 sabores y aromas de especies alopátricas de frutas y flores o especias. Los frugívoros de *T. cacao* podrían haber impuesto presiones de selección evolutiva extremadamente altas sobre *T. cacao* para que pudiera metabolizar cócteles de compuestos volátiles que imitan la identidad sensorial única de las especies de flores y frutas carnosas alopátricas enumeradas en las Tablas 13.1 y 13.2. **Una vez más, *T. cacao* parece ser la única especie de fruta carnosa en todo el mundo que imita tantos sabores y aromas lejanos. Esto refuerza nuevamente la hipótesis de que *T. cacao* es una especie fenomenal.**

❖ **Perfiles sensoriales únicos de Chuncho frente al mercado del Cacao fino**

El valor comercial de una variedad de Cacao de aroma fino depende del espectro completo de características de sabor y aroma, incluidas las características básicas de sabor. Chuncho tiene la ventaja de combinar una multitud de atributos sensoriales muy interesantes con atributos de sabor básicos favorables. Mientras que los Cacaos finos comerciales suelen tener un perfil sensorial estrecho, Chuncho ofrece una notable selección de 64 interesantes combinaciones de sabores y/o aromas. Treinta y tres (52%) de los 64 perfiles sensoriales únicos están compuestos por combinaciones de sabor afrutado x aroma floral o especiado. Seis perfiles (9%) están compuestos por una combinación de tres sabores y/o aromas. Los 25 perfiles de Chuncho con un solo atributo sensorial imitan 16 sabores y aromas conocidos: *Arándano, Albahaca, Manzana Seca, Durazno, Rosa, Jasmim, Azucena, Inga, Mango, Tres Variedades de Banana, Guanábana, Uva, Anona y Chirimoya*. Quince de estos atributos ya son atractivos simplemente porque son completamente nuevos en el mercado actual del Cacao fino de aroma.

Los perfiles sensoriales complejos de Chuncho podrían ser aún más atractivos comercialmente, como parece ser el caso de las combinaciones complejas de atributos sensoriales múltiples en las variedades de TSH seleccionadas en Trinidad. Algunos ejemplos de perfiles sensoriales complejos de Chuncho aparentemente interesantes (Tablas 14.1 y 14.2) son: ***Mandarina/Jasmim, Guanábana/Jasmim, Rosa/Vainilla, Menta/Jasmim, Cítrico/Jasmim, Tangelo/Jasmim, Arándano/Rosa, Nueces/Pasas, Durazno/Nueces, Durazno/Rosa, Lirio/Rosa, Menta/Nueces/Lirio, Ciruela Madura/Pasas/Rosa y Nueces/Miel/Canela***. El uso comercial esperado de tales variedades únicas podría conducir a una diversificación significativamente refinada y una ampliación del mercado del Cacao fino de aroma.

• **Genotipos de fino sabor en Chuncho y en otras variedades**

Nuestros resultados muestran que la selección de genotipos de Cacao de aroma fino se puede hacer de manera ***simple, rápida y eficiente*** mediante la evaluación sensorial de frutas frescas.

Además, en el Chuncho, la selección para las características sensoriales de la fruta fresca pueda tener éxito también en **otras poblaciones de Cacao nativas y cultivadas o en variedades locales en Perú y en otros lugares**. Las poblaciones de Cacao nativo estrechamente relacionadas con Chuncho de Madre de Dios y de Beni merecen una atención especial.

Las asociaciones de agricultores y los institutos de investigación podrían promover concursos para que los agricultores identifiquen árboles, dentro de cualquier variedad de Cacao diversa, con la pulpa más deliciosa combinada con almendras no amargos que luego deberían caracterizarse por identidad e intensidad de sabor y aroma. Una vez que se han identificado árboles con características sensoriales y que también tienen componentes de rendimiento interesantes, el **siguiente paso es la multiplicación y/o el mejoramiento**.

En **primer lugar**, los árboles seleccionados individualmente deben multiplicarse como clones con fines de conservación. En segundo lugar, si el árbol seleccionado también tiene componentes de rendimiento interesantes y es auto compatible, podría usarse directamente para la multiplicación monoclonal comercial.

En **segundo lugar**, el objetivo será la selección para alto rendimiento, resistencia y calidad de sabor fino. Una opción es la creación de variedades híbridas cruzando selecciones de Chuncho con genotipos parentales que son conocidos por producir híbridos resistentes y de alto rendimiento y cuya pulpa neutra no interfiere con los sabores y aromas del Chuncho que se espera que dominen en los híbridos. Ejemplos interesantes son los progenitores PA121 y el PA169, que están disponibles en La Convención y en otros lugares.

En **tercer lugar**, el establecimiento de plantaciones comerciales a pequeña escala se puede lograr mediante el uso de semillas de polinización abierta de árboles seleccionados de Chuncho que, incluso, si son incompatibles, deberían reproducir en gran medida las características sensoriales de los árboles parentales por la acción de los genes pleiotrópicos dominantes. Dichas progenies de semillas podrían seleccionarse dentro de 3 a 5 años por características de sabor/aroma y por componentes de rendimiento. Los árboles entonces seleccionados deberían proporcionar suficientes yemas para asegurar el **establecimiento de**

plantaciones policlonales comerciales más grandes con características sensoriales uniformes.

Finalmente, la respuesta definitiva a la necesidad de una multiplicación comercial rápida de árboles Chuncho con alta calidad y potencial de rendimiento promedio o alto es probablemente la embriogénesis somática a gran escala.

- **Potencial para los mercados de consumo de jugo fresco Chuncho y almendra entero tostado**

Matsiguengas y productores del Chuncho consumen pulpas y jugos de árboles seleccionados, así como almendras enteros ligeramente fermentados tostados. Estas dos formas de consumo de Chuncho pueden convertirse potencialmente en dos nuevos segmentos en el mercado del Cacao fino. Los jugos frescos producidos a partir de árboles Chuncho seleccionados serían tan diversos como los 64 perfiles sensoriales únicos, **por ejemplo, Guanábana, Arándano, Mango/Rosa, Durazno/Jasmim Y Tangelo/Jasmim**".

Nuestras evaluaciones de características sensoriales nos han convencido de que **comer la almendra cruda seco del Chuncho de genotipos seleccionados es una experiencia de sabor superior**. Los sabores y aromas se expresan por completo en las almendras Chuncho crudas, mientras que varios atributos sensoriales de Chuncho se modifican o se debilitan en los chocolates. Los sabores básicos de las almendras Chuncho son muy suaves y favorecen el consumo directo de almendras o semillas descascarillados ligeramente tostados.

Este nuevo mercado podría favorecer a los productores de Chuncho que posiblemente recibirían **un mayor porcentaje del precio** de venta final de las almendras de Cacao que solo necesitan un procesamiento mínimo y ninguna transformación. Por último, se espera que el consumo de almendras de Cacao ligeramente tostados y descascarados traiga **beneficios para la salud a través de concentraciones de polifenoles más** altas que en los chocolates.

- **El sensorial del Cacao y su supervivencia evolutiva**

Cualquier especie de fruta o flor ha construido su propia identidad sensorial única durante millones de años durante la evolución y la domesticación (Barry, 2009). Esta identidad sensorial es muy singular y valiosa para las especies de frutas y flores, ya que sirve como el principal factor de reconocimiento para que los frugívoros y los seres humanos sean dispersores eficientes de semillas, lo que garantiza la supervivencia durante la evolución y la domesticación. Cada una de estas identidades sensoriales se basa en un equilibrio cuantitativo y cualitativo muy delicado entre un gran número de COV's (Barry, 2009; El Hadi *et al.*, 2013; Klee, 2010). Uno puede preguntarse como el Chunchu es capaz de imitar tantas identidades sensoriales de otras plantas lo que implicaría tal vez varias centenas de COV's. Un estudio comparativo entre COV's de las plantas imitadas y COV's de pulpas de Cacao podría clarificar esta cuestión.

Dado que Chunchu posiblemente sea un tipo de la “madre” de todos los atributos de sabor y aroma de *T. cacao*, podríamos considerar la posibilidad de que también sería la “madre” de una **identidad sensorial única de fruta fresca del Cacao**. Pero seguramente no hemos encontrada esta identidad en la encuesta del Chunchu.

¿Podríamos preguntar entonces por qué el *T. cacao* ha construido una panoplia de atributos sensoriales de fruta fresca muy diversificada en lugar de construir su propia identidad sensorial de fruta fresca que sería suficiente para atraer frugívoros como ocurre en todas las otras especies frutales carnosas, incluido el Cupuaçu, una especie hermana de *T. cacao*?

14

La Identidad del Cacao

*Todas las especies de frutas en la tierra
Tienen sus identidades aromáticas únicas
Bien definidas
Como Manzana, Pera, Uva, Cupuaçu y Ciruela
Conquistado con dificultades durante la evolución
Para ser reconocido y comido
Por animales frugívoros
Que diseminaron las semillas
En el Jardín del Edén
El Cacao increíble
No es así
Cacao ha desarrollado
Más de 60 identidades únicas aromáticas
Son sabores y aromas
Combinando y recombinando
En perfiles sensoriales*

*Por ejemplo: Mandarina con Jasmim
Mango con Rosa, Guanábana con Lirio
Rosa con Lirio, Durazno con Almendra
Menta con Jasmim, y Arándano con Rosa*

*Estas identidades únicas se basan
En 43 sabores y aromas
Prestados de 30 otras plantas
Especies de frutas, flores y hierbas*

*Pero nuestro estudio detallado
No fue capaz de descubrir
Una identidad propia de la especie de Cacao
Sin sabor único de Cacao, sin aroma único de Cacao
En su fruta fresca*

*Nuestro grupo de trabajo se reunió
Para discutir este hallazgo muy inusual
Entonces decidimos que el mejor símbolo
Para el Cacao es el Camaleón
Imitando los colores del arco iris en el cielo
Así como el Cacao imita sabores y aromas
De lugares muy lejanos*



El arco iris

Símbolo de los Incas

Símbolo de la paz

El Cacao es como los Incas

Que comieron almendras sabrosas del Cacao Chunchu

Dos entidades que son naturalmente fenomenales

Casadas en la historia

Esta historia merece ser reescrito

Cacao curó dos enfermedades crónicas más en Cusco

Al proporcionarme tanta felicidad

Ella todavía tiene mucho + mucho más

Felicidad y Salud para dar

A todos los Seres Humanos



***Theobroma cacao* y el *Efecadepato*.**
Los Camaleones son Capaces de Imitar Atributos
Interesantes Lejanas, como el Cacao, y
Los dos no Tienen su Propio Identidad

15

Sabores y Aromas de Pulpas Brasileñas

Encuesta limitada del perfil sensorial de la pulpa de Cacao brasileña realizada por Bertus Eskes y David Pujol (2017/19)

❖ Evaluación sensorial de pulpas de 48 variedades comerciales en campos de agricultores

Amelonado	<i>Afrutado, Jasmim</i>
Salobrinho 3	<i>Guanábana, Lirio</i>
Cepec 2008	<i>Guanábana, Rosa</i>
TSH1188	<i>Guanábana, Lirio</i>
TSH565	<i>Uva Moscatel, Lirio</i>
CCN10	<i>Guanábana, Lirio</i>
EET397	<i>Mango, Rosa</i>
Cantagalo 3	<i>Violeta</i>
PH15	<i>Cítrico, Floral</i>
SJ02	<i>Arándano, Rosa</i>

CEPEC 2002	<i>Durazno, Rosa</i>
CP49	<i>Manzana verde</i>
PS1319	<i>Manzana Verde, Jasmim</i>
BN34	<i>Uva Blanca, Rosa</i>
TSA 654	<i>Inga, Lirio/Jasmim</i>
C2001	<i>Afrutado, Floral</i>
TSH516	<i>Afrutado, Lirio</i>
CCN51	<i>Cítrico, Jasmim</i>
RB 42 y 46	<i>Mangostán</i>
Chiquita 11	<i>Cítricos</i>
FA13	<i>Manzana verde</i>
Dr. Ron	<i>Guanábana, hierbas</i>
LP06	<i>Guanábana</i>
Cepec 2004	<i>Uva blanca</i>
CA71	<i>Durazno, Jasmim</i>
EQX107	<i>Albahaca</i>
PS2006	<i>Manzana dulce, Floral</i>
FC902	<i>Manzana dulce</i>
PAIN 9324	<i>Regaliz, floral</i>
SM06	<i>Durazno, Jasmim</i>
SCS20	<i>Cítrico, Lirio</i>
CCN16	<i>Jasmim</i>
BJ11	<i>Manzana verde, Floral</i>
Joventina 37	<i>Guanábana</i>

¡Treinta y cuatro de las 48 variedades (80%) son variedades finas! La diversidad sensorial promedio es el 53% de la de Chunchu.

❖ Conclusiones

- *¡Increíble!* Veintiocho clones comerciales tienen perfiles sensoriales únicos identificados, lo que representa el 44% del total de perfiles sensoriales únicos (64) identificados en Chuncho, Perú.
- Para los sabores y aromas únicos, la riqueza relativa en Brasil en comparación con Chuncho es 46% y 58% respectivamente.
- Se espera que el potencial de los sabores y aromas de frutas frescas brasileñas sea mucho mayor que el identificado hasta ahora en una muestra muy limitada de solo 48 clones comerciales.
- Esta encuesta limitada identificó tres sabores y aromas que no fueron identificados en Perú: *Mangostán, Violeta y Regaliz*.
- *La riqueza en Brasil de perfiles sensoriales comerciales únicos de Cacao fino garantiza un gran potencial para desarrollar un gran mercado brasileño de Cacao fino de aroma.*
- Sin embargo, aún no se sabe que Brasil posea tantas variedades comerciales de sabor fino que pueden estar relacionadas con metodologías postcosecha aún ineficientes.
- *Brasil necesitará adoptar un nuevo método de fermentación que pueda expresar estos interesantes sabores finos (ver Anima, Capítulo 22)*
- La gran variación de los atributos sensoriales de la fruta fresca fina es difícil de explicar por la genética tradicional relacionada con la calidad de la fruta. La herencia de los atributos sensoriales de la fruta fresca merece ser estudiada en detalle, como en diseños de apareamiento dialélico.
- La encuesta sensorial en Brasil debe expandirse a por lo menos 1000 clones para evaluar la variación total de las características sensoriales de la fruta fresca en el país.
- *Como se muestra para Brasil, se puede esperar que muchos otros países productores de Cacao alberguen una gran variación para los atributos de sabor y aroma de fruta fresca fina y deberían tener el mismo potencial que Brasil y Perú para producir productos de Cacao fino.*

16

Frases no Sentencias 3

Mi naturaleza lógica

Contiene

Partes ilógicas

Para poder vivir mejor

En un mundo lógico

Lógicos

Llegan a

Enamorar Il-lógicos

*El caos es el origen de la vida
El caos da la luz al amor
El caos da la luz a la existencia
Y también a la inexistencia*

*Detrás de una gran mentira
Está ocultando una gran verdad
Detrás de una gran verdad
Está ocultando una gran mentira*

*“Dios es quien nos ayuda a
Entender lo que no se puede entender” (Raul Seixas)*

En otras palabras:

*“Dios explica las cosas
que no podemos entender”*

*Mientras el Diablo explica solo cosas
Que deseamos entender
¿Entiendes?*

*El diablo no entiende el bien
Porque el diablo no es el bien
Solo Dios entiende
El bien y el mal*

¡Dios es el Bien y el Mal!

*El bien no entiende el mal
El bien no necesita entender el mal
El mal existe gracias al bien
Pero el bien puede existir
Por sí mismo*

*Una persona solitaria generalmente se siente mal
Una persona solitaria suele ser mala*

*Las buenas personas actúan solas
Malas personas
Suelan actuar en grupos*

*El tiempo pasa
Más rápidamente cuando las personas
No están solos
Pero, el tiempo de los solitarios llega más rápido
que la de las personas no solitarias*

*Mejor
Dar tiempo al tiempo*

Solo Dios y los pobres tienen gracia, ¡Gracias a Dios!

*Dios es la inspiración de los pobres,
¡Y Dios también se inspira en los pobres!*

*Hay chistes que no se pueden contar, y
Hay cuentos que no tienen gracia*

*Los chistes buenos se usan para ocultar
Historias verdaderas
Pero la mayoría de los cuentos e historias
no son graciosos*

*Solo las historias absurdas o locas son graciosas
Historias absurdas o locas pueden ser verdaderas
Personas normales no cuentan historias absurdas ni
locas
Solo personas especiales saben contar tales historias*

*Los pobres son más ricos
Espiritualmente que los ricos*

17

Viaje al Mágico Misterioso del Cacao Fino



Bertus Eskes

Líder del Viaje Invite a Participar Ustedes

Como lo hicieron los Beatles en 1967

En el “Magical Mystery Tour”

del Cacao Fino

❖ *Identidades sensoriales insólitas en frutas frescas de T. cacao*

PARADA 1 - Cusco, Mundo

- **Atributos sensoriales del Chuncho revisitadas**

(Esques y Rodríguez *et al.*, Agrotropica 30: 157. 2018. Google)

La industria del Cacao fino de aroma explora principalmente **cuatro perfiles sensoriales de aroma fino** de las cuatro variedades tradicionales de Cacao fino (*Theobroma cacao* L.): Criollo, Trinitario, Nacional y progenies del SCA6 (Tabla 5.1). Esta diversidad sensorial explorada durante siglos **es mínima en comparación con los 64 perfiles sensoriales descubiertos en la variedad Chuncho (Tabla 13.2).**



***Carlos Rodríguez al lado de un árbol Chuncho centenario.
Conductor del “Magical Mystery Tour”***

Los productores de la variedad Chuncho nativa de Cusco, Perú, que es el Cacao que consumían los Incas, elaboran jugos de pulpas de árboles seleccionados. Las evaluaciones de 226 de estos árboles preferidos evidenciaron *la presencia de los 64 perfiles sensoriales únicos, en su mayoría compuestos de múltiples atributos sensoriales. Veintinueve de los 41 sabores y aromas identificados imitan los de otras especies conocidas de frutas, de flores o de especias. Esta gran diversidad sensorial y este gran mimetismo es totalmente desconocida en otras especies comerciales de frutas carnosas.*

Repetimos aquí el hecho fenomenal del Chuncho alojar 29 sabores y 13 aromas de fruta fresca. Los 29 sabores son:

Guanábana, Cítricos, Mandarina, Uva, Afruitado, Banana Común, Banana “Cavendish”, Banana “Manzana”, Banana “Isla”, Banana “Chinita”, Anona, Guayaba, Pomarrosa, Manzana Verde, Mango, Chirimoya, Inga, Arándano, Nueces, Durazno, Yaca, Manzana Seca, Fruta Roja Madura, Pasas, Ciruela Madura, Fruta Roja Fresca, Fruta Amarilla Madura, Miel y Tangelo.

Y los 13 aromas que Chuncho nos reveló son:

Floral, Jasmim, Lirio, Violeta, Floral Pesado, Rosa, Vainilla, Levedura, Albahaca, Menta, Canela, Especias y Malta.

Los atributos sensoriales de la fruta fresca **dependen fuertemente del genotipo** y están correlacionados con la preferencia humana (Tabla 9.1). La expresión estable en el tiempo y en el espacio de los perfiles sensoriales con múltiples atributos de Chuncho sugiere fuertemente **una herencia dominante pleiotrópica**, favoreciendo **la selección simple** para combinaciones de atributos sensoriales, lo que **contrasta con la determinación compleja de atributos sensoriales en otras especies de frutas carnosas.**

Se puede inferir que la gran diversidad sensorial del Cacao Chuncho podría explicarse primordialmente por la presión de selección de atributos sensoriales altamente especializados ejercida por los frugívoros, durante la evolución, y más tarde por los indígenas “Matsiguengas”, durante la domesticación. **Sin embargo, es probable que muchas otras especies de frutas, incluida *T. grandiflorum*, hayan recibido una presión de selección similar y no muestren la misma variabilidad en los atributos de sabor y aroma.**

Por lo tanto, actualmente no existe una explicación científica para una variación sensorial tan grande en T. cacao.

