

# Cacau Fenomenal

*A Magia e a Realidade*



**Albertus Eskes**

# **Cacao Phénoménal**

**La magie  
De la  
Réalité**

**Droit d'auteur**

**Copyright © 2021 par Albertus Eskes**

**Tous les droits sont réservés**

**Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, distribuée ou transmise sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, y compris la photocopie, l'enregistrement ou tout autre moyen, électronique ou mécanique, sans l'autorisation écrite préalable de l'auteur.**

**Pour les demandes d'autorisation, envoyez un e-mail à l'auteur à *albertuseskes@gmail.com***

**Première impression en anglais 2021**

**ISBN 9781005920968**

**Référence:**

***Albertus Eskes. 2022. Cacao Phénoménal, Magie et Réalité. Auto-édition. 195 p.***

Qu'est-ce que *Théobroma cacao* a en commun avec le *Caméléon Efecadepatos*? Les deux ont la capacité d'imiter des caractéristiques remarquables de loin. Le Cacao imite des saveurs et des arômes lointains et le Caméléon imite les couleurs lointaines de l'arc-en-ciel.



## Thèmes du livre

- *Nouveaux paradigmes de la production de Cacao fin*
- *Relation sensorielle entre les pulpes et les chocolats*
- *Cacao et chocolats fins*
- *Saveur fine induite lors de la fermentation  
(Invention « **TropMix** » )*
- *Diversité des attributs génétiques sensoriels de  
fruits de Cacao frais*
- *Sélection simple pour les variétés de Cacao fines*
- *Variétés fines de Chuncho et de Cacao  
Brésilien*
- *Évolution et domestication des attributs  
sensoriels de Cacao*
- *Voyage "Magique et Mystérieux" au Cacao Fin*
- *Invention de la « **Noix de Cacao** »*
- *Invention du « **Parfum du Cacao** »*
- *Sensibilité du Cacao aux facteurs de stress*
- *Origine de la fermentation « **Anima** »  
inventée au Brésil en 2017/19*
- *Transformation du Cacao « bulk » en  
Cacao fin avec **Anima***
- *Profils sensoriels des chocolats **Anima***
- *Des services de santé avec **Anima***
- *Poèmes et sagesses du Cacao*

# Indice

<b>1. Résumé</b>	<b>10</b>
<b>2. Introduction</b>	<b>13</b>
• <i>Les enseignements de Théobroma cacao</i>	
• <i>Saveurs et arômes de Cacao fin</i>	
• <i>Technologie de fermentation "Anima"</i>	
• <i>Description du contenu du livre</i>	
<b>3. La Cacao</b>	<b>19</b>
<b>4. Expressions du Cacao Fin</b>	<b>23</b>
• <i>Caractéristiques du Cacao fin et bulk</i>	
• <i>Expressions reconnues du Cacao Fin</i>	
• <i>Négligence des études sur les attributs sensoriels de la pulpe de Cacao</i>	
<b>5. Attributs Sensoriels des Pulpes et Chocolats</b>	<b>27</b>
• <i>Découverte</i>	
• <i>Variétés fines traditionnelles</i>	
• <i>Opportunités</i>	
<b>6. Aromatiser le Cacao: la Technologie « TropMix »</b>	<b>31</b>
• <i>Objectifs</i>	
• <i>Méthodes</i>	
• <i>Résultats</i>	
• <i>Effet du temps de fermentation</i>	
• <i>Les Tableaux</i>	
• <i>Commentaires</i>	
<b>7. Phrases et Pas Des Sentences 1</b>	<b>37</b>
<b>8. Les Saveurs et Arômes Fins de Cacao Sont Génétiques</b>	<b>40</b>
• <i>Influences environnementales soupçonnées</i>	
• <i>Effets génétiques</i>	

<b>9.</b>	<b>Sélection Simple pour les Qualités de Cacao</b>	<b>43</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Introduction</i></li> <li>• <i>Méthodes</i></li> <li>• <i>Résultats</i></li> <li>• <i>Sélection rapide pour du Cacao fin</i></li> <li>• <i>Évaluation détaillée des attributs sensoriels de la pulpe</i></li> </ul>	
<b>10.</b>	<b>Phrases et Pas Des Sentences 2</b>	<b>50</b>
<b>11.</b>	<b>Premier Exemple de Selection de Cacaoyers par Leur Saveur et Arôme des Fruits Frais</b>	<b>54</b>
<b>12.</b>	<b>Attributs Sensoriels Découverts dans les Pulpes entre 2007 et 2017 en Dehors de la Province de La Convención, au Pérou</b>	<b>56</b>
<b>13.</b>	<b>Trésor Sensoriel de l'Inca Cacao de Cusco, Pérou</b>	<b>59</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>La variété native de Cacao Chuncho</i></li> <li>▪ <i>Frugivores de T. cacao et les Matsiguengas</i></li> <li>▪ <i>Méthodes de l'étude sensorielle</i></li> <li>▪ <i>Résultats</i></li> <li>▪ <i>Analyse des attributs sensoriels</i></li> <li>▪ <i>Contexte et discussion</i></li> <li>▪ <i>Détermination génétique d'attributs sensoriels chez d'autres fruits charnus</i></li> <li>▪ <i>Détermination génétique des profils sensoriels chez le Chuncho</i></li> <li>▪ <i>Chuncho vs autres fruits charnus: diversité génétique des attributs sensoriels</i></li> <li>▪ <i>Caractéristiques sensorielles de Chuncho vs. autres variétés de Cacao</i></li> <li>▪ <i>Profils sensoriels uniques de Chuncho sur un nouveau marché du Cacao fin</i></li> <li>▪ <i>Sélection pour géotypes fins en Chuncho et pour d'autres variétés</i></li> <li>▪ <i>Potentiel pour les marchés de consommation de jus de Chuncho frais et de fèves</i></li> <li>▪ <i>Cacao Sensory et sa survie évolutive</i></li> </ul>	
<b>14.</b>	<b>L'identité du Cacao</b>	<b>81</b>

<b>15. Saveurs et Arômes des Pulpes Brésiliennes</b>	<b>85</b>
<b>16. Phrases et Pas Des Sentences 3</b>	<b>89</b>
<b>17. " Magical Mystery Tour" du Cacao Fin</b>	<b>94</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Identités sensorielles inhabituelles dans les fruits frais de T. cacao</i></li> <li>▪ <i>Arc-en-ciel des Incas réalisé par ma petite-fille de 2 ans</i></li> <li>▪ <i>Évolution et domestication de Cacao fin</i></li> <li>▪ <i>Consommation traditionnelle du Cacao Inca (Chuncho) et Maya (Criollo)</i></li> <li>▪ <i>Importance des attributs sensoriels de la pulpe</i></li> <li>▪ <i>A la découverte de nouvelles caractéristiques sensorielles du fruit frais de Cacao</i></li> <li>▪ <i>Associations mystérieuses d'attributs sensoriels</i></li> <li>▪ <i>Détermination des attributs sensoriels de la pulpe</i></li> <li>▪ <i>Expressions sensorielles du vin vs. du Cacao fin</i></li> </ul>	
<b>18. Réactions au Stress de Semences de Cacao</b>	<b>126</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Réaction à 2 morsures des semences frais</i></li> <li>• <i>Stress de la semence de Cacao Commun</i></li> <li>• <i>Stress de la semence CCN51</i></li> <li>• <i>Stress de la semence de Chuncho</i></li> <li>• <i>Conclusions</i></li> </ul>	
<b>19. Phrases et Pas Des Sentences 4</b>	<b>134</b>
<b>20. Découverte des « Noix de Cacao »</b>	<b>137</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Description du Noix de Cacao (BR1020180074954)</i></li> <li>▪ <i>Méthode de fabrication artisanale</i></li> </ul>	
<b>21. Découverte du « Parfum de Cacao »</b>	<b>146</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Description de Parfum Cacao (BR1020190094877)</i></li> <li>• <i>Méthode de production artisanale</i></li> </ul>	

<b>22. Technologie de Fermentation Anima</b>	<b>150</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Introduction</i></li> <li>• <i>Anima "Enfant" (2015-2017)</i></li> <li>• <i>Anima " Adulte " (2017-2019)</i></li> <li>• <i>Anima comparé à des fermentations traditionnelles</i></li> <li>• <i>Températures de fermentations Anima _</i></li> <li>• <i>Profils sensoriels des fèves et des chocolats Anima</i></li> </ul>	
<b>23. Le Potentiel d'Anima pour Produire du Cacao Fin et Ayant de Très Bons Services de Sante</b>	<b>164</b>
<b>24. Transformation du Cacao Africain en Cacao fin</b>	<b>167</b>
<b>25. Méthode d'Evaluation Sensorielle des fèves et des Chocolats Anima</b>	<b>171</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Évaluation traditionnelle de la qualité des fèves</i></li> <li>• <i>Proposition internationale pour une évaluation standard des fèves de Cacao</i></li> <li>• <i>Ma méthode d' évaluation sensorielle de la fève</i></li> <li>• <i>Fèves Anima vs. chocolats Anima</i></li> <li>• <i>Évaluation sensorielle simplifiée des fèves Anima</i></li> </ul>	
<b>26. La fin de l'ère Glaciaire du Cacao</b>	<b>180</b>
<b>27. Attributs Surnaturels du Cacao: Défi scientifique</b>	<b>184</b>
<b>28. Épilogue</b>	<b>188</b>
<b>29. L' Identité à Moi</b>	<b>191</b>
<b>30. Ma Recette Phénoménale de « Caipirinha »</b>	<b>193</b>
<b>31. Références</b>	<b>196</b>

# 1

## Sommaire

Ce livre attire l'attention sur des caractéristiques surprenantes du "Cacao Majesté" (*Theobroma cacao*) qui jusqu'à récemment étaient inconnus.

- ❖ *Les caractéristiques sensorielles des fruits de Cacao frais découvertes récemment sont liés aux caractéristiques du chocolat fin,*
- ❖ *Les caractéristiques sensorielles des chocolats peuvent être modifiées simplement en ajoutant des substances aromatiques à la masse de fermentation (découverte du "TropMix"), ce qui permet de créer **une diversité sensorielle illimitée du chocolat;***
- ❖ *La sélection de variétés au goût fin peut être effectuée **simplement et rapidement**, en évaluant les saveurs et les arômes des fruits frais ;*
- ❖ *Des enquêtes sensorielles sur les fruits frais au Pérou et au Brésil ont révélé 43 **saveurs et arômes** de fruits frais de Cacao qui sont combinés en 73 **profils** sensoriels uniques;*
- ❖ *Presque toutes les variétés de Cacao, y compris les variétés "**bulk**", sont en fait des variétés "**fines**" car elles expriment des saveurs et arômes dans leurs fruits frais qui peuvent être*

présents dans les chocolats s'ils sont fermentés avec des méthodes appropriées ;

- ❖ Les trente et un attributs sensoriels des fruits de Cacao frais sont des *saveurs et des arômes qui imitent parfaitement les attributs sensoriels d'autres espèces de fruits charnues et de fleurs connues et tous appréciés par l'homme*;
  
- ❖ *T. cacao* c'est une espèce de fruit complètement unique car elle n'a pas développé *son propre profil sensoriel* comme tous les autres fruits charnues ;
  
- ❖ La découverte des attributs sensoriels des fruits frais de *T. cacao* a permis de réaliser les inventions suivantes :
  - *"Noix de Cacao"* (2017). Produit 100% Cacao « fruit entier » aux saveurs et arômes de pulpe riches et diversifiés, sans amertume ni astringence et exprimant une forte saveur de noisette. Contient deux fois plus d'antioxydants et de fibres que les chocolats naturels,
  
  - « *Parfum Cacao* » (2018). Fragrances que expriment des arômes de fruits frais du Cacaoyer, comme le Jasmin, l'Herbacé, la Rose et la Violette. La persistance sur la peau est de 8 à 12 heures, ce qui équivaut au parfum Chanel 5.
  
- ❖ *Enfin, et surtout, Cacao a récemment dévoilé une nouvelle technologie de fermentation révolutionnaire, appelée "Anima" (=Âme), qui transforme le Cacao bulk en fin et le Cacao fin en extra-fin Chapitres 22 e 23).*

*Le potentiel d'Anima est :*

- *Promouvoir et diversifier la production de Cacao spécial et Bean to Bar, et*
  
- *Créer des segments de production de fèves de Cacao fines à grande échelle dans le monde entier qui ne nécessitent pas le processus destructeur de « Dutching ». Les produits Anima seront 100 % plus savoureux et environ 400 % meilleur pour la santé par rapport à la plupart des produits de Cacao industriels actuels.*

***Les résultats résumés ci-dessus apporteront d'importants changements de paradigme en ce qui concerne les concepts d'origine, de production et de consommation de Cacao fin.***

Cacao fin ne sera plus nécessairement lié aux origines géographiques puisque le Cacao du monde entier pourra être transformé en Cacao fin en utilisant la méthode Anima. Cela inclut les perspectives d'***une plus grande viabilité économique du Cacao*** basée sur une augmentation potentielle mondiale de la qualité du Cacao et des services de santé et, par conséquent, ***des prix payés aux producteurs.***

De plus, nos observations et découvertes, principalement empiriques, ***devraient inviter de initier des nombreuses études scientifiques*** visant à expliquer les nombreuses caractéristiques de qualité sensorielle des pulpes de Cacao, des processus biochimiques pendant les fermentations Anima et des produits chocolatés Anima.

Nous vous invitons maintenant formellement à mieux connaître « Sa majeste ***Theobroma cacao*** ».

# 2

## Introduction

### ❖ *Considérations générales et définitions*

#### • **Enseignements de T. cacao**

Au cours de ma quête pour découvrir le Cacao Phénoménal, je n'ai pas pu échapper à quelques apprentissages généraux :

- *Ma première leçon était que le **meilleur professeur de Cacao est le Cacao lui-même**. Soyez juste en contact, écoutez-lui et ouvrez les papilles gustatives.*
- *Deuxièmement, vous ne devez pas vous limiter à des idées ou des dogmes préexistants si vous souhaitez découvrir de nouvelles choses sur le Cacao. **Heureusement, mon imagination n'était pas limitée trop par des connaissances préexistantes.***

- Troisièmement, j'ai appris qu'il vaut **mieux marcher seul qu'en compagnie**:seul je peux casser les règles, accompagné je cours le risque que les règles me cassent.
- Quatrièmement, toutes **les découvertes importantes sont basées sur des observations empiriques, y compris l'intuition et l'émotion, et non sur la science.**
- Cinquièmement, j'ai réalisé que **je ne pouvais pas faire d'inventions avec le Cacao, je pouvais seulement découvrir ce que le Cacao avait inventé il y a longtemps.**

Les découvertes décrites dans ce livre sont entièrement basées sur ces cinq axiomes.

## • Définitions sensorielles

Avant d'entrer dans la description des attributs sensoriels des fruits de Cacao frais, je voudrais définir les mots « **saveur** » et « **arôme** » tels qu'ils sont utilisés dans ce livre.

**La saveur est utilisée ici principalement pour exprimer des saveurs fruitées, sucrées/caramélisées, acides et de noix/noisette,** mais aussi des saveurs de base de Cacao (amertume et astringence) et des saveurs étrangères non-désirables.

**L'arôme** exprime une variété d'arômes floraux ainsi que d'autres arômes identifiés dans nos études sur les attributs aromatiques des fruits de Cacao frais, tels que *herbacé/vert, la cannelle, la vanille, le basilic, la levure, la menthe, la réglisse, les épices et le malt.*

**Dans ce traité, aucune référence n'est faite aux substances qui sont responsables de la saveur typique du "Cacao" créée lors de la fermentation et de la torréfaction et présente dans les liqueurs et les chocolats, bien que l'intensité de la saveur de Cacao ait été évaluée dans nos études sensorielles de chocolats.**

## • Absence de sélection de variétés fines (chapitre 4)

Dans un premier temps, je présente les raisons pour lesquelles aujourd'hui on considère encore qu'il y aurait 15 à 20 fois plus de variétés de Cacao « bulk » dans le monde que de variétés « fines ». Il y a deux décennies, la sélection d'un Cacao de bonne qualité semblait une tâche impossible :

- *La raison principale semble être la **négligence** des études sur les saveurs et les arômes fins des fruits frais de Cacao.*
- *Une autre raison était qu'il **n'y avait pas de technologie adéquate pour sélectionner des arbres individuels** pour les qualités de Cacao fin.*
- *Troisièmement, **il n'y avait pas de concept uniforme** dans le secteur du Cacao quant aux attributs de qualité à privilégier. Pendant longtemps, la teneur en matière grasse du Cacao et sa forte saveur de chocolat ont été les seuls attributs pris en compte. Il semble que ces attributs sont encore considérés comme les principales caractéristiques de qualité du Cacao industriel aujourd'hui.*

Les résultats rapportés dans ce livre ne tiennent pas compte des considérations précédentes sur le Cacao fin et invitent l'ensemble de la communauté et de l'industrie des arômes du Cacao fin à suivre de nouvelles voies **pour obtenir de plus grandes quantités de produits de Cacao plus savoureux et beaucoup plus sains (voir Anima )**.

## • Liberté littéraire

***J'ai pu découvrir quatre inventions fines de Cacao juste parce que je n'ai pas obéi aux règles existantes sur le Cacao fin. Cela m'a renforcé pour ne pas appliquer de règles à l'écriture de ces inventions dans ce livre.***

Travailler avec Cacao n'est pas seulement technique ou scientifique, cela implique aussi des observations empiriques, intuition, sentiments passionnés et lyriques. Je libère ces sentiments dans trois poèmes qui révèlent la vraie nature subjective de **Sa Majesté Cacao** par rapport à:

- *Son nature féminine,*
- *Son identité de saveurs et d'arômes, et*
- *Son chemin vers la fin de son ère glaciaire.*

C'est aussi un plaisir pour moi de mêler le texte à des "**Phrases et pas Sentences**" qui sont des sagesses inspirées par le Cacao Phenomenal qui nous permettent de réfléchir sur les opportunités de la vie.

Je vous souhaite une agréable lecture de ce traité sur le Cacao **phénoménal**. J'espère qu'à la fin vous serez d'accord sur le statut de **Sa Majesté** pour le Cacao !

## ❖ *Thèmes abordés dans le livre*

### • **Saveurs et arômes de Cacao fin**

Ce livre traite avec des **différences reconnues et des similitudes non reconnues entre le Cacao fin et le Cacao bulk (Chapitre 4)**.

Les chocolats fabriqués avec du Cacao bulk produisent généralement une **forte saveur de chocolat** mais ont des saveurs et des arômes de Cacao fin faibles. Les Cacaos fins produisent une **saveur de chocolat moins forte mais expriment plus fort les saveurs et des arômes fins tels** que le caramel, l'fève, les fruits frais et mûrs, les épices, le herbacé et les fleurs.

Ce livre démontre à quel point le Cacao est **incroyablement** diversifié dans la production d'arômes et de saveurs raffinés dans ses fruits frais. Ceux-ci sont **présents dans les variétés de Cacao fin ainsi que dans les variétés de Cacao bulk**. Ces saveurs et arômes pénètrent dans les fèves pendant la fermentation et peuvent être exprimés dans les chocolats, **en fonction de l'efficacité de la méthode de fermentation et de la méthode de traitement du chocolat**.

- **Rôle des attributs sensoriels de la pulpe (Chapitres 5, 6 et 13)**

Le livre présente ma découverte en 2007 de la relation directe **entre les saveurs et les arômes de la pulpe de Cacao fraîche et les caractéristiques sensorielles des chocolats fins**. Jusqu'alors, on considérait à tort que toutes les saveurs et tous les arômes des produits à base de Cacao naissaient de précurseurs formés lors de la fermentation.

Cela nous a conduit, d'une part, à découvrir la méthode « **TropMix** » brevetée dans l'UE en 2009 (WO/2009/103137A2). Elle consiste à **modifier les qualités fines des chocolats en ajoutant des substances aromatiques à la masse de Cacao lors de la fermentation**.

D'autre part, la relation entre les caractéristiques sensorielles des fruits frais et les caractéristiques sensorielles du chocolat fin nous a invité à mener **des recherches pour identifier de nouvelles caractéristiques génétiques sensorielles des fruits frais de Cacao**, aussi bien en variétés fines qu'en bulk.

La **première enquête systématique** réalisée en 2015/16 a conduit à la découverte de 40 attributs sensoriels de fruits frais de Cacao de la variété fine Chuncho à Cusco, au Pérou (Eskes *et al.*, 2018) (Chapitre 13). Beaucoup d'entre eux ont également été identifiés dans des variétés commerciales bulk et fines au Brésil en 2017-2019. La valorisation de ces attributs identifiés pourrait créer **des marchés de qualité beaucoup plus diversifiés et élargis pour des Cacaos aromatiques**.

- **Autres sujets du livre**

Je présente un grand chapitre intitulé " **Voyage mystérieux et magique vers le Cacao fin**" avec plus de 15 étapes (chapitre 17). Chacun révèle des caractéristiques de qualité surprenantes et souvent mystérieuses du **Cacao phénoménal** exprimées dans différents pays producteurs de Cacao qui sont comparées aux caractéristiques d'autres espèces fruitières, y compris les raisins.

Un chapitre (**18**) est ensuite consacré aux **réactions de stress des semences fraîches de Cacao** qui se traduisent par des intensités accrues d'amertume et d'astringence après exposition à différents types de stress. Un exemple peu connu est que la fève

de Cacao réagit après une première morsure pour doubler (de 3 à 6) son niveau d'amertume et d'astringence lorsqu'une seconde morsure est prise 5 secondes plus tard. Le mécanisme biochimique de cette capacité extraordinaire est totalement inconnu. Mais il est probable que ces réactions soient liées aux **mécanismes de défense naturels de la semence de Cacao** dans la nature et à l'augmentation de l'amertume et de l'astringence en début de fermentation.

Ensuite, je présente deux découvertes importantes basées sur les attributs sensoriels des fruits frais de Cacao (**chapitres 20-21**) :

- **Noix de Cacao (semences avec pulpe déshydratée),**
- **Parfum de Cacao (arôme capturé dans des coques de fruits de Cacao vides), et**

Ces découvertes n'ont de sens que parce qu'elles mettent en valeur la large gamme d'arômes et de saveurs des fruits frais de Cacao identifiés.

### • **Technologie de fermentation Anima (Chapitres 22-23)**

À la fin du livre, nous présentons la technologie **révolutionnaire de fermentation Anima**, qui transforme le Cacao bulk en Cacao fin. Anima élimine l'amertume et l'astringence et incorpore les saveurs et les arômes de fruits frais de toute variété dans les fèves pendant la fermentation, permettant à ces saveurs et arômes de s'exprimer dans les chocolats.

*Cela signifie, ni plus ni moins, **que toutes les variétés de Cacao se transforment en variétés fines** lorsqu'on utilise Technologie de fermentation **Anima**.*

# 3

## **La Cacao**

*Cacao est "La Cacao" !  
La Cacao est mystérieuse  
La Cacao est affectueuse  
La Cacao regorge de saveurs et d'arômes féminins  
La Cacao a une jupe faite de feuilles  
La Cacao a un placenta  
Et saigne comme une femme*

*Révéler ses secrets m'a pris 40 ans  
C'était la Cacao des Incas, appelée "Chuncho"  
(Signifiant "De la Jungle")  
Qui m'a invité à venir mieux la connaître  
C'était à Cusco, au Pérou.  
J'ai d'abord découvert que Chuncho n'était pas  
"La Nourriture des Dieux"  
Au contraire, c'était la nourriture des  
Les natifs « Matsiguengas (« Êtres Humains ») qui  
Toujours ont dégusté le Chuncho...  
Et encore aujourd'hui dégustent  
Sa pulpe et ses fèves sèches*

*Les fèves qu'ils vendaient aux Incas,  
Les Cacaos les plus délicieux  
Qu'ils plantent jusqu'à aujourd'hui  
Dans les "Jardins des Matsiguengas "  
Autour de leurs habitations dans les forêts  
Avec 41 saveurs et arômes surnaturels  
Ce que Chuncho m'a révélé  
Ouvrir, sentir et goûter  
Ses doux fruits frais  
La boîte à souhaits de Pandore...*



*Ce sont les Incas, en séances spirituelles,  
Qui consommait les fèves des  
"Êtres Humains" avec  
Des feuilles de coca amères mais divines...  
Dominé par la douceur féminine  
Des fèves aromatiques  
Da Cacao Chuncho*

*Des « êtres humains »  
C'est un jeu entre la douce féminité de la Cacao  
Et le coca amer masculin...  
Une drogue divine, pleine d'amour*

*La Cacao est "l'âme des femmes"  
La Cacao est aussi "l'esprit de la forêt"  
Elle est "l'Anima" (l'Âme) qui anime  
Les âmes des êtres humains  
Mâle et femelle*

*La Cacao, nourriture des Incas  
Et des « êtres humains »  
Et de tous les autres êtres humains  
Doit recevoir un nouveau nom spécifique  
Au lieu de Theobroma Cacao Lineu  
("Nourriture des Dieux")  
Ça devrait être " Hommebroma Cacao Eskes"  
("Nourriture humaine")  
« Broma » signifie aussi « jouer » en espagnol  
Mais Cacao n'est pas une blague!  
Une blague c'est l'humaine  
Qui n'aime pas Sa Majesté Cacao!*



## ***Une femme parfaite comme Cacacao***

*Sculpture en céramique par Albertus Eskes  
D'après un dessin original de  
Léonardo de Vinci*

# 4

## **Expressions Fines de Cacao**

### **❖ *Caractéristiques du Cacao fin et bulk***

Le marché du Cacao (*Theobroma cacao* L.) fait la distinction entre « bulk » et « fin ». Le Cacao bulk représente 95% du marché mondial du Cacao. Le Cacao fin et aromatique peut actuellement correspondre à *env.* 220 000 tonnes par an. La prime versée aux agriculteurs pour le Cacao fin peut aller de +15 % à +300 % (Pipitone, 2016).

Les chocolats fins ont souvent des expressions variées d'arômes de caramel, de noisette, de fruits, de fleurs ou d'épices, en plus de la saveur typique de « Cacao ». Les chocolats issus de variétés de Cacao bulk fermentées de manière traditionnelle n'expriment généralement que la saveur du Cacao (Pipitone, 2016), mais peu ou pas d'attributs de saveur fine.

*Dans ce traité sur les saveurs et les arômes du Cacao fin, nous n'avons pas inclus la saveur typique du Cacao.*

Le Cacao fin a traditionnellement été fourni par les variétés Criollo, Trinitario et Nacional. Plus récemment, des hybrides avec le génotype SCA6 (clones TSH à Trinidad) sont également inclus. De plus, les variétés bulk fermentées avec des technologies de **fermentation innovantes** peuvent également être considérées comme du Cacao fin aromatisé (voir **Anima**).

### ❖ *Expressions reconnues des qualités aromatiques du Cacao fin*

Chaque chocolat fin peut avoir ses attributs sensoriels spécifiques identifiés par différents connaisseurs de chocolat de manière très différente. Les principaux descripteurs sensoriels utilisés dans l'évaluation du chocolat sont: *acidité, amertume, astringence, sucré/caramel, noix/amande, fruit frais, fruit mûr, boisé, épicé et floral* (Sukha et Butler, 2005).

Les descripteurs supplémentaires varient considérablement en identité selon les connaisseurs de Cacao plus ou moins qualifiés. Deux panels d'étudiants ayant goûté six chocolats noirs ont identifié les attributs sensoriels suivants à faible pouvoir discriminant (Thamke *et al.*, 2009): *agrumes, herbacé, prune, cannelle, terreux, menthe, olive et vanille*. Barry Calebaut a développé une roue des attributs sensoriels du chocolat plus complète avec 40 descripteurs de saveurs et d'arômes suivants: *Lavande, Rose, Violette, Jasmin, Réglisse, Clou de Girofle, Cannelle, Gingembre, Muscade, Poivre Noir, Coriandre, Romarin, Boisé, Whisky, Etrange, Tabac, Champignon, Olive, Bergamote, Tamarin, Mandarine, Orange, Citron, Citron doux, Fraise, Framboise, Cerise, Raisin, Noix de coco, Banane, Mangue, Ananas, Poire, Pomme, Pêche, Abricot, Figs, Raisin, Prune et Vanille*.

A peine quinze descripteurs de Barry Calebaut coïncident avec 15 saveurs et arômes découverts dans la variété Chunchu (Chapitre 13).

## ❖ *Histoire de sélection de variétés de Cacao fines*

La sélection de variétés de qualités fines a été très limitée jusqu'à récemment pour les raisons suivantes (Lockwood et Eskes, 1995).

- **Manque de connaissances sur la diversité, l'expression et la base génétique des attributs de saveur et arôme fines;**
- **Différences d'objectifs de qualité parmi les fabricants de chocolat;**
- **Absence de méthodes efficaces de sélectionner des arbres individuels en fonction de leur qualité, et**
- **Évaluation coûteuse des qualités du chocolat compte tenu du besoin de jurys sensoriels.**

La sélection de variétés de qualité supérieur au cours du siècle dernier s'est probablement limitée à la **sélection phénotypique** au cours des 50 dernières années de variétés de TSH à Trinidad qui expriment des profils sensoriels multi-traits de chocolat et de pulpe de haute qualité. On peut considérer qu'il s'agissait d'une conséquence collatérale de l'utilisation de variétés parentales fines dans le programme de sélection TSH (SCA6, Trinitario et certains génotypes Forasteiro) qui visait principalement le potentiel de rendement et la résistance aux maladies, notamment.

La sélection uniquement pour le rendement et la résistance a parfois entraîné une qualité bulk du Cacao inférieure à la moyenne si la fermentation traditionnelle est utilisée, comme c'est le cas avec le clone CCN51 sélectionné en Équateur dans les années 1980.

## ❖ *Négligence des études sur les attributs sensoriels de la pulpe de Cacao*

La pulpe mucilagineuse de Cacao est composée de cellules parenchymateuses spongieuses qui contiennent une sève cellulaire riche en sucres (10 à 13%), en pentosanes (2 à 3%), en acide citrique (1 à 2%) et en sels (8 à 10%). Le rôle principal attribué à la pulpe de Cacao a été de fournir le **substrat**

**essentiel pour que les micro-organismes** développent, pendant la fermentation, les précurseurs d'arôme de chocolat qui réagissent les uns avec les autres pendant le processus de torréfaction (Figueira *et al.*, 1993). La plupart des études chimiques sur les substances aromatiques du Cacao ont été liées aux nombreux précurseurs et composés de l'arôme typique de « Cacao » dans les chocolats.

On sait depuis longtemps que certains clones tels que SCA6 et EET62 ont une pulpe très savoureuse et aromatique. Mais jusqu'à récemment, il n'y avait pas d'études sur la relation entre les saveurs et les arômes de la pulpe de Cacao et les attributs fins des chocolats. Les premières études sur l'importance des substances sensorielles dans les fruits frais de Cacao ont été rapportées par Eskes *et al.*, 2007, Eskes et Ahnert 2009 et Eskes *et al.*, 2012.

Plus récemment, quelques publications sont apparues sur les composés organiques volatils (COVs) présents dans la pulpe de Cacao (Pino *et al.* 2010; Kadow *et al.* 2013; Tchešnik *et al.* 2018 et Castro-Alyo *et al.*, 2019) qui ne sont pas liés à l'arôme du chocolat. Ceux-ci considèrent principalement la quantité de composés organiques volatils ou de précurseurs d'arômes présents dans la pulpe ou produits dans les pulpes pendant la fermentation, mais *sans considérer l'identité complète des attributs sensoriels fruités ou floraux de la pulpe comme nous avons trouvés dans nos études.*

Notre étude de Chuncho (Eskes *et al.*, 2018; Chapitre 13) représente la ***première étude systématique de Theobroma cacao démontrant la faisabilité de l'évaluation de la diversité génétique parmi les arbres individuels et la sélection des pulpes pour les saveurs et les arômes dans toute population de Cacao génétiquement diverse.***

# 5

## **Attributs Sensoriels des Pulpes et Des Chocolats**

### **❖ *Découverte***

La dégustation de nombreuses pulpes de Cacao réalisée par mes soins dans 11 pays producteurs de Cacao depuis 1998 a conduit en 2007 au constat que :

***"Les pays producteurs de Cacao et de chocolats fins cultivent des variétés qui ont des pulpes de Cacao plus savoureuses".***

Des exemples de pays qui cultivent des variétés de Cacao avec des pulpes plus savoureuses sont Trinidad, l'Équateur, le Venezuela et le Pérou. Ces pays sont bien connus pour leur production de Cacao fin.

Ce raisonnement conduit à l'hypothèse de que : ***"Il y a une relation entre les pulpes à saveur fine et les chocolats à saveur fine (Eskes et al. 2007 et 2012)."***

Un cas extrême était **Trinidad** avec des saveurs complexes très délicieuses de pulpes fraîches que j'ai appréciées chaque fois que j'ai visité le pays comme collation spéciale. A cette époque, Trinidad recevait une prime de 200% payée pour les fèves des variétés fines TSH. C'est l'un des bonus les plus élevés au monde.

***Ainsi, selon mon hypothèse, les variétés à bonne pulpe produisent des fèves de Cacao fines qui peuvent atteindre des prix plus élevés.***

### ❖ Variétés fines traditionnelles

Le Tableau 5.1 montre la comparaison entre les attributs sensoriels des fruits frais (connus et basés sur des évaluations personnelles) avec les attributs bien connus de quatre variétés de chocolat fin traditionnel (Sukha et Butler, 2005).

Les attributs sensoriels des chocolats Criollos ("**caramel et miel**") sont apparemment liés à la  **douceur de la pulpe**.

Les attributs sensoriels des chocolats Trinitarios ("**fruits frais et floraux**") sont apparemment directement liés à la saveur **d'agrumes/citron et à l'arôme de jasmin** dans leurs pulpes.

Les attributs sensoriels des chocolats Nacional ("**floraux, fruités et herbacée**") s'expliquent par la présence de **saveurs fruitées et d'arômes floraux et herbacées** dans leurs pulpes.

Les attributs sensoriels des chocolats Scavina 6 ("**floral, raisin**") s'expliquent par la présence de **la saveur de raisin Muscat et de l'arôme de lis dans la pulpe**.

Ces quatre exemples montrent qu'il existe une relation très étroite entre les attributs sensoriels des fruits frais et les attributs des chocolats fins.

***On peut en déduire que les substances sensorielles présentes dans la pulpe migrent vers les fèves lors de la fermentation et s'intègrent au profil sensoriel des chocolats.***

Certains attributs, tels que la saveur du raisin Muscat de SCA6, sont transformés en saveur de raisin sec dans le chocolat. Cette transformation de fruits frais en fruits mûrs est probablement causée par la méthode de transformation du chocolat, y compris le processus de torréfaction.

Le caractère de **noix/noisette** n'est pas lié aux arômes de pulpe, mais il est connu qu'il est lié aux fermentations courtes et aux précurseurs générés lors de la fermentation (peptides et sucres).

**Tableau 5.1. Comparaison entre les attributs sensoriels des fruits frais et des chocolats pour quatre variétés traditionnelles de Cacao fin**

<b>Variété fine traditionnelle</b>	<b>Attributs de la pulpe</b>	<b>Attributs du chocolat</b>
<b>Criollo ancien</b>	<i>Très doux, pas de saveurs ni d'arômes</i>	<i>Caramel/Miel, Noix</i>
<b>Trinitaire traditionnel</b>	<i>Agrumes/citron, Jasmin</i>	<i>Fruits frais, Floral</i>
<b>National</b>	<i>Fruitée douce, Jasmin, Herbes</i>	<i>Fruité, Floral, Herbacé</i>
<b>Scavine 6</b>	<i>Raisin Muscat, Lys</i>	<i>Fruit mûr (raisin), Floral lourd</i>

### ❖ *Attributs fins d'origine des pulpes*

Parmi les 10 attributs sensoriels de chocolats identifié par Sukha et Butler (2005) les 7 suivants peuvent être considérés comme des attributs de Cacao fins : **acidité citrique, doux/caramel, noix/amande, fruit frais, fruit mûr, épicé et floral/herbacé**. Six de ces sept attributs de Cacao fin (86%) sont d'origine de la pulpe du fruit frais.

Comme mentionné plus haut l'attribut de noix/amandes est une conséquence de la fermentation et la torréfaction. Si la fermentation est rapides les protéines de réserve ne sont pas totalement hydrolysés. Ils produisent des peptides a coté des acides aminés et les peptides produisent avec les sucres des substances aromatiques (ex. pyrazines) pendant la réaction de Maillard qui ont des saveurs de noix/amandes.

### *❖ Opportunités de fermentation et de sélection de variétés de Cacao fines*

La relation entre les attributs sensoriels de la pulpe et du chocolat que nous avons découvert a ouvert deux grandes opportunités pour valoriser les attributs sensoriels de la pulpe de fruits frais :

- ***Modification de l'environnement sensoriel de la pulpe par ajout de substances aromatiques lors de la fermentation (méthode « TropMix »), et***
- ***La sélection rapide de nouvelles variétés de Cacao fin sur la base d'évaluations sensorielles de la pulpe.***

# 6

## Arômatiser le Cacao: la Technologie « TropMix »

« Modification des Caractéristiques du Chocolat par Ajout De Substances Aromatiques Naturelles Lors De La Fermentation »  
(WO/2009/103137A2 ; Eskes *et al.*, 2012)

### ❖ *Portée*

Research Gate a calculé que la publication d'**Eskes et al. 2012** (*Effet de l'Environnement Sensoriel de la Pulpe de Cacao Pendant la Fermentation sur le Profil Aromatiques des Chocolats*) **a été lu par 1500 personnes** en 9 ans. Cela se compare à une moyenne de 100 lectures pour chacun de mes 150 autres articles. **C'est probablement expliqué par le caractère innovateur de mon article.** Fait intéressant: personne ne m'a contacté pour commenter ou remettre en question mes études. C'est pourquoi je reproduis ici la première application (mon brevet) de la méthode **TropMix, c'est-à-dire l'obtention d'un Cacao fin en ajoutant des substances aromatiques naturelles lors de la fermentation d'un Cacao bulk.**

### ❖ *Objectif*

Le but de l'étude était de modifier les attributs sensoriels en ajoutant des pulpes aromatiques de deux fruits à une masse de Cacao Amelonado (Forastero) pendant la fermentation.

## ❖ *Méthodes*

Pulpes extraites de deux fruits tropicaux aromatiques, *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) et *Annona muricata* (Corossol), ont été brassées avec des fèves du Cacao Amelonado dans des conditions de micro-fermentation réalisée à la ferme "Boa Sorte" à Uruçuca, Bahia, Brésil. La variété Amelonado, lorsqu'elle est fermentée de manière traditionnelle, montre généralement peu ou pas de saveur fruitée dans ses chocolats. La masse de fermentation dans une caisse en bois de 50x50x50cm a été brassée à 48, 72, 96, 120 et 144 heures et la durée totale de fermentation était de 8 jours. Les micro-fermentations ont été réalisées en mettant un kg de fèves en fermentation en mélange avec la même quantité de pulpes aromatiques de Cupuaçu et de Corossol, dans des filets de polystyrène au milieu de la masse en fermentation. Le témoin a été obtenu en prenant un kg de fèves d'Amelonado au milieu de la caisse de fermentation. Les traitements ont été appliqués, chacun avec deux répétitions, 24 et 48 heures après le début des fermentations.

Les attributs sensoriels des cinq échantillons (traitements) de fèves séchées ont été évalués par Sophie Assemat et moi-même au CIRAD à Montpellier, France, en mai 2007. Les liqueurs de Cacao et des chocolats ont été produits par Ed Seguire à Guittard Chocolate Company. Les liqueurs et chocolats ont été expédiés à Montpellier en novembre 2007 et leurs qualités sensorielles évaluées par moi-même et par Sophie Assemat et la préférence a été déterminée aussi par un jury public à Montpellier début 2008.

## ❖ *Résultats et discussion*

Les nibs obtenus à partir de la fermentation témoin n'ont pas exprimé de saveur fruitée (Tableau 6.1). En revanche, les **nibs et les chocolats** issus des fermentations mixtes de Cacao avec la pulpe des deux fruits **exprimaient des saveurs fruitées qui ressemblaient aux saveurs des fruits respectifs utilisés** (Tableau 6.1). L'intensité de la saveur de Cupuaçu était plus forte (4-5 pour les chocolats) que de la pulpe de Corossol (2-3). Ceci est conforme aux saveurs de Corossol plus délicats que les saveurs de Cupuaçu.

***Ces résultats confirment l'inférence faite au chapitre 5 selon laquelle les arômes de fruits migrent vers les fèves pendant la fermentation et sont intégrés dans le chocolat.***

***Il est fascinant de constater que les profils sensoriels des pulpes fraîches de Cupuaçu et du Corossol semblent être exprimés en entier comme des fruits frais dans les nibs et dans les chocolats TropMix. Ceci est différent de l'expression du raisin de la pulpe de Scavina 6 (Tableau 5.1) comme un fruit mûr (raisin sec) dans les chocolats. Il est possible que la température de torréfaction décompose plus ou moins les molécules volatiles pour transformer oui ou non une saveur de fruit frais en fruit mûre.***

Les traitements TropMix semblent réduire l'intensité de la saveur de Cacao et augmenter l'astringence des chocolats. Ces effets secondaires peuvent être causés par le transfert d'astringence des pulpes aromatiques des fruits aux fèves de Cacao, ou par un changement des conditions de fermentation. Des niveaux élevés d'astringence ont été associés à une faible intensité de la saveur de Cacao dans d'autres études sur la qualité du Cacao.

La légère saveur fruitée identifiée dans les chocolats de traitement 1 (témoin) peut être le résultat d'un transfert de saveurs fruitées entre les filets perforées de micro-fermentation.

### ***❖ Effet du moment de réalisation des micro-fermentations***

L'intensité de la saveur des fruits était la plus forte dans les nibs et dans les chocolats des micro-fermentations commencées 48 heures après le début du processus de fermentation (Tableau 6.1). Cela peut être lié au processus de germination des fèves de Cacao au deuxième jour de la fermentation qui semble intensifier l'absorption des substances solubles par les cotylédons.

**Tableau 6.1. Évaluations sensorielles (0-5) dans quatre traitements TropMix utilisant des fèves de la variété Amelonado (Témoin = 1) et des pulpes de Cupuaçu (2, 3) et de Corossol (4, 5) brassées à 50 % avec des fèves de Cacao en fermentation après 24 et 48 heures.**

Traite-ment	Heures	Attributs Sensoriels	Nibs de Fèves Séches	Chocolat
1	24	Fruité	0	1
Témoin		Cacao		3
		Astringence		1
2	24	Fruité	2	4
Cupuaçu		Cacao		2
		Astringence		2
3	48	Fruité	3	5
Cupuaçu		Cacao		2
		Astringence		3
4	24	Fruité	1	2
Corossol		Cacao		2
		Astringence		4
5	48	Fruité	2	3
Corossol		Cacao		2
		Astringence		3

### ❖ Applications

La relation des saveurs et des arômes de la pulpe et du chocolat a ouvert la voie à des applications importantes :

- **Les saveurs du chocolat peuvent être modifiées de manière simple mais substantielle en ajoutant des substances aromatiques naturelles aux fèves de Cacao pendant le processus de fermentation.**
- **Le développement très innovant de la production de chocolats avec des profils de saveur améliorés et/ou**

**modifiés devrait avoir d'importantes applications commerciales.**

- **Nous avons eu aussi de bons résultats de transfert de saveurs avec des doses des pulpes de fruit beaucoup plus faible (3-5%) et pour des épices encore plus faible (0,1-0,25%). Ceci veut dire que TropMix est une méthode bon marché.**
- **La technologie TropMix offrirait de nouvelles opportunités d'utilisation des pulpes de fruits tropicaux aromatiques régionaux, souvent sous-utilisés et sous-valorisés, pour créer des produits de « terroir ».**
- **La technologie TropMix ouvre des possibilités illimitées pour créer de nouveaux attributs sensoriels dans les chocolats.**
- **Le fait que les attributs des pulpes migrent vers la fève et soient incorporés dans les chocolats confirme les possibilités de sélection efficace de nouvelles variétés de Cacao fin par l'évaluation sensorielle simple et rapide des pulpes de fruits frais de Cacao.**

### **Commentaire 1. TropMix**

*Les quelques problèmes rencontrés avec la première génération de fermentations TropMix étaient la durée plus prolongée de la fermentation et les niveaux relativement élevés d'amertume et d'astringence, ainsi qu'une durée plus longue de la fermentation, comme effets corollaires de l'ajout de la plupart des pulpes que nous avons essayé. Ce dernier effet est beaucoup moindre avec l'utilisation d'épices.*

**C'est la principale raison pour laquelle nous avons cherché à développer une technologie de fermentation accélérée. Avec la technologie « Anima » (Tableaux 22.1 et 22.4, chapitre 22), nous avons pu appliquer le « TropMix Anima » avec un succès total pour exprimer dans les chocolats les saveurs et les arômes de toute substance aromatique ajoutée pendant la fermentation. De plus, Anima élimine l'amertume et l'astringence même en présence de pulpes de fruits et/ou d'épices ajoutés pendant la fermentation.**

## *Commentaire 2. TropMix vs. ValRhona*

***ValRhona en 2016 (9 ans après le brevet TropMix) a lancé deux chocolats, l'un à l'Orange fabriqué à Madagascar et l'autre au Fruit de la Passion fabriqué au Brésil. La société a présenté ces produits tels qu'obtenus par une invention de "double fermentation" à partir du quatrième jour de fermentation. Cette technologie fait partie intégrante des revendications du brevet TropMix qui recommandent l'ajout de substances aromatiques n'importe quel jour pendant la fermentation, même dans les premières étapes du séchage.***

***Jusqu'ici, en 2022, ValRhona insiste sur les réseaux sociaux que ce sont eux qui ont inventé la méthode après 10 ans d'études!***

# 7

## **Phrases et Pas Des Sentences 1**

*Faire une erreur*

*C'est humain*

*Insister sur l'erreur*

*C'est diabolique*

*Ce que me dérange*

*Ce sont des gens qui ne se dérangent pas*

*Je préfère me déranger*

*Que m'accommoder*

*Si nous tous  
Pourrions-nous déranger  
Pour une cause  
Le monde serait  
Moins dérangé*

*Le délice est infini  
Le désir est de courte durée*

*Un homme mécontent  
C'est l'enfer pour sa femme*

*Tout ce que tu fais dans la vie  
Fait le avec du sens  
La fête des sens a du sens*

*Mieux profiter  
Une courte vie heureuse  
Qu'une longue vie malheureuse*

*Le noir est la couleur de la vie  
Le blanc est la couleur de la mort  
Rouge la couleur de l'énergie  
Selon les traditions sacrées africaines*

*Je ne suis pas ici et je ne suis pas au-delà*

*Ce qu'est le meilleur endroit  
Pour vivre d'un "Flying Dutchman"*

*Vieillir c'est  
Devenir plus jeune*

*Si le cacao a soigné  
Deux de mes maladies chroniques  
Pourquoi ne pas  
Un troisième maladie ?*

*Le but dans la vie  
C'est atteindre le vide  
De l'esprit  
Et du corps*

*Avant qu'on ne meure pas  
Le vide nous attend comme un bonus  
Après une vie vécue pleine de vie*

*Le vide c'est plein d'énergie chaotique  
De l'origine et du fin de vie  
Le vide c'est le plein  
Ou les gens vides  
Arrivent après la mort*

*Rien ne peut arrêter l'être humain  
D'être heureux, sauf sa propre bêtise*

*L'origine de la logique c'est l'illogique  
Ainsi que l'origine de l'univers est le chaos*

## 8

### **Saveurs et Aromes du Cacao Sont Genétiques**

#### *❖ Effets environnementaux soupçonnées*

Il y a un an, j'ai regardé une vidéo qui montrait un célèbre chocolatier français se promenant dans une plantation CCN51 en Équateur, où il achète des fèves séchées. Dans la vidéo il s'exclame: «*Quel plaisir de voir des Cacaoyers associés à des*

arbres aromatiques, à des plantes à fleurs et des épices. Toutes ces **saveurs et arômes autour du Cacao seront exprimés par les fèves de Cacao, et par les chocolats faits avec ces fèves**». Il a exprimé la croyance erronée mais encore largement répandue que les saveurs et les arômes du Cacao fin naissent de facteurs déterminés par l'environnement.

## ❖ Effets génétiques

À quel point cela est erratique a été démontré lorsque nous avons identifié un grand nombre de saveurs et d'arômes génétiques dans la variété Chuncho à Cusco, au Pérou (*Eskes et al., Large Diversité Génétique Pour des Attributs Fins Dévoilé par le Cacao (Theobroma cacao L.) avec Attention Spéciale à la Variété Native Chuncho de Cuzco, Agrotropica 30:157. 2018*) (voir chapitre 13).

Un commentaire commun par rapport à notre identification de la saveur et de l'arôme de la pulpe dans Cacaoyers de Chuncho: **"Mais il doit y avoir eu des arbres aromatiques à proximité des Cacaoyers qui expriment des attributs de Cacao fin"**. Malheureusement pour nos interlocuteurs, il n'y avait pas de tels arbres à proximité des 226 arbres qui exprimaient les 41 saveurs et arômes de fruits frais de Cacao Chuncho.

**Par conséquent, il n'y a pas d'effets environnementaux sur les saveurs et les arômes identifiés. Par conséquent, ces effets doivent être génétiques.**

Il pourrais y avoir des rares **exceptions** lorsque des fèves fraîches ou des fèves de Cacao séchées entrent en contact avec des substances aromatiques. J'ai vu une fois des fruits de la variété Nacional en Équateur s'ouvrir dans un champ avec **des plants de coriandre qui** poussent généralement entre les rangées de Cacao et qui peuvent entrer en contact avec les fèves fraîches lors de l'ouverture des fruits et les contaminer avec leur arôme.

Nestlé, menant une étude sensorielle sur les saveurs "Arriba" dans les années 1990, a été convaincue d'une **saveur épicée dans les chocolats Nacional (Arriba)**. Cela peut être dû à ce que j'avais vu dans les champs de la variété Nacional. Le « Nacional » pur n'exprime généralement que des saveurs et des arômes floraux (jasmin), herbacés et fruités (Tableau 5.1).

**Heureusement, le Cacao a décidé d'exprimer ses attributs d'arôme et de saveur d'une manière simple: comme des attributs génétiques qualitatifs hérités qui sont très faciles à sélectionner (voir chapitre 13).**

# 9

## **Sélection Simple pour la Qualité du Cacao Fin**

*(Eskes et al., 2007 et 2012)*

### **❖ Introduction**

La sélection génétique traditionnelle pour les attributs fins du Cacao est un processus laborieux qui nécessite une collaboration entre généticiens, techniciens post-récolte, spécialistes sensoriels et chocolatiers. Pour progresser dans la sélection, il est nécessaire de pouvoir évaluer des arbres individuels, ce qui impliquerait la production laborieuse et coûteuse de liqueurs ou de chocolats. Par conséquent, l'utilisation d'une méthode rapide pour identifier les attributs de saveur fine des Cacaoyers individuels serait très utile.

***Le premier objectif de cette étude était d'évaluer si les attributs sensoriels de la pulpe de Cacao de différentes origines génétiques sont liés aux attributs sensoriels connus des chocolats de différentes variétés de Cacao.***

**Le 2ième objectif était d'identifier la meilleure façon d'inclure la sélection des attributs de saveur et d'arôme de la pulpe dans les activités de sélection du Cacao.**

## ❖ Méthodes

En septembre 2007, une expérience a été menée sur les attributs gustatifs de la pulpe de neuf génotypes de Cacao de la collection de matériel génétique de l'Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) à Tingo María, au Pérou. Les variétés choisies varient selon les attributs de saveur fine connus (Tableau 9.1).

- EET 62 est associé à la **saveur fruitée et à l'arôme floral Arriba** ;
- ICS1 est un **Trinitaire typique aux saveurs d'agrumes** ;
- Le clone CCN51 est connu comme une variété de Cacao bulk avec **une pulpe acide et des semences amères et astringentes** ;
- Des clones Ucayali (U) et Huallaga (H) représentent des origines spontanées et cultivées collectées respectivement dans les bassins des rivières Huallaga et Ucayali. Les accessions Huallaga semblent être majoritairement de véritables « Forasteros » (type bulk), alors que les accessions Ucayali seraient apparentées au génotype SCA6 fin.

Deux fruits mûrs ont été collectés sur chacun des neuf clones le matin et les pulpes ont été placées dans un flacon au laboratoire pour une évaluation sensorielle de la pulpe et des semences dans l'après-midi. Le panel de six personnes a noté les attributs suivants sur une échelle de 0 à 5 points :

- intensité de l'arôme volatil (odeur) à l'ouverture du couvercle,
- acidité de la pulpe,
- douceur de la pulpe,
- astringence de la pulpe,
- amertume/astringence des semences,
- saveur fruitée de la pulpe,
- le type de saveur fruitée de la pulpe, et

- la préférence globale

Les dégustateurs avaient une expérience préalable dans l'évaluation des différences de saveur et d'arôme de la pulpe sur le terrain.

## ❖ Résultats

- **Les attributs sensoriels de la pulpe sont des attributs variétaux discriminants**

Le niveau de discrimination entre les 9 variétés était élevé pour tous les caractères ( $P=0,05$ ), avec des moyennes statistiques des groupes allant de a à d. La discrimination entre les variétés était plus élevée pour l'astringence de la pulpe ( $F=13,8$ ) et plus faible pour la douceur de la pulpe ( $F=3,5$ ). Les différences entre les dégustateurs n'étaient pas significatives pour la préférence globale, l'acidité de la pulpe et la douceur de la pulpe, *suggérant que les dégustateurs évaluaient uniformément ces caractéristiques*. Les scores de préférence globale étaient **positivement liés à l'intensité de l'odeur, de la saveur et de la douceur de la pulpe et négativement liés à l'acidité et à l'astringence (Figure 9.1)**. L'acidité/astringence de la pulpe et l'amertume/astringence des semences étaient positivement corrélées entre elles et négativement corrélées avec la douceur de la pulpe. La préférence globale des clones variait significativement de 1,8 (CCN51, pulpe et semences astringentes et amères) à 4,3 (EET62, pulpe sucrée, saveur et arôme forts)(Tableau 9.1).

L'analyse en composantes principales (ACP) de la Figure 1 montre, d'une part, que ***l'amertume des semences, l'acidité et l'astringence de la pulpe*** étaient liées les unes aux autres et étaient plus fortes pour les clones CCN51, H56 et H60. Ces clones ont reçu des scores de préférence de 2,0, 1,8 et 2,3, respectivement, avec *une moyenne de 2,1*. ***Ceci est conforme au grade « Forastero » (bulk) des variétés H56 et H60 et à la mauvaise réputation bien connue de CCN51.***

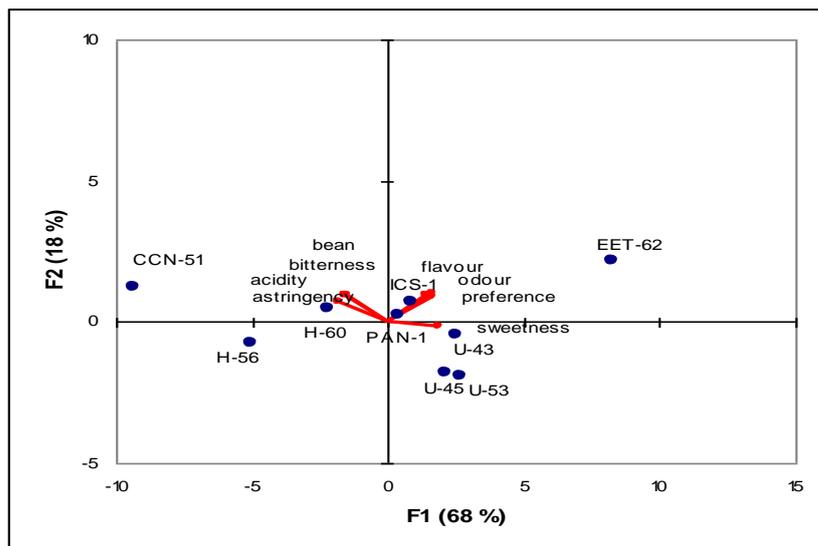
D'autre part, le PCA montre que la ***douceur, la préférence, la saveur et l'odeur*** étaient corrélées entre elles et associés avec les clones EET62, ICS1, PAN1, U45, U53 et U43. Ces clones ont reçu des scores de préférence de 4,3, 2,7, 3,2, 2,8, 2,8 et 2,3, respectivement, avec *une moyenne de 3,0*. ***Ceci est en accord***

*avec les clones bien connus pour être des Cacaos fins (EET62, ICS1) et PAN1 (saveur Corossol) et serait en accord avec les clones U qui ont une pulpe très sucrée et qui sont génétiquement liés au clone Sca6 reconnu comme très fin. Les deux clones extrêmes avec des caractéristiques de pulpe plus contrastées étaient CCN51 vs. EST62.*

<b>Clones</b>	<b>Description de la pulpe</b>	<b>Préférence globale</b>
<b>EET62</b>	<b>Arôme fort, fruité et sucré</b>	<b>4.3 a</b>
<b>Pandora 1</b>	<b>Goût sucré de corossol</b>	<b>3.2 b</b>
<b>ICS1</b>	<b>Acide doux. Agrumes, saveur de citron, floral</b>	<b>2.7 bcd _</b>
<b>U43, 45, 53</b>	<b>Saveur douce ou intermédiaire</b>	<b>2,6 bcd _</b>
<b>H56, 60</b>	<b>Astringent, acide, légèrement fruité</b>	<b>2,1 bcd/d</b>
<b>CCN51</b>	<b>Pulpe astringente, acide, peu savoureuse, semence très amère et astringente</b>	<b>2,0 cd</b>

**Tableau 9.1. Préférence sensorielle et attributs de la pulpe de neuf clones de Cacao évalués à l'UNAS, Tingo María, Pérou en 2008 par un panel de 6 personnes**

**Les résultats montrent que les saveurs et arômes de la pulpe de Cacao ont une origine génétique directe et qu'ils révèlent le degré d'attributs gustatifs fins présents dans chaque variété.**



**Figure 9.1: Graphique d'analyse en composantes principales pour cinq caractéristiques sensorielles de la pulpe et pour l'amertume de la semence de neuf variétés de Cacao. Les pourcentages entre parenthèses indiquent le pourcentage de variation expliqué par l'axe 1 (F1) et l'axe 2 (F2).**

### ❖ *Sélection rapide pour du Cacao fin*

Les résultats (Tableau 9.1, Figure 9.1) suggèrent que les saveurs et les arômes de la pulpe ont des effets significatifs sur les saveurs des fèves de Cacao et des chocolats.