*Las almendras del Chuncho se procesan cada vez más como fuente de Cacao extrafino. La valorización de los numerosos perfiles sensoriales de T. cacao en chocolates, almendras crudas y jugos debe diversificar sustancialmente e impulsar los mercados de Cacao fino de aroma, **esta vez basados en las tradiciones Matsiguengas y Inca y no más en las tradiciones Cacaoterías de los Mayas.***

PARADA 2. Cusco

- **Perfiles sensoriales únicos de Chuncho**

Probablemente todos nosotros amamos el Cacao en parte porque imaginamos que es una planta **misteriosa**. Sin embargo, pienso que a menudo **nosotros no sabemos realmente por qué el Cacao es misterioso**.

Estoy muy feliz de haber ayudado a desvelar, junto a mi buen amigo Carlos Rodríguez de Quillabamba (foto encima con árbol de Chuncho viejo), muchos secretos de sabor y aroma del Cacao. Trabajábamos únicamente **con el Cacao que consumían los Incas**, es decir árboles añosos de la variedad nativa Chuncho (“Del Bosque”) del Cusco.

Sí, los Incas consumían Cacao, según alguna literatura histórica, aunque no parece haber referencias históricas españolas que vinculen a los Incas con el Cacao.

Los agricultores tradicionales de Chuncho generalmente seleccionaban árboles individuales para hacer jugos de pulpa, un hábito desconocido en otros lugares. Luego las almendras fueron ligeramente fermentados y tostados y luego secados. Esto significa que estos árboles fueron seleccionados porque tenían sabores y/o aromas especiales. Carlos dirigió nuestra encuesta sensorial a los árboles que los agricultores habían seleccionado. **Esto nos ayudó en gran medida a develar el enorme tesoro de aromas y sabores de frutas frescas dentro de T. cacao.**

A continuación, copiamos nuevamente los 64 perfiles sensoriales revelados en Chunchu. Treinte fueron detectados en frutos frescos de Chunchu:

Guanábana y Floral, Floral, Cítrico y Jasmim, Mandarina y Jasmim, Jasmim, Uva y Jasmim, Tangelo y Jasmim, Afrutado, Banana y Floral, Guanábana, Lirio, Anona, Uva, Guayaba y Floral Pesado, Pomarrosa y Floral, Banana (var. "Cavendish"), Banana (var. "Manzano"), Manzana Verde y Floral, Guanábana y Rosa, Rosa y Vainilla, Menta y Rosa, Mango, Chirimoya, Inga, Inga y Floral, Cítrico y Levedura, Cítrico y Banana (var. "Isla"), Rosa Cítrica y Jasmim, Albahaca, Banana (var. "Chinito")

Y se detectaron otros 34 perfiles sensoriales únicos en almendras ligeramente fermentados y secos:

Arándano, Malta, Menta y Floral, Malta y Jasmim, Arándano y Rosa, Menta y Jasmim, Nueces, Menta, Nueces y Lirio, Durazno y Jaca, Manzana Seca, Frutos Rojos Maduros, Nueces y Pasas, Nueces y Rosa, Durazno, Ciruela Madura, Pasas y Rosa, Durazno y Nueces, Durazno y Pasas, Durazno, Pasas y Rosa, Durazno y Rosa, Malta y Lirio, Rosa, Azucena y Rosa, Fruta Roja Madura y Rosa, Fruta Amarilla Madura y Lirio, Nueces y Azucena, Nueces Miel y Canela, Pasas y Jasmim, Guanábana y Lirio, Jaca y Floral, Menta y Nueces, Mango y Especias, y Malta Nueces y Rosa.

Curiosamente, solo 5 perfiles sensoriales estaban en común entre los perfiles de fruta fresca y almendras crudas, pero muchos sabores y aromas eran los mismos. Esto podría explicarse porque el área de estudio de frutas frescas era muy diferente del área de estudio de almendras crudas. En este caso, es muy posible que se puedan encontrar más perfiles sensoriales únicos con una búsqueda adicional.

La gran diversidad para perfiles sensoriales del fruto fresco y de almendras secas hace parte del misterio del T. cacao para que no hay actualmente una explicación científica posible.

PARADA 3. Brasil

- **Atributos sensoriales del T. cacao brasileño revisitados**

Después del proyecto Chunchu en Perú, comenzamos a buscar atributos de sabor fino en Bahía, Brasil, en 2017/19.

La primera gran sorpresa fue que la variedad más antigua plantada en Brasil, Amelonado, siempre considerada como una típica variedad “bulk”, expresa un sabor frutal en su pulpa y un fuerte aroma a jasmim. Los brasileños a los que les pregunté si conocían el aroma Jasmim del Amelonado consideraron que el aroma del Amelonado era simplemente el “*aroma de la fruta fresca del Cacao*“, sin saber identificarlo.

¡El aroma de Jasmim es una de las características sobresalientes del perfil de sabor fino de la variedad Nacional! El hecho de que Amelonado fuera y siga siendo utilizado principalmente como una variedad bulk puede estar relacionado con el ineficiente método de fermentación tradicional (ver en Tabla 25.1 los perfiles sensoriales de Amelonado de sabor fino obtenidos por el **método de fermentación Anima** comparado con el método tradicional).

El limitado estudio brasileño de sabor y aroma de la pulpa ha incluido hasta ahora solo 48 variedades clonales y Amelonado. El número de sabores y aromas en las pulpas fue de 16 y 7, respectivamente, para un total de 23.

Estos 23 atributos se expresan en *28 perfiles sensoriales únicos diferentes que se pueden utilizar para hacer chocolates finos diferenciados.* Los chocolates elaborados con los perfiles **Mango/Rosa (EET397)** y **Cranberry/Rosa (SJ02)** ya han mostrado atributos sensoriales reconocibles y muy interesantes en chocolates.

Diecinueve (83%) de los 23 sabores y aromas son los mismos que hemos detectados en Chunchu. Esto muestra una gran superposición de atributos sensoriales con la panoplia de Chunchu.

Por lo tanto, esta gran diversidad sensorial debe considerarse como perteneciente a T. cacao más que a variedades

individuales de T. cacao. Y, tal diversidad podría encontrarse en cualquier país productor de Cacao en las muchas variedades de Cacao sembradas a nivel mundial.

Los “nuevos” sabores y aromas de pulpa detectados en Brasil fueron **Mangostán** (¡fantástico sabor!), **Regaliz** (¡exquisita!) y **Violeta** (persistente). La violeta ha sido encontrado mas tarde también en Perú.

Veinte (71%) de los **34 (71%) perfiles sensoriales** identificados son los mismos que encontramos en Chuncho. Los ocho (29%) perfiles sensoriales únicos “nuevos” en Brasil son:

Uva Moscatel y lirio (origen SCA6), Violeta, Cítrica y Floral, Lirio y Jasmim, Mangostán, Hierbas, Manzana Dulce y Floral, y Regaliz.

¡Este hallazgo aumenta la cantidad total de perfiles sensoriales únicos de frutas frescas identificados en T. cacao de 64 a 72! Es muy probable que se puedan encontrar más perfiles con encuestas más profundadas en Brasil y en otros países.

La gran ventaja de Brasil al explorar esta gran diversidad sensorial es que los diversos perfiles sensoriales agradables darán como resultado Cacaos finos muy diversificados que se pueden explorar de inmediato a escala comercial debido a los clones de sabor fino ya disponibles en escala comercial.

En nuestros estudios recientes con las innovadoras tecnologías de fermentación de Anima (ver más adelante) **observamos que la expresión de sabores afrutados y aromas florales en los chocolates generalmente se mejora con respecto al método de fermentación tradicional. Por ejemplo, los chocolates Amelonado y CCN51 elaborados con almendras fermentados con Anima mostraron sabores básicos muy bajos, sabores intensos a caramelo y nuez, y perfiles sensoriales varietales afrutados/aromáticos equilibrados y expresivos.**

Las características sensoriales identificadas en las variedades comerciales en Brasil, combinadas con tecnologías de fermentación innovadoras, garantizan un gran potencial para que el país se convierta en un importante productor de Cacaos finos.

PARADA 4. Mundo

- **Las frutas frescas de Cacao no tienen una identidad sensorial propia**

Las especies de frutas carnosas desarrollaron durante 20-40 millones de años de evolución (Hancock, 2004) *perfiles sensoriales únicos* que son herramientas fundamentales para ser reconocidos por frugívoros y/o insectos específicos de la especie necesarios para perpetuar la especie vegetal. Como tal, el perfil sensorial de un durazno es único para la especie de durazno y el de una mandarina para la especie de mandarina. **¡Llegamos a la conclusión que *T. cacao* es muy diferente!**

Los 226 árboles de Chuncho de Cusco revelaron 64 perfiles sensoriales basados en combinaciones de 28 sabores frutales y/o 13 aromas florales/especias.

Primera magia: *¡Estos perfiles se desarrollaron en solo 10 millones de años de evolución del Cacao (Richardson et al., 2015)!*

Segunda magia: *Veintinueve de los sabores y aromas del Cacao imitan a los de otras especies de plantas.*

Tercera magia: *no pudimos detectar una identidad sensorial específica de fruta fresca del Cacao.* La expresión sensorial del Cacao es completamente diferente a la de otras especies de frutos carnosos.

Intentando explicar la increíble naturaleza sensorial del Cacao, nuestro equipo tuvo que elegir un símbolo que se pareciera a Cacao. No fue posible encontrar una especie semejante al Cacao en el reino de vegetales. Buscando en el reino animal nuestra elección recayó fácilmente en el **Camaleón** porque este Animal despliega **lejanos colores** del arcoíris al igual que el Cacao despliega sabores y aromas de **lejanas especies de plantas aromáticas.**



El arcoíris es el símbolo de la PAZ y también de los INCAS que consumían las almendras del Cacao Chunchu.

Consideramos que el Camaleón es el ser más parecido al T. cacao por su capacidad, como del Cacao, de imitar perfectamente atributos lejanos y por también no haber una identidad propia.

PARADA 5. Brasil

❖ *Arcoíris de los Incas hecho por mi nieta de dos años*

Acabo de regresar de Cusco donde habíamos relacionados los sabores y aromas del Chunchu al consumo de las almendras del Chunchu por las **Incas**. Decidimos que el mejor símbolo de Cacao sería el Camaleón que imita con perfección los **colores del arcoíris**.

Al llegar viajé luego a nuestra granja con mi esposa, con mi hija y con mis dos nietas. Flora tenía dos y Lara 4 años. El día después me puso a trabajar en la cocina. Flora llegó luego en la cocina y

empezó a organizar letras coloridas colgantes en la heladera en una línea horizontal. Era bonita la secuencia de los colores, pero no preste atención particular. Sali de la cocina para buscar algo.

Cuando regresé, vi Flora terminando la secuencia de sus letras coloridas en la heladera. **¡Que sorpresa!** Flora acabó de representar un arcoíris con todos **sus colores perfectamente organizados en un arco** sin que ella había jamás dibujado un arcoíris antes.

Mi pregunta se repitió decenas de veces. ¿Por qué ha sido ella que representó el arcoíris mientras que era yo quien estaba lleno del contacto con el Cacao de los Incas, con el símbolo del Arcoíris y con el Camaleón en mi cabeza? La única respuesta que encontré es que mi cabeza trasbordaba de las descubiertas de Cusco y que el Cacao pasaba inconscientemente mis pensamientos a mi nieta de dos años. ¿Cacao será realmente Fenomenal?



Mi nieta Flora con sus dos años y su arcoíris

❖ *Evolución y domesticación de Cacao fino*

PARADA 6. Cusco

- **Frugívoros: ¿Origen de los atributos del Cacao fino de aroma?**

*El Cacao es una especie indehisciente, es decir. no deja caer sus frutos al suelo. Para sobrevivir durante la evolución, el Cacao desarrolló interacciones muy especializadas con especies de animales frugívoros, como los siete frugívoros identificados por Carlos Rodríguez en Cusco (ver fotos, de arriba izquierda a bajo derecho): **Loro Grande, Mono Capuchino, Mono Araña, Coati, Kinkajou, Ardilla Grande y Mono Uivador.***

Los frugívoros suelen trepar en los árboles de Cacao, huelen para ver si las frutas están maduras, luego abren las frutas, chupan la pulpa sabrosa y tragan las semillas enteras que son diseminadas al defecar. Esto podría explicar tentativamente cómo el Cacao Chuncho ha sufrido presiones de selección diversificadas para desarrollar 28 sabores afrutados de pulpa y 13 aromas. ***Sin embargo, no explica por qué otras especies de frutas carnosas que han interactuado de manera similar con los frugívoros solo desarrollaron un perfil sensorial específico.***

Los primates, como los seres humanos, poseen generalmente una baja capacidad olfativa. Los frugívoros del Cacao necesitan una gran capacidad olfativa para poder oler los aromas que se producen en el interior de las mazorcas de Cacao. ¡Curiosamente, un estudio con el mono araña negro (ver foto) reveló que su capacidad olfativa era incluso mayor que la del perro (Nevo et al., ¡2015)!

Uno de los dos loros, identificados por Carlos Rodríguez en Cusco, que se alimentan de mazorcas de Cacao abren la mazorca madura, alimentan se con la pulpa y arrojan las semillas intactas al suelo.

La Ardilla Grande se alimenta de semillas de Cacao destruyendo la mayoría, mientras también entierra algunas semillas como reserva de alimento. Sin embargo, la ardilla también olvida a veces dónde enterró las semillas y eso permite que las semillas enterradas germinen y crezcan.

Se ha sugerido que una vez que un frugívoro identifica la pulpa de una fruta como dulce eso sería suficiente para asegurar el consumo de la pulpa y la diseminación de semillas (p. ej., Van Roosmalen, 2008). Las características de 28 sabores diferentes de la pulpa de Chunchu están presentes en 53 (83%) de los 64 perfiles sensoriales analizados. ***La gran diversidad entre los frugívoros y sus preferencias alimenticias particulares pueden entonces no haber sido suficientes para que el Cacao haya generado la enorme diversidad de atributos del Cacao fino de aroma reveladas en la variedad Chunchu.***



T. cacao frugívoros identificado en La Convención, Perú, por Carlos Rodriquez.

PARADA 7. Cusco y Méjico

❖ *Consumo tradicional del Cacao INCA (Chuncho) y MAYA (Criollo)*

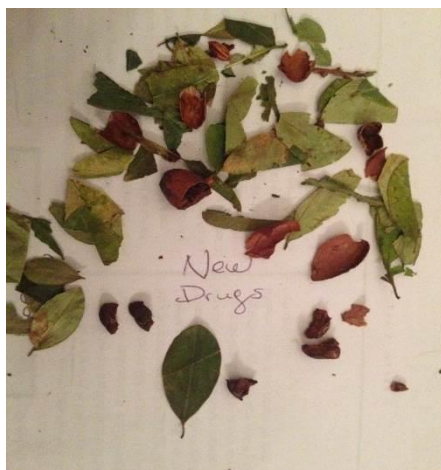
Informes históricos peruanos señalan que los nativos ***Matsiguengas*** (o ***Matsigenkas*** en inglés) (= “***Seres Humanos***”) siempre vivieron en estrecha relación con la variedad de Cacao nativa Chuncho (“*De la Selva*”). Carlos Rodríguez informa que los *Matsiguengas* no dan nombres personales que no sean “*Matsiguengas*” a los miembros de la familia pero que tienen nombres muy específicos para el Cacao (“***Sariguemineki***”) y para tres productos de Cacao, lo que demuestra la gran importancia del Cacao en la sociedad *Matsiguenga*.

Matsiguengas suelen consumir la sabrosa pulpa de Cacao Chuncho de árboles seleccionados y luego solo fermentan y tuestan ligeramente las almendras dulces de Chuncho que se comen como jugo. Es probable que las tradiciones de los *Matsiguengas* permitieran una mayor diversificación y concentración de sabores y aromas en la variedad Chuncho *Sariguemineki* que ya se habían desarrollado durante la evolución. El descubrimiento de 64 perfiles sensoriales en Chuncho abre el camino para un impulso y una mayor diversificación del consumo y patrones de consumo de Cacao fino.

Los caciques *Matsiguengas* todavía tienen la costumbre de ***comer las almendras Chuncho junto con hojas de coca***. Experimentamos que los dulces almendras del Chuncho dominan el amargor de las hojas de coca. Está documentado que los *Matsiguengas* vendían almendras del Chuncho a los “*montañeses*” incluso durante el Imperio *INCA*.

Se puede postular que los Incas adoptaron las tradiciones Matsiguenga en comer almendras dulces del Chuncho junto con hojas de coca. Parece una tradición relacionada con el consumo de una droga dulce y quizás saludable.

El equipo de la encuesta de sabores y aromas del Chuncho tomó la decisión de experimentar la droga dulce de los *Matsiguengas* y de los *INCAS* por tres noches seguidas. Escogemos almendras poco fermentadas y poco tostadas de diferentes arboles del Chuncho. La experiencia ha sido muy interesante y positivo, aunque no



***Nueva droga: almendras de Cacao Chuncho
con hojas de coca***

dormimos mucho en las tres noches. Un hecho que llamó atención fue que las almendras con aroma de Rosa dominaban más las hojas de coca con su dulzor que almendras de otras calidades.

La historia necesita ser reescrita por varias razones:

- 1. El papel importante de los **Matsiguengas** en la domesticación del Cacao chuncho (= Cacao Inca) que a comenzado bien antes del imperio Inca no es aún reconocido a nivel nacional y internacional;***
- 2. Las tradiciones de domesticación **Matsiguenga** (consumo de jugos y almendras poco fermentadas y tostadas) son originales y diferentes de las tradiciones de **Cacao Maya** (consumo de bebidas a base de almendras tostadas).***
- 3. Las tradiciones de **Matsiguenga** favorecen la selección de árboles de Cacao por sus sabores y aromas diferenciados de los frutos frescos para hacer jugos y consumir almendras. Esto favorece la domesticación de poblaciones con alta variabilidad genética, en especial para calidades de fruta fresca, como es el caso del chuncho.***

4. *La **tradición Maya** difícilmente lleva a una selección de árboles individuales con calidades diferenciadas porque el producto consumido ha sido hecho con una mezcla de almendras recogidas de varios árboles.*
5. *Es posible que por esto que el **Criollo Anciano** no tiene mucha variabilidad para la calidad de fruta fresca, que parece ser limitada a pulpas muy dulces sin sabor de fruta ni aroma;*
6. *Ya con el criollo reciente la diversidad genética y para calidades es muy grande porque es producto de cruzamientos entre criollo anciano y forasteros*
7. *No parece existir ningún tratado español sobre el consumo de almendras de Cacao por **los Incas**. Este vacío necesite un estudio profundado.*

PARADA 8. Perú y Centroamérica

- **Domesticación de Criollo y Chuncho por poco amargor**

Casi todas las variedades de Cacao tienen semillas muy amargas y astringentes con un contenido de polifenoles muy alto de ca. 20% sobre una base de almendra seco. Se puede esperar que esto esté relacionado con el mecanismo de defensa natural de las semillas (Capítulo 18). Sin embargo, se pueden encontrar genotipos de Cacao raros en poblaciones variables que muestran poca o ninguna amargura ni astringencia en sus almendras frescos (observación personal en variedades segregantes en Brasil).

Como se postula aquí, es probable que las únicas variedades antiguas Criollo y Chuncho hayan sido seleccionadas conscientemente por sus domesticadores para almendras con bajo amargor y astringencia, favoreciendo el consumo de almendras secos (Chuncho) y bebidas de Cacao (Criollo).

Los domesticadores del Chuncho son conocidos como la tribu Matsiguenga en Cusco, Perú. Hasta el día de hoy consumen almendras secos poco fermentados y ligeramente tostados que no tienen ningún amargor.