***Cela permet de sélectionner rapidement de nouvelles variétés de Cacao pour des attributs de qualité basés sur la dégustation des pulpes de Cacao, comme ceux identifiés ici dans PAN1 (Corossol), ICS1 (Limão) et EET62 (Fruité, Floral).***

D'après nos résultats, les génotypes avec les pulpes de Cacao les plus préférées semblent présenter un intérêt direct pour la présélection du Cacao fin parfumé. Les pulpes préférées ont tendance à être sucrées et ont divers types d'arômes florales et/ou saveurs fruitées très intenses.

Si l'intérêt est de détecter des génotypes de Cacao fin dans diverses populations (collections de matériel génétique, doubles croisements, populations reproductrices, etc.), on peut ***commencer par un criblage rapide des génotypes simplement par préférence sensorielle de la pulpe.*** La sélection au champ peut être effectuée par une ou deux personnes ouvrant au moins deux fruits mûrs de chaque génotype (ou arbre) dans le champ et par classification de préférence globale subjective en identifiant, si possible, la présence de saveurs particulières. Les génotypes les plus préférés peuvent être évalués en suite par une méthode plus détaillée (voir ci-dessous).

### ***❖ Évaluation détaillée des attributs sensoriels de la pulpe***

Une évaluation détaillée des attributs sensoriels fins de la pulpe peut être souhaitable pour des études spéciales, telles que la mise en relation des attributs sensoriels de la pulpe avec les attributs des fèves fermentées et séchées et avec les chocolats. La méthode peut être similaire à celle utilisée dans notre étude, avec des adaptations possibles si nécessaire à des fins spécifiques. En général, pour évaluer les pulpes, il sera nécessaire d'avoir un panel formé de quatre à six membres et d'appliquer deux à quatre répétitions selon l'importance de l'étude. Les attributs de saveur sont évalués sur une échelle de 1 à 5 points, où 1 = absence de l'attribut, 3 = intensité moyenne et 5 est l'intensité élevée de l'attribut.

Chaque réplica doit inclure les étapes suivantes :

1. Collecte de fruits mûrs à partir de génotypes ou d'arbres à tester.
2. Collecte simultanée de fruits mûrs à tester ainsi que de génotypes témoins, qui peuvent être des variétés connus pour leur saveur et/ou arôme fins (par exemple ICS 1, SCA 6, Nacional), et de variétés commerciales cultivées localement avec ou sans attributs de saveur fine (Amelonado, IMC 67, CCN 51, *etc.*).
3. Ouvrir les fruits au laboratoire et placer la pulpe dans des boîtes en plastique numérotées et fermées pour contenir l'odeur de la pulpe. Il est préférable de laisser la pulpe reposer pendant une heure ou deux afin qu'elles s'adaptent à l'environnement et atteignent des températures uniformes.
4. L'observation de l'intensité et du type d'odeur de la pulpe est faite après ouverture du couvercle de la boîte en plastique par chaque membre du panel.
5. Après avoir dégusté la pulpe de deux ou trois semences, l'intensité de douceur, l'acidité, l'astringence, la saveur et le type de saveur sont évalués, en utilisant les témoins pour comparer avec des saveurs et des arômes connus.
6. Après avoir évalué les pulpes, il faut évaluer l'amertume et l'astringence de deux semences en deux morsures.
7. La préférence globale intégrée pour la pulpe et les semences est ensuite notée en intégrant des scores de chaque attribut.

L'analyse des données peut impliquer des statistiques linéaires telles qu'appliquées dans notre étude (ANOVA, études de corrélation, PCA) pour établir des associations entre les attributs, entre les génotypes de test et de témoin.

# 10

## **Phrases et Pas Des Sentences 2**

*Le meilleur endroit au monde*

*Et où on est*

*Innover durablement, c'est*

*Combiner des choses existantes*

*Avec nous-mêmes*

*Toute découverte significative*

*N'est pas scientifique, mais empirique*

*Le meilleur chocolat c'est une  
Fève de Cacao*

*Les histoires très sérieuses exigent  
Qu'ils soient racomptés  
Comme des blagues très sérieuses*

*Les plus grandes idées sont  
Les plus petites idées*

*Des gros problèmes sont grand  
Des grandes solutions sont petites  
De très gros problèmes nécessitent  
De très petites solutions*

*Si les idées ont fait bouger  
Les moulins à vent hollandais  
Pourquoi ils ne bougeront-ils  
Des civilisations?*

*Si des très grandes idées ont alimentées  
Des révolutions violentes  
Ainsi des petites idées peuvent faire bouger  
Des évolutions durables*

*Si des idées trop grandes  
Ont entraînés  
Haine et Inquisition  
Alors nous avons besoin  
De très petites idées  
Pour entraîner le bonheur*

*Ne vous inquiétez pas  
Soyez heureux*

*Toutes les civilisations doivent devenir  
Évolué autant que les civilisations indigènes:  
« Travailler moins pour être plus heureux »*

*Pour être un adulte heureux  
Il faut être un enfant.  
Un enfant heureux  
Doit aussi être un enfant*

*Une personne heureuse  
Est aussi souvent malheureuse*

*Des vies ordonnées  
Ont besoin de vies désordonnées  
Pour vivre ensemble en harmonie  
(le yin et le yang)*

# 11

## **Premier Exemple de Sélection pour des Saveurs et Arômes de Fruits Frais**

*Exemple unique d'utilisation des attributs de saveur et d'arôme dans la sélection génétique du cacaoyer*

**(García Carrión et al., 2012)**

- **Méthode et Résultats**

Entre 2005 et 2010, la superficie cultivée en Cacao au Pérou a considérablement augmenté en raison de la forte demande et des bons prix sur le marché international, mais les rendements moyens sont restés faibles. Les efforts d'amélioration pour obtenir de nouvelles variétés se sont poursuivis, mais ils n'ont pas encore suffi à augmenter la productivité du Cacao au Pérou. Il y a seize ans, le programme de sélection de Cacao de l'Universidad Nacional Agraria de La Selva - Tingo María a commencé à sélectionner des progéniteurs pour créer des hybrides et sélectionner des clones supérieurs qui seront bientôt mis à

disposition pour leur productivité, leur tolérance aux principales maladies et leur **qualité supérieure**.

Huit nouveaux arbres hybrides (B, C, D, E, F, G, H et J) ont été sélectionnés en fonction de leurs **qualités supérieures de leurs pulpes**. Les arbres étiquetés comme B, C, D, E, F et G, ont montré des intensités moyennes à élevées d'attributs floraux et fruités, avec des arômes floraux très intenses pour les arbres « E » {(U-68 x BMI-67) x CCN-51} et « G » {(U-68 x BMI-67 x ICS-95)}. De plus, ceux-ci étaient caractérisés par des scores faibles à très faibles pour les intensités d'acidité de la pulpe et pour l'astringence et l'amertume des semences.

Les arbres "F" {(EET-62 x U-1)} et "H" {(U-68 x IMC-67) x CCN-51} ont été sélectionnés pour leur forte saveur fruitée. L'arbre "H" a également été sélectionné pour ses saveurs indésirables (amertume et astringence) très faibles. Enfin, l'arbre "J" {(U-68 x IMC-67) x ICS-95}, s'est démarqué par son intensité moyenne de saveur fruitée et aussi par ses très faibles saveurs indésirables.

Comme démontré ci-dessus, la mise en œuvre d'un programme national de sélection du Cacao axé sur la sélection de clones pour la productivité, la qualité et le changement climatique **progressera potentiellement plus rapide vers l'objectif de la qualité de Cacao fin**.

# 12

## **Attributs sensoriels de la pulpe découverts entre 2007 et 2017 en dehors de la province de La Convención, Pérou**

Entre 2007 et 2017, douze attributs de saveur et d'arôme jusqu'alors inconnus de la pulpe de Cacao (Tableau 12.1) ont été découverts à l'extérieur de La Convención, au Pérou, à la suite d'exercices limités d'évaluation de la pulpe menés par trois scientifiques du Cacao sur sept sites à Trinidad, au Pérou, en Équateur et au Brésil.

La saveur de pulpe la plus courante était **Corossol** identifiée dans les sept lieux et dans des variétés de Cacao très différentes.

Le profil **Mango/Rosa** a été trouvé au Brésil dans un clone originaire de l'Amazonie équatorienne (EET397) et a été introduit au Brésil pour sa résistance supposée au balai de sorcière.

L'étonnante saveur fraîche de la **Banane** a été découverte à Trinidad en 2008 dans une plantation traditionnelle de Trinitários ayant une variation sensorielle allant de pulpes très sucrées à des pulpes très acides.

Cinq attributs sensoriels (**Banane, Corossol, Jasmin, Agrumes et Anone**) ont été identifiés dans des génotypes amazoniens, confirmés par des marqueurs moléculaires (Zhang, 2014) à Satipo, Junín, Pérou.

La variété Amelonado, encore largement cultivée au Brésil, s'est avérée avoir l'**arôme du Jasmin**, ce qui était surprenant. Amelonado a généralement été considéré comme une variété de Cacao « bulk » contrairement à la variété équatorienne Nacional,

qui présente également le même arôme de Jasmin. D'autres variétés clonées brésiliennes expriment également des saveurs et des arômes fins, *par exemple* le clone CEPEC 2008 avec **Corrossol et avec arôme Rose**.

Les fèves du cacaoyer au Trinidad avec saveur Banane (Tableau 12.1) ont été transformées en chocolats par Ed Seguíne. Deux experts ont décrit le goût du chocolat comme suit :

« *Le goût de la banane était perceptible dès le milieu de la séance* » (Kamaldeo Maharaja, 2010),

et

« *La saveur persistante ressemble à une confiture de banane* » (Albertus Eskes).

***Cela suggère que les attributs sensoriels naturels de la pulpe de Cacao peuvent être transformés en attributs de saveur de chocolat fin très uniques et intéressants.***

***La leçon la plus intéressante de ces 12 attributs de saveur et d'arôme de pulpe trouvés dans des populations génétiques très différentes et dans différents pays est que la diversité probable de la saveur et de l'arôme de la pulpe de Cacao peut être trouvée n'importe où dans le monde. Cela signifie qu'il existe un grand potentiel pour sélectionner efficacement de nouvelles saveurs et arômes de pulpe intéressants partout dans le monde.***

**Tableau 12.1. Douze profils sensoriels de fruits frais du cacaoyer trouvés à sept endroits à l'extérieur de La Convención, au Pérou, entre 2007 et 2017.**

<b>An</b>	<b>Attributs des fruits frais</b>	<b>Variété de Cacao</b>	<b>Emplacement</b>
2007	<b>Corossol</b>	Collection Amazon INIAP	Quévédo, Equateur
2007	<b>Corossol</b>	Clone de Pandora de Colombie	Tingo Maria, Pérou
2008	<b>Mangue/Rose</b>	EET397 de l'Équateur	Bahía, Brésil
2008	<b>Banane</b>	Trinitario traditionnel	Trinidad
2009	<b>Corossol</b>	Collection Guyane Française	Ceplac, Bahia, Brésil
2010	<b>Corossol</b>	Trinitario traditionnel	Trinidad
2012	<b>Mandarine, Corossol et Raisin</b>	Piura blanc	Piura, Pérou
2012	<b>Banane, Corossol, Jasmin, Agrumes, Anona</b>	Génotypes amazoniens	Satipo, Pérou
2017	<b>Corossol, Rose, Lys, Raisin, Fruits rouges, Agrumes, Inga et Jasmin</b>	15 clones commerciaux et Amelonado	Bahia, Brésil

# 13

## **Trésor sensoriel du Cacao des Incas de Cusco (Chuncho)**

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

Avant de présenter la grande diversité de saveurs et d'arômes de fruits frais identifiés dans la variété Cacao Chuncho, nous la mettons dans le contexte de :

- *L'histoire de la variété native Chuncho,*
- *Les frugivores de Chuncho, et des*
- *Les domestiquants du Chuncho les indigènes «Matsiguengas».*

### **❖ *La variété native de Cacao Chuncho***

Le Cacao "Chuncho" ("de la jungle") est originaire de la province de La Convención (vallée d' Urubamba) dans la région de Cusco

au Pérou. Il existe des rapports sur le commerce des fèves de Cacao par les Matsiguengas (« Etres Humains ») avec les habitants des montagnes avant et pendant l' **Empire Inca** (Johnson et Johnson, 1996). Le Cacao Chuncho était déjà cultivé au XVI<sup>e</sup> siècle, mais aussi spontanément en association avec les Matsiguengas (Aparicio, 1999). Cette tribu a toujours eu un intérêt particulier à consommer des jus de la pulpe du fruit Chuncho (Gade, 1975; Missionnaires dominicains, 2009) ainsi que des fèves sèches légèrement fermentées et grillées. Rozas (1861), cité par Aparicio (2000), décrit le Cacao natif de la vallée comme "de haute qualité, noble et sain", tandis que Paz Soldan (1852), cité par Gade (1975), répertorie le Cacao Chuncho de l'Hacienda Echerate comme le "meilleur" Cacao du monde. La culture du Chuncho s'est développée entre 1850 et 1890 avec l'arrivée d'immigrants de Cusco (Encinas, 2008). La superficie cultivée du Chuncho a culminé dans les années 1980 avec 14 000 ha et une production de 10 000 tonnes. Depuis lors, la superficie cultivée de Chuncho a été réduite à environ 11 000 ha avec une production actuelle de 2 600 tonnes, ce qui est dû à une faible productivité (150-250 kg/ha), au vieillissement des arbres et à la concurrence du CCN51 et d'autres cultures de remplacement. Aujourd'hui, Chuncho est de plus en plus utilisé comme source de Cacao fin et extra fin et reçoit des bonus significatifs allant jusqu'à 100-200%.

Les agriculteurs traditionnels consomment des jus de pulpe d'arbres Chuncho sélectionnés, une pratique inconnue dans d'autres parties du monde. Par conséquent, notre recherche sensorielle sur la pulpe et les fèves s'est concentrée sur les arbres Chuncho utilisés par les agriculteurs pour la production de jus. Les fèves Chuncho qui n'expriment pas un profil sensoriel marqué ont des saveurs et des arômes intéressants mais non spécifiques (Condori Cruz, 2015). Les pulpes de Chuncho sont généralement sucrées avec très peu d'acidité. Même si elles ne sont pas fermentées ou peu fermentées, les fèves de Chuncho ne sont ni acides, ni amères, ni astringentes, ce qui est une caractéristique unique au sein des Cacaos "Forastero". Cependant, ils peuvent le devenir avec une durée de fermentation de plus de quatre jours (Condori Cruz, 2015).

Parmi les 10 groupes génétiques actuellement reconnus de *Theobroma cacao* (Motamayor *et al.*, 2008), la variété Chuncho fait partie du groupe « Contamana » dont fait partie aussi le SCA6.

Cependant, des études sur les marqueurs SNP ont montré une relation génétique plus étroite entre Chuncho et les accessions natives des bassins fluviaux de Madre de Dios et de Beni (Cespedes - Del Pozo *et al.*, 2017) qui sont géographiquement proches. La diversité moléculaire au sein de Chuncho peut être considérée comme modérée à forte par rapport aux autres variétés natives de Cacao (Zang, 2014).

### ❖ *Frugivores de T. cacao et les Matsiguengas*

**Les fruits de Cacao mûrs ne tombent pas de l'arbre et ne s'ouvrent pas (fruit indéhiscent).** Par conséquent, la dispersion évolutive des semences de Cacao a dû dépendre d'animaux frugivores. Avec la couleur, l'odeur spécifique est considérée comme un attribut clé du fruit pour attirer les frugivores (Barry, 2009; Dominy *et al.*, 2001 et 2004; Nevo *et al.*, 2015). Attributs importants liés à la frugivorie de *T. cacao* sont (van Roosmalen, 2008):

1. Adhérence fort du fruit mûr à l'arbre,
2. Coques de fruits épaisses,
3. Forte adhérence de la semence à la pulpe,
4. Pulpe de fruits sucrée et nutritive, et
5. Ingestion de semences par les frugivores.

Six frugivores efficaces de Cacao ont été identifiés dans le bassin amazonien (Van Roosmalen, 2008): les singes (Araignée, Laineux, Cappuccino et Sakí), le Kinkajou et le Coati. Celles-ci sont associées à huit familles de fruits charnus, dont les *Annonacées*. (p. ex. Corossol, Chérimoya et Anone) et *Mimosées* (par ex. Inga ). Dans La Convención, Carlos Rodriguez (informations personnelles) a identifié sept frugivores de *T. cacao* (singes Araignées, singes Ecureuils et singes Hurlant), Coati, Kinkajou, Ecureuils et Péroquet Grand), dont quatre sont différents des frugivores amazoniens.

Des signaux olfactifs pour l'identification des fruits mûrs ont été mis en évidence chez plusieurs espèces de primates (Nevo *et al.*, 2015). Les singes araignées inspectent les fruits en renflant ou en mordant (Van Roosmalen, 2008) et peuvent distinguer les odeurs des baies de *Coumama. crocarpe* et de *Léonie symose* qui

font partie du syndrome frugivore de *T. cacao* en Amazonie (Nevo *et al.*, 2015). Laska *et al.* (2006) ont démontré une sensibilité olfactive étonnamment élevée du singe Écureuil, comparable à la sensibilité du chien. *Aucune information n'a été trouvée sur le rôle des différents arômes et saveurs des fruits frais, comme identifié chez Chuncho, dans l'établissement d'une dispersion efficace des semences par les frugivores en général.*

Les domesticateurs de Chuncho, les Matsiguengas, doivent avoir diffusé des semences de Chuncho depuis les temps historiques à La Convención, ce qui est lié à leurs traditions de consommation de pulpe et de fèves de Cacao (Missionários Dominicanos, 2009). Bien qu'ils n'aient pas de noms pour d'autres humains de la même famille, ils ont des noms pour le Cacao et trois produits à base de Cacao, démontrant l'importance du Cacao dans la vie des Matsiguengas. Ils doivent avoir sélectionné des arbres Chuncho pour les caractéristiques sensorielles de la pulpe et les avoir plantés dans leurs « *Jardins de Matsiguengas* ».

### ❖ *Méthode d'étude sensorielle*

***L'étude des caractéristiques sensorielles de la pulpe de Chuncho***, réalisée en 2012 par deux scientifiques expérimentés du Cacao, a inclus 100 arbres d'un tronçon central de 50 km de la vallée de La Convención. Les principaux critères de sélection des arbres étaient la préférence des agriculteurs pour la consommation de jus de pulpe, les caractéristiques typiques du Chuncho (morphologiques et sensorielles) et l'âge des arbres. La confirmation de l'identité génétique des arbres Chuncho a été obtenue en 2014 avec des marqueurs SNP (Zhang 2014). L'évaluation a consisté en l'identification des arômes perçus à l'ouverture du fruit et des saveurs fruitées lors de la dégustation de la pulpe de deux fruits mûrs par arbre.

Pour ***l'étude sensorielle des fèves séchées de Chuncho***, elles ont été récoltées début 2015 et fermentées pendant 2 à 4 jours, suivies d'un séchage au soleil (2 à 3 heures par jour). L'étude des fèves séchées a inclus 126 arbres de Chuncho répartis dans la vallée de La Convención, longue de 200 km. Les critères de sélection des arbres Chuncho étaient les mêmes que pour les évaluations de la pulpe. L'évaluation des fèves sèches a été réalisée en avril 2015 par trois experts en qualité de Cacao. Deux

chocolatiers fins péruviens, Alain Schneider (Chocomuseo) et Pablo Morales (Amaz Food) ont participé à 50% des évaluations et ont confirmé les attributs identifiés. L'amertume, l'acidité, l'astringence, l'intensité de la saveur et de l'arôme et la préférence globale ont été notées sur des échelles de 0 à 5 après discussion et consensus par les membres du panel. Toutes les identités gustatives et aromatiques observées d'espèces connues de fruits, de fleurs ou d'épices ont également été enregistrées par consensus. Les associations trouvées entre les attributs de saveur et d'arôme avec les attributs de saveur de base ont été analysées à l'aide du test Kruskal - Wallis. La répétabilité des identifications des attributs a été réalisée à l'aveugle en évaluant les attributs sensoriels de la pulpe et des semences de 20 arbres lors de la récolte 2016/17.

## ❖ Résultats

### • Attributs sensoriels de Chuncho

Dans la recherche sensorielle de la pulpe, 97 des 100 arbres étudiés ont montré des expressions qualitatives de saveurs et/ou d'arômes, représentant **30 profils sensoriels distincts de la pulpe. Dix-sept saveurs de fruits et neuf arômes ou épices** ont été détectés, totalisant 26 saveurs et arômes différents. Les profils sensoriels les plus courants étaient *Corossol/Jasmin*, *Floral* et *Agrumes/Jasmin* trouvé dans au moins 13 arbres chacun.

**Dans les 126 échantillons d'fèves sèches légèrement fermentées**, le panel a évalué les identités, les intensités des attributs sensoriels et les préférences. Dans les 92 arbres qui ont reçu des préférences au-dessus du grade 3, **39 profils sensoriels différents ont été détectés sur la base de 16 saveurs fruitées et de huit arômes différents**. Les quatre profils sensoriels les plus courants étaient *Mandarine/Jasmine*, *Corossol/Floral*, *Canneberge* et *Malt*, chacun dans six arbres ou plus.

Tableau 13.1 montre le **total de 41 attributs sensoriels** identifiés dans les 30 profils sensoriels de pulpe et les 39 profils de fèves. Sur les 41 attributs sensoriels, **29 (73 %) imitent des fruits, des fleurs et des épices familiers**. Chuncho imite non seulement les saveurs des espèces de fruits, mais aussi les variétés au sein des espèces, comme cela a été observé pour les

cinq variétés de bananes imitées par Chunchu (Tableau 13.1). Il imite également les saveurs d'espèces apparentées au sein du genre des agrumes (Citrus, Mandarine et Tangelo), toutes trois combinées avec l'arôme de la fleur d'agrumes (Jasmin) (Tableau 13.2).

**Tableau 13.1. Attributs sensoriels des fruits frais et des fèves de 226 arbres Chunchu**

**28 saveurs fruitées**

**Agrumes, Mandarine, Tangelo, Jacquier, Anone, Corossol, Chérimoye, Cinq Variétés de Banane, Raisin, Pomme Verte, Pomme Séchée, Jambosier, Goyave, Canneberge, Mangue, Inga, Pêche, Prune, Miel, Raisins, Fruits Rouges Mûrs, Fruits Rouges Frais, Fruits Jaunes Frais, Fruité.**

**13 arômes**

**Rose, Jasmin, Lys, Violette, Floral, Floral lourd, Épicé, Cannelle, Vanille, Menthe, Levure, Basilic et Malt**

• **Analyse des profils sensoriels**

Tableau 13.2. montre le total de 64 profils sensoriels uniques basés sur les 30 profils de pulpe et les 39 profils de fèves. Sur les 64 profils sensoriels, 25 (39%) sont composés d'un seul attribut de saveur ou d'arôme. **Les 39 profils restants (60 %) sont basés sur des combinaisons de deux attributs sensoriels ou plus.**

Trente-trois (52%) contiennent exclusivement des combinaisons de saveurs de fruits avec des arômes floraux ou d'épices. Six profils (9%) sont composés de trois combinaisons de saveurs et/ou d'arômes.

**Tableau 13.2. Soixante-quatre profils sensoriels uniques trouvés dans 226 arbres Chuncho préférés par les producteurs pour leurs jus de pulpe à La Convención, au Pérou.**

**Profils sensoriels uniques**

**Corossol/Floral; Floral; Agrumes/Jasmin; Mandarin/Jasmin; Jasmin; Raisin/Jasmin; Tangelo/Jasmin; Fruité; Banane/Floral; Corossol; Lys; Anone; Raisin sec; Goyave/Fleur Lourde; Jambosier/Floral; Banane Cavendish; Banana Pomme; Banana Chinito; Pomme Verte/Floral; Corossol/Rosa; Rose/Vanille; Menthe/Rose; Mangue; Chérimoya; Inga; Inga/Floral; Agrumes/Levures; Agrumes/Banane "Ilha"; Agrumes /Rose/Jasmin/; Basilic; Canneberge; Malt; Menthe/Floral; Malt/Jasmin; Canneberge /Rose; Menthe/Jasmin; Noix; Menthe/Noix/Lys; Pêche/Jacquier; Pomme Sèche; Pêche; Pêche/Rose; Fruits Rouges Murs; Noix/Rose; Pêche/Noix/Rose; Pêche/Noix; Pêche/Raisin Sec; Prune Mûr/Raisin Sec/Rose; Rose; Lys; Malt/Lys; Rose/Lys; Fruits Rouges Frais; Fruit Rouge Mûr/Rose; Fruit Jaune Mûr/Lys; Noix/Lys; Noix/Miel/Cannelle; Raisin Sec/Jasmin; Corossol; Corossol/Lys; Jacquier/Floral; Menthe/Noix; Mangue/Epicé; Malt/Noix/Rose**

Les neuf et trois fois que les attributs noix et raisins secs, respectivement, n'apparaissent que dans les échantillons d'èves. En revanche, l'attribut saveur corossol a été présenté 19 fois (21%) dans l'évaluation des pulpes, mais seulement deux fois (5%) dans les fèves. De plus, l'attribut malt n'a pas été trouvé dans l'enquête sur la pulpe alors qu'il a été identifié 12 fois dans

les évaluations des fèves. *Cela suggère que la saveur de la pulpe de corossol peut être transformée pendant la fermentation et le séchage en saveur de malt dans les fèves séchées.*

### • **Arômes de fèves associés aux saveurs de base**

Les panélistes ont noté sur une échelle de 0 à 5 points l'intensité de l'amertume, de l'acidité, de l'astringence, de la saveur et de l'arôme, ainsi que la préférence générale pour 64 échantillons des fèves les plus préférées (score supérieur à 3). Malgré le faible niveau de fermentation, les notes d'astringence et d'amertume (hors profils mandarine) étaient égales ou inférieures à deux dans 80% des échantillons et 89% pour l'acidité, montrant des saveurs de base très douces dans les fèves séchées. Des scores de préférence globaux de 4 ou 5 ont été attribués à 60 % des 64 échantillons de fèves, démontrant l'appréciation du panel pour les attributs sensoriels perçus.

Des analyses statistiques ont été effectuées sur les intensités moyennes d'acidité, d'amertume et d'astringence pour les profils sensoriels contenant des attributs spécifiques de saveur de fruit dans les 64 échantillons évalués. Trois associations significatives entre la saveur fruitée et les saveurs de base ont été identifiées.

- *Premièrement, les 13 **échantillons de fèves Mandarine/Jasmin étaient également significativement plus amers (P = 0,003)** avec un score de 2,9 par rapport à 2,0 dans les 49 autres échantillons de fèves.*
- *Deuxièmement, les huit échantillons de fèves ayant la saveur d'Agrumes **avaient des scores d'acidité moyens significativement plus élevés (P = 0,01)**, avec une moyenne de 2,3 par rapport à 1,3 obtenue dans les autres échantillons. Carlos Rodríguez a découvert un site de production d'amertume dans l'endocarpe de la partie basale de l'intérieur des coques de fruits avec la saveur Mandarine. Ce site amer n'existe pas dans les coques d'autres profils sensoriels de Chunchu. Cela suggère que l'amertume accrue des fèves Mandarines ne peut pas avoir été un artefact de l'évaluation sensorielle.*
- *Troisièmement, le **score d'astringence moyen de trois échantillons avec saveur de fruits rouges (3,3) était***

**significativement plus élevé ( $P = 0,007$ )** que le score d'astringence moyen des autres échantillons (1,3).

- **Autres associations avec les attributs sensoriels trouvés dans l'étude sensorielle de Chuncho**

Cinq associations surprenantes des attributs sensoriels de Chuncho avec d'autres attributs ont été identifiées comme suit. Ces associations sont décrites plus en détail au chapitre 17.

1. **Combinaisons de saveurs d'agrumes vs. arôme de jasmin.**

Sur les 11 profils Chuncho qui présentent un arôme de Jasmin (Tableau 13.2), les trois profils d'agrumes (Citrus, Mandarine et Tangelo) montrent la même association avec l'arôme de fleur d'agrumes (Jasmin). La probabilité que cela soit dû à des événements aléatoires est très faible ( $0,001=11/64 \times 11/64 \times 11/64$ ).

2. **Saveur de pulpe de Corossol vs. sa transparence.**

Une autre association intrigante est que les pulpes ayant la saveur de Corossol sont plus transparentes que les autres pulpes du Cacao et ressemblent à la transparence de la pulpe du Corossol lui-même. Cela a été trouvé dans toutes les pulpes avec des profils sensoriels de Corossol, non seulement chez le Chuncho à La Convención, mais aussi dans des différentes variétés en Équateur, à Piura (Pérou) et au Brésil (Tableau 12.1), ce qui montre une grande stabilité de cette association. On peut en déduire que cette association a été sélectionnée par des préférences frugivores simultanées pour la saveur et l'apparence, les deux parties du concept de "goût" (Schwab *et al.*, 2008).