Las semillas Criollas y Chunchas con bajo amargor parecen haber reducido los mecanismos de defensa de la semilla fresca y de la planta (Capítulo 18) y, por lo tanto, deberían tener una desventaja importante en la supervivencia del genotipo más apto durante la evolución.

Es bien sabido que la variedad Criollo ancestral es muy susceptible a enfermedades y plagas. Los frugívoros bien podrían consumir pulpa y semillas frescas al mismo tiempo si las semillas no son amargas y, por lo tanto, reducen la eficiencia de diseminación del genotipo de Cacao no amargo. Por lo tanto, es probable que las variedades de Cacao con poco amargor y astringencia hayan sido contra seleccionadas en la naturaleza.

Esto sugiere que Criollo y Chuncho son excepciones que han supervividos en la naturaleza gracias a la selección consciente por seres humanos que consumieron sus almendras no amargas.

❖ Importancia del atributo sensorial de la pulpa

PARADA 9. Brasil, Mundo

- Los atributos sensoriales de la pulpa migran hacia las almendras y se expresan en los chocolates***

Cuando discutimos la supuesta relación entre los atributos de sabor fino de la pulpa y del chocolate, mis colegas franceses de tecnología de Cirad se mostraron escépticos: ***“Los atributos sensoriales del chocolate nacen de los precursores formados en el proceso de fermentación, como es el caso del vino”***.

Nosotros (Dario Ahnert y yo) probamos nuestra hipótesis de la expresión de atributos sensoriales de la pulpa en el chocolate al

fermentar almendras de Cacao con pulpa de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) y Guanábana (*Annona muricata*) en nuestra finca de Cacao en Bahía. La fermentación tomó 12 días, pero las almendras no se echaron a perder. Los chocolates hechos por Ed Seguíne en 2007 despejaron cualquier duda: *presentaban sabores muy fuertes de Cupuaçu y Guanábana*. Mis colegas tecnólogos del CIRAD tuvieron que aceptar mi hipótesis. E mis muchos amigos franceses les encantaron los chocolates.

Esto demuestra claramente que los compuestos de fruta fresca migran a las almendras y se expresan en los chocolates. Por lo tanto, los 72 perfiles sensoriales de frutas frescas (Parada 3) detectados hasta ahora en el Cacao podrían expresarse en chocolates cuando se adoptan métodos adecuados de fermentación y procesamiento del chocolate.

Esto nos llevó a presentar un patente de la UE (WO/2009/103137A2) en 2009 sobre la modificación de las características sensoriales del Cacao mediante la adición de sustancias aromáticas durante la fermentación (“**TropMix**”). Sin embargo, abandonamos la patente en 2013 cuando nos dimos cuenta que para la mayoría de las pulpas de frutas la fermentación TropMix tenía duración prolongada (7-9 días) y fuera más amargo y astringente que los testigos. Por esto, desde 2015, dedicamos toda nuestra energía al desarrollo de un **método de fermentación acelerada** que garante la transferencia efectiva de cualquier sustancia aromática extraña a los cotiledones en un plazo de 3 a 5 días y que, al mismo tiempo, muestre un amargor y una astringencia muy bajos (Vea Anima en el Capítulo 22) .

PARADA 10. Perú

- **Oportunidades ofrecidas por los atributos sensoriales de la pulpa**

La relación entre los atributos sensoriales de la pulpa *y el* chocolate que descubrimos abrió dos grandes oportunidades:

- **Modificación del ambiente de la pulpa mediante la adición de sustancias extrañas** (ver PARADA 9), y

- **Selección rápida de nuevas variedades de Cacao fino de aroma en base a la evaluación sensorial de la pulpa (PARADA 1-3).**

Las características potenciales de sabor fino de las variedades nuevas y existentes se pueden evaluar mejor mediante una evaluación sensorial de la pulpa.

En 2008 se evaluaron las características de la pulpa de nueve clones de Cacao genéticamente diferentes de la colección de la UNAS, Tingo María, Perú. Las variables observadas fueron **aroma (olor), sabor afrutado, dulzor, acidez, astringencia, amargor/astringencia del grano fresco y preferencia general**. Un panel de seis científicos del Cacao evaluó la pulpa de dos frutas maduras de cada clon. Se observó una gran variación entre variedades para todas las características de la pulpa. **La preferencia general se correlacionó positivamente con el aroma, el sabor y el dulzor**. La mayor preferencia la obtuvo EET62, un clon de Nacional con **pulpa dulce sabor y aroma fuerte**. El tercer clon más preferido fue ICS1 (Trinitario) con un **fuerte sabor a cítricos/limón**. El clon menos preferido fue CCN51 (**pulpa ácida y astringente, almendras amargos, sin sabor perceptible**).

Los atributos sensoriales de EET62 y CCN51 representaron extremos opuestos entre los nueve clones. Estos resultados demuestran que **la preferencia por la pulpa** está directamente relacionada con la variación reconocida para las variedades de Cacao fino de aroma.

Por lo tanto, la preferencia por la pulpa por sí sola ya será un atributo muy útil para la selección rápida del potencial de sabor fino de las variedades comerciales o nuevas de Cacao.

❖ *Descubriendo nuevos atributos sensoriales de la fruta fresca del Cacao*

PARADA 11. Cusco

• **Descubrimiento del Cacao Mandarín**

Rolando Herrera, expresidente de APPCACAO, me regaló 200 almendras secas del Chuncho en Francia en 2011. Todas las almendras eran dulces y agradables. Sorpresa: uno en cada 10 almendras parecía tener sabor a Mandarina, algo que nunca antes había encontrado en el Cacao.

Al llegar el mismo año a La Convención, Cusco para el inicio de un Proyecto INIA/Bioversity Internacional sobre “Competitividad del Chuncho“, les pedí a mis colegas peruanos que me ayudaran a encontrar un árbol de Mandarina Chuncho. Cada uno de nosotros probamos pulpa de todos los árboles en una hilera. Al llegar al árbol número 20, ***¡estuve muy feliz de ser el que se encontró con un árbol “Mr Mandarin Chuncho”!*** La pulpa era dulce/acidulada, ligeramente amarga y con un sabor a Mandarina bien definido. El sabor no solo era del jugo de la Mandarina, sino también de la cáscara de la mandarina. Además, no podíamos dejar de descubrir un fuerte aroma a ***“Jasmim”, ¡igual que el aroma de las flores de los árboles reales de Mandarina!***

Misterio: ¿cómo el Cacao supo que en la naturaleza las frutas de Mandarina están casadas con flores con aroma de Jasmim? ¿Y cómo el Cacao es capaz de imitar tan perfectamente una fruta que tiene su origen en el lejano Sudeste Asiático???

¡Solo si el Cacao es muy Fenomenal!

El encuentro con el Cacao Mandarino convenció a mis colegas peruanos que mi hipótesis de la importancia de los atributos sensoriales de la pulpa era serio.

Y la coincidencia había sido enorme: el Chuncho expresa 40 sabores y aromas diferentes. El Mandarina es solo uno de los sabores que se expresa apenas en uno de 500 árboles en la plantación donde estábamos buscando la pulpa Mandarina. **Mi**

explicación es que Cacao quería darme una oportunidad de demostrar mi hipótesis

Después de esta descubierta estaba convencido que el “Mandarino/Jasmim” es el perfil sensorial de pulpa de del Chuncho, como el “Limon/Jasmim” y el “Frutada/Jasmim” parecen ser los perfiles sensoriales del Trinitário y del Nacional, respectivamente (Tabla 5.1.).

*Descubrí como mi hipótesis de que una variedad de Cacao tendría un solo perfil sensorial en sus pulpas estaba muy errado un año después cuando Carlos Rodriguez, en la primera encuesta, descubrió **17 sabores y 9 aromas** diferentes en frutas frescas de 100 árboles preferidos de los productores para sus jugos saborosos (Capítulo 13) y genéticamente confirmados como Chunchos. Y la diversidad encontrada en la primera encuesta luego se amplió en la segunda encuesta a **28 sabores y 13 aromas**.*

¡Para explicar esta diversidad increíble solo si estamos de acuerdo que el Cacao es un ser muy Fenomenal!

PARADA 12. Lima, Pichari

• Descubrimiento del Cacao “Tangelo”

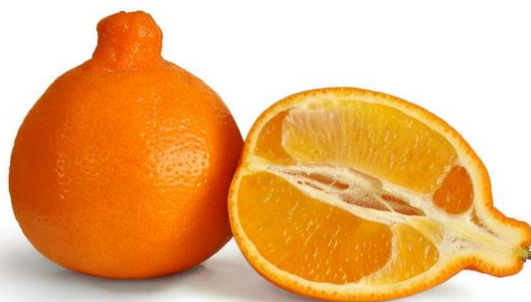
Fue en julio de 2016 en el Salón de Cacao y Chocolate de Lima que me reuní con la familia Cacaotera Laura del pueblo de Pichari, 300 km al norte de Quillabamba. Hasta el momento no había sido objeto de nuestro estudio de sabores y aromas de Chuncho, pero aún pertenece a la Provincia de La Convención. La familia había traído varias frutas frescas de su finca, incluso de una variedad nativa de Cacao. Pedí a la productora que abriera algunas frutas de su puesto. Gran sorpresa: el olor era el del Jasmim y el sabor de un cítrico desconocido, posiblemente una mandarina, dulce y aromático. No nos habíamos encontrado antes con esta combinación de sabor x olor en la encuesta.

Por la noche en el hotel busqué con Google para encontrar un posible candidato de *Citrus* para imitar la agradable pulpa del fruto del Cacao Pichari. Un candidato probable, desconocido para mí,

era el “Tangelo”, que son híbridos entre Tangerina y Toronja o Pomelo hecho en el inicio del siglo 20 en los EUA. Según Wikipedia sus variedades tienen un sabor a jugo muy dulce como la pulpa de Cacao Pichari. Probando mis posibilidades en la mañana fui al supermercado más cercano en Lima y, sorpresa, había frutas Tangelo en los estantes. Bonito color amarillo/naranja (ver fotos). Volviendo al stand de la Sra. Laura, comparamos los sabores de Tangelo con el de la pulpa de los frutos del Cacao nativo de Pichari y sí, **eran iguales**. El Cacao nativo de Pichari imita perfectamente el sabor del jugo de Tangelo y el sabor de la cáscara de Tangelo en su pulpa al mismo tiempo. En ocasiones posteriores Carlos Rodríguez confirmó presencia de pulpas de Cacao “Tangelo” en otros lugares en de La Convención. Por lo tanto, esta imitación de pulpa de Cacao Chuncho se incluyó en los resultados de nuestra encuesta.

MISTERIO. Según un hipótesis cuestionado el Tangelo nació por hibridación natural hace 3.500 años pero lo más probable es que nació por hibridación artificial hace menos que 200 años (Wikipedia).

El Cacao ha creado sus sabores durante un período de 10 millones de años (Richardson *et al.*, 2015). **¡Isto significaría que el Cacao empezó a imitar el sabor de Tangelo mucho antes de que existiera el Tangelo! ¡Para esto, el Cacao necesitaría ser más que Fenomenal!**



Imitación de pulpa de Cacao Tangelo en frutos de Cacao nativo de Pichari

❖ *Asociaciones misteriosas de atributos sensoriales del Cacao*

PARADA 13. Cusco y otros sitios

- **Asociaciones de atributos sensoriales de pulpas con otros atributos del sabor**

CITRUS VS. AROMA JASMIM

Chuncho imita perfectamente sabores de tres especies de *Cítricos*: *Mandarina, Limón y Tangelo*. Curiosamente, todos los árboles de Chuncho con sabores de pulpa de *cítricos* también expresan el aroma de Jasmim. La estabilidad de estas asociaciones muestra que son asociaciones genéticas. ¿Cómo el Cacao desarrolló la asociación genética de sabores de pulpa similares a los *cítricos* con el aroma floral de todas los *Cítricos*, *es decir*, el Jasmim?

Considerando que Chuncho expresa el Jazmine en 11 de sus 64 perfiles sensoriales, la probabilidad de que esta asociación se haya creado durante la evolución puramente por **eventos aleatorios** sería 0,001 ($11/64 \times 11/64 \times 11/64$). Este es un valor muy por debajo del umbral de significación estadística ampliamente adoptado de 0,05.

Por lo tanto, las asociaciones entre ***Citrus x Jasmim*** deberían haber resultado de ***algún tipo misteriosa de selección evolucionaria dirigida***.

MANDARINA VS. AMARGOR

La pulpa de Chuncho y las almendras crudas son todos muy dulces y ***no muestran amargura***. Sin embargo, una excepción es que todos los árboles con los *perfiles sensoriales que contienen Mandarina siempre muestran un amargor de la pulpa y de la almendra estadísticamente mayor* (puntuación de 2,9) *en relación con los otros perfiles sensoriales del Chuncho* (puntuación de 2,0) ($P=0,003$).

Carlos Rodríguez descubrió que el amargor se produce en el tejido del endocarpio de la pared de la mazorca de Cacao como es el caso de las verdaderas Mandarinas.

¿Porque Cacao ha criado tanta perfección en imitar no solo el sabor del jugo de Mandarina, pero también los sabores de amargo y aromático de la cascara?

¿Podrían los Animales frugívoros haber preferido la pulpa de Mandarina amargo-dulce en lugar de solamente dulce?

Hemos visto el mismo fenómeno en la Parada 13 donde observamos que el Cacao imita también al mismo tiempo los sabores del jugo y de la cascara del Tangelo.

CITRUS VS. ACIDEZ DE LA ALMENDRA

Las muestras de almendras con atributo sensorial de Citrus mostraron ***puntajes de acidez promedio significativamente más altos ($P = 0.01$)*** (2.3) que las muestras que no expresan el sabor de Citrus (1.3). La combinación del sabor cítrico y la acidez parece imitar perfectamente el Limón.

La perfección del Cacao en imitar parece sin límites.

SABOR DE FRUTA ROJA VS. ASTRINGENCIA

El puntaje promedio de astringencia (3.3) para tres muestras de almendras con sabor a frutos rojos fue ***significativamente más alto ($P=0.007$)*** que el puntaje de las otras muestras (1.3).

¿Será que el Cacao sabe que frutas rojas suelen tener mayor astringencia que otras frutas?

Estas cuatro asociaciones muestran la perfección del Cacao en no solo imitar sabores y aromas de otras plantas, pero también asociar otros atributos sensoriales (aromas o sabores básicos) relacionados con el sabor principal imitado.

Estas asociaciones que son muy estables en el tiempo y en el espacio pueden ser mejor explicadas con una determinación monogénica, dominante y pleiotrópica (= varios atributos determinados por un solo gen).

En el caso de asociaciones de sabores con sabores básicos uno puede se preguntar como el Cacao asocia genéticamente atributos que son determinados por Compuestos Orgánicas Volátiles (COV's) con sabores básicos que son determinados por compuestas bioquímicas no aromáticas y no volátiles (por ejemplo, polifenoles en el caso de amargor y astringencia).

PARADA 14. Cusco, Mundo

- **Otras asociaciones misteriosas entre sabores y apariencias de pulpas del Cacao**

SABOR DE GUANÁBANA VS. TRASPARENCIA DE LA PULPA

Otra asociación muy intrigante de atributos sensoriales de Chuncho es la del **sabor Guanábana y la transparencia de la las pulpas con este sabor**. Esta asociación es observada en todos



Transparencia de pulpa de Guanábana (izquierdo), la opacidad de la pulpa normal de Cacao (centro) y la transparencia de pulpa de Cacao con sabor a Guanábana (derecho).

los árboles Chuncho con sabor a Guanábana y también ha sido detectado en muchos árboles de variedades muy diferentes de

Cacao en otros lugares y países (vea Tabla 12.1) Esto demuestra la naturaleza genética genuina de esta asociación.

¿Podría esta asociación haber sido seleccionada por las preferencias simultáneas de los frugívoros por el sabor y la apariencia, ambos partes del concepto del “sabor”?

SABOR DE INGA VS TEXTURA INGA DE LA PULPA

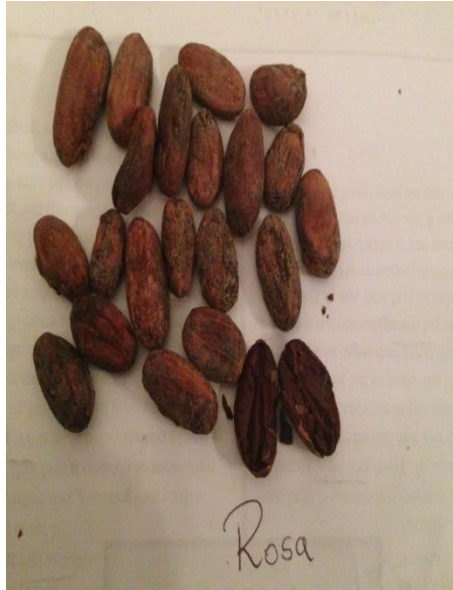
Los genotipos de Cacao que muestran sabor a pulpa Inga también muestran apariencia de pulpa Inga como se ha encontrado en Perú y Brasil (ver foto). ***¿Podría haber sido seleccionada esta asociación por las preferencias simultáneas de los frugívoros por el sabor y la textura, ambos partes del “sabor”?***



El sabor de la pulpa de Cacao Inga imita la apariencia de las almendras de Inga

AROMA ROSA DE PULPA VS COLOR DE ALMENDRA ROJO

Los genotipos de Cacao que muestran el aroma de Rosa siempre tienen la testa del grano y los cotiledones de color rojizo oscuro, como se ha encontrado en Perú y en Brasil. ***¡Un verdadero misterio ya que esto no está relacionado con ninguna preferencia de selección evolutiva efectiva!***



La variedad EET 397 con aroma a rosa de fruta fresca tiene color rojizo oscura de su testa y de sus cotiledónes.

SABOR A DURAZNO AMARILLO VS PULPA AMARILLA.

Los árboles de Chuncho que expresan sabor a pulpa de durazno amarillo siempre muestran también un color de pulpa amarillo (ver foto).

¡Nuevamente, no hay una ventaja evolutiva aparente en el Cacao que tiene pulpa amarilla asociada con el sabor a pulpa de durazno amarillo! ¡El Cacao fenomenal persiste en ser misterioso!



¡La pulpa de Cacao con sabor a durazno amarillo tiene color de pulpa amarilla!

❖ *Determinación de los atributos sensoriales de la pulpa*

PARADA 15. Mundo

- **Determinación genética de los atributos sensoriales de la pulpa**

La encuesta de atributos sensoriales de sabor fino realizado en la variedad de Cacao Chuncho en Cusco en 2015/16 demostró claramente que las 41 identidades de sabor y aroma descubiertas son de naturaleza genética. Por ejemplo, los 13 árboles individuales que se encontraron en la encuesta de almendras con la combinación de mandarina y jasmim procedían de campos de Cacao muy diferentes separados por hasta 200 km. La expresión cualitativa del sabor a pulpa de Mandarina y de la asociación aromática de Jasmim fue siempre fuerte y estable. ***Esto sólo puede explicarse por la genética.*** La asociación fija del sabor a Mandarina y el aroma a Jasmim sugiere *que esta combinación se basa en un gen pleiotrópico dominante (= un gen que expresa dos o más atributos simultáneamente).*

¡Esto sugiere que la producción de varias decenas de volátiles (COV) que deben estar detrás de cada uno de los dos atributos sensoriales está controlada por un solo gen del Cacao Fenomenal!

La misma imagen de combinaciones de sabor y/o aroma se observó con muchos otros perfiles de atributos sensoriales de Chuncho. El Cacao puede haberse beneficiado del hecho de que la expresión de genes pleiotrópicos transmite combinaciones fijas de sabor/aroma que atraen a los frugívoros simultáneamente por el aroma y el sabor de la pulpa.

*Los hallazgos anteriores contrastan fuertemente con la expresión predominantemente poligénica de los atributos sensoriales con otras especies de frutas carnosas, p. la ca. 100 genes menores (QTL's) encontrados para determinar la calidad sensorial y coloración en tomate. **La investigación genética de alta tecnología durante décadas en tomate todavía no ha tenido éxito en la creación***

de genes pleiotrópicos efectivos para asociaciones de color y sabor (Kovacs et al. 2009).