D'autres associations décrites au chapitre 17 sont:

- L'arôme Rose **avec la couleur rougeâtre** des fèves séchées,
- La **saveur de Pêche Jaune avec la couleur jaune de la pulpe, et**
- La **saveur d'Inga avec la texture de la pulpe d'Inga.**

**Les associations ci-dessus mettent en évidence les pressions de sélection très spécifiques et directives que**

**Cacao a dû subir au cours de l'évolution et de la domestication.**

## ❖ *Contexte de l'étude et discussion*

*Le fait que nous avons trouvé un trésor phénoménal de saveurs et d'arômes de fruits frais du Cacao Chuncho nécessite une discussion approfondie pour contextualiser les résultats avec :*

- 1. Présence de **Composés organiques volatils (COV)** dans la pulpe de Cacao, avec*
- 2. La **Détermination génétique** des profils sensoriels des arbres fruitiers charnus par rapport à T. cacao, avec*
- 3. **Diversité sensorielle** du Chuncho en comparaison avec d'autres variétés de Cacao, et avec*
- 4. **D'autres arbres fruitiers** à pulpe charnue, avec*
- 5. Les **Préférences des frugivores** pour le Cacao pendant l'évolution, et avec*
- 6. Le potentiel commercial de Chuncho face **au marché potentiel de ses fèves et de ses jus savoureux.***

### • **Composés Organiques Volatils (COV) dans la pulpe de Cacao et dans les fèves**

Pino *et al.* (2010) ont été les premiers à identifier des COV dans la pulpe de Cacao obtenue dans une ferme en Colombie. Les composés pertinents parmi un total de 66 COV étaient des esters (acétate de 2-heptyle et acétate de 2-pentyle) et du linalol qui pourraient être liés à la saveur de fruits frais (esters) et à l'arôme floral (linalol) des variétés Trinitario et Nacional.

Kadow *et al.* (2013) ont étudié les concentrations de COV dans la pulpe de fruits frais et dans les fèves sèches de trois clones (EET62, SCA6 et CCN51) choisis pour leurs qualités sensorielles contrastées de pulpe et de chocolat (Eskes *et al.*, 2007; Tableaux 5.1 et 9.1). Les concentrations de COVs étaient faibles pour le clone CCN51, considéré comme de qualité médiocre, et élevées pour les clones SCA6 et EET62, qui sont des variétés très fines de Cacao. Les COVs dans SCA6 et EET62 dérivent de deux voies métaboliques différentes: les méthylacétone, les alcools et les

esters secondaires dans EET62 et les monoterpènes dans SCA6, suggérant une diversité entre les COV dans différentes variétés. Les concentrations des COVs étaient sensiblement plus élevées dans la pulpe que dans les fèves, confirmant les observations empiriques selon lesquelles les composés sensoriels se forment principalement dans la pulpe. La migration vers les cotylédons n'a apparemment commencé qu'avec la maturation des fruits et sera probablement terminée pendant la fermentation (Kadow *et al.*, 2013).

*Les auteurs ont confirmé que les caractéristiques sensorielles de la pulpe sont les sources les plus importantes de variations des caractéristiques sensorielles du Cacao fin dans les fèves et les chocolats et que les profils et les concentrations de COV sont en accord avec les évaluations des caractéristiques sensorielles contrastées de la pulpe dans ces génotypes (Eskes *et al.*, 2007 et 2012; Tableaux 5.1 et 9.1).*

Basé sur l'étude de Kadow *et al.* (2013), Hegmann (2015) a analysé les profils volatils de la pulpe de fruits de cinq génotypes sélectionnés au CATIE, Costa Rica. Les quantités relatives de substances aromatiques varient fortement avec les génotypes, avec la saison de l'année et avec la maturité du fruit. Les profils des COVs des cinq génotypes étaient assez différents des génotypes des témoins SCA6 et EET62, ce qui semble confirmer qu'il existe une grande diversité parmi les génotypes du Cacao pour les saveurs et les arômes de la pulpe. *Ce résultat chimique est en plein accord avec notre découverte de 41 saveurs et arômes différents dans le Cacao.*

Tchetnik *et al.* (2017) ont confirmé une faible concentration de COVs dans les pulpes de la variété CCN51 par rapport aux variétés FSV41 et UF564. Ils ont montré que le linalol et le 2-méthoxyphénol migraient activement de la pulpe vers la fève pendant la fermentation et que deux autres COVs semblaient migrer moins rapidement vers les fèves.

*Les résultats de Kadow *et al.* (2013) et de Tchetnik *et al.* (2017) confirment nos observations que les attributs sensoriels diverses des pulpes se retrouvent ensuite dans les fèves séchées, même après à peine quelques jours de fermentation (Tableau 13.1 et 13.2).*

**Remarquons ici que les outils chimiques, aussi puissants soient-ils pour détecter des COVs individuels, sont**

***incapables de déterminer l'identité des saveurs fruitées et des arômes floraux du Cacao (exemples: Canneberge, Mandarine, Rose et Lys) qui sont composés de multiples COV. L'identification des saveurs et des arômes ne peut se faire qu'avec une approche sensorielle comme nous l'avons fait à La Convención.***

***Une étude intéressante serait de comparer les COVs d'une identité sensorielle trouvée dans les pulpes de Cacao (par exemple le Jasmin) avec les COV des arômes de fleur de Jasmin que le Cacao imite.***

- ***Détermination génétique d'attributs sensoriels chez d'autres fruits charnus***

Barry (2009) considère que ***les arômes conférés par la maturation des fruits charnus représentent l'aspect le plus complexe et spécifique de l'espèce et l'un des principaux attraits pour les frugivores.*** Toutes les espèces et variétés de fruits charnus ont des profils sensoriels uniques composés de centaines de composés COVs individuellement classés comme alcools, aldéhydes, cétones, esters, terpènes, furanes, phénols et composés soufrés (Barry, 2009).

Cependant, seule une fraction des COVs semble être nécessaire pour exprimer de saveurs et odeurs complètes et spécifiques (p.ex. Pino et Bent, 2013). Le contenu et la composition des COVs montrent une variation génotypique et une plasticité phénotypique (El Hadi *et al.*, 2013).

***Bien que des transgènes qui modifient simultanément de nombreux composés volatils sont désormais disponibles, il est probable que les fruits qui rehaussent le goût aient encore besoin d'une régulation coordonnée de plusieurs voies de biosynthèse. (Klee, 2010). Le Cacao a apparemment résolu ce problème il y a longtemps.***

- **Détermination génétique des profils sensoriels du Chuncho**

L'intensité de l'arôme du Lys do Chuncho a varié considérablement dans les évaluations de nos fèves séchées (scores de 1 à 4), ainsi que dans les pulpes observées de différents arbres d'une parcelle de cacaoyers dans La Convención. Cela semble suggérer une expression quantitative et un *héritage polygénique de cet attribut*.

*Cependant, d'autres preuves indiquent un simple héritage qualitatif de beaucoup, si non toutes les autres attributs sensoriels du Chuncho. Un exemple est que 10 plantes à pollinisation libre de deux arbres Chuncho qui expriment la saveur de la banane dans leurs pulpes expriment toutes la saveur de la banane (Carlos Rodriguez, Inf. Pers.), mettant en évidence un héritage génétique simple, probablement dominant, de la saveur de la banane.*

Plusieurs arbres *hybrides* de Chuncho avec d'autres variétés, identifiés comme tels par des marqueurs moléculaires (Zhang, 2014), ont montré une expression élevée des attributs sensoriels de la pulpe de Chuncho (voir Satipo dans le Tableau 12.1). La même chose est connue à partir d'essais de sélection comprenant des hybrides de SCA6 et EET62 avec des génotypes de Cacao non apparentés.

***Ceci suggère l'action de gènes dominants dans les profils sensoriels de la pulpe de T. cacao.***

Les profils sensoriels de plusieurs attributs sensoriels de Chuncho trouvés dans plus d'un arbre sont exprimés sous forme d'attributs qualitatifs stables avec des intensités très similaires entre les arbres et les endroits où ils ont été trouvés, même à des endroits très éloignés. Un exemple est le profil sensoriel *Mandarine/Jasmin* trouvé dans des endroits éloignés qui montrent toujours une forte saveur de Mandarine, une odeur *significative de Jasmin* combinée à une amertume de la fève supérieure à la moyenne. Une autre association stable entre les attributs du profil sensoriel est la saveur de Corossol, qui est toujours associée à une pulpe translucide. D'autres profils sensoriels stables avec de multiples attributs sont Corossol/Jasmin, Agrumes/Jasmin, Menthe/Floral, Canneberge/Rose, Menthe/Jasmin, Noix/Rose et Pêche/Noix/Rose. Ces

associations stables d'attributs multiples, même dans les génotypes hybrides, suggèrent une **action génique pléiotropique dominante**. (= un gène qui exprime deux attributs ou plus simultanément). Ceci est similaire à l'identification par Gregor Mendel de la pléiotropie chez les pois à partir de l'attribut "trois" (Mendel, 1866) responsable de l'expression simultanée de "semence mûre", "fleurs violettes" et "taches axiales".

L'âge moléculaire a démontré que des gènes uniques peuvent produire plusieurs produits avec des effets importants sur le phénotype (Stearns, 2010), même pour des mutants qui affectent la maturation (Kovacs *et al.*, 2009). *T. cacao* peut avoir bénéficié de la pléiotropie comme mécanisme évolutif favorable en associant simultanément plusieurs traits attractifs pour les frugivores. **Les corrélations génétiques** entre les attributs de saveur et d'arôme peuvent avoir exemplifié la pléiotropie de *T. cacao* (Stearns, 2010).

***La probable détermination dominant ou pléiotropique des saveurs et des arômes trouvée dans les profils sensoriels de T. cacao simplifierait grandement la sélection et l'amélioration des caractéristiques sensorielles qualitatives spécifiques du Cacao.***

***Cette détermination qualitatif est très différente de la situation d'autres espèces de fruits charnus, où les attributs sensoriels sont complexes, hautement polygéniques et associés à l'histoire génétique (par exemple, Klee, 2010).***

*Les inférences basées sur les observations susmentionnées sur la détermination génétique des saveurs et des arômes chez le Cacao mériteraient d'être confirmées par des études génétiques formelles, telles que des schémas de croisement diallèles.*

- **Chuncho vs autres fruits charnus: diversité génétique des attributs sensoriels**

La variété Chuncho, donc *T. cacao*, est unique pour imiter 21 saveurs et sept arômes d'autres fruits et de fleurs ou d'épices

connues (Tableau 13.1) **par rapport aux imitations très limitées parmi d'autres espèces de fruits charnus.**

Prenons l'exemple de la Pomme, supposée être l'espèce fruitière avec la « plus grande » diversité sensorielle parmi ses variétés (Baietto et Wilson, 2015). Parmi les 52 descripteurs utilisés pour analyser la diversité sensorielle parmi 16 variétés (Ulrich *et al.*, 2009), *seuls deux font référence à des saveurs d'autres espèces (poires et noix)*. Par ailleurs, les descripteurs utilisés pour l'évaluation sensorielle des variétés de mangues (Vásquez-Calcedo, 2002) ne contiennent que des saveurs et des arômes non spécifiques tels que "doux" ou "acide" et "doux", "acide", "juteux" et " impact de la mangue ". Cette variation sensorielle générique se retrouve également couramment pour de nombreuses autres espèces de fruits.

La présence d'une grande diversité de *saveurs fruitées et d'arômes floraux dans les « Arômes Primaires du Vin »* est bien documenté (*par exemple*, Marais, 1983; Ulrich et Fischer, 2007). **Cependant, ceux-ci sont principalement générés par des combinaisons spécifiques de précurseurs variétaux au cours du processus de fermentation, comparables aux précurseurs d'arômes de chocolat.** La diversité des arômes des cépages préexistants, comparables aux saveurs et aux arômes de la pulpe de Cacao fraîche, est apparemment limitée à certains cépages exceptionnellement aromatiques comme le Muscat et le Shiraz. Les jus de raisin de différents cépages présentent généralement peu de variations sensorielles (Ulrich et Fischer, 2007).

**Ces comparaisons vantent la capacité sensorielle unique de Chuncho, et donc de T. cacao, à imiter des saveurs et des arômes de 28 espèces connues de fruits, de fleurs ou d'épices avec une précision apparemment élevée, transformant le Cacao en une entité végétale « Phénoménale ». Des études chimiques et sensorielles sont nécessaires pour analyser la perfection des imitations des attributs sensoriels par Cacao.**

- **Caractéristiques sensorielles des Chunchos vs d'autres variétés de Cacao**

### ***Variétés de Cacao fines***

Les variétés traditionnelles de Cacao à arôme fin ont *six attributs de saveur ou d'arôme* (Tableau 5.1) qui sont très identiques à six des 41 attributs sensoriels de la pulpe et de la fève Chuncho (Tableaux 13.1 et 13.2). ***Cela indique que 34 des caractéristiques sensorielles de Chuncho sont complètement nouvelles par rapport aux variétés fines traditionnelles.*** Cependant, deux arbres identifiés dans d'anciennes plantations de Trinitario à Trinidad expriment des saveurs de pulpe de Banane et de Corossol (Tableau 9.1). Cela suggère que des saveurs et/ou des arômes similaires au Chuncho peuvent être trouvés dans le Trinitario et probablement aussi dans d'autres variétés de Cacao fines ou bulk.

### ***Autres variétés de Cacao***

Entre 2007 et 2017, douze saveurs et arômes de fruits différents qui font partie de la diversité des attributs de Chuncho ont été détectés dans la pulpe de variétés différentes à neuf endroits différents en dehors de La Convención (Tableau 12.1). Au chapitre 15 nous mettons en évidence les attributs sensoriels du Chuncho que l'on retrouve très souvent dans les variétés commerciales au Brésil. ***Cela confirme que les attributs sensoriels de Chuncho peuvent également être trouvés ailleurs au Pérou et en dehors de Pérou et dans différentes variétés de T. cacao, même s'ils ne sont pas considérés comme fines.***

### ***Chuncho contre spécificité des attributs sensoriels de T. cacao***

En ajoutant les caractéristiques sensorielles des variétés traditionnelles de Cacao fines (Tableau 14.1) aux caractéristiques trouvées dans d'autres variétés en dehors de La Convención (chapitre 12), nous arrivons à un total de 14 caractéristiques sensorielles différentes détectées jusqu'à présent en dehors de La

Convención qui font toutes partie de la panoplie des 41 attributs sensoriels de Chuncho (Tableaux 14.1 et 14.2). **Cela suggère que tous les traits sensoriels identifiés devraient être considérés comme des traits de *T. cacao* plutôt que comme des traits de variétés individuels de Cacao.** Il semble que de nombreux autres attributs sensoriels similaires à Chuncho peuvent être trouvés dans d'autres variétés de Cacao qui peuvent augmenter la valeur marchande de ces variétés de Cacao. Cependant, Chuncho a le grand avantage d'avoir des attributs de saveur de base très doux. *Cela réduit le besoin de procédures post-récolte et de chocolaterie pour réduire l'acidité, l'amertume et l'astringence, que en même temps réduisent l'intensité des saveurs et des arômes.*

### **Préférences des frugivores et des humains vs. pour des saveurs et des arômes du Chuncho**

*T. cacao reposait uniquement sur les frugivores qui répandaient efficacement ses semences au cours de l'évolution.* Cinq familles ou genres légitimes d'animaux frugivores sont associés à *T. cacao* dans La Convención comme l'a noté Carlos Rodriguez. La grande diversité sensorielle de Chuncho suggère que les conditions évolutives ont dû être favorables aux interactions intensives et spécialisées entre frugivores et *T. cacao* à La Convención.

En plus des associations avec les animaux, les Matsiguengas étaient directement associés au Cacao Chuncho avant même de l'Empire Inca (Johnson et Johnson, 1996) et ils auraient toujours consommé du Cacao sous forme de pulpes (Missioneros Dominicos, 2009) et comme les fèves légèrement grillées, ce qui continue de se produire encore aujourd'hui.

La couleur, l'odeur et la texture sont les attributs des fruits les plus importants pour attirer les frugivores (par ex. Dominy *et al.*, 2001; Rodriguez *et al.*, 2013 et Van Roosmalen, 2008). **Cependant, le rôle des composés aromatiques très diversifiées chez le Chuncho qui s'accumulent pendant la maturation des pulpes de fruits charnus est encore mal compris** (Rodríguez *et al.*, 2013). Nous pouvons conclure que la grande variabilité des saveurs fruitées du Chuncho n'a pas d'explication évident. Il a été suggéré qu'une fois qu'une pulpe de fruit est identifiée par un frugivore comme sucrée et nutritive, cela suffirait à assurer la consommation de pulpe et la

dissémination des semences (p. ex. Van Roosmalen, 2008). Les saveurs de la pulpe de Chuncho sont présentes dans 53 (83%) des 64 profils sensoriels analysés, alors que seulement 36 (56%) des profils expriment des arômes. Trente-trois profils sensoriels (52 %) sont composés de combinaisons spécifiques d'une saveur avec un arôme ou une épice. Cette prédominance des saveurs dans les pulpes de Chuncho ne semble pas être le fruit du hasard.

Il est bien possible que lors de la domestication du Chuncho par les Matsiguengas, comme aujourd'hui les producteurs de Chuncho, aient sélectionné des pulpes davantage pour leurs saveurs plus dominant dans les jus que les arômes. Ceci est bien probable car parmi les variétés brésiliennes 83% des profils sensoriels ont un arôme et une saveur (Chapitre 15) ce que semble suggérer un équilibre plus logique pour des cacaoyers qui n'ont pas été sélectionnés par l'homme. ***Ceci renforce l'hypothèse qu'en état silvestre les frugivores sont attiré d'abord par un arôme et en suit par une pulpe savoureuse.***

#### ***Imitation d'autres saveurs et arômes***

Les pulpes de Chuncho et les fèves imitent les attributs sensoriels associés à quatre espèces de fruits sympatriques avec *T. cacao* dans les forêts tropicales d'Amérique du Sud: trois espèces d'*Anonaceae* (Corossol, Anone et Chérimoye) et l'espèce Ingá (Tableaux 13.1 et 13.2). Les frugivores de *T. cacao* sont également associés à ces espèces (Van Roosmalen, 2008). Naturellement, ces frugivores préfèrent la pulpe de fruit de *T. cacao* qui imite les attributs sensoriels des fruits familiers auxquels ils sont également associés. *Mais pourquoi ne pourrait-il pas en être autrement, les quatre espèces sympatriques imitant les saveurs et les arômes de T. cacao ?*

Une question apparemment plus difficile à expliquer est pourquoi *T. cacao* imite jusqu'à 24 saveurs et arômes d'espèces allopatriques de fruits et de fleurs ou d'épices. Les frugivores de *T. cacao* peut avoir imposé des pressions de sélection évolutives extrêmement élevées sur *T. cacao* afin qu'il puisse métaboliser des cocktails de composés volatils qui imitent l'identité sensorielle unique des espèces de 24 fruits et de fleurs allopatriques

répertoriées dans les Tableaux 13.1 et 13.2. ***Encore une fois, T. cacao semble être la seule espèce de fruit charnu au monde qui imite autant de saveurs et d'arômes d'espèces lointains. Cela renforce encore l'hypothèse que T. cacao c'est une espèce phénoménale.***

- **Profils sensoriels uniques de Chuncho pour un nouveau marché du Cacao fin**

La valeur commerciale d'une variété de Cacao à arôme fin dépend de l'éventail complet des caractéristiques de saveur et d'arôme, y compris les caractéristiques de saveur de base (acidité, amertume et astringence). Chuncho a l'avantage de combiner une multitude d'attributs sensoriels très intéressants avec des attributs gustatifs de base favorables. Alors que les Cacaos fins commerciaux ont tendance à avoir un profil sensoriel étroit, Chuncho propose une sélection remarquable de 64 combinaisons intéressantes de saveurs et/ou d'arômes. Trente-trois (52%) des 64 profils sensoriels uniques sont composés de combinaisons saveur fruitée x arôme floral ou épicé. Six profils (9%) sont composés d'une combinaison de trois saveurs et/ou arômes. Les 25 profils Chuncho avec un seul attribut sensoriel imitent 16 saveurs et arômes connus: ***Canneberge, Basilic, Pomme Séche, Pêche, Rose, Jasmin, Lis, Inga, Mangue, trois variétés de Banane, Corossol, Raisin, Ananas et Cherimoya.*** Quinze de ces attributs sont déjà attrayants simplement parce qu'ils sont complètement nouveaux sur le marché actuel du Cacao fin.

Les profils sensoriels complexes de Chuncho peuvent être encore plus attrayants sur le plan commercial, comme cela semble être le cas avec des combinaisons complexes d'attributs sensoriels multiples dans certaines variétés de TSH à Trinidad. Quelques exemples de profils sensoriels complexes apparemment intéressants de Chuncho (Tableaux 14.1 et 14.2) sont: ***Mandarine/Jasmine, Corossol/Jasmine, Rose/Vanille, Mente/Jasmine, Citrus/Jasmine, Tangelo/Jasmine, Canneberge/Rosa, Noix/Raisins, Pêche/Noix, Pêche/Rose, Lys/Rose, Menthe/Noix/Lys, Prune Mûre/Raisins/Rose et Noix/Miel/Cannelle.*** L'utilisation commerciale attendue de ces variétés uniques pourrait conduire à une diversification et à une expansion significativement du marché du Cacao fin.

- **Sélection de Cacaoyers fins du Chuncho et dans d'autres variétés**

Nos résultats montrent que la sélection de génotypes de Cacao à arôme fin peut se faire ***simplement, rapidement et efficacement*** par l'évaluation sensorielle des fruits frais. De plus, comme chez Chuncho, la sélection des traits sensoriels des fruits frais peut également réussir dans ***d'autres populations de Cacao natives et cultivées ou dans des variétés locales au Pérou et ailleurs***. Les populations natives de Cacao étroitement liées à Chuncho de Madre de Dios et Beni méritent une attention particulière.

Les associations d'agriculteurs et les instituts de recherche pourraient organiser des concours pour que les agriculteurs identifient les arbres, dans n'importe quelle variété de Cacao, avec la pulpe la plus délicieuse combinée à des fèves non amères qui devraient ensuite être caractérisées par l'identité et l'intensité de la saveur et de l'arôme. Une fois les arbres avec des caractéristiques sensorielles et des composants de rendement intéressants identifiés, ***l'étape suivante est la multiplication et/ou l'amélioration***.

En premier lieu, les arbres sélectionnés individuellement doivent être multipliés sous forme de clones à des fins de conservation. Deuxièmement, si l'arbre sélectionné a également des composants de rendement intéressants et s'il est auto-compatible, il peut être utilisé directement pour la multiplication monoclonale commerciale et/ou pour l'amélioration génétique.

Pour l'amélioration génétique l'accent sera mis sur la sélection de rendements élevés, de résistance aux maladies et de qualité gustative fine. Une option intéressante consiste à créer des variétés hybrides en croisant des sélections de Chuncho avec des génotypes parentaux connus pour produire des hybrides résistants et à haut rendement dont la pulpe neutre ne devrait pas interférer avec les saveurs et les arômes de Chuncho qui devraient dominer dans les hybrides. Des exemples intéressants sont les parents PA 121 et PA169, qui sont disponibles à La Convención et ailleurs, et qui sont des progéniteurs par excellence pour la productivité et la résistance aux maladies..

Par ailleurs, l'établissement de plantations commerciales à petite échelle peut être réalisé grâce à l'utilisation de semences à pollinisation libre d'arbres Chuncho sélectionnés qui, même incompatibles, devraient reproduire en grande partie les caractéristiques sensorielles des arbres mères par l'action de gènes pléiotropes dominants. Ces descendances peuvent être sélectionnées dans les 3 à 5 ans pour les caractéristiques de saveur/arôme et pour les composants de rendement. Les arbres ensuite sélectionnés fourniront suffisamment de bourgeons pour assurer l'établissement de grandes **plantations commerciales polyclonales** avec des caractéristiques sensorielles uniformes.

**Enfin**, la réponse finale au besoin d'une multiplication commerciale rapide d'arbres Chuncho de haute qualité avec un potentiel de rendement moyen à élevé est probablement l'embryogenèse somatique à grande échelle.

- **Potentiel la consommation de jus frais de Chuncho et de fèves décortiqué grillées**

Matsiguengas et les producteurs de Chuncho consomment de la pulpe et des jus d'arbres sélectionnés, ainsi que des fèves entières grillées légèrement fermentées. Ces deux modes de consommation du Chuncho pourraient potentiellement devenir deux nouveaux segments sur le marché du Cacao fin. Les jus frais produits à partir d'arbres Chuncho sélectionnés seraient aussi divers que les 64 profils sensoriels uniques, **par exemple Corossol, Canneberge, Mangue/Rose, Pêche/Jasmin et Tangelo/Jasmin.**

Les évaluations des caractéristiques sensorielles nous ont convaincus que **manger des fèves Chuncho séchées e décortiquées de arbres sélectionnés est une expérience sensorielle supérieure.** Les saveurs et les arômes sont pleinement exprimés dans les fèves Chuncho légèrement fermentées, séchées et grillées, tandis que divers attributs sensoriels du Chuncho sont modifiés ou affaiblis dans les chocolats. Les saveurs de base des fèves Chuncho sont très douces et favorisent la consommation directe des fèves.

Ce nouveau marché pourrait favoriser les producteurs de Chuncho qui recevraient éventuellement **un pourcentage plus élevé du** prix de vente final des fèves de Cacao qui ne nécessitent

qu'une transformation minimale. Enfin, la consommation de fèves de Cacao légèrement torrifiées et décortiquées devrait **apporter des bienfaits pour la santé grâce à des concentrations plus élevées de polyphénols** que dans les chocolats.

- **Le Cacao sensoriel et sa survie évolutive**

**Toute espèce de fruit ou de fleur a construit sa propre identité sensorielle unique au cours de millions d'années au cours de l'évolution et de la domestication** (Barry, 2009). Cette identité sensorielle est unique et précieuse pour les espèces fruitières et florales, car elle sert de principal facteur de reconnaissance pour que les frugivores et les humains dispersent efficacement les semences, assurant la survie au cours de l'évolution et de la domestication. Chacune de ces identités sensorielles repose sur un équilibre quantitatif et qualitatif très délicat entre un grand nombre de COVs (Barry, 2009; El Hadi *et al.*, 2013; Klee, 2010). On pourrait se demander comment Chuncho est capable d'imiter autant d'identités sensorielles d'autres plantes, ce qui impliquerait peut-être plusieurs centaines de COV. **Une étude comparative entre les COV des plantes imitées et les COV de la pulpe de Cacao pourrait éclairer cette question.**

Étant donné que Chuncho est peut-être une sorte de "mère" de tous les attributs de saveur et d'arôme de *T. cacao*, nous pouvons envisager la possibilité qu'il soit également la "mère" d'une identité sensorielle unique du fruit frais de Cacao. **Mais nous n'avons certainement pas trouvé cette identité dans les recherches de Chuncho.**

On pourrait alors se demander pourquoi *T. cacao* a construit une gamme très diversifiée d'attributs sensoriels de fruits frais plutôt que de construire sa propre identité sensorielle de fruits frais qui serait suffisante pour attirer les frugivores comme toutes les autres espèces de fruits charnus, y compris Cupuaçu, une espèce sœur de *T. cacao* ?