¿Cómo el Cacao Fenomenal, con su largo ciclo generacional y su camino evolutivo relativamente corto, pudo hacer su ingeniería genética hace millones de años, lo que resultó en una acción genética tan eficiente para tantos atributos sensoriales de sabor fino?

❖ Otras modificaciones curiosas de los atributos sensoriales de la fruta fresca

PARADA 16 Brasil

- **¡El perfume Cacao Rose desaparece por la noche!**

En Brasil visité la colección de orquídeas en el Jardín Botánico de Río de Janeiro en 2019. La Guía explicó que algunas orquídeas producen aromas por la mañana, otras por la tarde y otras por la noche. Se sabe que esta periodicidad en la producción de aroma de las orquídeas está relacionada con la atracción de insectos polinizadores que están activos en diferentes momentos del día. *Esto me hizo pensar en verificar la periodicidad de la producción de aromas de frutas frescas para dos perfumes de Cacao: Rosa y Jasmim, en la finca de mi buen amigo David Pujol en Bahía.*

Empezamos observando la producción de Jasmim por parte de dos clones: CCN51 (Citrus/Jazmin) y PS1319 (Manzana verde/Jazmin) **¡Ambos produjeron su aroma todo el día y toda la noche!**

Pero el aroma del Cacao con el aroma de Rosa en su pulpa se comportó diferentemente en los dos clones estudiados: BN34 (Uva/Rosa) y Cepec 2002 (Durazno/Rosa). Ambos clones se comportan igual produciendo su aroma en el día, pero no hay aroma en las frutas en la noche. Curiosamente, las frutas frescas están llenas de aroma a Rosa a las 17:00, pero a las 18:00, ¡no hay más ningún olor!

Esto sólo puede explicarse por la destrucción activa del aroma de Rosa en la fruta y por la interrupción simultánea de la producción de nuevo aroma. ¡Si fuera un proceso pasivo el aroma seguiría presente en la cáscara cerrada por muchas horas!

Curiosamente, el aroma de Rosa se encuentra en los dos clones genéticamente bien diferentes, pero se comporta de la misma manera con respecto a la periodicidad de la presencia del aroma. ***Por lo tanto, el comportamiento similar solo puede deberse a un gen pleiotrópico que regula la producción y destrucción del aroma de la Rosa.***

Si se mantiene la similitud con la periodicidad del aroma de la orquídea, los ***clones de Cacao con aroma Rosa pueden estar tratando de evitar ser comidos por frugívoros nocturno como el Kinkajou?***

PARADA 17. Brasil

- ***El aroma de Lirio se convierte en aroma de Violeta con descanso de frutas***

Hemos estado realizando repetidamente fermentaciones de Anima en Bahía, Brasil, utilizando a menudo las variedades Amelonado y híbridas de Scavina 6 al mismo tiempo. Las mazorcas de Cacao se pusieron a descansar durante 0, 4 y 7 días antes de abrirlas e iniciar la fermentación. Seguimos cualquier modificación en los sabores y aromas de frutas frescas en el lapso de tiempo de 7 días. Las semillas de Amelonado se volvieron menos amargas mientras que las semillas del híbrido Scavina 6 tendieron a volverse más amargas. No hubo cambios en los sabores afrutados de la pulpa durante el tiempo de almacenamiento de las frutas.

La intensidad aromática del Jasmim Amelonado aumentó considerablemente pero no modificó su naturaleza.

Sin embargo, el aroma a Lirio de los híbridos de Scavina 6 sufrió una transformación completa. Con descanso de las frutas de 4 y 7 días, el aroma normal de Lirio (presente en cero días de descanso del híbrido de Scavina6) se modificó por completo en un aroma de Violeta.

Esto representa otra capacidad muy misteriosa del Cacao para transformar un aroma completo específico, basado supuestamente en muchos COV's, en un aroma totalmente diferente y también complejo con solo almacenar sus frutas durante 4 a 7 días.



Fotos. El aroma de Lirio de fruta fresca híbrida de Scavina 6 se transforma en un aroma de Violeta después de 4-7 días de descanso de la fruta.

❖ *Expresiones Sensoriales en Vinos vs. Cacao Fino*

PARADA . Mundo

Los sabores y aromas del vino no están relacionados principalmente con el origen de la uva (Ulrich y Fischer, 2007), a excepción de algunas variedades de uva muy distintas y aromáticas como Muscat y Shiraz. Los sabores y aromas del vino nacen principalmente de combinaciones de precursores y metabolitos de microorganismos durante el proceso de fermentación. Esto podría ser comparable con los precursores que se combinan para formar el sabor típico del Cacao durante el proceso de tostado de las almendras de Cacao, pero es

completamente diferente de la expresión de los sabores y aromas completos preexistentes en las frutas frescas de Cacao.

Esto ya es una gran diferencia con los sabores y aromas de frutas frescas del Cacao que están presentes en las pulpas, en las almendras y en los chocolates elaborados con esos almendras. En el Capítulo 12 se da un ejemplo muy expresivo sobre los chocolates elaborados con el árbol de Cacao con sabor a pulpa de Banano identificado en Trinidad en 2008. Otros ejemplos son los chocolates elaborados con los perfiles sensoriales de pulpa de Arándano/Rosa y Mango/Rosa en las variedades SJ02 y EET397, respectivamente, que han expresos sabores y aromas muy expresivos que recuerdan los sabores y aromas frutales originales presentes en las pulpas de dichas variedades (observaciones personales).

Los sabores y aromas primarios del vino vienen con la variedad de uva y con el “terroir”. Representan generalmente frutas frescas, cítricas y tropicales, flores blancas y sabores y aromas herbales (Wikipedia). **No hay identificación posible de un sabor o aroma completo.**

Los sabores y aromas secundarios del vino están formados por precursores y microorganismos durante la fermentación. Los sabores pueden recordar sensaciones de mantequilla, pan tostado, yogur y queso. Por lo tanto, los sabores secundarios no contienen sabores o aromas de frutas completos como es el caso del Cacao.

Los sabores y aromas de los vinos terciarios se desarrollan con el tiempo durante la maduración de los vinos en botellas o en barricas. Suelen ser más complejos. Las notas afrutadas y florales que se desarrollan con la maduración incluyen, entre otras, notas florales y afrutadas, Albahaca, Cacao, Tabaco, Vainilla, Canela, Caramelo, Miel, Café y Hongos (Wikipedia).

Los componentes genéticos en la composición de los compuestos aromáticos del vino se basan en enzimas que producen compuestos aromáticos o sus precursores (Lin *et al.* 2019). Un ejemplo es el de la producción de linalool por genes de uva específicos como “Muscat” que es un compuesto volátil con una connotación de aroma floral (Kadow *et al.* 2013).

Con el Cacao se ha evidenciado también la presencia de linalool en la pulpa de la variedad Scavina 6 (Kadow *et al.*, 2013). Hemos identificado el sabor a Uva “Muscat” y el aroma a Lirio en la misma variedad Scavina 6 (observaciones personales). Esto parece sugerir

que la identificación del sabor Uva Muscat en la pulpa de Scavina 6 tiene un base aromático incluyendo el linalool.

Este resumen comparativo muestra que con el Cacao los sabores afrutados y los aromas florales preexistentes pueden desempeñar un papel más importante y directo en los atributos de aroma y de sabor fino que se encuentran en los chocolates de que el papel de los sabores y aromas preexistentes en vinos.

Además, los perfiles de sabores y aromas de la fruta fresca del Cacao parecen basarse en una herencia simple, mientras que la genética del aroma de la uva parece compleja y poligénica, habiéndose identificado muchos precursores y QTL (Lin et al. 2019) para compuestos aromáticos individuales.

El logro fenomenal del Cacao es su capacidad para producir muchos metabolitos aromáticos basados en una genética relativamente simple (nuestra encuesta de Chuncho), que en conjunto representan imitaciones aparentemente perfectas de sabores frutales y aromas florales de especies de plantas totalmente diferentes.

18

Reacciones a Estrés de Semillas Frescas de Cacao

El estrés de las semillas aumenta el amargor y la astringencia, lo que podría ser un mecanismo de defensa contra los enemigos naturales

❖ *Reacción al morder semillas frescas dos veces*

Las semillas de Cacao frescas contienen hasta un 20 % de polifenoles en peso seco que están relacionados con los sabores amargos y astringentes de las semillas de Cacao, las almendras y los chocolates. Este % es extremadamente alto en comparación con otras frutas carnosas. ***Una explicación para un contenido tan alto de polifenoles en el Cacao es que los polifenoles pueden estar relacionados con una reacción de estrés biológico capaz de prevenir los daños causados por los depredadores a las semillas de Cacao frescas.***

A continuación, se describen los descubrimientos sobre la velocidad y la intensidad de las reacciones de estrés de las semillas de Cacao expresadas en amargor y astringencia.

Este estudio comenzó ***mordiendo semillas de Cacao frescas*** para ver si los cotiledones de diferentes variedades son más o

menos amargos/astringentes. Consideramos que este podría ser un atributo importante relacionado con la facilidad con la que **se puede aplicar con éxito la fermentación clásica en diferentes variedades**. Las variedades de sabor fino tienden a tener menor amargor de semillas frescas, como los genotipos Criollo, Trinitario x Criollo y Chuncho. Las variedades bulk tienden a tener una amargura y astringencia de semillas frescas de medias a altas (observaciones personales).

Descubrimos que *las semillas de Cacao frescas tienen dos niveles de amargura/astringencia*. Con Amelonado, la primera mordedura da como resultado un nivel medio de amargor/astringencia de 3 en una escala de 0-10, mientras que **la segundo mordedura después 5 segundos inmediatamente resulta en un alto nivel de amargor/astringencia de alrededor de 6-7**.

Con otras variedades, como CCN51, el primer bocado ya produce un alto amargor/astringencia, mientras que el segundo bocado produce un muy alto amargor y astringencia.

Concluimos que las semillas frescas se defienden en menos de cinco segundos contra una agresión por mordedura. Interpretamos esto como una defensa evolutiva del Cacao contra organismos que podrían atacar las semillas frescas después de haber sido diseminadas en el bosque por la defecación de animales frugívoros.

En relación a fermentaciones tradicionales observamos que luego después de poner las semillas en los cajones el amargor y la astringencia aumentan de 3-4 a 6-7.

Estas reacciones rápidas de Cacao a estrés nos interesaron para hacer unas pruebas dirigidas en relación a diversas fuentes de estrés para las semillas de Cacao.

❖ *Estreses de semillas frescas de Amelonado*

Decidimos exponer semillas de *Amelonado* a siete condiciones de estrés diferentes durante 5, 15 y 30 minutos.

- Control: pulpa de semilla intacta expuesta al aire
- Semillas despulpadas expuestas al aire
- Semillas con pulpa en agua

- Semillas con pulpa en vinagre (5-8% ácido acético)
- Semillas con pulpa en 54% de alcohol
- Semillas con pulpa en heladera a 6-10 °C

Tratamiento	5 min.		15 min.		30 min.	
	Am.	Astr.	Am.	Astr.	Am.	Astr.
1. Aire	3	2	3	2	3	2
2. Sin pulpa	7	4	8	5	8	5
3. Aqua	8	5	7	4	8	5
4. Vinagre	7	5	7	4	6	5
5. Alcohol	7	5	7	4	6	5
6. Heladera	3	2	6	4	8	6

Tabla 18.1 Reacción a estrese de semillas frescas de Amelonado
(Am. = amargor, Astr. = astringencia)

En todas las condiciones, las semillas de Amelonado muestran una mayor intensidad de amargor que de astringencia. Curiosamente, el tratamiento 1 con semillas frescas en el aire aparentemente no induce ninguna reacción de estrés. Los tratamientos 2 a 6 dieron como resultado reacciones de estrés muy rápidas e intensas, con intensidades de amargor y astringencia 2-3 veces mayores en comparación con el tratamiento de control 1.

El estrés inducido por el despulpado de las semillas frescas (tratamiento 2) sugiere que cualquier semilla expuesta al aire, incluso después de haber sido comida por un frugívoro, desarrollará una reacción de estrés. La reacción de estrés inducida al colocar semillas frescas y pulpa en agua (3) es muy sorprendente. Puede explicar en parte por qué el Cacao fresco desde el primer día de colocarlo en cajas de fermentación tradicionales con pulpas acuosas ya está desarrollando una reacción de estrés con un alto amargor y astringencia.

El rápido estrés inducido por los tratamientos 4 (vinagre) y 5 (alcohol) sugeriría que las semillas de Cacao Amelonado se volverán más amargas y más astringentes durante las fases de fermentación alcohólica y acética en comparación con las intensidades de amargor y astringencia de las semillas frescas.

❖ *Estreses de semillas frescas de CCN51*

Los mismos tratamientos de estrés aplicados a Amelonado en Brasil fueron aplicados a CCN51 en Perú por *Carlos Rodríguez*.

Tratamiento	5 min.		15 min.		30 min.	
	Am.	Astr.	Am.	Astr.	Am.	Astr.
1. Aire	5	4	5	5	5	5
2. Sin pulpa	5	5	5	5	6	7
3. Agua	5	5	5	5	6	6
4. Vinagre	6	5	7	8	8	9
5. Alcohol	5	5	5	6	7	7
6. Heladera	5	5	5	5	6	6

Tabla 18.2. Reacción a estrese de semillas frescas de CCN51

(Am. = amargor, Astr. = astringencia)

El tratamiento 1 de control de CCN51 presentó una intensidad de amargor y astringencia mucho mayor (5) que el de Amelonado en Brasil (2,5), *lo que sugiere que el nivel básico de defensa en CCN51 es mayor que el de Amelonado.* El amargor y la astringencia de CCN51 fueron en general altos y de intensidades similares. *La excepción es el tratamiento con vinagre que evolucionó rápidamente de una intensidad alta de 5-6 a una intensidad muy alta de 8-9.*

❖ *Estreses de la semillas de Chuncho*

El mismo estrés se aplicó también a la variedad de sabor fino Chuncho en Perú por *Carlos Rodríguez*. Las semillas frescas de Chuncho puro no expresan amargor ni astringencia al primer ni a la segunda mordedura.

Como esperado, el tratamiento 1 de control (aire) mostró una ausencia casi total de amargor y astringencia, siendo las intensidades menores (1-2) que para Amelonado (2-3) y mucho menores que para CCN51 (5).

Tratamiento	5 min.		15 min.		30 min.	
	Am.	Astr.	Am.	Astr.	Am.	Astr.
1. Aire	1	1	2	1	2	2
2. Sin pulpa	2	1	3	3	4	5
3. Aqua	2	1	2	3	5	4
4. Vinagre	4	1	7	8	7	8
5. Alcohol	3	1	5	3	6	5
6. Heladera	3	1	3	1	5	3

**Tabla 18.3. Reacción a estrese de semillas frescas de la variedad Chuncho
(Am. = amargor, Astr. = astringencia)**

Sin embargo, las semillas de Chuncho reaccionaron a los otros tratamientos con intensidades de amargor y astringencia aumentando de 1-2 a 4-5-6 después de 30 minutos. Esto demuestra la capacidad de Chuncho para reaccionar también bastante rápidamente a estreses, aún con sus bajos niveles de amargor y astringencia de base.

La reacción de estrés más fuerte de Chuncho fue con vinagre, alcanzando después de 15 minutos intensidades de amargor y astringencia de 7-8, *es decir*, casi tan alto como el de CCN51 (8-9) para el mismo tratamiento. Esto confirma la extrema sensibilidad

de las semillas de Cacao al vinagre, incluso para la variedad Chuncho de fino sabor.

❖ *Conclusiones*

Las semillas frescas de Cacao en general muestran una reacción muy fuerte y muy rápida a varios tipos de condiciones de estrés. Esto podría explicarse tentativamente por las condiciones de diseminación evolutiva de semillas frescas en la naturaleza que necesitan defenderse fuertemente después de haber sido consumidas por animales frugívoros y después de caer al suelo.

En primer lugar, mostramos una fuerte reacción de estrés después del despulpado de las semillas, que es una condición en la que los frugívoros comen la pulpa.

En segundo lugar, la reacción de estrés más llamativa que encontramos con respecto al vinagre, cuya actividad podría imitar la de la acidez estomacal en primates frugívoros. Estas semillas doblemente estresadas durante el consumo y la digestión de semillas de Cacao frescas podrían haberse vuelto mucho menos atractivas para los enemigos naturales después de caer al suelo cuando los Animales frugívoros las defecaron y hasta después del inicio del proceso de germinación.

Los niveles básicos de amargor y astringencia variaron en gran medida con los genotipos. Chuncho tuvo muy poco o nada (1-2), Amelonado moderado (3) y CCN51 niveles altos (5) de amargor y astringencia. Esto podría estar relacionado con la relativa dificultad con la que se puede eliminar el amargor y la astringencia durante la fermentación de estas variedades por métodos tradicionales.

Las variedades testadas mostraron también diferencias relativas importantes en la reactividad a los 6 tipos de estreses. La variedad Amelonado fue más reactiva al agua, al despulpado y a las bajas temperaturas mientras que las semillas CCN51 y Chuncho fueron las más reactivas al vinagre.

Lo anterior sugiere que todas las variedades de Cacao reaccionan fuertemente a múltiples factores de estrés existentes en la naturaleza o en cajas de fermentación como **agua, alcohol y ácido acético**. Esto está de acuerdo con nuestras observaciones sobre las semillas frescas de Amelonado que aumentan la intensidad del amargor y la astringencia de 3 a 5-6 rápidamente al inicio del proceso de fermentación.

Las bases de las reacciones de estrés observadas en semillas frescas de Cacao son misteriosas. ¿Cuál es la señal que Cacao produce porque las condiciones de estrés incitan a las semillas de producir aumentos fuertes y rápidos de las intensidades de amargor y astringencia? Por ejemplo, ¿qué tipo de señal produce el agua o el frío?

Los mecanismos de las reacciones de estrés que pueden tener sentido evolutivo, así como para la eficiencia de la fermentación, merecerían ser estudiadas bioquímicamente con especial atención en probables cambios cuantitativas y cualitativas de polifenoles.

19

Frases no Sentencias 4

*Una persona encantadora
A menudo está sola
Pero una persona solitaria
A menudo no es encantadora*

*Solo el amor
Puede romper barreras grandes
Incluyendo barreras de amor*

*Todo lo que es bueno
Debe ser simple (sabiduría del Cacao)
Pero no todo que es simple
Es bueno*

*Todo lo que es rico
También debe ser bonito
Incluso la comida*

*Mi Caipirinha es un
Jugo de frutas diluido*

*Enamorados
Pueden ser uno (fusiónale)
O más de dos (complementario)*

*El conocimiento no es sabiduría
La sabiduría es unir
Conocimiento
Con nosotros mismos*

*La sabiduría es la
Hija de la experiencia
(Leonardo da Vinci)*

*Mejor estar solo
Que acompañado
Solo, rompo las reglas
Acompañado, las reglas me rompen*

*Nuestro futuro depende
De nuestra capacidad
De caminar solo*

*Si la vida no está jugando contigo
Es mejor que juegues con la vida*

*Sólo en la vida podemos elegir
Cómo queremos morir*

*Siempre habrá
Una primera vez
¡Incluso en el amor!*

*Una sabiduría puede ser
Una gran banalidad*

*Ser brillante
Puede ser una banalidad, y
Una banalidad puede ser
Genial*

*La capacidad de ser feliz
Es lo mismo que ser infeliz*

Es mejor bromear que llorar

*Todo lo que viene de Dios
Es una bendición, gracias a Dios
Pero, la gracia del diablo no es una bendición*

*Una desgracia es más cara
Que una gracia*

20

Invención de la “Nuez de Cacao”



Foto 20.1. Nueces de Cacao finalizadas y recubiertas con polvo natural de Cacao

“Nuez de Cacao” (“CacaoNuts”) es un Producto Natural de Cacao de “Fruto Entero” muy Sabroso y Saludable que el Cacao Reveló a Nosotros en 2018 en Brasil

❖ *Descripción de Nuez de Cacao (BR1020180074954)*

Nuez de Cacao (ver foto) es un producto 100% Cacao, pero totalmente sin amargor ni astringencia.