# 14

## **Identité de la Cacao**

*Toutes sortes de fruits sur terre  
Ont leurs identités sensorielles  
Uniques bien défini  
Comme la Pomme, la Poire,  
Le Raisin, le Cupuaçu et la Prune  
Conquis avec des difficultés  
Au cours de l'évolution  
Être reconnu et mangé  
Par des animaux frugivores  
Qui dispersent les semences  
Dans le jardin d'Eden*

*Mais l'incroyable Cacao  
Ce n'est pas porté comme ça  
La Cacao a développé  
Plus de 70 profils sensoriels uniques  
Avec 40 saveurs et arômes  
Combiné et recombinaé  
Par exemple:  
Mandarine avec Jasmine  
Mangue avec Rose, Corossol avec Lys  
Rose avec Lys, Pêche avec Noix  
Menthe avec Jasmin et Canneberge avec Rose*

*Ces attributs sensoriels uniques du Cacao  
Ont été emprunté à 30 autres  
Espèces de fruits, de fleurs et d'herbes*

*Mais notre étude détaillée  
N'a pas découvert  
Une identité unique pour la Cacao  
Pas de saveur de Cacao unique  
Pas d'arome de Cacao unique  
Dans ses fruits frais*

*Notre groupe de travail s'est réuni  
Pour discuter de cette découverte très inhabituelle*

*Nous avons donc décidé que le meilleur symbole  
Pour la Cacao est le Caméléon  
Qui imite les couleurs de l'arc-en-ciel  
Loin dans le ciel  
Tout comme le Cacao imite  
Des saveurs et des arômes  
Que viennent des endroits très éloignés*



*L'arc -en-ciel  
Symbole des Incas  
Symbole de la paix  
Le Cacao c'est comme les Incas  
Qui ont mangé les délicieuses fèves de  
Cacao Chuncho  
Deux entités naturellement Surnaturelles  
Marié dans l'histoire  
Qui mérite d'être réécrit*

*Le Cacao a guéri deux de mes  
Maladies chroniques à Cusco  
En me donnant tant de bonheur*

*Elle a encore beaucoup + beaucoup plus de  
Bonheur et Santé à offrir  
A tous les êtres humains*



***Theobroma cacao et Ephecadepato***

**Sont capables d'imiter des attributs**

**Intéressants lointains et**

**Les deux n'ont pas d'identité propre**

# 15

## **Saveurs et Arômes de Pulpes Brésiliennes**

*Enquête limitée sur le profil sensoriel de la pulpe de  
Cacao brésilienne par Bertus Eskes et David Pujol  
(2017/19)*

❖ *Évaluation sensorielle des pulpes de 51 variétés commerciales dans les champs des agriculteurs*

<b>Amelonado</b>	<b>Agrumes, Jasmin</b>
<b>CP49</b>	<b>Pomme acide, Jasmin</b>
<b>PH16</b>	<b>Pomme douce, Lys</b>
<b>FA13</b>	<b>Pomme douce, Lys</b>
<b>Salobrinho 3</b>	<b>Corossol, Lys</b>
<b>Cepec 2008</b>	<b>Corossol, Rosa</b>
<b>TSH1188</b>	<b>Corossol, Lys</b>
<b>TSH565</b>	<b>Raisin Muscat, Lys</b>
<b>CCN10</b>	<b>Corossol, Lys</b>
<b>EET397</b>	<b>Mangue, Rose</b>
<b>Cantagalo 3</b>	<b>Violette</b>
<b>PH15</b>	<b>Agrumes, Floral</b>
<b>SJ02</b>	<b>Canneberge, Rose</b>
<b>CEPEC 2002</b>	<b>Pêche, Rose</b>
<b>PS1319</b>	<b>Pomme verte, Lys</b>
<b>BN34</b>	<b>Raisin blanc, Rose</b>
<b>TSA 654</b>	<b>Inga, Lys/Jasmin</b>
<b>C2001</b>	<b>Fruité, Floral</b>
<b>TSH516</b>	<b>Fruité, Lys</b>
<b>CCN51</b>	<b>Agrumes, Jasmin</b>
<b>RB 42 et 46</b>	<b>Mangoustan</b>
<b>Pain 11</b>	<b>Agrumes</b>
<b>Dr. Ron</b>	<b>Corossol, Herbacé</b>

<b>LP06</b>	<b>Corossol</b>
<b>Cepec 2004</b>	<b>Raisin blanc</b>
<b>CA71</b>	<b>Pêche, Jasmin</b>
<b>EQX107</b>	<b>Basilic</b>
<b>PS2006</b>	<b>Pomme Douce, Florale</b>
<b>FC902</b>	<b>Pomme Douce</b>
<b>PAIN 9324</b>	<b>Réglisse, Floral</b>
<b>SM06</b>	<b>Pêche, Jasmin</b>
<b>SCS20</b>	<b>Agrumes, Lys</b>
<b>CCN16</b>	<b>Jasmin</b>
<b>BJ11</b>	<b>Pomme Verte, Florale</b>
<b>Joventina 37</b>	<b>Corossol</b>

**Trente-huit des 51 variétés (73%) sont de variétés fines!**

### ❖ *Conclusions*

- *Incroyable!* Vingt-huit clones commerciaux des 51 évaluées ont des profils sensoriels uniques, ce qui représente 44 % du total des profils sensoriels uniques (64) identifiés chez Chunchu, au Pérou.
- Pour des saveurs et des arômes uniques, la richesse relative au Brésil par rapport au Chunchu est respectivement de 46% et 58%.
- Le potentiel de saveurs et d'arômes de fruits frais brésiliens devrait être beaucoup plus important que celui identifié jusqu'à présent dans un échantillon très limité de seulement 51 variétés commerciales.
- Cette recherche limitée a identifié trois saveurs et arômes qui n'étaient pas identifiés au Pérou: *Mangoustan, Violette et Réglisse*.

- *La richesse au Brésil des profils sensoriels commerciaux uniques du Cacao Fin garantit un grand potentiel pour développer un grand marché brésilien pour le Cacao Fin.*
- Cependant, il n'est pas encore reconnu que le Brésil possède autant de variétés commerciales de saveur fine, ce qui peut être lié à des méthodologies post-récolte qui sont encore inefficaces.
- *Le Brésil devra adopter une nouvelle méthode de fermentation capable d'exprimer ces saveurs fines intéressantes (voir Anima, chapitre 22)*
- La grande variation des attributs sensoriels du fruit frais fin est difficile à expliquer par la génétique traditionnelle liée à la qualité du fruit. L'hérédité des attributs sensoriels du fruit frais mérite d'être étudiée en détail, comme dans les plans de croisements diallèles.
- L'enquête sensorielle au Brésil doit être étendue à au moins 1.000 clones et hybrides pour évaluer la variation totale des caractéristiques sensorielles du fruit frais dans le pays.
- *Comme indiqué pour le Brésil, de nombreux autres pays producteurs de Cacao peuvent avoir une large gamme d'attributs d'arômes et de saveurs de fruits frais et devraient avoir le même potentiel que le Brésil et le Pérou pour produire du Cacao fin.*

# 16

## **Phrases et Pas Des Sentences 3**

*Ma nature logique  
Contient des parties illogiques  
Pour mieux vivre  
Dans un monde logique*

*La logique arrive à  
Tombez amoureux de l'illogique*

*Le chaos est l'origine de la vie  
Le chaos donne naissance à l'amour  
Le chaos donne naissance à l'existence  
Et aussi l'inexistence*

*Derrière un gros mensonge  
Une grande vérité est cachée  
Derrière une grande vérité  
Un gros mensonge est caché*

*« Dieu est celui qui nous aide à  
Comprendre ce que nous ne comprenons pas »  
(Raul Seixas, chanteur brésilien)*

*Autrement dit:  
« Dieu explique les choses  
Qu'on ne peut pas comprendre »*

*Alors que le diable ne fait qu'expliquer les choses  
Qu'on veut comprendre?  
Vous comprenez?*

*Le diable ne comprend pas le bien  
Parce que le diable n'est pas bon  
Dieu seul comprend  
Le bien et le mal  
Dieu est le bien et le mal!*

*Le bien ne comprend pas le mal  
Le bien n'a pas besoin de comprendre le mal  
Le mal existe grâce au bien  
Mais le bien peut exister  
Par lui-même*

*Une personne seule se sent généralement mal  
Une personne seule est généralement mauvaise*

*Les bonnes personnes agissent seules  
Les mauvais gens  
Travaillent généralement en groupe*

*Le temps passe  
Plus vite quand les gens  
Ne sont pas seuls  
Mais le temps du solitaire vient plus vite  
Que des gens pas seuls*

*Meilleur  
Donner du temps au temps*

*Seul Dieu et les pauvres ont de la grâce  
Grace à Dieu!*

*Dieu est l'inspiration des pauvres,  
Et Dieu est aussi inspiré par les pauvres !*

*Les bonnes blagues sont utilisées  
Pour cacher histoires vraies  
Mais la plupart des contes et des histoires  
Ne sont pas drôles*

*Juste des histoires absurdes ou folles  
Sont amusants*

*Des histoires absurdes ou folles  
Peuvent être vraies*

*Les gens normaux ne racontent pas des  
Histoires absurdes ou folles  
Seules les personnes spéciales savent  
Raconter ce type d'histoires*

*Les pauvres sont plus riches  
Spirituellement que les riches*

# 17

## **Voyage au Mystère Magique du Cacao Fin**



*Bertus Eskes, Tour Chef, vous invite à participer comme les Beatles en 1967 au « Magical Mystery Tour » de Cacao fin*

❖ *Identités sensorielles incroyables dans les fruits frais de T. cacao*

**ARRÊT 1 - Cusco, Monde**

• **Les attributs sensoriels du Chuncho revisités**

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

L'industrie du Cacao fin exploite principalement **quatre profils sensoriels** des quatre variétés traditionnelles de Cacao fin: Criollo, Trinitario, Nacional et des hybrides avec SCA6 (Tableau 5.1). Cette diversité sensorielle explorée au cours des siècles **est minime par rapport aux 64 profils sensoriels découverts dans la variété Chuncho (Tableau 13.2).**



**Carlos Rodríguez à côté d'un Chuncho centenaire.**

***Chef d'orchestre du « Voyage Magique et  
Mystérieuse » du Cacao fin.***

Les producteurs de la variété Chuncho originaire de Cusco au Pérou, qui est le Cacao qui était consommé par les Incas, fabriquent des jus à partir de la pulpe d'arbres sélectionnés. Les évaluations de 226 de ces arbres préférés ont montré *la présence de 64 profils sensoriels uniques, principalement composés de multiples attributs sensoriels. Vingt-neuf des 41 saveurs et arômes identifiés imitent ceux d'autres espèces connues de fruits, de fleurs ou d'épices. Cette grande diversité sensorielle et ce grand mimétisme sont totalement inconnus chez les autres espèces commerciales de fruits charnus.*

*Ici, nous répétons le fait phénoménal que Chuncho exprime 29 saveurs et 13 arômes de fruits frais.*

*Les 29 saveurs sont:*

**Corossol, Agrumes, Mandarine, Raisin, Fruité, Banane Commune, Banane Cavendish, Banane Manzana, Banane Isla, Banane Chinita, Corossol, Anone, Goyave, Pomme rose, Pomme verte, Mangue, Chérimoye, Inga, Canneberge, Noix, Pêche, Jacquier, Pommes séchées, Fruits Rouges Mûrs, Raisins Secs, Prunes Mûres, Fruits Rouges Frais, Fruits Jaunes Mûrs et Tangelo.**

*Et les 13 parfums que Chuncho nous a révélés sont :*

**Floral, Jasmin, Iris, Violet, Floral lourd, Rose, Vanille, Levure, Basilic, Menthe, Cannelle, Épices et Malt.**

Il est étonnant de constater comment le cacaoyer exprime tous des saveurs et arômes que sont tous de attributs très attractifs pour l'être humaine. **Comment le cacaoyer a su quels fruits et arômes sont de grand intérêt pour l'être humaine ?**

Les attributs sensoriels des fruits frais **dépendent fortement du génotype** et sont corrélés aux préférences humaines (Tableau 9.1). L'expression stable dans le temps et dans l'espace des profils sensoriels multi-attributs de Chuncho suggère fortement une **héritabilité pléiotrope dominant**, favorisant **une sélection simple** pour des combinaisons d'attributs sensoriels. Ceci **contraste très fortement avec la détermination complexe des attributs sensoriels chez d'autres espèces de fruits.**

On pourrait en déduire que la grande diversité sensorielle de Cacao Chuncho s'explique possiblement par la pression de

sélection d'attributs sensoriels hautement spécialisés exercés par les frugivores, au cours de l'évolution, et plus tard par les indigènes « Matsiguengas », lors de la domestication.

***Cependant, de nombreuses autres espèces de fruits, y compris T. grandiflorum, ont probablement subi une pression de sélection similaire et ne présentent pas la même variabilité dans les attributs de saveur et d'arôme.***

***Par conséquent, il n'existe actuellement aucune explication scientifique pour une variation sensorielle aussi importante chez T. cacao.***

*Les fèves Chuncho sont de plus en plus transformées en source de Cacao extra-fin. Valoriser les différents profils sensoriels de T. cacao dans les chocolats, les fèves séchées et les jus devraient considérablement diversifier et dynamiser les marchés du Cacao fin, cette fois basés sur les **traditions Matsiguenga et Inca et non plus sur les traditions Mayas.***

## **ARRÊT 2. Cuzco**

- **Les profils sensoriels uniques de Chuncho**

Nous aimons probablement tous le Cacao en partie parce que nous le considérons comme une **plante mystérieuse**. Cependant, je pense que nous ne savons souvent **pas vraiment pourquoi Cacao est mystérieux**.

Je suis très heureux d'avoir aidé à révéler, avec mon bon ami Carlos Rodríguez de Quillabamba (photo ci-dessus avec un vieux Chuncho), de nombreux secrets de la saveur et de l'arôme du Cacao. Nous n'avons travaillé **qu'avec le Cacao que les Inca consommaient**, c'est -à -dire de vieux arbres de la variété native Chuncho ("De la Forêt") de Cusco.

***Oui, les Inca consommaient du Cacao, selon certaines références historiques, bien qu'il ne semble pas y avoir de références historiques espagnoles liant les Inca au Cacao.***

Les agriculteurs traditionnels de Chuncho sélectionnaient souvent des arbres individuels pour faire des jus de pulpe, une habitude inconnue ailleurs. Ensuite, les fèves ont été légèrement

fermentées et torréfiées puis séchées. Cela signifie que ces arbres ont été sélectionnés pour leurs saveurs et/ou arômes particuliers. Carlos a dirigé notre recherche sensorielle vers les arbres sélectionnés par les agriculteurs. ***Cela nous a beaucoup aidé à démêler l'énorme trésor d'arômes et de saveurs de fruits frais à l'intérieur du Chunchu (T. cacao).***

Des 64 profils sensoriels révélés dans Chunchu, trente ont été détectés dans des fruits frais :

***Corossol et Floral, Floral, Agrumes et Jasmin, Mandarine et Jasmin, Jasmin, Raisin et Jasmin, Tangelo et Jasmin, Fruité, Banane et Floral, Corossol, Lys, Corossol, Raisin, Goyave et Floral Lourd, Pomme Rose et Floral, Banane var. "Cavendish", Banane var. "Manzano", Pomme Verte et Florale, Corossol et Rose, Rose et Vanille, Menthe et Rose, Mangue, Chérimoya, Inga, Inga et Floral, Agrumes et Levure, Agrumes et Banane var. « Isla », Agrumes/Rose et Jasmin, Basilic, Banane var. « Chinito »***

Et 34 autres profils sensoriels uniques ont été détectés dans des fèves séchées et légèrement fermentées :

***Canneberge, Malt, Menthe et Floral, Malt et Jasmin, Canneberge et Rose, Menthe et Jasmin, Noix, Menthe, Noix et Lys, Pêche et Jacquier, Pomme Séchée, Baies Mûres, Noix et Raisins Secs, Noix et Rose, Pêche, Prune Mûre, Raisins et Rose, Pêche et Noix, Pêche et Raisins, Pêche, Raisins et Rose, Pêche et Rose, Malt et Lys, Rose, Lys et Rose, Fruits Rouges Mûrs et Rose, Fruits Jaunes Mûrs et Lys, Noix et Lys, Noix Miel et Cannelle, Raisins Secs et Jasmin, Corossol et Lys, Jacquier et Floral, Menthe et Noix, Mangue Épices et Malt, Noix et Rose.***

Fait intéressant, seuls 5 profils sensoriels étaient communs entre les profils de fruits frais et d'fèves séchées, mais de nombreuses saveurs et arômes étaient les mêmes. Cela peut s'expliquer par le fait que la zone d'étude des fruits frais était différente de la zone d'étude des fèves séchées. Dans ce cas, il est tout à fait possible que d'autres profils sensoriels uniques puissent être trouvés avec des recherches supplémentaires.

***La grande diversité des profils sensoriels des fruits frais et des fèves séchées fait partie du mystère du T. cacao pour lequel il n'existe actuellement aucune explication scientifique possible.***

### **ARRÊT 3. Brésil**

- **Les attributs sensoriels du T. cacao brésilien revisités**

Après le projet Chuncho au Pérou, nous avons commencé à rechercher des attributs de saveur fine à Bahia et au Espírito Santo, au Brésil, en 2017/19.

***La première grande surprise a été que la plus ancienne variété plantée au Brésil, Amelonado, considérée comme une variété « bulk » typique, exprime une saveur d'agrumes dans sa pulpe et un fort arôme de jasmin.*** Les Brésiliens à qui j'ai demandé s'ils connaissaient l'arôme du Jasmin de l'Amelonado considéraient que cet arôme était simplement « l' arôme du fruit frais de Cacao », sans savoir comment l'identifier.

L'arôme du jasmin c'est l'une des caractéristiques exceptionnelles du profil aromatique fin de la variété Nacional! Le fait que l'Amelonado ait été et continue d'être utilisé principalement comme variété bulk peut être lié à la méthode de fermentation inefficace traditionnelle (voir le Tableau 25.1 pour le profil sensoriel de l'Amelonado obtenue par la méthode de **fermentation Anima** en comparaison avec celui obtenu par la **méthode traditionnelle**).

L'étude limitée de la saveur et de l'arôme de la pulpe au Brésil n'a jusqu'à présent inclus que 51 variétés clonales et Amelonado. Le nombre de saveurs et d'arômes dans les pulpes était de 16 et 7, respectivement, pour un total de 23.

Ces 23 attributs sont exprimés dans *28 profils sensoriels uniques différents qui peuvent être utilisés pour fabriquer des chocolats fins différenciés*. Chocolats fabriqués avec des profils **Mango/Rosa (EET397)** et **Pitanga/Rosa (SJ02)** ont déjà montré des attributs sensoriels très intéressants et reconnaissables dans les chocolats.

**Dix-neuf (83 %) des 23 saveurs et arômes** sont les mêmes que nous avons détectés dans Chuncho. Cela montre un grand chevauchement des attributs sensoriels avec la panoplie sensorielle de Chuncho.

**Par conséquent, cette grande diversité sensorielle doit être considérée comme appartenant à T. cacao plutôt que des variétés individuelles de T. cacao. Et, une telle diversité peut être trouvée dans n'importe quel pays producteur de Cacao dans les nombreuses variétés de Cacao cultivées dans le monde.**

Les « nouvelles » saveurs et arômes de pulpe détectés au Brésil étaient **Mangoustão** (goût fantastique!), **Réglisse** (excellent!) et **Violette** (persistante). Violette a ensuite été retrouvée également au Pérou.

**Vingt (71%) des 34 profils sensoriels identifiés au Brésil** sont les mêmes que ceux trouvés chez Chuncho. Les huit (29 %) "nouveaux" profils sensoriels uniques au Brésil sont :

**Muscat et Lys (origine SCA6), Violette, Agrumes et Floral, Lys et Jasmin, Mangoustan, Herbacé, Pomme Douce et Florale, et Réglisse.**

**Cette découverte augmente le nombre total de profils sensoriels uniques de fruits frais identifiés chez T. cacao de 64 à 72 ! Il est très probable que davantage de profils puissent être trouvés avec des recherches plus poussées au Brésil et dans d'autres pays.**

**Le grand avantage du Brésil dans l'exploitation de cette grande diversité sensorielle est que les différents profils sensoriels agréables se traduiront par des Cacaos fins très diversifiés qui pourront être immédiatement exploités à l'échelle commerciale en raison des clones de saveur fine déjà disponibles à l'échelle commerciale.**

Dans nos études récentes avec **les technologies de fermentation innovantes d'Anima** (Chapitre 22) nous avons constaté que l'expression des saveurs fruitées et des arômes floraux dans les chocolats est significativement améliorée par rapport à la méthode traditionnelle de fermentation. **Par exemple, les chocolats Amelonado et CCN51 fabriqués à partir de fèves Anima ont montré des saveurs de base très douces, des saveurs**

***intenses de caramel et de noix et des profils sensoriels variétaux fruités/aromatiques équilibrés et expressifs.***

***Les caractéristiques sensorielles identifiées dans les variétés commerciales au Brésil, combinées à des technologies de fermentation innovantes, galantiserait un grand potentiel pour que le pays devienne un important producteur de Cacao fin.***

#### **ARRÊT 4. Monde**

- **Les fruits de Cacao frais n'ont pas d'identité sensorielle propre**

Les espèces de fruits charnus évoluées pendant 20 à 40 millions d'années (Hancock, 2004) ***ont développé des profils sensoriels uniques*** qui sont des outils clés pour être reconnus par les frugivores et/ou les insectes spécifiques à l'espèce nécessaires à la perpétuation des espèces végétales. Ainsi, le profil sensoriel d'une Pêche est propre à l'espèce Pêche et celui d'un Mandarin à l'espèce Mandarin. ***cacao est très différent !***

Les 226 arbres Chunchu de Cusco et les 51 génotypes de Cacao brésilien ont révélé 71 profils sensoriels basés sur des combinaisons de 30 saveurs de fruits et/ou 13 arômes floraux/épices.

**Première magie:** *Ces profils se sont développés en seulement 10 millions d'années d'évolution du Cacao (Richardson et al., 2015) !*

**Deuxième magie:** *Trente et un des saveurs et des arômes du Cacao imitent ceux d'autres espèces végétales.*

**Troisième magie:** *Nous n'avons pas pu détecter une identité sensorielle spécifique du fruit frais de Cacao. L'expression sensorielle du Cacao est complètement différente de celle des autres espèces de fruits charnus.*

Pour tenter d'expliquer l'incroyable nature sensorielle du Cacao, notre équipe a dû choisir un symbole qui ressemblait au Cacao. Il n'a pas été possible de trouver une espèce semblable au Cacao dans le règne végétal. En fouillant le règne animal, notre choix s'est porté facilement sur le ***Caméléon***, car cet Animal affiche des ***couleurs loin*** de l'arc-en-ciel, tout comme le Cacao affiche des

saveurs et des arômes *d'espèces de plantes aromatiques lointaines* et les deux n'ont *pas d'identité propre*.



**L'arc-en-ciel est le symbole de la Paix et aussi des Incas qui consommaient les fèves Cacao Chuncho.**

## **ARRÊT 5. Brésil**

### *❖ Arc-en-ciel des Incas réalisé par ma petite-fille de deux ans*

Je reviens tout juste de Cusco, où nous avons appris la consommation de fèves du Chuncho par **les Incas**. Et le Caméleon, choisi comme symbole du Cacao, imite parfaitement les **couleurs de l'arc-en-ciel**. Et que l'Arc en Ciel est le **symbole des Incas et du paix**, ce que fait la liaison de toutes ces entités.

Avec ma tête encore plein de ces symboliques intéressants, je rejoins ma femme, ma fille et mes deux petites-filles. Flora avait 2 ans et Lara 4 ans. Le lendemain, je commençai à cuisiner. Flora arrive alors dans la cuisine et commença à disposer

horizontalement des lettres colorées accrochées au réfrigérateur. La séquence de couleurs était jolie, mais je n'y ai pas prêté beaucoup d'attention. J'ai quitté la cuisine pour chercher quelque chose.

A mon retour, j'ai vu Flora terminer la séquence de ses lettres colorées sur le frigo. **Quelle surprise!** Flora a fini de dessiner un arc-en-ciel avec toutes **ses couleurs soigneusement disposées correctement en demie cercle**, sans jamais avoir dessiné un arc-en-ciel auparavant.

**La question qui c'est répétée des dizaines de fois était pourquoi était-elle qui a dessiné un arc-en-ciel alors que j'étais moi qui était en contact avec le Cacao des Incas, avec le symbole de l'arc-en-ciel et le Caméléon? La seule réponse que j'ai pu trouver est que ma tête débordait des découvertes de Cusco et que le Cacao a inconsciemment transmis mes pensées à ma petite-fille de 2 ans. Cacao sera-t-il vraiment phénoménal ?**



**Ma petite-fille Flora avec ses 2 ans et son arc-en-ciel**

## ❖ *Évolution et domestication du Cacao fin*

### **ARRÊT 6. Cuzco**

- **Frugivores: origine des attributs aromatiques fins du Cacao ?**

*Le Cacao est une espèce indéhiscente, c'est-à-dire. elle ne laisse pas tomber ses fruits sur le sol. Pour survivre au cours de l'évolution, Cacao a développé des interactions hautement spécialisées avec des espèces d'animaux frugivores, comme les sept frugivores identifiés par Carlos Rodríguez à Cusco: singe Araignées, singe Écureuils, singe Hurlant, Coati, Kinkajou, Écureuils et Perroquet Grand.*

***Les frugivores grimpent généralement sur les Cacaoyers, reniflent pour voir si les fruits sont mûrs, puis ouvrent les fruits, sucent la pulpe savoureuse et avalent les semences entières qui sont éparpillées au moment de la défécation.*** Cela pourrait éventuellement aider à expliquer comment Cacao Chuncho a subi des pressions de sélection diversifiées pour développer 28 saveurs de pulpe fruitée et 13 arômes. ***Cependant, cela n'explique pas pourquoi d'autres espèces de fruits charnus qui ont interagi de la même manière avec plusieurs frugivores n'ont développé qu'un profil sensoriel unique.***

Les primates, comme les humains, ont généralement de faibles capacités olfactives. Les frugivores du Cacao ont besoin d'une grande capacité olfactive pour pouvoir renifler les arômes qui sont produits à l'intérieur des fruits du Cacao. *Fait intéressant, une étude avec le singe araignée (voir photo) a révélé que sa capacité olfactive est supérieure à celle du chien (Nevo et al., 2015) !*

Le *Perroquet Grand*, identifiés par Carlos Rodríguez à Cusco, ouvre la cabosse mûre, se nourrit de la pulpe et jette les semences intactes sur le sol.

Le grand écureuil se nourrit de semences de Cacao, détruisant la plupart d'entre elles, tout en enterrant quelques semences comme réserve de nourriture. Cependant, l'écureuil oublie parfois où il a enterré les semences, ce qui permet aux semences enterrées de germer et de pousser.

Il a été suggéré qu'une fois que la pulpe du fruit est identifiée comme sucrée par un frugivore, cela suffirait à assurer la consommation de la pulpe et la dissémination des semences (p. ex. Van Roosmalen, 2008). Les caractéristiques de 28 saveurs différentes de la pulpe de Chunchu sont présentes dans 53 (83%) des 64 profils sensoriels analysés. **La diversité parmi les frugivores et leurs préférences alimentaires particulières n'ont peut-être pas été suffisantes pour que Cacao ait généré l'énorme diversité d'attributs aromatiques fins révélés dans la variété Chunchu.**



**T. cacao frugivores identifiés dans La Convención, Pérou. Identification de Carlos Rodríguez.**

## ARRÊT 7. Cusco et le Mexique

### ❖ *Consommation traditionnelle de Cacao Inca (Chuncho) et Maya (Criollo)*

Des récits historiques péruviens indiquent que les **Matsiguengas indigènes (ou Matsigenkas en anglais)** (= « **êtres humains** ») ont toujours vécu en étroite relation avec la variété indigène de Cacao Chuncho. Carlos Rodriguez informe que les *Matsiguengas* ne donnent pas de noms personnels aux membres de la famille mais ont des noms très spécifiques pour le Cacao (« **Sariguemineki** ») et pour trois produits du Cacao, ce qui montre la grande importance du Cacao dans la société *Matsiguenga*.

Les Matsiguengas consomment des jus de pulpes savoureuse d'arbres du Cacao Chuncho sélectionnés, puis fermentent et torréfient légèrement les fèves douces du Chuncho qui sont consommées sous forme de fèves décortiquées. Il est probable que les traditions des Matsiguengas aient permis une plus grande diversification et concentration des saveurs de pulpes dans la variété Chuncho de *Sariguemineki* qui avaient déjà été développé au cours de l'évolution. La découverte de 64 profils sensoriels à Chuncho ouvre la voie à une plus grande diversification de la consommation de Cacao fin pas seulement chez le Chuncho mais en général chez *T. cacao*.

Les chefs de Matsiguengas ont toujours la coutume de **manger des fèves Chuncho avec des feuilles de coca**. Il est documenté que les *Matsiguengas* vendait des fèves Chuncho aux « *montagnards* » avant même *l'Empire des Incas*. Il est probable que les Incas ont aussi consommé le Cacao avec des feuilles de coca.

***La tradition Matsiguenga et Inca de manger des fèves Chuncho avec des feuilles de coca représente la consommation d'une drogue douce et probablement très saine.***

Nous avons constaté que les fèves douces de Chuncho dominent l'amertume des feuilles de coca pendant trois nuits consécutives. L'expérience a été très intéressante et positive, bien que nous n'ayons pas beaucoup dormi pendant les trois nuits. Un fait qui a attiré notre attention est que les fèves avec l'arôme de la Rose

dominaient davantage les feuilles de coca avec leur douceur que les fèves d'autres qualités.



***Nouvelle drogue: fèves de Cacao Chuncho  
avec les feuilles de Coca***

***L'histoire doit être réécrite pour plusieurs raisons :***

- 1. Le rôle important des **Matsiguengas** dans la domestication du Cacao Chuncho (= Cacao Inca) qui a commencé bien avant l'empire Inca et n'est toujours pas reconnu internationalement ;***
- 2. La consommation des **Matsiguengas** de jus de pulpe et de fèves légèrement fermentées et torréfiées sont originales et très différentes des traditions des **Mayas** (consommation de boissons à base de fèves torréfiées).***
- 3. Les traditions **Matsiguenga** ont privilégié la sélection de Cacaos pour leurs différentes saveurs et arômes de fruits frais pour faire des jus et consommer les fèves. Cela favorise la domestication de populations à forte variabilité génétique, principalement pour les qualités de fruits frais, comme c'est le cas du Chuncho.***

4. *La **tradition Maya** ne conduit guère à une sélection d'arbres individuels aux qualités différenciées car le produit consommé était fait d'un mélange de fèves récoltées sur plusieurs arbres.*
5. *Il est donc possible que « **l'Ancien** » **Criollo** n'ait pas beaucoup de variabilité pour la qualité du fruit frais, qui semble se limiter à des pulpes très sucrées, sans saveur ni arôme de fruit ;*
6. *D'autre part, la diversité génétique du **Criollo** « récent » pour les attributs sensoriels est très grande car c'est le produit de croisements entre les anciens Criollos et Forasteiros, y compris les Trinitários.*
7. *Il ne semble pas exister de traité espagnol sur la consommation des fèves de Cacao par les **Incas**. Ce vide historique mérite une étude approfondie.*

## **STOP 8. Pérou et Amérique Centrale**

- **Domestication du Criollo et du Chuncho pour peu d'amertume**

Presque toutes les variétés de Cacao ont des semences amères et astringentes avec une teneur très élevée en polyphénols d'environ 20% sur la base de fèves sèches. On peut s'attendre à ce que cela soit lié au mécanisme de défense naturel de la semence (Chapitre 18). Cependant, des génotypes rares de Cacao peuvent être trouvés dans des populations variables qui montrent peu ou pas d'amertume ou d'astringence dans leurs fèves fraîches (observation personnelle sur des variétés hybrides au Brésil).

Comme postulé ici, il est probable que les seules anciennes variétés Criollo et Chuncho aient été consciemment sélectionnées par leurs domesticateurs pour des fèves à faible amertume et astringence, favorisant la consommation d'fèves séchées (Chuncho) et de boissons Cacaotées (Criollo).

Les semences de Criollo et de Chuncho à faible amertume semblent avoir des mécanismes de défense des semences fraîches et des plantes adultes réduites (Chapitre 18) et doivent donc avoir un désavantage significatif dans la survie du génotype au cours de l'évolution.

On sait que la variété ancestrale Criollo est très sensible aux maladies et aux ravageurs. Les frugivores pourraient consommer de la pulpe fraîche et des semences en même temps si les semences ne sont pas amères et donc réduire l'efficacité de dissémination du génotype de Cacao non amer. Par conséquent, les variétés de Cacao à faible amertume et astringence ont probablement été contre-sélectionnées dans la nature.

***Cela suggère que Criollo et Chuncho sont des exceptions qui ont survécu dans la nature grâce à une sélection consciente par les humains qui ont consommé leurs fèves non amères.***

### ❖ *Importance de l'attribut sensoriel de la pulpe*

#### **STOP 9. Brésil, Monde**

- ***Les attributs sensoriels de la pulpe migrent vers les fèves et s'expriment dans les chocolats***

Lorsque nous avons discuté de la relation supposée entre les attributs de saveur fine de la pulpe et du chocolat, mes collègues français de la technologie au Cirad étaient sceptiques: « ***Les attributs sensoriels du chocolat proviennent de précurseurs formés dans le processus de fermentation, comme le vin*** ».

Nous (Dário Ahnert et moi) avons testé notre hypothèse sur l'expression des attributs sensoriels de la pulpe de chocolat en faisant fermenter des fèves de Cacao avec de la pulpe de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) et Corossol (*Annona muricata*) à notre ferme de Cacao à Bahia. La fermentation a duré 8 jours, mais les fèves ne se sont pas gâtées. Les chocolats fabriqués par Ed Seguire en 2007 ont enlevé tous les doutes: ils *avaient des*

saveurs très fortes de Cupuaçu et de Corossol. Mes collègues technologues du Cirad ont dû accepter mon hypothèse. Et mes nombreux amis français ont adoré les chocolats.

***Cela démontre clairement que les composés de fruits frais migrent vers les fèves et s'expriment dans les chocolats. Par conséquent, les 72 profils sensoriels de fruits frais (Stop 3) détectés jusqu'à présent dans le Cacao peuvent être exprimés dans les chocolats lorsque des méthodes appropriées de fermentation et de transformation du chocolat sont adoptées.***

Cela nous a conduit à déposer un brevet européen (WO/2009/103137A2) en 2009 sur la modification des caractéristiques sensorielles du Cacao par ajout de substances aromatiques lors de la fermentation (« **TropMix** »). Cependant, nous avons abandonné le brevet en 2013 lorsque nous avons appris que pour la plupart des pulpes de fruits, la fermentation TropMix avait une durée trop prolongée (7-9 jours) et que les fèves étaient plus amères et astringentes que les témoins. Pour cette raison, depuis 2015, nous avons consacré toute notre énergie au développement d'une **méthode de fermentation accélérée** qui garantissait le transfert efficace de toute substance aromatique vers les cotylédons en 3 à 5 jours et, en même temps, produit une très faible amertume et astringence (voir Anima au chapitre 22).

## **ARRÊT 10. Pérou**

- **Opportunités offertes par les attributs sensoriels de la pulpe**

La relation entre les attributs sensoriels de la pulpe *et du* chocolat que nous avons découvert a donné deux grandes opportunités :

- **Modification de l'environnement sensoriel de la pulpe par ajout de substances aromatiques (voir STOP 9), et**
- **Sélection rapide de nouvelles variétés de Cacao aux arômes fins basée sur l'évaluation sensorielle de la pulpe (STOP 1, 2 et 3).**

Les caractéristiques aromatiques fines potentielles des variétés sélectionnées récemment ou plus anciennement devraient être analysées par une évaluation sensorielle de la pulpe.

En 2008, les caractéristiques de la pulpe de neuf clones de Cacao génétiquement différents de la collection de l'UNAS, Tingo María, Pérou ont été évaluées (Chapitre 9). Les variables observées étaient l'intensité de *l'arôme (odeur), la saveur fruitée, la douceur, l'acidité, l'astringence, l'amertume/astringence de la semence frais et la préférence globale*. Une grande variation entre les variétés a été observée pour toutes les caractéristiques de la pulpe. **La préférence globale était positivement corrélée avec l'arôme, la saveur et la douceur.** La plus grande préférence a été obtenue par EET62, un clone de Nacional et le clone le moins préféré était CCN51. Les attributs sensoriels de EET62 et CCN51 représentaient des extrêmes opposés parmi les neuf clones. Les résultats montrent que **la préférence pour la pulpe** est directement liée aux différences reconnues de variétés de Cacao plus ou moins fines.

**Par conséquent, la préférence pour la pulpe seule sera déjà un attribut très utile et simple pour la sélection rapide du potentiel de qualités fines des variétés commerciales ou nouvelles de Cacao.**

### ❖ *A la découverte de nouvelles caractéristiques sensorielles du fruit frais de Cacao*

#### **ARRÊT 11. Cuzco**

##### **• Découverte de Cacao Mandarine**

Rolando Herrera, ancien président de l'APPCACAO, m'a donné 200 fèves Chuncho séchées en France en 2011. Toutes les fèves étaient douces et agréables. Surprise: une fève sur 10 semblait avoir une saveur de Mandarine, quelque chose que je n'avais jamais goûté dans des fèves du Cacao auparavant.

Comentado [AE1]:

Arrivée la même année à La Convención, Cusco, pour le démarrage d'un projet INIA/ Bioersity International sur la "Compétitivité du Chuncho", j'ai proposé à mes collègues péruviens de m'aider à trouver un arbre Chuncho avec la saveur Mandarine. Nous avons chacun dégusté la pulpe de tous les arbres d'affilée. En arrivant au 20e arbre, j'étais **très heureux d'être celui qui est tombé sur un arbre " M. Mandarine Chuncho "**! La pulpe était sucrée/acidulée, légèrement amère et avec une saveur de Mandarine bien définie. La saveur ne provenait pas seulement du jus de la mandarine, mais aussi de l'écorce de la mandarine (amertume). De plus, on ne pouvait s'empêcher de découvrir une forte odeur de « **Jasmin** », **ainsi que le parfum des fleurs des vrais Mandarines!**

**Mystère:** comment le Cacao a-t-elle su que dans la nature, les vrais Mandarines ont des fleurs avec l'arôme de Jasmin? Et comment Cacao est-il capable d'imiter si parfaitement un fruit qui a ses origines dans l'extrême sud-est asiatique??? Seulement **si le Cacao est très phénoménal !**

Le rencontre avec le Cacao Mandarine a convaincu mes collègues péruviens que mon hypothèse sur l'importance des attributs sensoriels de la pulpe était sérieuse.

Et la coïncidence était énorme: Chuncho exprime 40 saveurs et arômes différents. La Mandarine n'est qu'une des 40 saveurs exprimées dans un seul arbre entre 500 arbres dans la plantation où nous cherchions de la pulpe à Mandarine. **Mon explication est que le Cacao voulait me donner l'occasion de prouver mon hypothèse.**

Après cette découverte, j'étais convaincu que "Mandarine/Jasmin" était le profil sensoriel représentatif des fruits frais de Chuncho, ainsi que "Agrumes/Jasmin" et "Fruité/Jasmin" semblent être les profils sensoriels prédominant du Trinitario et du Nacional, respectivement (Tableau 5.1.).

*J'ai découvert comment mon hypothèse selon laquelle une variété de Cacao aurait un profil sensoriel unique dans sa pulpe était très fautive un an plus tard, lorsque Carlos Rodriguez, lors de la première enquête, a découvert **17** saveurs différentes et 9 arômes dans les fruits frais de 100 arbres sélectionnées par les producteurs pour les jus savoureux (Chapitre 13) et génétiquement confirmé comme Chunchos. Et la diversité trouvée dans la première*

enquête a ensuite été élargie dans la 2ième enquête à **28 saveurs et 13 arômes**.

**Pour expliquer cette incroyable diversité seulement si l'on s'accorde à dire que Cacao est un être très phénoménal !**

## **ARRÊT 12. Lima, Picari**

- **Découverte du Cacao « Tangelo »**

C'était en juillet 2016 au Salon de Cacao et du Chocolat à Lima que j'ai rencontré la famille Laura, producteurs de Cacao dans la ville de Pichari, dans la province de La Convención, 300 km au nord de Quillabamba. Pour être éloigné Pichari n'avait pas fait l'objet de notre étude des saveurs et des arômes du Chuncho. La famille avait apporté des fruits **frais** de leur ferme, y compris d'une variété native de Cacao. J'ai demandé d'ouvrir des fruits de la variété native. Grosse surprise: l'odeur était celle du jasmin et le goût d'un agrume doux et aromatique méconnu pour moi. Nous n'avions pas trouvé cet profil sensoriel auparavant dans la recherche.

Le soir à l'hôtel, j'ai cherché sur Google un éventuel candidat de *Citrus sp.* que le Cacao pourrait imiter avec la délicieuse pulpe du fruit Cacao de Pichari. Un candidat probable, que je ne connaissais pas, était « Tangelo », qui est un hybride entre la mandarine et le pamplemousse fabriqué au début du 19e siècle aux États-Unis (*Citrus reticulata x C. paradisi*). Selon Wikipedia, ses variétés ont une saveur de jus très sucrée e aromatique comme la pulpe du Cacao Pichari. Testant mes chances le matin, je suis allé au supermarché à Lima et, surprise, il y avait des fruits Tangelo sur les étagères. Agréable couleur jaune/orange (voir photos) De retour au stand de Mme Laura, nous avons comparé les saveurs de Tangelo avec celle de la pulpe de Cacao natif de Pichari et oui, ils **étaient les mêmes**. Le Cacao natif de Pichari imite parfaitement la saveur du jus de Tangelo et la saveur de l'écorce de Tangelo en même temps dans sa pulpe. Plus tard, Carlos Rodríguez a confirmé la présence de pulpes de Cacao

Comentado [AE2]:

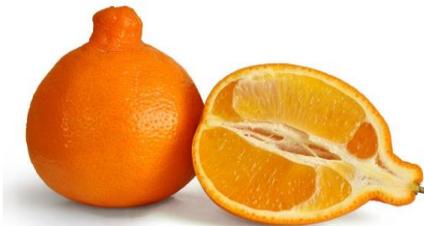
« Tangelo » ailleurs dans La Convención. Par conséquent, cette imitation de pulpe de Cacao Chunchu a été incluse dans nos résultats de recherche.

**MYSTÈRE.** Selon une hypothèse contestée, Tangelo est né par hybridation naturelle il y a 3 500 ans, mais il est plus probable qu'il soit né par hybridation artificielle il y a moins de 200 ans (Wikipedia).

Le Cacao a créé ses saveurs sur une période de 10 millions d'années (Richardson *et al.*, 2015).

***Cela signifierait que le Cacao a commencé à imiter la saveur de Tangelo bien avant que le Tangelo n'existe !***

***Pour y parvenir, Cacao aurait besoin d'être plus que phénoménal !***



***Imitation de la pulpe de Cacao Tangelo dans les fruits de Cacao natifs de Pichari***

## ❖ *Associations mystérieuses des attributs sensoriels du Cacao*

### **STOP 13. Cusco et autres lieux**

- **Associations des attributs sensoriels de la pulpe avec d'autres attributs de saveur**

#### **SAVEUR AGRUMES CONTRE LE PARFUM JASMIN**

Chuncho imite parfaitement les saveurs de trois variétés de *Citrus*: *Mandarine*, *Citron* et *Tangelo*. Le développement de ces trois saveurs dans l'évolution ne peut être fait que par des événements indépendants. Fait intéressant, tous les arbres de Chuncho aux saveurs de pulpe d' *agrumes* expriment également l'arôme de jasmin. La stabilité de ces associations montre qu'il s'agit d'associations génétiques (chapitre 17). Comment Cacao a-t-il développé l'association génétique des saveurs d'*agrumes* avec l'arôme floral de tous les *agrumes*, c'est-à-dire le jasmin ?

Considérant que Chuncho exprime le Jasmin dans 11 de ses 64 profils sensoriels, la probabilité que cette association ait été créée au cours de l'évolution par **des événements purement aléatoires** serait de  $P=0,001$  ( $11/64 \times 11/64 \times 11/64$ ). C'est bien en deçà du seuil largement adopté de signification statistique de  $P=0,05$ .

Par conséquent, les associations ***Agrumes x Jasmin*** devraient avoir résulté d'**une sorte mystérieuse de sélection évolutive ciblée**.

#### **MANDARINE VS. AMERTUME**

La pulpe de Chunchos et les fèves séchées sont très sucrées et **n'ont généralement aucune amertume**. Une exception, cependant, est ce que tous les arbres avec *des profils sensoriels contenant du Mandarine* présentent toujours une amertume de pulpe et de la fève statistiquement plus élevée (score de 2,9) par rapport aux autres profils sensoriels de Chuncho (score de 2,0) ( $P = 0,003$ ).

Carlos Rodríguez a découvert que l'amertume est produite dans l'endocarpe de la paroi du fruit du Cacao, comme c'est le cas avec les vrais Mandarines.

Pourquoi Cacao a-t-il créé une telle perfection en imitant non seulement le goût du jus de Mandarine, mais aussi les saveurs amères et aromatiques de la peau de la Mandarine?

***Les animaux frugivores auraient-ils préféré la pulpe douce-amère de la Mandarine plutôt que juste sucrée ?***

Nous avons vu le même phénomène à l'arrêt 13 où nous avons observé que le Cacao imite également les saveurs du jus et de l'écorce de Tangelo en même temps.

#### **SAVEUR AGRUMES CONTRE ACIDITÉ DE LA FÈVE**

Les échantillons de fèves avec attribut sensoriel d'agrumes avaient ***des scores d'acidité moyens significativement plus élevés ( $P = 0,01$ )*** (2,3) que les échantillons sans saveur d'agrumes (1,3). La combinaison de la saveur d'agrumes et de l'acidité semble parfaitement imiter le citron.

***La perfection du Cacao dans l'imitation semble sans limite.***

#### **SAVEUR FRUITS ROUGES VS. ASTRINGENCE**

Le score moyen d'astringence (3,3) pour trois échantillons de fèves avec saveur de fruits rouges était ***significativement plus élevé ( $P = 0,007$ )*** que le score des autres échantillons (1,3).

Comment Cacao aurait su que les fruits rouges ont tendance à avoir une plus grande astringence que les autres fruits ?

***Ces quatre associations montrent la perfection du Cacao non seulement en imitant les saveurs et les arômes d'autres plantes, mais aussi en associant d'autres attributs sensoriels (arômes ou saveurs de base) liés à la saveur principale imitée.***

***Ces associations très stables dans le temps et dans l'espace s'expliquent au mieux par une détermination monogénique,***

*dominante et pléiotropique (=attributs multiples déterminés par un seul gène).*

#### **ARRÊT 1 4. Cusco, Monde**

- **Autres associations mystérieuses entre les saveurs et les apparences des pulpes de Cacao**

#### **SAVEUR COROSSOL VS. TRANSPARENCE DE LA PULPE**

Une autre association très intrigante des attributs sensoriels de Chuncho est la **saveur Corossol vs la transparence des pulpes avec cette saveur**. Cette association a été observée dans tous



***Transparence de la pulpe de Corossol (à gauche), opacité normale de la pulpe de Cacao (au centre) et transparence de la pulpe de Cacao avec saveur de Corossol (à droite).***

Des arbres avec saveur et transparence de la pulpe du Corossol ont également été détectés dans de nombreux arbres de variétés très différentes de cacaoyers dans d'autres endroits et pays (voir Tableau 12.1), ce qui démontre la véritable nature génétique de cette association.

***Cette association aurait-elle pu être sélectionnée par les préférences simultanées des frugivores pour le goût et l'apparence, toutes deux faisant partie du concept de « goût » ?***

### **SAVEUR INGA VS TEXTURE DE LA PULPE INGA**

Les génotypes de Cacao avec saveur de la pulpe d'Inga ont également un opacité de pulpe d'Inga, comme on en a trouvé au Pérou et au Brésil (voir photo). ***Cette association aurait-elle pu être sélectionnée par les préférences simultanées des frugivores pour la saveur et la texture, les deux parties du « goût » ?***



***La pulpe de Cacao avec saveur Inga imite l'opacité de la pulpe Inga.***

### **ARÔME ROSE VS COULEUR FÈVE ROUGE**

Les génotypes de Cacao qui présentent l'arôme de Rose ont toujours le coque (testa) des fèves et les cotylédons d'une couleur rougeâtre foncée, comme on en a trouvé au Pérou et au Brésil. ***Un vrai mystère, car cela ne peut être lié à aucune préférence de sélection évolutive efficace !***



***La variété EET 397 à l'arôme Rose de ses fruits frais a une couleur rougeâtre foncée des coques de ses fèves et de ses cotylédons.***

**SAVEUR PÊCHE JAUNE VS PULPE JAUNE.**

Les Chunchos qui expriment la saveur de la pulpe de Pêche Jaune ont toujours aussi une couleur de la pulpe jaune (voir photo).

***Encore une fois, il n'y a aucun avantage évolutif apparent à ce que le Cacao ait une pulpe jaune associée à la saveur de Pêche jaune! Le phénoménal Cacao persiste à être mystérieux !***



***La pulpe de Cacao avec saveur à la Pêche Jaune a une couleur de pulpe jaune !***

## ❖ *Détermination des attributs sensoriels de la pulpe*

### **ARRÊT 15. Monde**

- **Détermination génétique des attributs sensoriels de la pulpe**

La recherche des attributs des profils sensoriels menée sur la variété Chuncho à Cusco en 2015/16 a clairement démontré que les 41 identités gustatives et aromatiques découvertes sont de nature génétique. Par exemple, les 13 arbres individuels trouvés dans l'enquête avec la combinaison de Mandarine et Jasmine provenaient de régions très différentes, séparées jusqu'à 200 km. L'expression qualitative de la saveur de la pulpe de Mandarine et avec l'arôme Jasmin a toujours été forte et stable. **Cela ne peut s'expliquer que par la génétique.** Cet association stable devrait être basée sur un gène pléiotrope dominant (=gène qui exprime deux attributs ou plus simultanément).

Cela **suggère que la production de plusieurs dizaines de substances volatiles (COVs) qui doivent être à l'origine de chacun des deux attributs sensoriels est contrôlée par un seul gène chez Cacao. Phénoménal !**

La même image de combinaisons de saveurs et/ou d'arômes a été observée avec de nombreux autres profils d'attributs sensoriels de Chuncho. Le Cacao a peut-être bénéficié du fait que l'expression génique pléiotrope transmet des combinaisons saveur/arôme fixes qui attirent simultanément les frugivores vers l'arôme et la saveur des pulpes.

*Les résultats ci-dessus sont en contraste frappant avec l'expression principalement polygénique des attributs sensoriels chez d'autres espèces de fruits charnus, par exemple, les 100 gènes mineurs (QTLs) qui déterminent la qualité sensorielle et la couleur de la tomate. Des décennies de recherche génétique avec des technologies avancées sur les tomates n'ont pas encore créé de gènes pléiotropes efficaces pour contrôler les associations de couleur et de saveur (Kovacs et al. 2009).*

*Comment le Cacao Phénoménal, avec son long cycle de génération et sa trajectoire évolutive relativement courte, a-t-il réussi à être génétiquement modifié il y a des millions d'années, résultant en une action génétique aussi efficace pour autant d'attributs sensoriels de?*

*❖ Autres modifications curieuses des attributs sensoriels des fruits frais*

**ARRÊT 16. Brésil**

**• Le parfum Rose du Cacao disparaît la nuit !**

Au Brésil, j'ai visité la collection d'orchidées du Jardin Botanique de Rio en janvier 2019. Le Guide a expliqué que certaines orchidées produisent des arômes le matin, d'autres l'après-midi et d'autres la nuit. On sait que cette périodicité dans la production de parfum des orchidées est liée à l'attraction des insectes pollinisateurs actifs à différents moments de la journée. *Cela m'a fait penser à vérifier la fréquence de production d'arômes de fruits frais pour deux parfums Cacao: Rose et Jasmin, sur la ferme de mon bon ami David Pujol à Bahia.*

On a commencé par analyser la production d'arôme de Jasmine par deux clones: CCN51 (Citrus/Jasmine) et PS1319 (Pomme Verte/Jasmine) : **tous deux produisent leur parfum toute la journée et toute la nuit !**

**L'arôme Rose de Cacao s'est comporté différemment dans les deux clones étudiés:** BN34 (Raisin/Rose) et Cepec 2002 (Pêche/Rose). Les deux clones se comportent de la même manière, produisant leur arôme pendant la journée, **mais il n'y a pas d'arôme dans les fruits la nuit.** Fait intéressant, les fruits frais sont pleins d'arômes de Rose à 17h, mais à 18h il n'y a plus d'odeur !

**Cela ne peut s'expliquer que par la destruction active de l'arôme de Rose dans le fruit et l'interruption simultanée de**

**la production d'arôme. S'il s'agissait d'un processus passif, l'arôme serait encore présent dans la coque fermée du Cacao pendant de nombreuses heures !**

Fait intéressant, le parfum de Rose se retrouve dans les deux clones génétiquement très différents, mais se comporte de la même manière en ce qui concerne la périodicité de la présence du parfum. Par conséquent, le comportement similaire ne peut être dû qu'à un **gène pléiotrope qui régule la production et la destruction de l'arôme de Rose.**

Si la ressemblance avec la périodicité du parfum d'orchidée est maintenue, **les clones de Cacao avec saveur à la Rose pourraient vouloir essayer d'éviter d'être mangés par des frugivores nocturnes tels que Kinkajou ?**

## **ARRÊT 17. Brésil**

- **Le parfum de Lys devient parfum de Violette avec le repos de fruits récoltés**

Nous avons fermenté à plusieurs reprises à Bahia, au Brésil, en utilisant souvent la variété Amelonado et des hybrides avec Scavina 6 en même temps. Les fruits de Cacao ont été laissés au repos pendant 0, 4 et 7 jours avant de les ouvrir et de commencer la fermentation. Nous avons surveillé toute évolution des saveurs et des arômes des fruits frais pendant les 7 jours de repos. Les semences d'Amelonado sont devenues moins amères en 7 jours de repos tandis que les semences hybrides de Scavina 6 avaient tendance à devenir plus amères à partir de 4 jours de repos. Il n'y a eu aucun changement dans les saveurs fruitées de la pulpe pendant le temps de stockage des fruits. L'intensité aromatique du Jasmin Amelonado a considérablement augmenté, mais cela n'a pas changé sa nature.

**Cependant, le parfum Lys des hybrides de Scavina 6 a subi une transformation complète. Avec le fruit au repos pendant 4 et 7 jours, l'arôme normal de Lys (présent dans zéro jour de repos de l'hybride Scavina6) s'est complètement transformé en arôme de Violette.**

***Cela représente une autre capacité très mystérieuse du Cacao à transformer un arôme spécifique et complet, supposément basé sur de nombreux COVs, en un arôme totalement différent et également complexe simplement par laisser reposer les fruits pendant 4 à 7 jours.***



**Photos. Le parfum Lys de l'hybride Scavina 6 se transforme en arôme Violette après 4 à 7 jours de repos des fruits.**

### ***❖ Expressions sensorielles dans les vins vs. du Cacao fin***

#### **ARRÊT 18. Monde**

Les saveurs et les arômes du vin ne sont pas liés à l'origine génétique du raisin (Ulrich et Fischer, 2007), à l'exception de quelques cépages très distincts et aromatiques, comme le Muscat et le Shiraz. Les saveurs et les arômes du vin proviennent principalement de combinaisons de précurseurs et de métabolites de micro-organismes au cours du processus de fermentation. Cela peut être comparable aux précurseurs qui se combinent

pour former la saveur typique du Cacao pendant le processus de torréfaction des fèves de Cacao.

*Donc l'origine des saveurs et arômes fins chez le Cacao, qui est principalement basée sur la production de composés aromatiques dans les pulpes la pulpe, est très différente de l'origine des saveurs et arômes chez le vin.* Dans le chapitre 12, un exemple très expressif est présenté d'un chocolat avec saveur de Banane à base de fèves d'un arbre de Cacao avec saveur de Banane dans sa pulpe identifiés à Trinidad en 2008. D'autres génotypes de Cacao (p. ex. EET397 et SJ02) présentent des saveurs et des arômes très expressifs dans leurs chocolats qui rappellent les saveurs et arômes présents dans la pulpe de ces variétés (observations personnelles).

**Les saveurs et arômes primaires du vin** proviennent de la génétique et du « terroir ». Ils représentent généralement des fruits frais, des agrumes et des fruits tropicaux, des fleurs blanches et des saveurs et arômes à base de plantes (Wikipedia). Il n'y a pas d'identification possible d'une saveur ou d'un arôme complet.

**Les saveurs et arômes secondaires du vin** sont formés par des précurseurs et des micro-organismes lors de la fermentation. Les saveurs peuvent ressembler à des sensations de beurre, de pain grillé, de yogourt et de fromage. Par conséquent, les saveurs secondaires ne contiennent pas de saveurs ou d'arômes de fruits comme c'est le cas avec le Cacao.

**Les saveurs et les arômes des vins tertiaires** se développent au fil du temps lors de l'élevage des vins en bouteilles ou en barriques. Ils sont généralement plus complexes. Les notes fruitées et florales qui se développent avec la maturation comprennent, mais sans s'y limiter, les notes florales et fruitées, le Basilic, le Cacao, le Tabac, la Vanille, la Cannelle, le Caramel, le Miel, le Café et des Champignons (Wikipedia).

**Les composants génétiques entrant** dans la composition aromatique du vin sont basés sur des enzymes qui produisent des composés aromatiques ou leurs précurseurs (Lin *et al.* 2019). Un exemple est la production de Linalol par des gènes spécifiques au raisin comme le Muscat, qui est un composé volatil à connotation d'arôme floral (Kadow *et al.* 2013).

Avec le Cacao, la présence de linalol a été détectée dans la pulpe de la variété Scavina 6 (Kadow *et al.*, 2013). Nous avons identifié la saveur Raisin Muscat et l'arôme de Lys dans la même variété Scavina 6 (observations personnelles). Ceci semble suggérer que la saveur de Raisin Muscat dans la pulpe de Scavina 6 pourrait avoir une base aromatique comprenant du linalol.

***Ce résumé comparatif montre que, avec le Cacao, les saveurs fruitées et les arômes floraux préexistants peuvent jouer un rôle plus important et plus direct dans les attributs d'arôme et de la saveur fine des chocolats que le rôle des saveurs et arômes préexistants dans les vins.***

***De plus, les profils de saveur et d'arôme des fruits de Cacao frais semblent être basés sur une hérédité simple, tandis que la génétique de l'arôme du raisin semble complexe et polygénique, avec de nombreux précurseurs et QTL (Lin *et al.* 2019) identifiés pour des composés aromatiques individuels.***

***La condition phénoménale du Cacao est sa capacité à produire de nombreux métabolites aromatiques basés sur une génétique relativement simple (notre recherche Chuncho), qui représentent l'ensemble des imitations apparemment parfaites des saveurs fruitées et des arômes floraux d'espèces végétales entièrement différentes.***

# 18

## Réactions au Stress des Semences Frais du Cacao

**Le stress des semences augmente l'amertume et l'astringence, qui peuvent être un mécanisme de défense contre les ennemis naturels**

### ❖ *Réaction à mordre deux fois les semences fraîches*

Les semences de Cacao fraîches contiennent jusqu'à 20 % de polyphénols par rapport à leur poids sec. Ceux-ci sont liés aux saveurs amères et astringentes des fèves de Cacao séchées et des chocolats. Ce pourcentage est extrêmement élevé par rapport à d'autres fruits charnus. ***Une explication d'une teneur aussi élevée en polyphénols dans le Cacao est que ceux-ci pourraient être liés à une réaction de stress biologique du Cacao capable d'empêcher les dommages par des prédateurs des semences de Cacao fraîches.***

Ensuite, nos découvertes sur la vitesse et l'intensité des réactions de stress dans les fèves de Cacao, exprimées en intensité d'amertume et d'astringence, sont décrites.