La secuencia de sabores es **Cacao suave, almendra fuerte y un sabor dulce/acídulo/afrutado equilibrado** que proviene de la pulpa. El remate es el de un fuerte aroma floral como el de Jasmim, de Lirio, de Rosa o de Violeta. Los sabores a nuez/afrutados persisten durante mucho tiempo en la boca (Tabla 20.1).

Nuez de Cacao se puede **aromatizar fácilmente** con jugos de frutas o con especias, diversificando los atributos sensoriales.

Chocolates negros molidos con Nuez de Cacao (**“CacaoNutLates”**) proporciona un producto compuesto muy equilibrado y agradable.

El análisis químico mostró que las Nueces de Cacao contienen **el doble de polifenoles (35 mg/g)** que los chocolates naturales artesanales (15-20 mg/g). Además, contiene ca. **15-19% de fibras suaves naturales saludables.**

Las Nueces de Cacao son relativamente **fáciles de producir** con un método que es mucho más simple que el del procesamiento del chocolate. Pueden venderse directamente a las empresas consumidoras permitiendo obtener un producto sabroso y saludable muy competitivo para los consumidores.

Una vez que se haya desarrollado el mercado de Nuez de Cacao, los agricultores podrán obtener al menos cinco veces más que cualquier precio justo que se paga actualmente por las almendras de Cacao fermentados y secos. *Esto favorecerá la sostenibilidad del cultivo del Cacao.*

Las Nueces de Cacao han sido muy apreciadas por todas las decenas de personas en Brasil y en Holanda que degustaron el producto hasta ahora. Consideran mucho mejor que la calidad de los “nibs” y de las almendras fermentadas y secas de Cacao que se venden a menudo en tiendas de productos naturales.

El producto debe atraer a los consumidores de snacks saludables y naturales y, en general, a todos los consumidores de chocolate amargo.

❖ *Método artesanal de producción de Nueces de Cacao*

***“Todo lo que es bueno habrá que ser sencillo”
(T. cacao, 2017)***

• **Selección de la variedad de Cacao**

Nueces de Cacao se obtienen mejor de variedades de Cacao con almendras medianas a pequeños. Es muy importante que las frutas maduras tengan aromas perceptibles cuando se abren, como Jasmín, Violeta, Rosa, Lirio o presenten aromas mixtos. La pulpa también debe tener sabores afrutados expresivos, como Cítrico, Limón, Arándano, Guanábana, Durazno, Uva o una mezcla de sabores afrutados.

Si no hay aromas expresivos y/o sabores afrutados presentes en la pulpa de las variedades disponibles, se pueden hacer Nueces de Cacao aromatizando las semillas durante el secado en el horno (ver más adelante).

Las variedades normalmente tienen semillas muy amargas y astringentes. Increíblemente, estos sabores no deseados desaparecen durante las 2-3 horas de cocción de las semillas en el horno. Este ha sido uno de los principales descubrimientos durante la invención de CacaoNut.

• **Cosecha de Frutas y Semillas**

Los frutos maduros se cosechan como para el procesamiento normal del Cacao. Los frutos se abren y las semillas con pulpas bien maduras de color blanco/rosado se colocan en una bandeja de acero inoxidable con una altura de 3-5 semillas de Cacao. También se pueden utilizar bandejas que tengan una capa protectora negra contra la adherencia de la pulpa durante la cocción/secado de las semillas de Cacao. Las bandejas de aluminio no son recomendadas porque

harán que la pulpa de las semillas de Cacao se pegue más a la bandeja.

- **Cocción y Secado de Nuez de Cacao**

Antes de comenzar a cocinar y secar las Nueces de Cacao es importante agregar agua a las semillas en la bandeja hasta medio cm de la parte superior de las semillas y de la pulpa.

Hay diferentes regímenes de temperatura que pueden producir una buena cocción y secado de Nueces de Cacao.

Mi método preferido comienza con el horno de la cocina a 220°C y volteando las semillas y la pulpa cada veinte minutos. Una vez que el agua se haya evaporado y el color de las semillas comience a cambiar a un color rosa/rojizo (en ca. de una hora), la temperatura debe ser disminuido a 180°C mientras se voltean las semillas a intervalos de 15 min. Una vez que el color se vuelve más oscuro rojizo/rosado y que las semillas queden más pegajosas, debe reducirse la temperatura a 150°C y continuar mezclando a cada 15 minutos. Una vez que las Nueces de Cacao queden individualizadas y menos pegajosas se debe iniciar el secado abriendo la puerta del horno a 1/3 de apertura y continuar con el control de la temperatura a 150°C. El volteo de las Nueces de Cacao debe continuar a cada 15 minutos hasta que las semillas estén secas y la almendra empieza ser crocante. Normalmente, la superficie de los Nuez de Cacao todavía estará algo pegajosa una vez que termine el secado. Todo el proceso dura unas tres horas.

- **Sabor y Aroma de Nueces de Cacao Secas**

El sabor y aroma de Nueces de Cacao secas se basa en el sabor afrutado y el aroma floral de la pulpa de la variedad de Cacao (o mezcla de variedades) utilizada. Es importante tener en cuenta que, a pesar de la alta temperatura, el sabor afrutado y el aroma floral no se

evaporan durante el proceso de cocción y secado. Otro aspecto importante es que la cáscara de las Nueces de Cacao se vuelve blanda y puede ser fácilmente comido y digerido con el resto de la Nuez de Cacao.

- **Aromatizar las Nueces de Cacao**

Si la variedad de Cacao (o mezcla de variedades) no tiene un sabor y/o aroma muy expresivo es muy posible realizar un proceso de aromatización de las Nueces de Cacao durante el proceso de secado al horno. Se pueden usar de 30 a 60 ml de jugo de fruta fresca (por ejemplo, Maracuyá, Guanábana, Mandarina o cualquier otra fruta sabrosa disponible localmente) por litro de Nuez de Cacao. El jugo luego se secará junto con las Nueces de Cacao e incorporará sabores interesantes a las Nueces de Cacao.

- **Cubrir la Nuez de Cacao con polvo de Cacao**

Para mejorar la apariencia y también el sabor de las Nueces de Cacao es recomendable cubrir la parte exterior pegajosa de la Nuez de Cacao con 100% Cacao en polvo natural (Foto 20.1). El polvo de Cacao producirá Nueces de Cacao secas con un ligero sabor a Cacao.

- ❖ **Producción de “CacaoNutlates”**

CacaoNutlates (*Nuts and Chocolates*) es un producto obtenido de la mezcla física molida de 50% de Nueces de Cacao y 50% de chocolates naturales de 70%. Los porcentajes pueden variar en 40-50% o 60-40% según la preferencia del chocolatero. *Es un producto sabroso y armonioso con presentación en forma de tabletas de chocolate.*

Es posible que es necesario de añadir un poco de manteca de Cacao para obtener una textura adecuada.

❖ **Evaluación sensorial de Nueces de Cacao y de CacaoNutlates**

La Tabla 20.1. muestra las evaluaciones sensoriales:

- de la parte interior (cotyledones) de la Nuez de Cacao,
- de Nueces de Cacao enteras (recubiertas con polvo de Cacao),
- de un chocolate “fino” de 70%, y
- de CacaoNutlates hechas con 50% de Nueces de Cacao y 50% de Chocolate 70%.

La Nuez de las Nueces de Cacao expresó un pequeño amargor, típico del sabor nuez, y sabores fuertes de nuez y de dulzor.

Las Nueces de Cacao enteras mostraron un perfil sensorial expresiva con acidez cítrica y con sabores intensos de nuez, de fruta fresca y de aroma.

El chocolate “fino” de 70% mostró más amargor y astringencia, fuerte sabor a Cacao y mediano sabor a nuez y dulzor.

Los CacaoNutlates mostraron un perfil sensorial muy balanceado con expresiones fuertes de todos los sabores finos: acidez cítrica, nuez y dulzor, fruta fresca y madura, aroma y con persistencia en la boca muy saborosa y duradora.

La preferencia general más alta la obtuvieron la Nuez de Cacao (9) y los CacaoNutlates (10).

El chocolate al 70% utilizado recibió una preferencia relativamente baja (7) en comparación con la Nuez de Cacao y con las CacaoNutlates. Es interesante observar que la mezcla de dos productos con preferencias de 7 y 9 se transforme en un producto con preferencia 10 lo que sugiere una ***expresión sensorial complementaria.***

Nuez de Cacao y CacaoNutlates pueden brindar servicios sensoriales y de salud muy significativas.

Tabla 20.1. Evaluación sensorial de Nueces de Cacao, Chocolate a 70% y CacaoNutlates

Productos	Acidez	Amargor	Astringencia	Cacao	Nuez	Dulzor/Miel	Fruta Fresca	Fruta Madura	Floral	Persistencia	Preferencia	Observaciones
Nuez*	0	2	0	0	8	3	0	0	0	8	8	Nuez fuerte
Nuez de Cacao	4	2	0	2	6	3	8	3	6	9	9	Sensación de fruta seca
Chocolate 70%	0	3	2	7	3	4	0	4	0	7	7	Poco fruta ni aroma
CacaoNutlates	3	2	0	4	4	4	7	4	5	10	10	Muy balanceado

**Parte interior de la Nuez de Cacao (sin testa)*

- Ilustraciones de producción de Nuez de Cacao**



Foto 20.2. Cocción y Secado de Dos Variedades de Cacao en Horno de Cocina



Foto 20.3. Aromatización de Nueces de Cacao seguida de secado adicional en el horno



Foto 20.4. Nueces de Cacao con sabor y aroma natural de Arándano/Rosa (variedad SJ02 de Brasil; el color rojo de las nueces de Cacao está relacionado con el aroma de Rosa en la pulpa.

© Derechos de autor: Albertus Eskes, Dario Ahnert y Chico Durão, Brasil

21

Invención de Perfume de Cacao



Foto 21.1. “Perfume de Cacao” es una fragancia natural muy original de Cacao descubierta en 2018 en Brasil.

❖ *Descripción del perfume de Cacao (BR1020190094877)*

Otro producto nuevo de Cacao inventado por un uni-nacional en Brasil en 2018. El Perfume de Cacao se presenta como una fragancia con aromas naturales como Rosa, Jasmim, Lirio, Violeta y flores mixtas. *La persistencia en la piel del Perfume de Cacao Rosa es más de 12 horas, lo que es tan buena como la del perfume Chanel 5.* Excelente producto para poner en venta junto con chocolates B2B o en perfumerías.

Una vez más, el principal ganador de este producto, una vez comercializado, será el agricultor, ya que el producto base solo puede fabricarse en su explotación agrícola. Un cálculo rápido muestra que un trabajador puede extraer un litro de Perfume de Cacao artesanalmente en dos horas. Eso puede significar con un valor de al menos 100+ USD, nada mal para un trabajo de dos horas.

❖ *Método artesanal de producción de Perfume de Cacao*

**“Todo lo bueno habrá que ser sencillo”
(T. cacao, 2018)**

• **Introducción**

Se sabe que el Cacao produce 30 sabores afrutados diferentes y 13 aromas diferentes en sus frutos maduros frescos (Capítulo 13; *Eskes et al., Agrotropica 30:157, 2018, Google*). Estos sabores y aromas se encuentran en frutas maduras de *la mayoría de las variedades de Cacao nativas y comerciales (Capítulo 13)*. Los aromas encontrados hasta ahora son Rosa, Jasmim, Lirio, Violeta, Floral, Floral pesado, Condimento, Canela, Vainilla, Menta, Levedura, Albahaca y Malte.

La explicación evolutiva de la presencia combinada de sabor y de aroma en los árboles de Cacao es que la diseminación de la semilla

de Cacao depende de los animales frugívoros que trepan al árbol para primero sentir el olor de la fruta para asegurarse de que esté madura y luego para comer la pulpa y tragar las semillas que después son defecadas en el Jardín de Edén.

Los sabores afrutados parecen producirse dentro de la pulpa. Persisten mucho tiempo en pulpas fuera de la fruta.

El aroma es intenso al abrir las frutas, pero disminuye en intensidad después de 10-20 segundos. No sabemos si el aroma se produce en el endocarpio blanco de la fruta fresca madura o en la pulpa. El hecho es que una vez que se sacan las semillas y la pulpa de la fruta el interior de la cascara vacía todavía alberga un fuerte aroma.

Los aromas florales más comunes que se han encontrados en Perú y en Brasil son **Rosa, Lirio, Jasmim, Violeta y Floral.**

- **Método artesanal de producción de perfumes de Cacao**

La idea de capturar los aromas del Cacao nació en Bahía, Brasil en 2018. Todos los árboles de la variedad Amelonado producen un fuerte aroma a Jasmim al abrir la fruta. El autor compró etanol al 100% e intentó capturar el aroma en las cáscaras de las frutas vacías después de haber extraído la pulpa de las frutas maduras cosechadas. La sorpresa fue muy grande en constatar que el etanol capta perfectamente los aromas de la mazorca de Cacao.

Después de la maduración del “Perfume de Cacao” durante 3 a 6 meses en presencia de un fijador de perfume, el perfume artesanal obtenida tenía una intensidad de alcohol suficientemente baja para usar el perfume. El Perfume de Cacao natural obtenido de esta forma puede persistir en la piel durante 8 a 12 horas, que es tanto como el perfume industrial Chanel 5.

- **Cosecha y apertura de frutas**

Las mazorcas maduras se cosechan como para la cosecha normal de Cacao. Las frutas enfermas o heridas deben eliminarse. Las frutas se abren y la pulpa y las semillas se extraen por completo de la cáscara de la fruta.

Recolección de aromas de las cáscaras de frutas vacías

La misma persona que abre las frutas y retira las almendras debe oler el interior de las cáscaras de las frutas vacías para verificar la presencia de aroma. Si hay aroma, pasa la cáscara a la persona que captará el aroma vertiendo etanol al 100 % (mínimo 93 %) en 1/2 a 2/3 de la cáscara vacía. Después de agitar suavemente el etanol durante 10-15 segundos debe verter el etanol en una segunda cáscara vacía y repetir el procedimiento. agitando y vertiendo más cáscaras. Una vez que la cantidad de etanol en la cascara disminuye en *ca.* 50% (1/4 a 1/3 (*esto sucede generalmente después de capturar los aromas de unas 15-20 cáscaras de frutas*)) el alcohol residual se almacena en un recipiente oscuro, como una botella térmica, por lo tanto, en oscuridad.

- **Fijación del Perfume de Cacao**

El ingrediente más importante para fijar el Perfume de Cacao es Galaxolide a 3%. Este producto ayuda a reducir el olor y la sensación de etanol en la piel, también aumenta la intensidad del aroma y la persistencia de Perfume de Cacao en la piel.

Existen otros ingredientes para afinar aún más el aroma, pero no se consideran fundamentales en la elaboración de un producto artesanal.

- **Maduración y embotellado de Perfume de Cacao**

La maduración del Perfume de Cacao y fijador debe realizarse durante 4 a 6 meses hasta que el aroma se vuelva más fuerte y el olor a etanol y la sensación a alcohol sean menos fuertes. Luego puede ser tamizado y embotellado para su comercialización.

© Derechos de autor. Alberto Eskes. Descubridor del Perfume de Cacao

22

Tecnología de Fermentación «Anima» (2019)

“Todo lo bueno será sencillo”
(T. cacao, 2019)



❖ *Introducción*



“Ánima” = “Alma”

“Anima” = “Espírito del Bosque”

Almendras Dulces del Chuncho (= “Del Bosque“)

Imitan 29 Sabores y Aromas en sus Frutas Frescas

De frutas y flores lejanos

Como, *Mandarina, Mango, Banana,*

Arándano, Rosa, Lirio, Jasmim, Vainilla, Menta, etc.

(*Eskes, Rodríguez et al. Agrotropica 30: 157. 2018. Google*)

Tantos Sabores y Aromas en las frutas frescas

Que no se expriman con Fermentaciones Tradicionales

Esa fue la razón para crear un

Nuevo método de fermentación

“Ánima”

Basado en 250 Fermentaciones Experimentales

Entre 2015 y 2019 en *Brasil*

❖ *Ánima “Niño” (2015-2017)*

50 Fermentaciones en Cajas de Poliestireno



Pasos de fermentación acelerada de Anima Niño:

- *Pre-secado de almendras frescas*
- *Aire, y*
- *Inoculación*

Augmentación de puntos de preferencia global por los pasos de fermentación de Anima Niño con respecto al testigo (Tabla 21.1):

- *Pre secado de almendras frescas (+1)*
- *Aire (+2),*
- *Inoculación (+1)*
- *Los tres atributos juntos (+4)*

Tabla 22.1. Evaluación sensorial de almendras secas fermentadas según tres pasos de fermentación del método “Anima Niño” y el método completo

Días ferm.	Tratamiento	Acido cítrico	Amar-gor	Astrin-gencia	Fruta fresca	Fruta madura	Floral	Prefe-rencia	Obser-vaciones
6	Testigo	0	3	4	0	2	0	5	
6	+ Inoculum	0	3	2	0	2	0	6	
5	+ Aire	0	3	3	0	0	4	7	Floral
5	+ Prese-cado	0	2	3	0	1	0	6	
4	Anima Niño Completo	0	0	0	2	3	3	9	Nuez
Otros tratamientos completos de Anima Niño									
4	Amelo-nado	0	2	1	0	2	7	8	Jasmim
3	Salobrinho 3	0	1	1	0	5	5	10	Guanábana/ Lirio
3	EET 397	0	2	1	0	5	6	10	Mango/ Rosa

Muy buenos resultados sensoriales fueron obtenidos con Anima Niño expresando fuertes atributos frutales y florales (vea resultados de los tres pasos aplicados en conjunto en la Tabla 22.1):

- ¡La combinación de los tres pasos innovadores marca la diferencia!
- El aire parece ser el paso más importante
- Anima Niño es un método acelerado (3-4 días)

2017: Distinción obtenida por Anima Niño en el “Cocoa of Excellence (CoEx)” de París

Discusión sobre Anima Niño:

“El pre-secado de las almendras frescas y la forma en que se introduce el aire en las cajas pequeñas son pasos no bien adaptados para fermentaciones de Cacao a gran escala”

► Buscamos adaptaciones de Anima para fermentaciones a mayor escala (2017).

❖ Anima “Adulto” (2017-2019)

250 fermentaciones y otras innovaciones:

- ❖ *Sistema de aeración intensificado:*
(Más aire = + 2-3 puntos más de preferencia)
- ❖
- ❖ *Sistema de inoculación modificado y/o opcional:*
(= + 1 punto más de preferencia)

La finalización de fermentación se hace por la intensidad baja del olor de ácido acético y por la degustación de almendras por amargor bajo (= resultados de calidad más constantes)

❖ Anima vs fermentaciones tradicionales

Una de las principales características de la fermentación tradicional es la separación entre los procesos de fermentación alcohólica y acética. Se considera que la fase alcohólica de 36-48 horas se *beneficia de las condiciones anaeróbicas* porque los hongos de levadura estarían prefiriendo crecer en ausencia de oxígeno.

Nuestro método demuestra que las levaduras se desarrollan tan bien, y quizás mejor, en condiciones aeróbicas que en condiciones anaeróbicas, invitando al mismo tiempo a las bacterias acéticas a

entrar en el juego de la fermentación más temprano y creando así una superposición de las fases de fermentación alcohólica y acética.

Nuestra explicación tentativa sobre la fase alcohólica aeróbica de Anima es que, con el aumento de la cantidad de aire en el sistema, las levaduras realizan parcialmente un **proceso de fermentación** (producción de alcohol y CO₂) y parcialmente un **proceso de respiración** (producción de H₂O y CO₂). Este último proceso produce una mayor cantidad de energía que la fermentación, aumentando la temperatura del sistema más rápidamente que con la fermentación anaeróbica. Se supone que los procesos simultáneos de fermentación y de respiración de las levaduras sean responsables de la menor producción observada de alcohol y de ácido acético en fermentaciones Anima en comparación con las fermentaciones tradicionales. Esto debe ayudar a reducir la duración total de la fermentación Anima a 3-5 días en vez de 5-7 días para la fermentación tradicional.

En las fermentaciones de Anima, *la intensidad del ácido acético disminuye considerablemente cuando la fermentación llega cerca del final*, mientras que con las fermentaciones tradicionales las intensidades de ácido acético continúan altas hasta el final de los 6-7 días de fermentación. Por lo tanto, las almendras de Cacao Anima tienen un contenido de ácido acético casi cero ya al final de la fermentación. Las almendras tradicionales necesitan un secado lento para eliminar las altas intensidades de ácido acético, lo que a menudo no se logra.

Otra diferencia importante de Anima con el método tradicional está en la forma en que se finalizan las fermentaciones. En el método Anima se decide finalizar la fermentación en base a las *evaluaciones de amargura y astringencia de las almendras* una vez que la intensidad del ácido acético ha disminuido significativamente después de 3 a 5 días. Si el amargor se reduce a 0-2 puntos en una escala de 0 a 10 puntos, la fermentación Anima será finalizada y las almendras se deben poner a secar.

En las fermentaciones tradicionales la verificación del momento adecuado para finalizar las fermentaciones se realizaba principalmente por el color de los cotiledones (teste de corte) y más recientemente también por mediciones de pH.

❖ *Temperaturas de fermentación de Anima*

Tabla 22.2. Temperaturas de fermentaciones Anima con días variables de descanso de frutas

Días de descanso	Variedad	HORAS											Días de fermentado
		24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	
0	Testigo	27	27	27	40	44	38	43	39	44	39	41	6
0	Mix	30	32	31	40	37	38	35	37	34	X		5
0	CCN51	34	30	33	38	37	35	34	43	41	X		5
3	Trinitario	29	31	31	44	40	40	34	X				4
4	FA	34	30	33	38	37	35	34	43	41	X		5
4	Mix	35	39	40	41	40	40	X					3,5
5	SJ02	34	36	46	42	44	42	43	X				4
5	CEPEC 2002	42	42	43	41	43	38	X					3,5
5	BN34	36	40	42	39	42	42	34	X				4
6	Mix	29	32	31	43	33	41	X					3,5
7	Mix	31	37	45	44	43	44	42	X				4,0

Análisis de la Tabla 22.2

- ***La duración de la fermentación de Anima Adulto es acelerada (3-5,5 días) en comparación con la fermentación de control (6 días)***
- ***Con mayor número de días de descanso el tiempo de fermentación tiende a disminuir.***
- ***La temperaturas de Anima son 2-5 °C mas bajas que del testigo.***
- ***La baja de la temperatura en algunos tratamientos es una indicación que la fermentación llega al final***

❖ *Perfiles sensoriales de almendras y chocolates
Anima Adulto*

• **Almendras Anima**

Table 22.3. Perfiles Sensoriales de Almendras Anima Comparados con un Perfil de Almendras Fermentadas Tradicionalmente

Días fermentado	Días de descanso	Variedad	Ac. cítrico	Amargor	Astring.	Miel	Nuez	Fr. Fresca	Fr. Madura	Floral	Persistencia	Preferencia
4	0	Mix 1	4	1	0	4	5	6	3	3	9	10
4	4	PS40.7	0	2	1	4	6	0	6	6	8	9
4	4	FA13	1	0	0	3	4	0	4	3	8	9
3	4	FM31	0	1	0	6	4	0	6	5	9	9
5	3	Amelonado	1	2	1	3	4	3	3	4	8	9
5	3	CCN51	4	0	0	4	6	5	3	6	9	10
4,5	3	BN34	0	3	2	3	5	0	8	7	8	8
3,5	5	Mix 2	0	1	2	5	6	2	8	6	10	10
6	0	Testigo Amelonado	2	4	3	0	0	0	4	0	4	6

Las cualidades sensoriales de las almendras Anima tienen **Preferencias Globales** de 8 a 10 (Tabla 22.3). Suelen estar entre 3 y 5 puntos por encima de las almendras obtenidas mediante fermentaciones tradicionales. Son perfiles sensoriales **muuy complejos y armoniosos**.

Anima transforme cacao “bulk” en Cacao fino (por ejemplo, Amelonado y CCN51). Las cualidades sensoriales de chocolates

Anima tienen **Preferencias Globales** de 9-10 en comparación con 6 para el control Amelonado (Tabla 22.3).

- **Chocolates Anima**

Todos los perfiles sensoriales del chocolate Anima son complejos y equilibrados, incluso si se basan en los 3 orígenes mono varietales representados en la Tabla 22.4.

Observase que los perfiles sensoriales de almendras Anima son parecidos a los perfiles de chocolates Anima (Amelonado y CCN51 en las Tablas 22.3 y 22.4) (vea también el Capítulo 25)

Todos los chocolates Anima muestran un amargor y una astringencia bajos o nulos, sabores altos a caramelo y nueces (¡sí, como en el Criollo puro!), aroma y fruta fresca/madura varietal y una persistencia en la boca larga y agradable.

La fermentación del **Amelonado testigo** expresó amargor y astringencia media/alta, con intensidades bajas de los sabores y los aromas finos, y una persistencia corta.

El **Amelonado Anima** expresó poco amargor y astringencia, fuerte sabor caramelo y nuez y fruta fresca y madura equilibrada.

Los chocolates **Maranhão y Trinitario** quedaron algo astringentes luego después de su elaboración. Sin embargo, después de 2 meses de maduración, esta característica desapareció.

Maranhão es una subvariedad de Amelonado. Sin embargo, tiene un sabor a fruta fresca más pronunciado que recuerda el del chocolate Anima Trinitario.

El híbrido con **Trinitario** tiene sorprendentes características sensoriales de fruta fresca que parecen volverse líquidas, como un vino tinto, a medida que avanza la degustación. La puntuación de preferencia de 10+ va más allá de la escala de 10 puntos.

El chocolate Anima de la variedad **CCN51**, considerada como ordinario por su calidad mediocre cuando es fermentada tradicionalmente, no tiene amargor ni astringencia y muestra un perfil de cacao fino balanceado.

Table 22.4. Perfiles Sensoriales de Chocolates Anima Comparados a un Perfil de Chocolate Tradicional

Variety	Ac. cítrico	Amargor	Astring.	Cacao	Caramelo	Nuez	Fr. Fresca	Fr. Madura	Floral	Persistencia	Preferencia
Amelonado	2	1	1	5	5	6	4	4	3	9	9
Maranhão	0	0	1	5	5	6	5	3	3	10	10
Trinitario	4	1	2	4	4	5	6	2	3	10	10+
CCN51	2	0	0	7	3	3	4	4	3	9	9
Verde Cambodia	2	0	0	6	6	8	0	8	5	9	10
Mix Cambodia	2	0	0	5	6	8	4	4	4	9	10
Durian TropMix	4	0	1	4	6	6	10	3	4	10	10++
Amelonado Testigo	2	3	2	6	2	2	0	3	2	6	6

Los siguientes chocolates Anima se elaboraron con almendras producidas en la nueva plantación de Cacao CFARM en el oeste de Camboya. La mezcla de variedades “**Verde**” es compuesta por seis variedades clonales introducidas de Vietnam y Malasia. Estos pueden ser considerados en su mayoría como genotipos de Forastero. A pesar de esto, identificamos un rico arsenal de sabores de frutas frescas en las pulpas de estas variedades: *Uva*, *Guanábana*, *Durazno Amarillo* y *Uva Moscatel*. Los aromas identificados fueron Jasmín y Hierba. Esto demuestra las bases de Cacao fino presentes en estos Cacaos.

El chocolate **Verde** Anima es muy delicado con sabores muy fuertes a caramelo y nueces. La fruta madura es muy intensa, lo que puede explicarse por la presencia de los cuatro sabores de

frutas en las pulpas de las seis variedades que probablemente se transformó en fruta madura durante el proceso de tostado. Lo más sorprendente es el atributo de aroma a base de hierbas que está bien expresado en el chocolate Verde a pesar de que se originó en solo una de las seis variedades. *Ciertamente sugiere la fuerte persistencia de este atributo durante la fermentación y el procesamiento.*

El chocolate Camboya Anima **Mix** se basa en 8 variedades clonales, 6 con frutas verdes (como la variedad Verde anterior) y dos con frutas rojas. Las variedades de fruta roja TD3 y TD10 tienen pulpa que recuerda el Trinitario con sabor a Limón y aroma a Jasmim. Los chocolates Mix Anima expresan exactamente esta composición genética, o sea una buena armonía de frutas frescas y maduras en comparación con la expresión de solo frutas maduras en el chocolate del Verde.

El chocolate **Durian TropMix** contiene una mezcla de las ocho variedades de CFARM. El tratamiento TropMix consistió en agregar pulpa de la fruta Durian mezclada a la masa de Cacao en fermentación. Esto no alteró la temperatura (36-46 °C) ni la duración de la fermentación (3,5 días). El Durian TropMix es el chocolate más asombroso que he comido en mi vida. Expresa acidez cítrica y fuertes sabores a caramelo/nueces. ¡El sabor a fruta fresca que prevalece es muy sabroso y viene con una consistencia líquida de un vino de Porto! La preferencia general no puede ser inferior a 10+++.

*Lo anterior muestra el interés en **casar la tecnología TropMix con la tecnología Anima** para producir ilimitadas nuevas combinaciones de sabores y aromas en chocolates.*

Desafortunadamente, los concursos internacionales y nacionales de Cacao y chocolate tienden todavía a prohibir la participación de muestras de almendras o chocolates producidos con el método TropMix. Esto es tanto más contradictorio que a los fabricantes de chocolate se les permite hacer cualquier inclusión o aromatización en chocolates para concursos.

23

Potencial de Anima en la Creación de Segmentos de Mercado de Cacao Fino y Más Saludable

- **Producción en masa de almendras Anima**

Las fermentaciones de Anima tienen el potencial de ser aplicadas a gran escala incluso por pequeños agricultores. El método es relativamente **simple** y se puede aplicar con **protocolos adaptados para las instalaciones de fermentación existentes de pequeños y grandes agricultores**. Además, el método es **económico** ya que no hay necesidad de ningún ingreso externo a la granja.

Estas condiciones anteriores garantizan la viabilidad de la aplicación exitosa de la tecnología Anima a gran escala, lo que permite crear potencialmente un **gran segmento de Cacao fino de aroma en el mercado internacional del Cacao**.

- **Potencial de los servicios de salud de productos de Cacao Anima**

Anima proporcione calidad mejorada combinada a servicios de salud incrementados.

La alta calidad sensorial de las almendras de Anima permitirá la supresión del **proceso de alcalinización industrial comúnmente aplicado (“Dutching”)** que elimina las características negativas de las almendras de Cacao comerciales (*acidez, amargor y astringencia*), pero también sus características positivas (*sabores y aromas de frutas frescas y anti-oxidantes*) (Hurst *et al.* 2011).

Los efectos negativos del proceso Dutching sobre las cantidades de flavonoles en el Cacao en polvo se muestran en la Figura 23.1. Los porcentajes restantes de flavonol en polvos de Cacao alcalinizados con intensidades bajas, medias y altas son 39%, 21% y 10%, respectivamente, con un promedio de *aprox. 23%*. (Miller *et al.*, 2008).

En otras palabras, los productos de Cacao Anima que no necesitan el Dutching **umentarían el contenido de polifenoles en un 156%, 376 % y 900 %, respectivamente, para intensidades de Dutching bajas, medias y altas (Figura 23.1)**. En promedio, esto significa un aumento de alrededor del 400% a 500% veces de antioxidantes en comparación con los productos de Cacao alcalinizados que actualmente dominan los mercados de productos de Cacao.

Por lo tanto, la producción a gran escala de Cacaos Anima tiene el potencial real de aumentar significativamente la calidad de los productos de Cacao, así como sus servicios de salud en comparación con los productos de Cacao industrial que predominan actualmente.

Las deducciones anteriores deberían justificar un interés creciente de las pequeñas y grandes industrias del Cacao, así como de los consumidores de Cacao, por los Cacaos Anima. Esto podría impulsar los segmentos de mercado de productores y consumidores basados en la tecnología de fermentación de Anima.

Todo esto debería ser capaz de mejorar los precios para los productores, y por lo tanto, la sostenibilidad del Cacao a mediano y largo plazo.

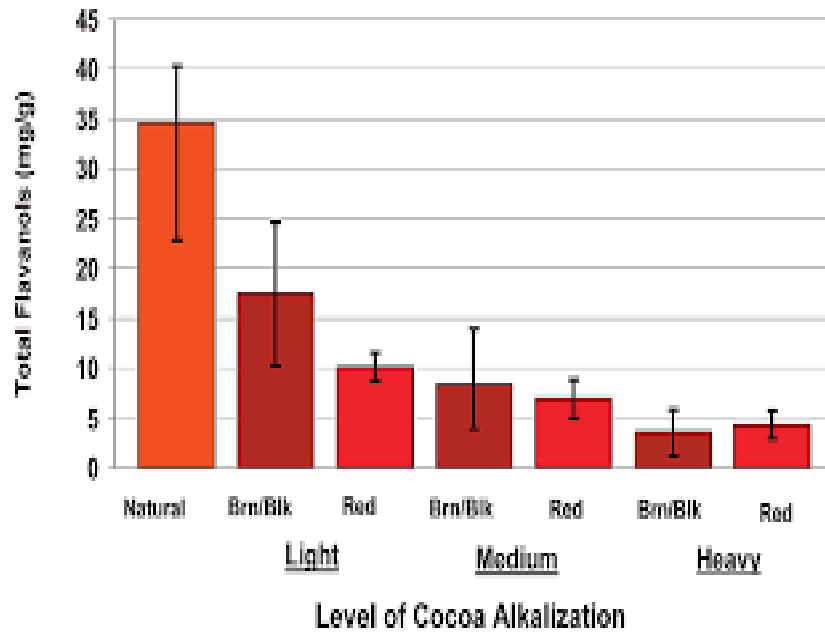


Figura 23.1. Efecto de 3 niveles de Dutching en los contenidos de flavonoides en el Cacao en polvo (Miller et al., 2008)

© Derechos de autor
Albertus Eskes, David Pujol y Dario Ahnert
Inventores de Anima, 2019, Brasil



Figura 23.2. Publicidad para Anima Realizada hecha por mi nieta Flora de siete años. Le encanta los chocolates Anima amargos porque no son amargos.

“Quien posee la infancia de las preferencias de Cacao posee el futuro de las preferencias de Cacao”

24

Transformación del Cacao Africano en Cacao “Fino”

- **Variedades híbridas de Costa de Marfil**

Como se mostró en el Capítulo 22, *la tecnología de fermentación Anima* puede transformar variedades “bulk” americanas, como el CCN51 y el Amelonado, en variedades con atributos expresivos de fino sabor: caramelo, nuez, afrutado y aroma Jasmim. (Tablas 22.2. y 22.3) y con preferencia global de 9-10 de sus almendras y de sus chocolates.

Se realizó un estudio de ocho *fermentaciones de Anima* con cacao fresco de variedades híbridos de Forastero en dos sitios en Costa de Marfil: Grand Bassam y Yamoussoukro. Los perfiles sensoriales promedios y el testigo están representados en la Tabla 24.1.

El testigo tradicional de Costa de Marfil muestra acidez acética, amargor y astringencia medianamente fuerte y poca expresión de atributos finos. ***Por esto no puede ser considerado como un cacao fino pero si como un cacao bulk.***

Los dos perfiles ***de variedades Forastero híbridas*** de Grand Bassam y de Yamoussoukro son típicos para cacaos finos. *Muestran poco amargor y astringencia y mediano-fuerte intensidad de miel y nuez. El perfil de Grand Bassam es muy equilibrado y ha recibido un 9 de preferencia. El perfil promedio de Yamoussoukro expresa además atributos de fruta fresca y floral más intensos y ha recibido un 10 de preferencia.*

Estos resultados muestran que cacao bulk Forastero de Costa de Marfil puede ser transformado en cacao muy fino con el método de Anima.

- **Variedades Forasteros Amazónicas (IMC, PA, Amelonado)**

Decidimos aplicar Anima en genotipos **Forastero Amazónicos** del tipo IMC y PA muy utilizados en la creación de nuevas variedades en Ghana, Costa de Marfil y Nigeria. Frutos de 15 clones de IMC y PA se obtuvieron en la colección de germoplasma de CEPLAC en Itabuna, Brasil. *Los frutos frescos de IMC y PA mostraron características frutales y aromáticas en el 50% de sus pulpas, lo cual fue inesperado para estas variedades de Forastero.*

Se observaron los siguientes atributos sensoriales en almendras Anima (Tabla 24.1): **0 acidez, 2 amargor, 1 astringencia, 3 miel, 2 nuez, 5 afrutados, 3 florales y 9 de preferencia general.** Es un perfil de cacao fino parecido al perfil de la variedad híbrido de Grand Bassam.

Hicimos varias fermentaciones Anima en Brasil con la variedad Amelonado que es la variedad a la base del cultivo de cacao en Africa. La expresión de los atributos sensoriales de la almendras fue (Tabla 22.1): **0 acidez, 1 amargor, 1 astringencia, 5 dulce, 6 a nuez, 4 afrutado fresco, 4 afrutado maduro, 3 floral y 9 en preferencia,** o sea un perfil típicamente de cacao fino.

La similitud genética de las variedades Amelonado/IMC/PA utilizadas en nuestro estudio con las variedades de Cacao africano sugiere fuertemente que el Cacao bulk africano se puede transformar en Cacao fino mediante la aplicación de la tecnología de fermentación Anima que exalta los atributos de sabor fino existentes en estas variedades.

Tabla 24.1. Perfiles de Almendras Anima producidas en Costa de Marfil (Grand Bassam y Yammoussukro), con variedades de cacao Forastero africanas (IMC+PA), con fermentaciones Anima en montón y Forastero testigo.

Tratamientos	Ac. cítrico	Amargor	Astringencia	Miel	Nuez	Fr. fresca	Fr. madura	Floral	Preferencia
Anima Híbrido Grand Bassam	1	1	1	4	4	1	5	3	9
Anima Híbrido Yammoussukro	2	2	1	3	4	4	6	6	10
15 clones Amazon IMC y PA	0	2	1	3	2	0	5	3	9
Fermentación en Montón Anima	0	2	1	2	2	3	4	5	8
Fermentación en Monte Tradicional	0	5	3	0	0	0	2	0	5
Fermentación Forastero RCI Tradicional	4	6	4	1	1	0	3	0	5

- **Fermentación Anima en montones modificada**

Ghana es conocida por su calidad de Cacao bulk relativamente buena gracias a la aplicación general de las fermentaciones tradicionales en montones con cobertura de hoja de banana. En Brasil, comparamos la fermentación tradicional en montones con el mismo método adaptado con el procedimiento Anima.

Para la fermentación testigo en montones, **la expresión de los atributos sensoriales de la almendra fue (Tabla 24.1): 0**

acidez, 5 amargor, 3 astringencia, 0 dulce, 0 nuez, 0 afrutado fresco, 2 afrutado maduro, 0 floral y solo 5 para preferencia.

Para la fermentación en montones de ***Anima modificado*** se obtuvo el siguiente perfil: ***0 acidez, 2 amargor, 1 astringencia, 2 dulce, 2 nuez, 3 afrutado fresco, 4 afrutado maduro, 5 floral y 8 para preferencia.*** Es un perfil de cacao fino con preferencia de 3 puntos superior al perfil del testio.