Cette étude a commencé **par mordre des semences de Cacao fraîches** pour voir si les cotylédons de différentes variétés sont plus ou moins amers/astringents. Nous considérons qu'il s'agit d'un attribut important lié **à la facilité avec laquelle la fermentation traditionnelle peut être appliquée avec succès à différentes variétés**. Les variétés au goût fin ont tendance à avoir moins d'amertume dans les semences fraîches, comme les génotypes Criollo, Trinitario x Criollo et Chuncho. Les variétés bulk ont tendance à avoir une intensité moyenne à élevée d'amertume et d'astringence des semences fraîches (observation personnelle).

**Nous avons constaté que les cotylédons des semences fraîches ont deux niveaux d'amertume/astringence. Avec Amelonado, la première morsure se traduit par un niveau moyen d'amertume/astringence de 3 sur une échelle de 0 à 10, tandis que la 2ième morsure après 5 secondes se traduit immédiatement par un niveau élevé d'amertume/astringence d'environ 6-7.**

Avec d'autres variétés telles que CCN51, la première morsure produit déjà une amertume/astringence élevée, tandis que la 2ième bouchée produit une amertume et une astringence encore plus élevées.

**Nous avons conclu que les semences fraîches se défendent en moins de cinq secondes contre l'agression par morsure. Nous interprétons cela comme une défense évolutive du Cacaoyer contre les organismes qui peuvent attaquer les semences fraîches après qu'elles aient été disséminées dans la forêt par la défécation d'animaux frugivores.**

Concernant les fermentations traditionnelles, nous avons observé qu'après avoir placé les semences fraîches dans les caisses de fermentation l'amertume et l'astringence passent de 3-4 à 6-7.

Ces réactions rapides du Cacao au stress nous ont amenés à faire des tests ciblés par rapport aux différentes sources potentielles de stress des semences de Cacao.

## ❖ *Stress des semences fraîches d' Amelonado*

Nous avons décidé d'exposer les semences d'*Amelonado* à cinq conditions de stress possibles pendant 5, 15 et 30 minutes.

1. Témoin: pulpe de semences intacte exposée à l'air
2. Fèves dépulpées exposées à l'air
3. Fèves avec pulpe dans l'eau
4. Fèves avec pulpe dans le vinaigre (5-8% d'acide acétique)
5. Fèves avec pulpe à 54% d'alcool
6. Fèves avec pulpe au frigo à 6-10 °C

Traitement	5 minutes		15 minutes		30 minutes.	
	Am	Astr	Am	Astr	Am	Astr
1. Avec pulpe dans l'air	3	2	3	2	3	2
2. Dépulpé	7	4	8	5	8	5
3. Eau	8	5	7	4	8	5
4. Vinaigre	7	5	7	4	6	5
5. Alcool	7	5	7	4	6	5
6. Réfrigérateur	3	2	6	4	8	6

**Tableau 18.1 Réaction aux stress des semences  
Fraîche d'Amelonado  
(Am = amertume, Astr = astringence)**

**Dans toutes les conditions, les semences d'Amelonado ont** une intensité d'amertume légèrement supérieure à l'astringence. Fait intéressant, le traitement 1 avec des semences fraîches à l'air ne semble pas induire une réaction de stress. Les traitements 2 à 6 ont entraîné des réactions de stress très rapides et intenses, avec des intensités d'amertume et d'astringence 2 à 3 fois supérieures par rapport au traitement 1 du témoin.

Le stress induit par le dépulpage des semences fraîches (traitement 2) suggère que toute semence exposée à l'air, même après avoir été mangée par un frugivore, développera une réaction de stress. La réaction de stress induite par la mise en place de semences fraîches avec de la pulpe dans l'eau (3) est surprenante. ***Cela peut expliquer en partie pourquoi le Cacao frais dès le premier jour de sa mise en caisses de fermentation avec des pulpes aqueuses développe déjà une réaction de stress avec une forte amertume et astringence.***

***Le stress rapide induit par les traitements 4 (vinaigre) et 5 (alcool) suggère que les semences de Cacao Amelonado deviendront plus amères et astringentes pendant les phases de fermentation alcoolique et acétique par rapport aux intensités d'amertume et d'astringence des semences fraîches.***

### ***❖ Stress des semences fraîches de CCN51***

Les mêmes traitements de stress appliqués à Amelonado au Brésil ont été appliqués au CCN51 au Pérou par *Carlos Rodríguez*.

Le traitement 1 (témoin) de CCN51 a montré une intensité d'amertume et d'astringence beaucoup plus élevée (5) qu'Amelonado au Brésil (2,5), *ce qui suggère que le niveau de défense de base de CCN51 est supérieur à celui d' Amelonado*. L'amertume et l'astringence de CCN51 étaient généralement élevées et d'intensités similaires. *L'exception est le traitement au vinaigre qui a rapidement évolué d'une intensité élevée de 5-6 à une intensité très élevée de 8-9.*

Traitement	5 minutes		15 minutes		30 minutes.	
	Am	Astr	Am	Astr	Am	Astr
1. Air	5	4	5	5	5	5
2. Dépulpé	5	5	5	5	6	7
3. Eau	5	5	5	5	6	6
4. Vinaigre	6	5	7	8	8	9
5. Alcool	5	5	5	6	7	7
6. Frigo	5	5	5	5	6	6

**Tableau 18.2. Réaction aux stress des semences  
frais de CCN51  
(Am = amertume, Astr = astringence)**

### ❖ *Stress des semences de Chuncho*

Les mêmes traitements ont également été appliqué à la variété fine Chuncho au Pérou par *Carlos Rodríguez*. Les semences fraîches de Chuncho n'expriment ni amertume ni astringence à la première ni à la deuxième morsure.

Comme prévu, le traitement témoin 1 (Ar) a montré une absence presque complète d'amertume et d'astringence, avec des intensités plus faibles (1-2) que pour Amelonado (2-3) et bien plus faibles que pour CCN51 (5).

Traitement	5 minutes		15 minutes		30 minutes.	
	Am	Astr	Am	Astr	Am	Astr
7. Air	1	1	2	1	2	2
8. Dépulpé	2	1	3	3	4	5
9. Eau	2	1	2	3	5	4
10.Vinaigre	4	1	7	8	7	8
11.Alcool	3	1	5	3	6	5
12.Frigo	3	1	3	1	5	3

**Tableau 18.3. Réaction au stress des semences fraîches de la variété Chuncho (Am = amertume, Astr = astringence)**

Cependant, les semences de Chuncho ont réagi à certains traitements avec des intensités d'amertume et d'astringence passant de 1-2 à 4-5-6 après 30 minutes. Cela démontre également la capacité de Chuncho à réagir rapidement au stress, même avec ses faibles niveaux d'amertume et d'astringence.

La réaction de stress la plus forte de Chuncho était avec le vinaigre, atteignant des intensités d'amertume et d'astringence de 7-8 après 15 minutes, c'est-à-dire presque aussi élevé que celui de CCN51 (8-9) pour le même traitement. Cela confirme l'extrême sensibilité des fèves du Cacao au vinaigre, même pour la variété fine Chuncho.

### ❖ *Conclusions*

*Les fèves de Cacao fraîches montrent en général une réaction très forte et très rapide à divers types de conditions de stress. Cela pourrait s'expliquer par les conditions évolutives de dissémination des semences fraîches dans la nature qui nécessitent d'être*

fortement défendues après avoir été consommées par des animaux frugivores et après être tombées au sol.

*Tout d'abord*, nous avons montré une forte réaction de stress après le dépulpage des semences, condition dans laquelle les frugivores mangent la pulpe.

*Deuxièmement*, la réaction de stress la plus marquée que nous ayons trouvée concernait le vinaigre, dont l'activité peut imiter l'acidité de l'estomac chez les primates frugivores. *Ces semences, doublement stressées lors de la consommation et de la digestion des semences de Cacao fraîches, peuvent être devenues beaucoup moins attractives pour les ennemis naturels après être tombées au sol lorsqu'elles ont été déféquées par des animaux frugivores et même après le début du processus de germination.*

*Les niveaux d'amertume et d'astringence de base variaient considérablement d'une variété à l'autre. Chuncho avait très peu ou pas (1-2), Amelonado moyen (3) et CCN51 des niveaux élevés (5) d'amertume et d'astringence. Cela peut être lié à la relative difficulté avec laquelle l'amertume et l'astringence peuvent être éliminées lors de la fermentation de ces variétés par des méthodes traditionnelles.*

Les variétés testées ont également montré d'importantes différences relatives de réactivité aux 6 types de stress. La variété Amelonado était plus réactive à *l'eau, à la pulpe et aux basses températures*, tandis que les semences du CCN51 et Chuncho étaient les plus réactives au *vinaigre*.

Ceci suggère que les variétés de Cacao peuvent réagir différemment aux multiples facteurs de stress existant dans la nature ou dans les boîtes de fermentation, tels que ***l'eau, l'alcool et l'acide acétique***. Ceci est conforme à nos observations sur les semences fraîches d'Amelonado qui augmentent l'intensité de l'amertume et de l'astringence de 3 à 6 rapidement au début du processus de fermentation.

*La base chimique des réactions de stress observées dans les fèves de Cacao fraîches est mystérieuse. Quel est le signal que le Cacao produit pour que une morsure incite les semences à produire des augmentations fortes et très rapides des intensités d'amertume et d'astringence? Et, quel type de signal est produit par l'eau ou le froid ?*

**Les mécanismes des réactions de stress qui peuvent avoir une signification évolutive, ainsi que pour l'efficacité de la fermentation, méritent d'être étudiés biochimiquement avec une attention particulière aux changements quantitatifs et qualitatifs probables des polyphénols.**

# 19

## **Phrases et Pas Des Sentences 4**

*Une personne adorable  
Est souvent seul  
Mais une personne seule  
Est souvent pas charmant*

*Seulement l'amour  
Peut faire tomber de grandes barrières  
Y compris les barrières de l'amour*

*Tout ce qui est bon  
Doit être simple (sagesse du Cacao)  
Mais pas tout qu'est simple  
C'est bon*

*Tout ce qui est délicieux  
Doit être beau aussi  
Même la nourriture*

*Ma Caipirinha est une  
Jus de fruits dilué*

*Des amoureux  
Peuvent être une (fusion)  
Ou plus de deux (complémentaires)*

*La connaissance n'est pas la sagesse  
La sagesse rassemble  
Connaissances avec nous-mêmes*

*La sagesse est la  
Fille d'expérience  
(Léonard de Vinci)*

*Mieux vaut-il marcher seul  
Qu'accompagné  
Seul, je brise les règles  
Accompagné, les règles me brisent*

*Notre avenir dépend  
De notre capacité à  
Marcher seul*

*Si la vie ne rigole pas avec toi  
Tu ferais mieux de rigoler avec la vie*

*Ce n'est qu'en vie que nous pouvons choisir  
Comment nous voulons mourir*

*Il y aura toujours  
Une première fois  
Même en amour !*

*Une sagesse peut être  
Une grande banalité*

*Être un génie  
C'est peut-être une banalité, et  
La banalité peut être génial*

*La capacité d'être heureux  
C'est la même chose qu'être malheureux*

*Mieux vaut-il rigoler  
Que pleurer*

*Tout ce qui vient de Dieu  
C'est une bénédiction, grâce à Dieu  
Mais la grâce du Diable  
N'est pas une bénédiction*

*Une disgrâce coûte plus cher  
Qu'une grâce*

# 20

## **Invention des « Noix de Cacao »**



***Photo 20.1. Noix de Cacao couvert avec du poudre naturel de Cacao***

***« Noix de Cacao (« CacaoNuts ») est un produit de Cacao « fruit entier » naturel très savoureux et sain que le Cacao nous a révélé en 2018 au Brésil***

## ❖ *Description de la Noix de Cacao* (BR1020180074954)

*La Noix de Cacao (voir photo) est un produit 100% Cacao, mais totalement sans amertume ni astringence.*

La séquence de saveurs est **Cacao doux, noix et une saveur équilibrée aigre-douce/fruitée** provenant de la pulpe. La finale est d'un fort arôme floral comme le Jasmin, le Lys, la Rose ou la Violette. Les saveurs de noisette et de fruit restent longtemps en bouche (Tableau 20.1).

Le Noix de Cacao peut être **facilement aromatisé** avec des jus de fruits ou des assaisonnements, diversifiant les attributs sensoriels.

Les chocolats noirs obtenus par broyage avec des Noix de Cacao ("**CacaoNoixlats**") fournissent un produit composite très équilibré et agréable.

L'analyse chimique a montré que les noix de Cacao contiennent deux **fois plus de polyphénols (35 mg/g)** que les chocolats artisanaux naturels (15-20 mg/g). De plus, il contient env. **15 à 19 % de fibres douces naturelles saines.**

Les noix de Cacao sont relativement **faciles à produire** avec une méthode beaucoup plus simple que la transformation du chocolat. Ils peuvent être vendus directement aux entreprises qui vendent aux consommateurs, ce qui permet d'obtenir un produit savoureux, sain et très compétitif pour les producteurs.

Une fois le marché du Cacao développé, les agriculteurs pourront obtenir au moins cinq fois plus que tout prix équitable actuellement payé pour les fèves de Cacao fermentées et séchées. *Cela favorisera la durabilité de la culture du Cacao.*

Les noix de Cacao ont été très appréciées par des dizaines de personnes au Brésil et aux Pays-Bas qui ont goûté le produit jusqu'à présent. Ils le considèrent bien meilleur que la qualité des éclats de Cacao et des fèves fermentées séchées souvent vendues dans les magasins d'aliments naturels.

***Le produit doit plaire aux consommateurs de produits sains et naturels et, en général, à tous les consommateurs de chocolat noir.***

## ***❖ Méthode artisanale de production de la Noix de Cacao***

***« Tout ce qui est bon doit être simple »  
(T. cacao, 2017)***

### **• Sélection de la variété de Cacao**

Les noix de Cacao sont mieux obtenues à partir de variétés de Cacao avec des fèves moyennes à petites. Mais il y a des exceptions comme CCN51 qui a de grosses semences en produisant des Noix de Cacao très savoureuse avec des cœurs acidulés.

Il est très important que les fruits mûrs aient des arômes perceptibles à l'ouverture, comme le Jasmin, la Violette, la Rose, le Lys ou des arômes mixtes. La pulpe doit également avoir des saveurs fruitées expressives telles que des Agrumes, la Canneberge, le Corossol, la Pêche, le Raisin ou un mélange de saveurs fruitées.

S'il n'y a pas d'arômes expressifs et/ou de saveurs fruitées présentes dans la pulpe des variétés disponibles, les Noix de Cacao peuvent être aromatisés pendant le final du séchage au four (voir ci-dessous).

Les variétés de Cacao ont souvent des semences amères et astringentes. Incroyablement, ces saveurs désagréables disparaissent pendant les 2-3 heures de cuisson des semences au four. Ce fut l'une des principales découvertes lors de l'invention des Noix de Cacao.

- **Récolter des fruits et des semences**

Les fruits mûrs sont récoltés comme dans la transformation normale du Cacao. Les fruits sont ouverts et les semences à pulpe blanche/rose bien mûres sont placées dans un plateau en acier inoxydable d'une hauteur de 5 à 8 cm de Cacao. Des plateaux qui ont une couche protectrice noire contre l'adhérence de la pulpe pendant la cuisson/séchage des fèves de Cacao peuvent également être utilisés. Les plateaux en aluminium ne sont pas recommandés car ils feront adhérer davantage la pulpe de fèves de Cacao au plateau.

- **Cuisson et séchage des Noix de Cacao**

Avant de commencer à cuire et à sécher les Noix de Cacao, il est important d'ajouter de l'eau aux semences dans le bac jusqu'à 0,5-1,0 cm de la hauteur des semences et de la pulpe.

Il existe différents régimes de température qui peuvent produire une bonne cuisson et séchage des Noix de Cacao.

Ma méthode préférée commence par la cuisson au four à 220 ° C et en brassant les pépins et la pulpe toutes les vingt minutes. Une fois que l'eau s'est évaporée et que la couleur des semences commence à changer en une couleur rose/rougeâtre (en environ 1,5-2,0 heures), la température du four doit être diminué à 180 ° C, en brassant les semences à 20 min d'intervalle. Lorsque la couleur devient encore plus foncée rougeâtre/rose et que les semences sont moins collantes, la température doit être réduite à 150 ° C et il faut continuer à mélanger toutes les 20 minutes. Une fois les Noix de Cacao individualisées et encore moins collantes, il faut commencer le séchage en ouvrant la porte du four au 1/3 de l'ouverture et continuer avec une température à 150 ° C. Les Noix de Cacao doivent être brassées toutes les 20 minutes jusqu'à ce que les semences soient sec et les fèves commencent à

croustillier. Normalement, la surface des Noix de Cacao sera encore un peu collante une fois le séchage terminé. L'ensemble du processus prend environ 5-7 heures.

- **Saveur et arôme de Noix de Cacao séchées**

La saveur et l'arôme des Noix de Cacao séchées sont basés sur la saveur fruitée et l'arôme floral de la pulpe de la variété de Cacao (ou du mélange de variétés) utilisée. Il est important de noter que malgré la température élevée, la saveur fruitée et l'arôme floral ne s'évaporent pas pendant le processus de cuisson et de séchage. Un autre aspect important est que la coque de Cacao est mou et peut être facilement consommée et digérée avec le reste de la Noix de Cacao.

- **Goût Cacao**

Si la variété de Cacao (ou mélange de variétés) n'a pas une saveur et/ou un arôme très expressif, il est tout à fait possible de réaliser un processus d'aromatisation des Noix de Cacao lors du processus de séchage au four. Trente à 60 ml de jus de fruits frais (par exemple, Fruit de la Passion, Corossol, Mandarine, Citron (ou tout autre fruit savoureux disponible localement) peuvent être utilisés par litre de Noix de Cacao. Le jus sera ensuite séché en même temps avec les Noix de Cacao et cela ajoutera une touche intéressante de saveur aux Noix de Cacao.

- **Couvrir les Noix de Cacao avec de la poudre de Cacao**

Pour améliorer l'aspect visuel et aussi la saveur des Noix de Cacao, il est recommandé de recouvrir la partie externe collante de la Noix de Cacao avec de la poudre de Cacao 100% naturel (Photo 20.1). La poudre de Cacao produira des Noix de Cacao sèches avec une légère saveur de Cacao.

## ❖ Production de « CacaoNoixlats »

**CacaoNoixlats** (*Noix de Cacao et Chocolats*) sont un produit obtenu à partir du mélange physique broyé dans des mélangeurs de 50% de Noix de Cacao et de 50% de chocolats naturels avec 70% de Cacao. Les pourcentages peuvent varier de 40-50% ou 60-40% selon la préférence du chocolatier. *C'est un produit savoureux et très harmonieux présenté sous forme de tablettes de chocolat.*

Il peut être nécessaire d'ajouter un peu de beurre de Cacao pour obtenir une texture adaptée.

## ❖ Évaluation sensorielle des Noix de Cacao et des CacaoNoixlats

Tableau 20.1. affiche les évaluations sensorielles :

- De la partie interne (cotylédons) de la Noix de Cacao,
- Des Noix de Cacao entières (enrobées de poudre de Cacao),
- Un chocolat à 70%, et
- CacaoNoixlats faites avec 50 % de Noix de Cacao bien séchées et 50 % de chocolat 70 %.

La partie interne de la Noix de Cacao exprime une forte saveur de noix avec un peu d'amertume et de douceur.

La Noix de Cacao entière présente un profil sensoriel expressif avec une acidité d'agrumes et des saveurs intenses de noix, de fruits frais et d'arôme.

Le chocolat à 70% était un peu amère et astringent avec une forte saveur de Cacao et une saveur moyenne de noix et de douceur.

Les CacaoNoixlats ont montré un profil sensoriel très équilibré avec de fortes expressions de toutes les saveurs fines: acidité d'agrumes, noisette et douceur,

fruits frais et mûrs, arôme et arrière-goût très savoureux et persistant en bouche.

**La préférence générale la plus élevée a été obtenue par les Noix de Cacao (9) et par les CacaoNoixtes (dix).**

Le chocolat à 70 % utilisé a reçu une préférence relativement faible (7). Fait intéressant, le mélange de 2 produits de préférence 7 et 9 se transforme dans un produit de préférence 10, ce qui suggère une **expression sensorielle complémentaire**.

**Les Noix de Cacao et les CacaoNoixtes peuvent fournir des services sensoriels et de santé très importants.**

**Tableau 20. 1. Évaluation sensorielle des Noix de Cacao, du Chocolat 70% et des « Castanhates » de Cacao**

Des produits	Acidité	Amertume	Astringence	Cacao	Noix	Douceur	Fruit frais	Fruits mûrs	Floral	Persistance	Préférence	Observations
Cotyledons du Noix	0	2	0	0	8	3	0	0	0	8	8	
Noix de Cacao	4	2	0	2	6	3	8	3	6	9	9	Sensation de fruits frais
Chocolat 70%	0	3	2	7	3	4	0	4	0	7	7	Petit fruit ou arôme
Cacao-Noixtes	3	2	0	4	4	4	7	4	5	10	10	Très équilibré

- *Illustrations de production de Noix de Cacao*



*Photo 20.2. Cuisson et séchage de deux variétés de Cacao dans un four de cuisine*



***Photo 20.3. Aromatisation des Noix de Cacao suivie d'un séchage supplémentaire au four***



***Photo 20.4. Noix de Cacao avec saveur et arôme naturels de Canneberge/Rose (variété SJ02 du Brésil); la couleur rouge des Noix de Cacao est liée à l'arôme de Rose dans la pulpe.***

**© Albertus Eskes, Dario Ahnert et Chico Durão, découvreurs des Noix de Cacao (2018)**

# 21

## **Invention du « Parfum de Cacao »**



***Photo 21.1. « Parfum de Cacao » est un parfum de Cacao naturel très original découvert en 2019 au Brésil.***

## ❖ *Description du Parfum de Cacao (BR1020190094877)*

Voilà, un autre nouveau produit inventé par un "**Uni-National**" au Brésil en 2018. Parfum de Cacao se présente sous la forme d'un parfum aux arômes naturels comme la Rose, le Jasmin, le Lys, la Violette et les fleurs mélangées.

*Le parfum de Rose a une persistance cutanée jusqu'à 12 heures, ce qui est aussi bon que celui du parfum Channel 5, qui est un parfum chimique. Un excellent produit à vendre avec des chocolats B2B et dans les parfumeries.*

Encore une fois, le grand gagnant de ce produit, une fois commercialisé, sera l'agriculteur, car la base de Parfum ne peut être fabriquée que sur son exploitation. Un calcul rapide montre qu'un ouvrier peut capturer manuellement un litre de Parfum de Cacao en 2 heures. Cela peut valoir environ 100 \$, ce qui n'est pas mal pour un travail de deux heures.

## ❖ *Méthode artisanale de production du Parfum de Cacao*

**"Tout qui est bien doit être simple"**  
**(T. cacao, 2018)**

### **Introduction**

Le Cacao est connu pour produire 30 saveurs fruitées et 13 arômes différents dans ses fruits frais mûrs (Chapitre 13; *Eskes et al., Agrotropica 30:157, 2018, Google*). Ces saveurs et arômes se retrouvent dans *les fruits mûrs de la plupart des variétés natives et commerciales de Cacao (Chapitre 13)*. *Les parfums trouvés jusqu'à présent sont la Rose, le Jasmin, le Lys, la Violette, Floral,*

*Floral lourd, les épices, les herbes, la Cannelle, la Vanille, la Menthe, la Levure, la Reglisse, le Basilic et le Malt.*

L'explication évolutive de la présence combinée de saveur et d'arôme dans les fruits du Cacao est que la propagation des semences de Cacao repose sur des animaux frugivores grim pant sur l'arbre pour d'abord **renifler le fruit** pour s'assurer qu'il est mûr, puis manger la pulpe et avaler les semences qui sont plus tard déféqués dans le jardin d'Eden.

Des saveurs fruitées semblent être produites dans la pulpe. Ils persistent longtemps dans les pulpes à l'extérieur du fruit.

L'arôme est intense à l'ouverture des fruits, mais diminue d'intensité après 10-20 secondes. On ne sait pas si l'arôme est produit dans l'endocarpe blanc du fruit mûr frais ou dans la pulpe. Le fait est qu'une fois les pépins et la pulpe retirés du fruit, l'intérieur de la coque vide conserve encore un fort arôme.

Les parfums floraux les plus courants trouvés au Pérou et au Brésil sont la **Rose, le Lys, le Jasmin, la Violette et les fleurs.**

- **Méthode artisanale de production du Parfums de Cacao**

L'idée de capturer les arômes du Cacao est née à Bahia, au Brésil, en 2018. Tous les arbres de la variété Amelonado produisent un fort arôme de jasmin lors de l'ouverture du fruit. L'auteur a acheté de l'éthanol à 100% et a essayé de capturer l'arôme dans les coques des fruits vides après avoir extrait les semences et la pulpe des fruits mûrs. Ce fut une grande surprise de voir que l'éthanol capte parfaitement les arômes de la cabosse de Cacao.

Après maturation du « Parfum Cacao » pendant 3 à 6 mois en présence d'un fixateur de parfum, le parfum artisanal obtenu présentait un titre alcoométrique suffisamment faible pour l'utilisation du parfum. Le Parfum Cacao Naturel ainsi obtenu peut persister sur la peau pendant 6 à 12 heures.

- **Récolter et ouvrir les fruits**

Les fruits mûrs sont récoltés comme dans la récolte normale du Cacao. Les fruits malades ou blessés doivent être enlevés. Les fruits sont

ouverts et la pulpe et les semences sont complètement retirées de la coque du fruit.

- **Recueillir les odeurs des coques de fruits vides**

La même personne qui ouvre les fruits et enlève les fèves doit sentir l'intérieur des coques de fruits vides pour vérifier la présence d'arôme. S'il y a un arôme, il passera la coque à la personne qui captera l'arôme en versant 100% d'éthanol (minimum 93%) dans 1/2 à 2/3 de la coque vide. Après avoir doucement agité l'éthanol pendant 10 à 15 secondes, il versera l'éthanol dans une deuxième coque vide et répète la procédure avec d'autres coques. Étant donné que la quantité d'éthanol dans la coque diminue *d'environ 50%* (il restera 1/4 à 1/3, *cela se produit généralement après avoir capté les arômes d'environ 15-20 coques de fruits*). L'éthanol résiduel est stocké dans un récipient tel qu'un thermos, donc dans l'obscurité et avec une isolation thermique.

- **Fixation du Parfum de Cacao**

L'ingrédient le plus important pour fixer le parfum de Cacao est le Galaxolide 3 %. Ce produit aide à réduire la sensation d'éthanol sur la peau et à augmenter l'intensité de l'arôme et la persistance du Parfum de Cacao sur la peau.

Il existe d'autres ingrédients pour affiner davantage l'arôme, mais ils ne sont pas considérés comme fondamentaux dans l'élaboration d'un produit artisanal.

- **Maturation et mise en bouteille du Parfum Cacao**

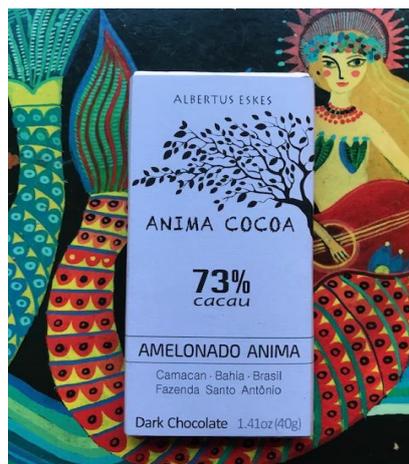
La maturation du Parfum Cacao et du fixateur doit être effectuée pendant 3 à 6 mois jusqu'à ce que le Parfum de Cacao devienne fort et que la sensation d'alcool soit moins forte. Il peut ensuite être tamisé pour éliminer certaines impuretés et mis en bouteille pour la vente.

© **Albertus Eskes. Découvreur du Parfum de Cacao**

# 22

## Technologie de Fermentation "Anima" (2019)

*"Tout ce qui est bien sera simple"*  
(T. cacao, 2019)



## ❖ *Introduction*



« *Anima* » = « *Âme* »

« *Anima* » = « *Esprit de la Forêt* »

Les fèves douces de Chuncho ("De la Forêt"), Pérou, et les variétés commerciales de Cacao brésilien imitent 31 saveurs et arômes dans leurs fruits frais tels que *Mandarine, Mangue, Banane, Canneberge, Rose, Lys, Jasmin, Vanille, Menthe, etc.* (Eskes, Rodríguez et al. *Agrotropica* 30:157. 2018. Google)

***Autant de Saveurs et d'Arômes de fruits frais qui s'expriment difficilement avec les fermentations traditionnelles.*** Par conséquent, et aussi pour mieux exprimer les substances aromatiques ajoutées dans la masse de Cacao (TropMix, Chapitre 7), nous avons créé une nouvelle méthode de fermentation ***Anima*** basé sur plus de 250 fermentations expérimentales entre 2015 et 2019 au *Brésil*.