Esto sugiere que los Cacaos bulk africanos fermentados en montones se pueden transformar en Cacaos finos incluyendo el proceso Anima en el proceso.

• Conclusiones

La Tabla 24.1 muestra que los tipos de variedades bulk Forastero africanas (***híbridos, IMC/PA y Amelonado***) se pueden transformar en variedades de ***Cacao fino con expresión de perfiles sensoriales complejos y atractivos con puntajes de preferencia de 8-10*** (Tabla 24.1). Estas puntuaciones de preferencia para Anima “africana” se comparan con puntuaciones de 5-6 de preferencia para los testigos (Tablas 22.3 y 24.1).

Por lo tanto, se puede esperar que el método Anima puede transformar en gran escala los Cacaos “bulk” africanos en Cacaos de alta calidad., aun con el método africano modificado de fermentación en montones.

25

Método de Evaluación Sensorial de Almendras y de Chocolates Anima

❖ Evaluaciones tradicionales de calidad de almendras

Las cualidades de las almendras secas de Cacao han sido evaluadas principalmente por los colores de los **cotiledones con la prueba de corte**. Un mayor % de cotiledones marón claro indicaría un mayor porcentaje de almendras bien fermentados. Generalmente, el 70% de almendras bien fermentados se considera como mínimo para de un lote bien fermentado. Más recientemente, un valor de pH relativamente alto (5,2-5,6) se ha convertido en un parámetro adicional para evaluar la eficiencia de la fermentación. Sin embargo, la relación de las evaluaciones colorimétricas y de pH con las características sensoriales favorables de la almendra nunca se ha establecido claramente. Es evidente que hay una cierta relación entre el índice de fermentación con los sabores básicos. Se espera que un índice de fermentación alto indique que un lote de Cacao sea menos amargo y astringente, pero también podría estar relacionado con un perfil sensorial menos fino y/o una fermentación excesiva. Por otro lado, los índices de fermentación

más bajos pueden ocultar un perfil sensorial más interesante, incluida la presencia de sabores afrutados, aunque probablemente las almendras sean más amargos y astringentes. Es probable que un pH alto esta relacionado con una menor intensidad de ácido acético.

Sin embargo, la prueba de corte, así como el valor de pH, no brindan información sobre las características del perfil sensorial de las almendras de Cacao fino.

❖ Propuesta internacional para un estándar de evaluación sensorial de almendra cruda

Desafortunadamente, los especialistas sensoriales del Cacao aún no han propuesto un método adecuado para realizar evaluaciones de la calidad sensorial del grano cruda en las fincas. *Esta es una brecha enorme dentro de la cadena de producción del Cacao fino, ya que el agricultor está desorientado sobre qué camino seguir para obtener almendras de mayor calidad.*

The *Fine Cacao and Chocolate Institute* (FCCI) circulated a sensory method for raw bean quality evaluations as part of the *International Standards for the Assessment of Cocoa Quality and Flavour* (ISCQF). (*Estándares Internacionales para la Evaluación de la Calidad y el Sabor del Cacao, ISCQF*). Incluye la evaluación sensorial de nibs de almendras crudas molidas de 0,5 mm de diámetro obtenidos a partir de 30-50 almendras por lote tratados con una galleta de palomitas de maíz o con cascanueces. Los nibs se colocarán en la lengua y se evaluarán los atributos sensoriales a medida que evolucionan en la boca.

Testé esta versión del método y encontré grandes discrepancias con mi propio método. La acidez se sobrestima mucho, el amargor y la astringencia se evalúan más o menos correctamente, pero todos los atributos finos de sabor y aroma se subestiman en gran medida.

Por lo tanto, concluyo que el método propuesto no es adecuado para la evaluación de almendras de Cacao fino.

Registré mis datos comparativos y presenté mi inquietud a los coordinadores de esta propuesta. *Para mi sorpresa, la propuesta se adoptó oficialmente a principios de 2021 como un nuevo método estándar internacional para evaluar las características sensoriales de las almendras de Cacao crudas. Además es un método poco adaptado a las condiciones del productor en su finca.*

❖ *Mi método de evaluación sensorial de almendras*

Desde el inicio del desarrollo de un método mejorado de fermentación del Cacao creamos **un método propio de evaluación sensorial de la almendra cruda**. El desarrollo del método de fermentación Anima hubiera sido imposible sin un método fiable de evaluación de la calidad sensorial de la almendra cruda. El método nos ha permitido realizar **comparaciones** entre diferentes tratamientos de Anima, así como con el tratamiento de testigo. Lo que es más importante, también permitió monitorear el **proceso de maduración de la almendra Anima** después de la fermentación y el secado. Esto nos permitió decidir cuándo las almendras se vuelven aptos para hacer chocolates de calidad Anima.

Las almendras de Cacao crudas permiten la evaluación de atributos sensoriales que también se pueden observar en los chocolates. Por lo tanto, se considera posible capacitar a técnicos en la evaluación de chocolates para también evaluar los mismos atributos en almendras crudas.

El número de almendras utilizado para la evaluación sensorial de lotes de almendras **crudas Anima** puede limitarse a 3-5. Esto se debe a que todas las almendras de Anima dentro del mismo lote de fermentación tienden a expresar el mismo sabor, *incluso si el lote contiene una mezcla de diferentes variedades*. Se preparan nibs de 0,1-0,2 cm de diámetro de los 3-5 almendras crudas Anima utilizando un cuchillo pequeño. Los nibs de diferentes almendras se mezclan y se prueban de 8 a 10 nibs de cada lote que se mastican bien. Los atributos sensoriales se registran según la secuencia en que se perciben en la boca y en la nariz (ver Tabla 25.1). Si es necesario, se toma agua entre dos evaluaciones para limpiar las sensaciones sensoriales en la boca.

Para los lotes de ***fermentación tradicionales***, es necesario preparar nibs de al menos 10 almendras crudas para representar las cualidades sensoriales promedio de las almendras.

Mi método de evaluación sensorial de almendras crudas se basa en 10 años de experiencia en la evaluación de distintos atributos sensoriales de almendras. Distingo los siguientes atributos sensoriales de la almendra que siguen más o menos la secuencia con la que estos se perciben en la boca y en la nariz:

Acidez cítrica

Amargura

Astringencia

Miel dulce

Nuez

Fruta Fresca

Fruta Marrón

Floral/Hierba

Picante

Retrogusto o Persistencia

Preferencia Global

Observaciones (características especiales positivas o negativas)

La escala utilizada para estas evaluaciones va del 0 al 10.

Como las almendras Anima rara vez expresan sabores extraños, estos solo se anotan en la columna de Observaciones. Algunas otras características negativas que se pueden anotar en la columna de Observaciones son: “Ácido acético”, “Leñoso “, “Sobre fermentado” y “Plano = Sin sabor ni Aroma” . Algunos atributos positivos que podrían mencionarse son “Frutado/Floral”, “Aromático “, “Complejo” y “Armonioso”.

❖ *Almendras vs. chocolates Anima*

La Tabla 25.1 muestra cuatro comparaciones de perfiles sensoriales de almendras y chocolates Anima. Los chocolates con 70% de Cacao fueron elaborados en el laboratorio CIC en Ilheus, Brasil, mediante un tostado a 120 °C durante 25 minutos.

En general, los perfiles de chocolate se asemejan mucho a los perfiles sensoriales de almendra cruda de Anima.

La acidez acética estuvo presente solo en las almendras del testigo. Se encontró algo de *acidez cítrica* en el chocolate CCN51 que parecía relacionado con el atributo de fruta fresca de este clon.

Las intensidades de *amargor y de la astringencia* fueron bajas en las almendras y ausentes en los chocolates, lo que sugiere que el procesamiento del chocolate ha eliminado estas características residuales en las almendras. Esto fue lo más evidente para el clon CCN51.

El *sabor a Cacao* fue más fuerte en CCN51 y en el híbrido de Scavina 6. Este atributo nace durante el tostado y, por lo tanto, rara vez se observa en las almendras.

Los sabores de *caramelo y nuez* tienden a aparecer con una fuerza similar en las almendras y en los chocolates. El ligero amargor de las almendras Amelonado parece haber ocultado estos atributos en las almendras Amelondo, mientras que esta variedad mostró fuertes atributos de caramelo y almendras en su chocolate. El fuerte amargor en las almendras del testigo no parece permitir que estos atributos se expresen en las fermentaciones tradicionales.

Los sabores a *frutas frescas y frutas marrones* fueron fuertes en las almendras Anima y en los chocolates Anima de todas las variedades. Curiosamente, hubo cambios de mayores intensidades de frutas marrones en las almendras para frutas más frescas en los chocolates. El caso extremo fue EET397 que cambió completamente de fruta marrón en sus almendras a fruta fresca en los chocolates. Lo atribuyo al efecto del azúcar en los chocolates que ayuda a revelar más el carácter de frutado fresco, ya que la fruta fresca en la naturaleza siempre se asocia con el azúcar. Entonces, aparentemente, la intensidad de la fruta fresca en las almendras es más difícil de identificar que de la fruta marrón.

El atributo *picante* no se observó en estas muestras de almendras y chocolate. Este atributo es relativamente raro en el Cacao.

El atributo *floral* estuvo presente en intensidades expresivas en las almendras de las cuatro variedades. Amelonado y el Híbrido Scavina 6 mostraron aromas florales significativamente más bajos en sus chocolates que en sus almendras. Esto puede estar relacionado al tostado a 120 ° C. *Mis experiencias con el tostado han mostrado pérdida de la mayoría de los aromas a temperaturas superiores a 110 ° C.*

Sin embargo, la intensidad del aroma a rosa en EET397 seguía siendo muy fuerte en los chocolates. Lo atribuyo al carácter de fuerte persistencia de este aroma que es en parte herbal en comparación con otros aromas de Cacao más delicados. La intensidad del aroma de las almendras del testigo fue, como se esperaba, muy baja. Esto lo atribuyo al largo tiempo de fermentación a altas temperaturas que provocaría la evaporación del aroma.

El *retrogusto o persistencia en la boca* es un atributo que lamentablemente rara vez se incluye en las evaluaciones sensoriales del chocolate en todo el mundo. *Sin embargo, considero que es el atributo más importante ya que resume la persistencia de los atributos sensoriales más o menos favorables después del consumo de la almendra o del chocolate.* Las almendras y los chocolates Anima tienen un retrogusto muy sabroso y largo que dura 20-30 minutos en la boca. Los chocolates con amargor y astringencia, aunque no sean muy fuertes, suelen tener un retrogusto corto y menos agradable. Tabla 25.1. muestra que las puntuaciones del retrogusto de la almendra cruda se asemejan mucho a las del retrogusto del chocolate.

❖ *Evaluación simplificada del atributo sensorial de la almendra*

Estos resultados anteriores sugieren que dos atributos sensoriales pueden tener un valor predictivo válido para todo el perfil sensorial de las almendras de Cacao crudas:

- Amargura, y
- Retrogusto.

*Tabla 25.1. muestra que las almendras con puntajes de **intensidad de amargor más altos** tenían puntajes de preferencia general más bajos. El caso extremo es la muestra de almendra del testigo que tuvo el puntaje de amargor más alto de 5 y también el puntaje de preferencia más bajo de 6. Por otro lado, las dos muestras del Híbrido de Scavina 6 y de EET397 que tuvieron los puntajes de amargor más bajos de 1 y 2, respectivamente, obtuvieron el puntaje de preferencia más alto de 10. Las almendras Amelonado, también con puntaje de 2 para amargor, obtuvieron también un puntaje alto de 9 para preferencia. Las almendras CCN51, con un puntaje de 3 para amargor, tuvieron el puntaje de preferencia más bajo de 8 entre las almendras crudas Anima.*

*La relación negativa identificada anteriormente entre la intensidad del amargor y las puntuaciones de preferencia sugiere que **el amargor** es un criterio simple que sirva para acelerar las evaluaciones y los controles de calidad de almendras Anima, y de otras fermentaciones, en vez de realizar una evaluación de todos los atributos sensoriales mencionados en la Tabla 25.1.*

*El segundo criterio que parece tener un valor predictivo elevado de la preferencia de almendras crudas es el **retrogusto**. La tabla 25.1 muestra que las puntuaciones de retrogusto están muy estrechamente relacionadas con las puntuaciones de preferencia. El retrogusto más bajo de 5 lo obtuvieron las almendras del testigo que tenían también la preferencia más baja. Las almendras de CCN51 obtuvieron un retrogusto intermedio de 7 y una preferencia de 8. Las puntuaciones de retrogusto más altas de 8-10 se obtuvieron para las muestras de almendras con la puntuación de preferencia más alta (9-10). Esta fuerte relación puede explicarse por la expresión integrada de todos los atributos sensoriales y por su duración que se experimenta en la boca al final de la degustación de la almendra cruda.*

En resumen, lo anterior nos justifica para proponer el uso de *evaluaciones de atributos sensoriales de almendra cruda simplificadas y más elaboradas* de la siguiente manera, cada una para los siguientes propósitos específicos:

- ***Intensidad del amargor de la almendra***

Evaluación: 0 = cero, 1 = bajo, 2 = promedio, 3 = alto y 4 = muy alto

Propósitos:

- A. Evaluación del amargor de la almendra fresco.
- B. Control de la calidad de fermentación y del secado de almendras, y
- C. Evaluaciones de rutina en el tiempo de lotes de almendras almacenados.

- ***Intensidad y duración del retrogusto***

Evaluación: 0 = malo, 1 = bajo, 2 = promedio, 3 = alto y 4 = muy alto

Propósitos:

- a. Evaluación de la calidad sensorial de almendras fermentadas y secos, y
- b. Monitoreo de la calidad durante el almacenamiento de lotes de almendras fermentados y secos

- ***Evaluación sensorial completa de almendras crudas***

Siempre que sea factible, este es el método preferido para la evaluación de todos los atributos sensoriales indicados en la Sección 25.3. y, lo que es más importante, para comparar los perfiles sensoriales completos de lotes de almendras fermentadas y secas.

Tabla 25.1. Atributos sensoriales de Almendras Crudas Comparados a Atributos de Chocolates (escala de 0 a 10)

Variedad (Sabor y aroma de pulpas)	Ac. cítrico	Amargor	Astring.	Cacao	Caramelo	Nuez	Fr. fresca	Fr. marrón	Especie	Floral	Retrogusto	Preferencia	Observaciones
Amelonado (citrus/Jasmim)													
<i>Chocolate</i>	0	0	0	4	5	5	2	4	0	2	9	10	<i>Harmonioso</i>
<i>Almendras</i>	0	2	0	-	3	2	0	5	0	6	8	9	<i>Floral</i>
CCN51 (Citrus/Jasmim)													
<i>Chocolate</i>	2	0	0	6	3	3	4	4	0	4	9	9	<i>Cacao/Frutado</i>
<i>Almendras</i>	0	3	2	-	3	3	0	3	0	4	7	8	<i>Amargo</i>
Híbrido Scavina 6 (Uva Muscat/Lírio)													
<i>Chocolate</i>	0	0	0	5	5	3	2	6	0	2	10	10	<i>Uva pasa Muy frutado</i>
<i>Almendras</i>	0	1	0	-	4	3	0	7	0	6	10	10	<i>Fruta/ Floral</i>
EET397 (Mango/Rosa)													
<i>Chocolate</i>	0	0	0	4	3	2	7	0	0	8	10	10	<i>Fruta//Floral</i>
<i>Almendras</i>	0	2	1	-	3	2	0	6	0	10	9	10	<i>Fruta/Floral</i>
Amelonado testigo													
<i>Almendras</i>	3	5	3	-	0	0	0	2	0	2	5	6	<i>Acido acetico/ Amargo</i>

26

El Fin de la Era Glacial del Cacao

Cacao caliente estimuló a los Mayas

Bebiendo sus chocolates

Pulpa y Almendras de Cacaos Aromáticos

Fueron saboreados por los “Matsiguengas” en Cusco

Almendras de Cacao femeninas dominaron

Las hojas de coca masculina

Consumidas juntos por los Incas

Estas son tradiciones cálidas, sabrosas y amorosas.

Fueron los españoles los que iniciaron el Camino

De resfriar el Cacao

Mezclarlo con leche

Mezclarlo con mucho azúcar

Destruyendo su espíritu original

*Empezaron a producir almendras de Cacao
En cajas de ataúd sin aire
Asfixiándolo
Matando su alma*

*Con tanto sufrimiento
Se volvió glacial, amarga y astringente
Tratado con falta de amor
Durante siglos*

*Hasta hoy
Continúa el genocidio de las almendras de Cacao
Sofocando masivamente
Dentro y fuera de
Cajas de concentración*

*Y luego tratado por el proceso de "Dutching"
Por una invención holandesa
Para eliminar las consecuencias de
Sufrimientos de Cacao
Para Eliminar también todas sus bellezas
Incluyendo antioxidantes
Creación de un producto químico "Frankenstein"*

*Que nada tiene en común
Con su verdadera naturaleza...
Gracioso, dócil, sabroso, aromático
Y saludable*

*Por fin,
Otro invento holandés
Respetando su verdadera naturaleza
Ahora está iluminando
El final del túnel
De su masacre en las
Cajas de concentración

Permitiéndole respirar
Permitiéndole seguir con vida
Acariciándolo con amor
De seres humanos apasionados
Revitalizando su "Ánima"
La "Alma de Mujer"
El "Espíritu del Bosque"

Ella está reviviendo
Pudendo tomar su camino de regreso
Del pasado al futuro*

*De las tradiciones
De los Matsiguengas ,
De los Incas y
De los Mayas
Esos fueron los Primeros
Para adorar a la diosa Cacao
Dócil, sabroso y aromático
Un ser "SobreNatural", que
Cura muchas enfermedades, y
Alimenta el "Ánima"
De todos los seres Humanos*

¡El Ser Más Perfecto del Mundo!

27

Tendencias “Sobrenaturales” del Cacao: Desafíos a la Ciencia

Todo el mundo estará de acuerdo en que Cacao tiene características fenomenales. No todo el mundo estará de acuerdo en que Cacao podría tener características sobrenaturales.

El Oxford Dictionary proporciona la siguiente definición de sobrenatural:

“Una manifestación o evento sobrenatural se atribuye a alguna fuerza más allá de la comprensión científica o las leyes de la naturaleza”

El Diccionario Británico añade lo siguiente:

“Excediendo lo Ordinario, Anormal”

De acuerdo con estas definiciones aceptadas, veo muchas características de Cacao que van allá de lo *Phenomenal* y pueden describirse como sobrenatural, *es decir*:

“Más allá del entendimiento científico, es anormal y extraordinario”

Aquí va una lista de hechos del Cacao descritas en este libro que, en consecuencia, pueden ser candidatos a manifestaciones *sobrenaturales*.

- El Cacao expresa **43 sabores y aromas finos de frutas frescas genéticas distintas**, 31 de los cuales son aparentemente imitaciones completas de los sabores y aromas de otras especies de plantas. Estos se combinan en 72 perfiles sensoriales de frutas frescas (13.4.7). Esta característica única es opuesta con respecto a todas las demás especies de frutas carnosas que expresan solo un perfil de sabor y/o aroma de fruta bien elaborado (un durazno es siempre un durazno). **No existe una explicación científica para las abundantes y diversas expresiones plenas de sabor y aroma en las frutas frescas de Cacao.**
- Los atributos sensoriales del Cacao a menudo se asocian a otros atributos aparentemente no relacionados y sin ventaja evolutivo, como **el aroma a rosa en la pulpa y el color rojo de la almendra y el sabor a durazno amarillo con pulpa de color amarillo.**
- Una observación muy *misteriosa* es que el sabor a pulpa de Cacao Tangelo aparentemente fue inventado por el Cacao millones de años antes del nacimiento de la especie Tangelo hace 3500 años.
- Si bien la fruta fresca del Cacao expresa tantos sabores y aromas, **no tiene su propio perfil sensorial único** (17.1.4), que nuevamente es único en relación a otras especies de frutas carnosas.
- La evidencia empírica (13.4.6) mostró que las expresiones de sabor y aroma a fruta fresca del Cacao son **cualitativas y basadas en herencia simple**. Esto es completamente diferente de las expresiones poligénicas cuantitativas de cualidades sensoriales en otras especies de frutas carnosas (*por ejemplo*, tomates).

- Las expresiones simultáneas de un atributo de sabor y aroma en el 50% de los perfiles sensoriales (13.4.6) del Cacao sugieren fuertemente la acción de *genes pleiotrópicos* que son raros o inexistentes en otras especies de frutos carnosos.
- De los once perfiles sensoriales de Chunchu que presentan aromas de jasmim (Tablas 13.1 y 13.2), los tres perfiles de cítricos (cítricos, mandarín y tangelo) muestran la misma asociación con el aroma de la flor de cítricos (es decir, Jasmim). ***La probabilidad de que esto se deba a eventos evolutivos aleatorios sería de 0,001 (11/64x11/64x11/64)***, que es mucho inferior al nivel de aceptación estadístico de 0,05. *¿Cómo sabe el Cacao que los sabores de los cítricos combinan con los aromas de las flores de los cítricos?*
- Las características sensoriales de la fruta fresca del Cacao mostraron las siguientes asociaciones (17.5) que son difíciles de explicar mediante un razonamiento científico: ***sabor a Mandarina x amargor, sabor a Guanábana x apariencia a Guanábana, sabor a Inga y apariencia de pulpa de Ingá, aroma a Rosa y almendras rojizas, y sabor a Durazno amarillo vs. pulpa con color amarilla.***
- Dos variedades de Cacao en Brasil mostraron que el ***aroma de la Rosa de la fruta fresca del Cacao desaparece misteriosamente entre las 5 y las 6 de la tarde*** (17.7.1). La única explicación para que el aroma desaparezca dentro de una fruta cerrada en menos de una hora es que el ***Cacao destruye su propio aroma.*** Esto sugiere que el gen responsable de la producción del aroma también debe ser responsable de la destrucción del aroma.
- El genotipo Scavina 6 expresa un fuerte aroma a Lirio en sus frutos frescos. Dos veces observamos que este ***aroma de lirio se transforma en un aroma de violeta después de 4 días de almacenamiento de la fruta*** (17.7.2). *¿Cómo explicar tal modificación epigenética que se espera que involucre numerosos compuestos orgánicos volátiles?*
- Las reacciones de las almendras de Cacao a estrés son ***“anormales y extraordinarias”*** (Capítulo 18). El grano de Cacao

fresco aumenta el amargor inmediatamente después de recibir una primera mordedura. ¿Cómo el Cacao transfiere tan rápidamente una señal al resto de la semilla para que todo el grano se estrese en menos que 5 segundos? ¿Lo mismo se aplica a las reacciones de estrés rápidas y fuertes al colocar semillas frescas en agua, en vinagre, en alcohol o en frío?

*Las características “anormales” anteriores de las expresiones sensoriales del Cacao merecen ser estudiadas en detalle y podrían considerarse **sobrenaturales** hasta que se encuentra una explicación científica.*

¡Presumo que la más probable razón científica para los fenómenos del Cacao puede ser que el cacao creó 43 sabores y aromas muy atractivos para nosotros porque “Ama a los Seres Humanos”!

O si no:

“El Cacao es sin duda un Ser Super Fenomenal”

28

Epílogo

El subtítulo del libro hace referencia a “**Cualidades Infinitas del Cacao y del Chocolate**”. El contenido del libro ha justificado esta afirmación de la siguiente manera:

- En primer lugar, por los 72 perfiles sensoriales de frutos frescos identificados hasta el momento en *T. cacao* en Perú y Brasil. **Se pueden encontrar perfiles sensoriales similares y posiblemente nuevos en otros países, incluso en los llamados países productores de Cacao bulk.**
- Estos perfiles sensoriales se pueden encontrar en *diferentes bases genéticas (variedades) del Cacao, es decir.* multiplicando las combinaciones de atributos sensoriales que se pueden encontrar en los chocolates. Esto por sí solo puede explicar gran parte de las **innumerables combinaciones de sabores y aromas que se encuentran actualmente en los chocolates.**
- La tecnología de fermentación TropMix ofrece más posibilidades para crear **infinitas combinaciones** de

características sensoriales presentes en las frutas frescas de Cacao con sustancias aromáticas añadidas.

- La *tecnología de fermentación de Anima* proporciona una potente herramienta para expresar los muchos atributos finos de sabor y aroma de frutas frescas en los chocolates que pueden expresarse menos cuando se utiliza la tecnología de fermentación tradicional. ***Así es posible una mayor y mejor expresión de los infinitos sabores y aromas de frutas frescas.***

Como se dijo antes,

Todos los principales descubrimientos tienden a ser empíricos, no científicos, y

Todas las nuevas ciencias comienzan naturalmente con observaciones empíricas.

Estas afirmaciones representan el contexto principal y el significado de este libro.

Los estudios de calidad del Cacao se han centrado principalmente en las bases del sabor típico de Cacao en los productos terminados. Los hallazgos informados en este libro deberían formar la base para una ***nueva ciencia de la calidad del Cacao basada en estudios de características sensoriales de la fruta fresca del Cacao: sus bases metabólicas, químicas y genéticas.***

Además, las ***contradicciones de la tecnología de fermentación de Anima con las tecnologías de fermentación clásicas*** merecen recibir numerosos estudios científicos con el objetivo de explicar los fenómenos biológicos que conducen a las cualidades típicas de Anima que son cero amargor y astringencia, sabores fuertes de caramelo y nueces, y sabores afrutados y aromas varietales. Estos estudios deben tener en cuenta la presencia de sabores afrutados y aromas florales conocidos en los frutos frescos de Cacao que migran a las almendras y se expresan en chocolates.

Este libro no puede ser solo una descripción técnica de lo que el Cacao me reveló en mi búsqueda para descubrir sus bellezas sensoriales. ***Cacao incita a un enfoque integrado técnico x intuitivo. Sin emoción no se me habría desvelado la magia de la realidad del Cacao.***

Espero haber convencido a los lectores de que las características sensoriales y la diversidad de *Theobroma cacao* no se pueden explicar solo con la ciencia, de ahí su posible naturaleza **SuperNatural**, que es por definición ser **extra-ordinario, anormal y inexplicable por las leyes naturales**. Esta condición no puede ser excluida para el *T. cacao* hasta que los muchos misterios descritos en este tratado sean explicados por la ciencia.

Entonces tenemos que agradecer al Cacao también por la magnífica oportunidad brindada para valorizar sus muchos sabores y aromas de frutas frescas en tres descubrimientos inusuales: **Nuez de Cacao, Perfume de Cacao y el método de fermentación Anima**. Sin los sabores y aromas de frutas frescas, la diversidad y riqueza sensorial presente en estos productos hubiera sido imposible de alcanzar.

Entre estos, Anima es el descubrimiento más importante, ya que representa potencialmente el futuro de las fermentaciones de Cacao en todo el mundo. Transforma Cacaos básicos bulk en Cacaos muy finos. Anima elimina las diferencias entre Cacaos bulk y finos ya que todos los Cacaos se convierten en Cacaos finos con las fermentaciones de Anima. Por un lado, esto permite a Anima de ampliar el mercado de Cacao fino de aroma actualmente limitado. Por otro lado, Anima permite crear un segmento de Cacao fino industrial mucho más significativo en el mercado mundial del Cacao. Este segmento crea potencialmente una gran proporción de productos de Cacao 100% más finos y un 400 % más saludables que los productos disponibles actualmente.

29

Mi Identidad

“No Soy de Aquí ni de Allá”

De Fagundo Cabral Interpretado por Chavela Vargas

<https://youtu.be/YbR1jpwwdbc>

Me Gusta el Mar y la Mujer que Lloro

Las Golondrinas y las Amantes Sucias

Saltando Sobre Balcones y Ventanas Abiertas

Y las Chicas en Abril

Me Gusta el Vino

Tanto Como las Flores y

*Los Amantes, Pero no los Señores
Es Mi Placer ser Amigo de los Ladrones
Y Escuchar Canciones Francesas*

Yo no Soy de Aquí ni de Allá

No Tengo Edad, ni Futuro...

Y ser Feliz es el Color de Mi Identidad

*Me Gusta Derrochar en la Arena
Perseguir a Manuela en Bicicleta*

Y Tomar todo el Tiempo para

Contemplar las Estrellas

Y estar con María en el Maizal

Yo no Soy de Aquí ni de Allá

No Tengo Edad, ni Futuro

Y ser Feliz es el Color de Mi Identidad

*“La Magnífica Voz de Chavela Vargas Dominó mi Alegría y mi
Tristeza... Ella Dirigió mi Búsqueda, Descubriendo la Identidad
Mágica del Cacao, Vinculando la Existencia con la Inexistencia
Ying con Yang”*

“Es Como el Cacao Fenomenal se me Reveló”

30

Mi receta de Caipiriña

Todo lo que es bueno debe ser hermoso

Todo lo que es bueno también debe ser simple

**Degustación de las primeras almendras de
fermentación de Anima**

En la hacienda del Emir de Macedo Gomes Filho

En Linhares, Espírito Santo, Brasil

Sentí la necesidad de complementar la escena.

Con mi Caipiriña preferida

Receta básica y sencilla

Una dosis de trozos triturados de 2 o 3 frutas

Dos dosis de cachaça o vodca

Tres dosis de cubitos de hielo queiebrados

Algunas combinaciones de frutas preferidas:

1/2 limón + 1/2 limón dulce

1/3 Limón + 1/3 Limón dulce + 1/3 Maracuyá

1/3 Limón + 1/3 Mandarina + 1/3 Maracuyá

1/3 Limón + 1/3 Tangerina Ponkan+ 1/3 Maracuyá

1/2 Limón + 1/2 Mandarina

1/3 de Limón + 1/3 de Anacardo + 1/3 de Maracuyá

Azúcar según su preferencia

!!!Salud, Santé, Saúde, Cheers, Gezondheid!!!



Caipiriña et al.

(Caipira = producto o gente de zonas rurales de Brasil)

31

Referencias

- Ahnert D. and A.B. Eskes.** 2018. *Developments in Cacao breeding programs in Africa and the Americas*. In: Umaharan, P. (ed.), *Achieving Sustainable Cultivation of Cocoa*, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK, 2018.
- APARICIO VEGA M. J.** 1999. *De Vilcabamba a Camisa : Histografia de la Provincia de la Convención*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Peru.
- APARICIO VEGA, M. J.** 2000. *Perspectivas y observaciones de los valles de Santa Ana por José Teodosio Rozas, Cusco Noviembre de 1861*. Instituto Americano de Arte y Monografías Históricas del Cusco N° 2. Cusco, Peru.
- BAIETTO, M.; WILSON, A. D.** 2015. *Electronic-Nose Applications for Fruit Identification, Ripeness and Quality Grading*. *Sensors* 15:899-931; doi:10.3390/s150100899.
- BARRY, C.S.** 2009. *The discovery of aroma and flavor genes in fruit*. In Ostergaard L. Ed. *Fruit development and seed dispersal*. *Annual Plant Reviews* 38. Wiley-Blackwell. Pp 307-289.
- CAIN, W. S.** 1979. *To know with the nose: Keys to odor identification*, *Science* 203: 467-470.

CASTRO-ALAYO, E. et al. 2019. Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. *Heliyon* 5: e01157.

CÉSPEDES-DEL POZO W. H. et al. 2017. Assessing genetic diversity of the native Chuncho Cacao (*Theobroma cacao* L.) in La Convención, Cusco, Perú. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Peru, 13-17 November 2017. ICCO.

CHESNIK, I. et al. 2018. Investigation on the aroma of cocoa pulp (*Theobroma cacao* L.) and its influence on the odor of fermented cocoa beans. *J. of Agr. And Food Chemistry* 14:2467-2472.

CONDORI CRUZ, D. 2015. Optimización del manejo pos cosecha del Cacao proveniente de La Convención (Cusco) para el mejoramiento de su calidad organoléptica y del contenido de fitoquímicos benéficos para la salud. MSC thesis, UPCH, Lima.

DESOR, J. A.; BEAUCHAMP, G. K. 1974. The human capacity to transmit olfactory information. *Percept Psychophys* 16: 551-556.

DOMINY, N. J. et al. 2001. Role of smell. The sensory ecology of primate food perception. *Evol Anthropol* 10:171-186.

EL HADI, M. A. et al. 2013. Advances in Fruit Aroma Volatile Research. *Molecules* 18:8200-8229.

ENCINAS, M. A. 2009. Historia de la Provincia de la Convención, Tomo I, Siglos XVI al XIX, Centro Cultural José Pío Aza, Lima, Perú

ESKES A.B., D. GUARDA S., L. GARCÍA C. AND P. GARCIA R. 2007. *Is Genetic Variation for Sensory Traits of Cocoa Pulp Related to Fine Flavor Cocoa Traits? INGENIC Newsletter 11:22-29.*

ESKES A.B., D. AHNERT, L. GARCÍA CARRION, E. SEGUINE, S.

ASSEMAT, D. GUARDA AND P. GARCIA R. 2012. Evidence on the Effect of the Cocoa Pulp Flavor Environment during Fermentation on the Flavor Profile of Chocolates. *Int. Cocoa Res. Conf. (COPAL) 17.* Yaounde, Cameroon. October 2012.

ESKES A.B., C.A.C. RODRIGUEZ, D. AHNERT, D. CONDORI, A. PARIZEL , F. DE PAULA DURÃO C., , Matsigenkas and Chuncho growers in Peru. 2017. Advances on Genetical and Naturally Induced Variations for Fine Flavors and Aromas in *Theobroma cacao*. International Symposium on Cocoa Research (ISCR), Lima, Peru, 13-17 November 2017

ESKES A.B., C. A.C. RODRIGUEZ, D., CONDORI, E., SEGUINE, L. F., GARCIA CARRION, P. LACHENAUD, Matsigenkas and Chuncho growers in Peru. 2018. Large Genetic Diversity for Fine-Flavor Traits Unveiled in Cacao (*Theobroma cacao* L.) with Special Attention to the Native Chuncho Variety from Cusco, Peru. *Agrotropica* 30: 157. 2018. Google on line.

- GADE, D. W.** 1975. Plants man and the land in the Vilcanota valley. Biogeographica vol 6, Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague.
- HANCOCK J.F.** 2004. Plant Evolution and the Origin of Crop Species Second Edition. CABI Publishing. Pp 313.
- HEGMANN, E. C.** 2015. Qualitätsbedingende eigenschaften neuer kakao-genotypen und deren verhalten im nachernteverfahren – eine analyse neuer kakao-selektionen aus Costa Rica, Dissertation, Fakultat für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universität von Hamburg. ICCO 2016. Fine or Flavor Cocoa.
- HURST, W.J. et al. 2011.** Impact of fermentation, drying, roasting and Dutch processing on flavan-3-ol stereochemistry in Cacao beans and cocoa ingredients. Chemistry Central Journal Volume 5, Article number 53
- JOHNSON, O.; JOHNSON, A.** 1996. Matsigenka. Encyclopedia of World Cultures. Encyclopedia.com.
- KADOW, D. et al.** 2013. Identification of main fine or flavor components in two genotypes of the cocoa tree (*Theobroma cacao* L.). J. Appl. Bot. Food. Qual. 86: 89 – 98.
- KLEE, H. J.** 2010. Improving the flavor of fresh fruits: genomics, biochemistry and biotechnology. New Phytol 187:44–56.
- KOVACS, K. et al.** 2009. Effect of tomato pleiotropic ripening mutations on flavor volatile biosynthesis. Phytochemistry 70: 1003-1008.
- KULMAR, T.** 2016. Supernatural power in the religion of the Incas: Huaca or Callpa. Usualeaduslik Ajakiri 70:137-146
- LIN J., MASSONNET M. and D. CANTU.** 2019. The genetic basis of grape and wine aroma. Horticultural Research 6: article 81.
- LASKA, M. et al.** 2006. Olfactory Sensitivity for Aliphatic Alcohols and Aldehydes in Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*). Am J Phys Anthropol 129:112–120.
- LOCKWOOD, G. AND ESKES A. B.** 1995. Relationship between cocoa variety and quality. Seminar Proceedings, Cocoa Meetings “The Various Aspects of Quality”; 1995 AFCC. CIRAD, June 30, 1995, Montpellier, France, pp 159-167.
- MARAIS, J.** 1983. Terpenes in the aroma of grapes and wine: a review. S. Afr. J. Enol. Vitic. 4: 49-58.
- MENDEL, J. G.** 1866. Experiments in plant hybridization. Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brunn 4: 3-47.
- MILLER, K. B. et al.** 2008. Impact of Alkalization on the Antioxidant and Flavanol Content of Commercial Cocoa Powders. J. Food Chemistry 56: 8527 – 8533.

MISIONEROS DOMINICOS, 2009. La Vida del Pueblo Matsiguenga, Aporte etnográfico de los misioneros dominicos al estudio de la cultura Matsiguenga (1923-1978) Centro Cultural Jose Pio Aza, Lima, Perú.

NEVO, O. et al. 2015. Chemical recognition of fruit ripeness in spider monkeys. *Sci Rep* 5:14895.

PINO, J. A. et al. 2010. Headspace volatiles of *Theobroma cacao* L. pulp from Colombia. *JEOR* 22: 113-115.

PINO, J. A.; BENT, L. 2013. Odor-active compounds in guava (*Psidium guajava* L. cv. Red Suprema), *J Sci Food Agric* 3114–3120.

PIPITONE, L. 2016. *Global Situation and Prospects of the Cocoa and Chocolate Markets - Current Challenges and Opportunities*, 2nd Cocoa Revolution, Ho Chi Minh City, 09-11 March 2016.

RICHARDSON J., B. WHITLOCK, A.W. MEEROW and E. SANTIAGO MADRIÑÁN. 2015. A era do chocolate: uma história de diversificação de *Theobroma* e *Malvaceae*. *Frente. Ecol. Evol.*
<https://doi.org/10.3389/fevo.2015.00120>

RODRÍGUEZ, A. et al. 2013. Fruit aromas in mature fleshy fruits as signals of readiness for predation and seed dispersal. *New Phytol* 197:37–48.

STEARNS, F. W. 2010. One hundred years of pleiotropy: Retrospective. *Genetics* 186(3):767-773.

SUKHA DA AND BUTLER DR. 2005. The CFC/ICCO/INIAP Cocoa Flavor Project-Investigating the Spectrum of Fine Flavor within Genotypes and between Origins. *Ingenic Newsletter* 10:22-25

SUKHA, D. A. AND BUTLER, D. R. 2005. The CFC/ICCO/INIAP Cocoa Flavor Project-Investigating the Spectrum of Fine Flavor within Genotypes and between Origins. *INGENIC Newsletter* 10:22-25.

THAMKE, T., K. DURRSCHMID AND H. ROHM. Sensory description of dark chocolates by consumers. 2009. *Food Science and Technology* 42: 534-539.

ULRICH, U.; FISCHER, C. 2007. Wine aroma. In *Flavors and Fragrances, Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, Ed. R.G. Berger, Springer, Chapter 11

ULRICH, U. et al. 2009. Diversity and dynamic of sensory related traits in different apple cultivars. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 83:70-75.

VAN ROOSMALEN, M. G. M. 2008. *Blootvoets door de Amazone: De Evolutie op het Spoor*. Bert Bakker, Amsterdam.

VÁSQUEZ-CAICEDO, A. et al. 2002. Physical chemical and sensory properties of nine Thai mango cultivars and evaluation of their technological and nutritional potential. *In* International Symposium on Sustainable Food Security and Managing Natural Resources in Southeast Asia Challenges for the 22st Century, January 8-11, 2002, Chiang Mai, Thailand.

ZHANG D. 2014. Personal Communication. Genetic diversity of Chuncho genotypes evaluated with SNP markers. Cocoa geneticist, USDA/ARS, Beltsville, USA.