❖ *Anima "Enfant" (2015-2017)*

100 Fermentations en caisses de polystyrène



***Les pas de fermentation accélérée  
d'Anima Enfant sont :***

- *Pré -séchage des fèves fraîches*
- *Aérobic, et*
- *Inoculation*

***Augmentation des points de préférence globale pour  
les étapes de fermentation d'Anima Enfant par  
rapport au témoin (Tableau 21.1) :***

- *Pré -séchage des fèves fraîches (+1)*
- *Aérobic (+2),*
- *Inoculation (+1)*
- *Les trois attributs ensemble (+4)*

**Tableau 22.1. Évaluation sensorielle des fèves sèches fermentées de la variété Amelonado selon trois étapes de fermentation de la méthode "Anima Enfant " et de la méthode complète également appliquée dans d'autres variétés et dans la méthode TropMix**

Jours de ferm.	Traitement	Acidité citrique	Amer-tume	Astringence	Fruits frais	Fruits mûrs	Floral	Préférence	Commentaires
6	Témoin	0	4	4	0	2	0	5	
6	+ Inoculation	0	3	2	0	2	0	6	
5	+ Air	0	3	3	0	0	4	7	Floral
5	+ Pré-sechage	0	2	3	0	1	0	6	
4	Anima enfant complet	0	0	0	2	3	3	9	Noix
<b>Autres soins complets d'Anima Niño</b>									
4	Amelonado	0	2	1	3	2	7	8	Citrus/Jasmin
3	Salobrinho 3	0	1	1	0	5	5	10	Corossol/Lys
3	EET 397	0	2	1	0	5	6	10	Manque/Rose
<b>Traitements Amelonado avec Anima Enfant / TropMix</b>									
3	Cupuaçu/Corossol	0	3	3	5	3	6	10	
6	Jacquier	2	2	2	6	3	4	10	
5	Mandarine	2	3	3	6	0	5	9	

De très bons résultats sensoriels ont été obtenus avec Anima Enfant exprimant de forts attributs fruités et floraux (voir Tableau 22.1) :

- ***La combinaison des trois pas innovantes rend la différence avec le témoin : 4 points de pour la préférence et 2-3 points pour l'amertume et l'astringence!***
- ***L'air semble être le pas la plus importante (2 points)***
- ***Anima Enfant est une méthode accélérée (3 à 5 jours)***
- ***Anima Enfant fonctionne aussi bien pour Amelonado que pour d'autres variétés (préférences de 8, 9 et 10)***
- ***Anima Enfant exprime bien les attributs de Cacao fin (fruits frais et mûrs, floral)***
- ***Anima Enfant est bien adapté aussi pour TropMix (9 et 10 préférences)***

#### **Prix obtenu avec Anima Enfant**

***2017: Distinction obtenue à Paris au concours de « Cacao d'Excellence (CoEx) »***

### ***Discussion sur Anima Enfant:***

- ***Anima Enfant est une méthode révolutionnaire de fermentation accélérée et efficace pour exprimer les attributs variétaux du Cacao fin et du TropMix.***
- ***Le pré -séchage des fèves fraîches et la manière dont l'air est introduit dans les caisses sont des étapes peu adaptées aux fermentations de Cacao à grande échelle.***
  - ***C'est pourquoi nous recherchons des adaptations d'Anima pour réaliser des fermentations à plus grande échelle (2017).***

### ***❖ Anima "Adulte" (2017-2019)***

**200 fermentations et autres innovations :**

- ❖ ***Système d'aération intensifié (plus d'air = + 2-3 points de préférence)***
- ❖ ***Inoculation modifiée et/ou facultative: (= + 1 point de préférence)***

**La fin de la fermentation se fait par la faible intensité de l'odeur d'acide acétique et par la dégustation des fèves pour leur faible amertume (= résultats de qualité plus homogènes)**

### ❖ *Anima vs fermentations traditionnelles*

L'une des principales caractéristiques de la fermentation traditionnelle est la séparation entre les processus de fermentation alcoolique et acétique. La phase alcoolique de 36 à 48 heures est considérée comme *bénéficiant de conditions anaérobies* car les levures devraient se développer mieux en absence d'oxygène.

Notre méthode démontre que les levures poussent aussi, et probablement mieux, dans des conditions plus aérobies que dans des conditions anaérobies. **Comme effet secondaire, les bactéries lactiques et acétiques peuvent entrer plus tôt dans le jeu de la fermentation et créer ainsi un chevauchement des phases, fermentation alcoolique et acétique.**

Notre tentative d'explication de la phase alcoolique aérobie d'Anima est que, avec l'augmentation de la quantité d'air dans le système, les levures effectuent partiellement un **processus de fermentation** (production d'alcool et de CO<sub>2</sub>, et partiellement un **processus de respiration** (production de H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>). Ce dernier processus produit une quantité d'énergie beaucoup plus importante que la fermentation, augmentant la température du système plus rapidement qu'avec la fermentation anaérobie. On suppose que les processus simultanés de fermentation et de respiration des levures sont responsables de la plus faible production d'alcool observée et, par conséquent, également d'acide acétique dans les fermentations Anima par rapport aux fermentations traditionnelles. Cela devrait réduire la durée globale de la fermentation Anima à 3-5 jours au lieu de 5-7 jours pour la fermentation traditionnelle.

Dans les fermentations Anima, *l'intensité de l'acide acétique diminue considérablement à mesure que la fermentation approche sa fin*, tandis que dans les fermentations traditionnelles, les intensités de l'acide acétique restent élevées jusqu'à la fin des 6-7 jours de fermentation. Par conséquent, les fèves de Cacao Anima

ont une teneur en acide acétique très bas à la fin de la fermentation. Les fèves traditionnelles nécessitent un séchage lent pour éliminer les fortes intensités d'acide acétique, ce qui n'est souvent pas atteint.

Une autre différence importante entre Anima et la méthode traditionnelle réside dans la manière dont les fermentations sont terminées. Dans la méthode Anima, il est décidé d'arrêter la fermentation en fonction *des évaluations de l'acide acétique et de l'amertume des fèves*. L'intensité de l'acide acétique est la première à diminuer dans une lapse de 6 heures au bout de 3 à 5 jours. En même temps l'amertume se réduit à 0-2 points sur une échelle de 0-10 points ce que veut dire que la fermentation Anima est terminée et les fèves doivent être séchées.

Dans les fermentations traditionnelles, la vérification du bon moment pour terminer les fermentations s'effectue principalement par la couleur des cotylédons (« cut test ») et plus récemment également par des mesures de pH. ***Pour Anima cela n'a aucun sens de faire le test de couper les fèves car toutes les fèves de Anima ont la même saveur en fin de séchage, même si les fèves Anima peuvent avoir environ 40% d'une couleur violette/marron foncé, considérée comme mal fermentée par le concept traditionnel de l'épreuve de coupe.***

## ❖ *Températures et durée de fermentation Anima*

### **Analyse du Tableau 22.2**

- *La durée de la fermentation Anima Adulte est accélérée (3-5,5 jours) par rapport à la fermentation témoin (6 jours)*
- *Avec un plus grand nombre de jours de repos des cabosses le temps de fermentation a tendance à diminuer.*
- *Les températures moyennes d'Anima sont inférieures de 2 à 6 °C à la fermentation traditionnelle*
- *Pour certaines fermentations la température baisse en fin de fermentation, signe additionnel que la fermentation touche à sa fin.*

**Tableau 22.2. Températures et jours de fermentation Animata avec des jours de repos des fruits variables**

Jours de repos	Variété	HEURES											Jours de fermentation
		24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	
0	Témoin	27	27	27	40	44	35	40	36	41	39	41	6
0	Mélange	30	32	31	40	37	38	35	37	3 4	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	FA13	34	30	33	38	37	35	34	43	41	X		5
4	Mélange	35	39	40	41	40	40	X					3.5
5	SJ02	34	36	46	42	44	42	43	X				4
5	CEPEC 2002	32	42	43	41	43	38	X					3.5
5	BN34	36	40	42	39	42	42	34	X				4
6	Mélange	29	32	31	43	33	41	X					3.5
7	Mélange	31	37	45	44	43	44	42	X				4.0

## ❖ Profils sensoriels des fèves et des chocolats de Anima Adulte

### • Fèves Anima

Les qualités sensorielles des fèves Anima ont **des préférences globales** de 8 à 10 (Tableau 22.3). Elles se situent généralement entre 3 et 5 points au-dessus des fèves obtenues par des fermentations traditionnelles. Ce sont des profils sensoriels **très complexes et harmonieux**. Une caractéristique très constante est la présence des saveurs de miel et de la noix. La présence de fruits frais et/ou mûrs est dépendant de la variété. L'intensité du floral varie entre moyenne e forte. L'acidité citrique varie aussi avec les variétés. Pour le témoin l'acidité es due à l'acide acétique.

**Tableau 22.3. Profils sensoriels des fèves Anima comparés à un profil d'fèves traditionnellement fermentées**

Jours fermentation	Jours de repos	Variété	Ac. citrique	Amertume	Astring.	Miel/doux	Noisettes	Fr. Frais	Fr. mûrs	Floral	Arrière goût	Préférence
4	0	Mélange 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 Anima	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	Mélange 2	0	1	2	5	6	2	8	6	10	10
6	0	Témoin Amelonado	2	4	3	0	0	0	4	0	4	5

On observe que **Anima transforme le Cacao bulk en Cacao fin** (ex. Amelonado et CCN51).

- **Chocolats Anima**

Les qualités sensorielles des chocolats Anima ont des **préférences globales** de 9-10 contre 6 pour le témoin Amelonado (Tableau 22.4).

Tous les profils sensoriels du chocolat Anima sont complexes et équilibrés, même s'ils sont basés sur les 3 origines mono-variétales représentées dans le Tableau 22.4.

*Notez que les profils sensoriels des fèves Anima sont similaires à ceux des chocolats Anima (Amelonado et CCN51 dans les Tableaux 22.3 et 22.4) (voir aussi le chapitre 25)*

**Tous les chocolats Anima présentent peu ou pas d'amertume et d'astringence, ont de fortes saveurs de caramel et de noisette (oui, comme pour le pur Criollo!), des arômes de et des fruits frais/mûrs variétaux et un arrière-goût long et agréable.**

Le témoin **Amelonado** exprime une amertume et une astringence moyennes/élevées, avec de faibles intensités de saveurs et des arômes fins et un arrière- goût court. Par contre, le chocolat **Amelonado Anima** exprime peu d'amertume et d'astringence, une forte saveur de caramel et de noix et des fruits frais et mûrs équilibrés.

Les chocolats **Maranhão et Trinitario** sont d'abord restés un peu astringents après leur fabrication. Cependant, après deux mois de maturation, cette caractéristique a disparu.

**Maranhão** est une sous-variété d'Amelonado. Cependant, il a une saveur de fruits frais plus prononcée, rappelant le chocolat Anima Trinitario.

Le **Trinitario** a des caractéristiques sensorielles surprenantes de fruits frais qui semblent devenir liquides, comme un vin rouge, au fur et à mesure de la dégustation. Un score de préférence de 10+ pour ce chocolat va au-delà de l'échelle de 10 points.

Le chocolat Anima de la **variété CCN51**, considéré comme bulk pour sa qualité médiocre lorsqu'il est fermenté traditionnellement, n'a ni amertume ni astringence et a un profil équilibré de Cacao fin. De plus, il a un fort goût de Cacao.

**Tableau 22.4. Profils sensoriels des chocolats Anima par rapport à un profil de chocolat traditionnel**

Variété	Acidité citrique	Amertume	Astring.	Cacao	Caramel	Noisettes	Fr. Frais	Fr. mûrs	Floral	Arrière goût	préférence
Amelonado	2	1	1	5	5	6	3	4	3	9	9
maranhao	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
Vert Cambodge	2	0	0	6	6	8	0	8	5	9	10
Mélange Cambodge	2	0	0	5	6	8	6	4	4	9	10
<b>Anima Trop Mix</b>											
Jacquier	0	1	0	5	5	5	2	6	0	9	10
Mangue + Gingembre	0	2	0	5	4	5	5	6	4	10	10
Durian Cambodge	4	0	1	4	6	6	10	3	4	10	10+
<b>Témoin</b>											
Amelonado	2	3	2	6	2	2	0	3	2	6	6

Trois chocolats Anima ont été fabriqués avec des fèves cultivées dans la nouvelle plantation de Cacao de CFARM dans l'ouest du Cambodge. Le mélange variétal « **Vert** » comprend six variétés clonales, ayant des fruits verts, introduites du Vietnam. Ceux-ci peuvent être considérés principalement comme des génotypes Forasteiro. Malgré de cela, nous avons identifié un riche arsenal de saveurs dans la pulpe de ces variétés: *Raisin*, *Corossol*, *Pêche Jaune et Raisin Muscat*. Les arômes identifiées étaient *Jasmine* et *Herbacé*. Cela démontre les bases de Cacao fines présentes dans ces Cacaos « Forasteros ».

Le chocolat **Vert Cambodge** est très délicat avec des saveurs très fortes de caramel et de noix. Le fruit mûr est très intense, ce qui s'explique par la présence des quatre saveurs de fruits dans les pulpes des six variétés qui se sont probablement transformées en fruits mûrs lors de la torréfaction. Ce qui est le plus surprenant, c'est l'attribut aromatique **herbacé** qui s'exprime bien dans le chocolat, même s'il provient d'une seule des six variétés. *Cela suggère certainement la forte persistance de cet attribut au cours de la fermentation et de la transformation.*

Le chocolat **Mix Cambodge** est basé sur 8 variétés clonales, 6 à fruits verts (comme la précédente variété Verte) et deux à fruits rouges. Les variétés de fruits rouges TD3 et TD10 ont une pulpe rappelant le Trinitario avec une saveur de Citron et un arôme de Jasmin. Les chocolats du Mix Cambodge expriment exactement cette composition génétique, c'est-à-dire une bonne harmonie de fruits frais et mûrs par rapport à l'expression de fruits mûrs uniquement dans le chocolat Verte.

Les deux fermentations **TropMix** avec le Jacquier et avec le Mangue/Gingembre montrent des profils très intéressants avec des fortes expressions de fruits frais et mûrs.

Le chocolat **Durian Cambodge Tropmix** contient un mélange des huit variétés de CFARM. Le traitement TropMix consistait à ajouter de la pulpe de Durian à la masse de Cacao en fermentation. Cela n'a pas modifié la température (36-46 ° C) ni la durée de la fermentation (3,5 jours). ***Le Durian TropMix est le chocolat le plus incroyable que j'ai jamais consommé de ma vie. Exprime une acidité d'agrumes et de fortes saveurs de***

**caramel et de noix. La saveur de fruits frais (ponctuation 10) est très savoureuse et vient avec une consistance liquide d'un vin de Porto! La préférence globale ne peut pas être inférieure à 10+++.**

*Cela montre l'intérêt de marier la technologie TropMix avec la technologie Anima pour produire de nouvelles combinaisons de saveurs et d'arômes dans les chocolats.*

**Malheureusement, les concours internationaux et nationaux de Cacao et de chocolat ont encore tendance à interdire la participation d'échantillons de fèves ou de chocolats produits avec la méthode TropMix. Ceci est d'autant plus contradictoire que les chocolatiers font très souvent des inclusions ou rajoutent des arômes dans les chocolats de concours. Pourquoi les producteurs n'ont pas le droit d'aromatiser le Cacao ? Ce n'est pas just !!**

# 23

## **Marche du Cacao Fin et Sain**

- **Production en quantité de fèves Anima**

Les fermentations Anima ont le potentiel d'être appliquées à grande échelle, même par les petits agriculteurs. La méthode est relativement **simple** et peut être appliquée avec des **protocoles adaptés aux installations de fermentation existantes des petits et grands agriculteurs**. De plus, la méthode est **économique**, car il n'y a pas besoin d'apport externe de la ferme. *Nous pouvons en déduire ici qu'Anima sera la méthode de fermentation du Cacao du futur avec potentiel d'être appliqué dans le monde entier.*

- **Anima peut augmenter la qualité et les services de santé des produits de Cacao**

*Anima permet d'obtenir des produits de Cacao de meilleure qualité combinés à une augmentation significative des services de santé.*

La grande qualité sensorielle des fèves d'Anima permettra la suppression du **procédé industriel d'alcalinisation couramment appliqué (« Dutching »)**, qui élimine les caractéristiques négatives des fèves de Cacao commerciales (*acidité, amertume et astringence*), mais aussi leurs caractéristiques positives (*saveurs et arômes de Cacao fin et les antioxydants*) (Hurst *et al.* 2011).

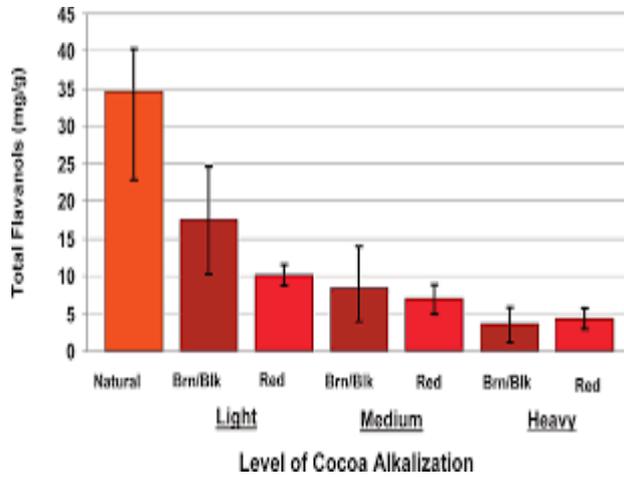
Les effets négatifs du processus de Dutching sur les quantités de flavanols dans la poudre de Cacao sont illustrés dans la Figure 23.1. Les pourcentages restants de flavanols dans le poudre de Cacao alcalinisés de faible, moyenne et haute intensité par rapport à concentration dans les poudres naturels sont respectivement 39 %, 21 % et 10 %, avec une moyenne d'environ 23 % (Miller *et al.*, 2008).

En d'autres termes, les produits Cacao Anima qui n'ont pas besoin de Dutching auront une teneur en polyphénols de 156 %, 376 % et 900 % plus élevée, respectivement, pour une intensité de **Dutching faible, moyenne et élevée (Figure 23.1)**. En moyenne, cela signifie une augmentation d'environ 400 % des antioxydants par rapport aux produits de Cacao alcalinisés qui dominent actuellement les marchés des produits de Cacao.

**Par conséquent, la production à grande échelle de Cacaos Anima aura le potentiel réel d'augmenter considérablement la qualité des produits de Cacao ainsi que leurs services de santé par rapport aux produits de Cacao industriels produits actuellement.**

Les déductions ci-dessus devraient justifier un intérêt croissant des petites et grandes industries du Cacao, ainsi que des consommateurs de Cacao, pour des produits Anima. Cela peut stimuler les segments de marché des producteurs et des consommateurs basés sur la technologie de fermentation d'Anima.

**Tout cela devrait se traduire par de meilleurs prix pour les producteurs et, par conséquent, une plus grande durabilité de la chaîne de production du Cacao à moyen et long terme.**



**Graphique 23.1. Effet de 3 niveaux de Dutching sur la teneur en flavonoïdes de la poudre de Cacao (Miller et al., 2008)**

© Albertus Eskes, David Pujol et Dario Ahnert  
Inventeurs d'Anima, 2019, Brésil



**Illustration 23.2. Publicité pour Anima réalisée par ma petite-fille de sept ans, Flora. Elle adore les chocolats amers Anima car ils ne sont pas amers.**

# 24

## Transformation du Cacao Africain en Cacao « Fin »

- Variétés hybrides de Côte d'Ivoire

Comme indiqué au Chapitre 22, la technologie de fermentation Anima appliquée au Brésil peut **transformer des variétés bulk, telles que CCN51 et Amelonado, en variétés aux attributs expressifs de Cacao fin**: saveurs de caramel, de noix, de fruit et de Jasmin (Tableaux 22.2. et 22.3) et avec une préférence globale de 9-10 pour leurs fèves et leurs chocolats.

En 2021, en Côte d'Ivoire, une étude de huit **fermentations Anima avec du des variétés** hybrides Forastero a été réalisée sur deux sites: Grand Bassam et Yamoussoukro. Les profils sensoriels moyens et le témoin sont présentés dans le Tableau 24.1.

**Le témoin traditionnel de Côte d'Ivoire** a montré une acidité acétique moyennement, une amertume et une astringence fort et

peu d'expression d'attributs fins. **Cela confirme que le Cacao africain est de faible qualité lorsqu'il est fermenté traditionnellement.**

Cependant, les profils sensoriels des fèves Anima des variétés **hybrides Forastero** de Grand Bassam et de Yammoussukro sont typiques du Cacao fin. *Ils présentent peu d'amertume et d'astringence et une intensité moyenne à forte de miel et de noix. Le profil de Grand Bassam est très équilibré et a reçu une préférence de 9. Le profil moyen de Yammoussukro exprime des fruits frais et des attributs floraux un peu plus intenses et a reçu une préférence de 10.*

**Ces résultats montrent que le Cacao « bulk » Forastero de Côte d'Ivoire peut être transformé en Cacao très fin avec la méthode Anima.**

#### • Variétés Forastero (IMC, PA, Amelonado )

Nous avons décidé d'appliquer Anima aux génotypes **Forastero amazoniens** de type IMC et PA, largement utilisés dans la création de nouvelles variétés au Ghana, en Côte d'Ivoire et au Nigeria. Les fruits de 15 clones IMC et PA ont été obtenus à partir de la collection de ressources génétiques CEPLAC à Itabuna, au Brésil. *Les fruits frais de IMC et PA ont montré des caractéristiques fruitées et aromatiques dans 50% de leur pulpe, ce qui était inattendu pour ces variétés Forasteiro.*

Les attributs sensoriels suivants ont été observés dans les fèves IMC et PA Anima (Tableau 24.1): **0 acidité, 2 amertume, 1 astringence, 3 miel, 2 noix, 5 fruité, 3 floral et 9 préférence générale.** C'est un Cacao fin au profil similaire de la variété hybride de Grand Bassam

Nous avons fait plusieurs fermentations d'Anima au Brésil avec la variété Amelonado, qui est la variété de base pour la culture du Cacao en Afrique. L' expression des attributs sensoriels des chocolats d'Amelonado était (Tableau 22.3): **2 acidité, 1 amertume, 1 astringence, 5 douceur, 6 noisettes, 3 fruits frais, 4 fruités mûrs, 3 floraux et 9 préférences,** soit un profil typique de Cacao très fin.

**La similarité génétique des variétés Amelonado/IMC/PA utilisées dans notre étude avec les variétés Africaines de Cacao est en accord avec les résultats obtenus en Côte d'Ivoire (Tableau 24.1) et confirme que le Cacao de Côte d'Ivoire peut être transformé en Cacao fin ou très fin avec la méthode Anima.**

**Tableau 24.1. Profils de fèves Anima produites en Côte d'Ivoire (Grand Bassam et Yamoussoukro ), au Brésil avec des variétés de Cacao africain Forasteiro (IMC+PA), en tas avec la méthode Anima et en tas traditionnel, et un témoin Forasteiro de Côte d'Ivoire.**

Variété	Acidité citrique	Amertume	Adstring.	Miel/doux	Noisettes	Fr. Frais	Fr. mûr	Floral	Préférence
Anima hybride Grand- Bassam, Côte Ivoire	1	1	1	4	4	1	5	3	9
Anima hybride Yamoussoukro, Côte d'Ivoire	2	2	1	3	4	4	6	6	10
Clones Amazon (IMC et PA), Brésil	0	2	1	3	2	0	5	3	9
Fermentation en tas Anima, Brésil	0	2	1	2	2	3	4	5	8
Fermentation en tas traditionnelle, Brésil	0	5	3	0	0	0	2	0	5
Fermentation traditionnelle RCI Témoin	4	6	4	1	1	0	3	0	5

- **Tas modifiées**

Le Ghana est connu pour la qualité relativement bonne de son Cacao bulk, grâce à l'application généralisée des fermentations traditionnelles en tas recouverts de feuilles de bananier. Au Brésil, nous avons comparé la fermentation traditionnelle en pile avec la même méthode adaptée avec le protocole Anima.

Pour la fermentation traditionnelle en tas, ***l'expression des attributs sensoriels des fèves était (Tableau 24.1): 0 acidité, 5 amertume, 3 astringence, 0 sucré, 0 noisette, 0 fruité frais, 2 fruité mûr, 0 floral et seulement 5 de préférence..***

Pour la fermentation en tas avec le protocole ***Anima modifié***, le profil suivant a été obtenu: ***0 acidité, 2 amertume, 1 astringence, 2 sucré, 2 noisette, 3 fruits frais, 4 fruits mûrs, 5 floral et 8 préférence***. C'est un profil Cacao fin avec une préférence de 3 points au-dessus du profil témoin.

***Cela suggère que le Cacao africain fermenté en tas peut être transformé en Cacao fin en utilisant la méthode Anima modifiée dans le processus.***

- **Conclusions**

Le Tableau 24.1 montre que les types « bulk » des variétés africaines de Forasteiro (*hybrides, IMC/PA et Amelonado*) peuvent être transformés en *variétés fines de Cacao qui expriment des profils sensoriels complexes et attrayants avec des scores de préférence de 8 à 10* (Tableau 24.1). Ces préférences pour les Anima « africaines » représentent 3 à 5 points de préférence en plus par rapport aux témoins (Tableaux 22.3 et 24.1).

***Par conséquent, on peut s'attendre à ce que la méthode Anima puisse transformer à grande échelle des fèves de Cacao africaines bulk en fèves de Cacao de haute qualité, même avec la méthode africaine modifiée de fermentation en tas.***

# 25

## **Méthode d'Evaluation Sensorielle des Fèves et Des Chocolats Anima**

### *❖ Évaluation traditionnel de la qualité des fèves*

Les qualités des fèves de Cacao séchées sont principalement évaluées par les couleurs des **cotylédons avec le test à la coupe**. Un pourcentage plus élevé de cotylédons brun clair indiquerait un pourcentage plus élevé d'fèves bien fermentées. Généralement, 70% d'fèves bien fermentées sont considérées comme le minimum pour un lot bien fermenté. Plus récemment, une valeur de pH relativement élevée (5,2-5,6) est devenue un paramètre supplémentaire pour évaluer l'efficacité de la fermentation.

Cependant, la relation des évaluations colorimétriques et du pH avec des caractéristiques sensorielles favorables de la fève n'a jamais été clairement établie. Il est évident qu'il existe une certaine relation entre le taux de fermentation et les saveurs de base. Un taux de fermentation élevé devrait indiquer qu'un lot de Cacao est moins amer et moins astringent, mais pourrait également être lié à un profil sensoriel moins fin (moins

d'attributs fins) et/ou à une fermentation excessive. D'autre part, des taux de fermentation plus faibles peuvent masquer un profil sensoriel plus intéressant, notamment la présence de saveurs fruitées, même si les fèves sont susceptibles d'être plus amères et astringentes. Il est probable qu'un pH élevé soit lié à une plus faible intensité d'acide acétique.

***Cependant, le test de coupe, ainsi que la valeur du pH, ne fournissent pas d'informations sur tous les attributs du profil sensoriel des fèves de Cacao fin.***

### ***❖ Proposition internationale de norme d'évaluation sensorielle pour les fèves séchées***

Malheureusement, les experts sensoriels du Cacao n'ont pas encore proposé une méthode appropriée pour évaluer la qualité sensorielle des fèves séchées dans les exploitations. ***C'est une grande lacune dans la chaîne de production du Cacao fin, car l'agriculteur est confus quant au niveau de qualité qu'il produit.***

L'Institut du Cacao et du Chocolat Fin (FCCI) a diffusé une méthode d'évaluation de la qualité des fèves séchées dans le cadre des *Normes Internationales d'Évaluation de la Saveur et de la Qualité du Cacao* (ISCQF). La méthode comprend l'évaluation sensorielle de nibs moulus de fèves secs de 0,5 mm de diamètre obtenus à partir de 30 à 50 fèves par lot traités avec une machine à pop-corn ou avec un casse-noix. Les nibs moulus doivent être placés sur la langue et les attributs sensoriels seront évalués au fur et à mesure qu'ils évoluent dans la bouche.

J'ai testé cette version de la méthode et j'ai trouvé des divergences majeures avec ma propre méthode. L'acidité est largement surestimée, l'amertume et l'astringence sont plus ou moins correctement évaluées, et toutes les saveurs et arômes fins sont largement sous-estimés.

***Par conséquent, je conclus que la méthode proposée n'est pas adaptée à l'évaluation de fèves de Cacao fin.***

J'ai fait part de ma préoccupation aux coordonnateurs de cette proposition. *À ma grande surprise, la proposition a été officiellement adoptée début 2021 en tant que nouvelle méthode standard internationale pour évaluer les caractéristiques sensorielles des fèves de Cacao sèches. De plus, c'est une méthode mal adaptée aux conditions du producteur sur son exploitation.*

### ❖ *Ma méthode d'évaluation sensorielle de la fève*

Depuis le début du développement d'une nouvelle méthode de fermentation pour le Cacao, nous avons créé **notre propre méthode d'évaluation sensorielle des fèves sèches**. Le développement de la méthode de fermentation Anima aurait été impossible sans une méthode fiable d'évaluation de la qualité sensorielle des fèves sèches. Cette méthode nous a permis de faire des **comparaisons** entre différents traitements d'Anima, ainsi qu'avec le traitement du témoin de différentes fermentations dans le temps et dans l'espace.

Plus important encore, la méthode a également permis de suivre le **processus de maturation des fèves Anima** après fermentation et séchage. Cela nous a permis de décider quand les fèves deviendraient aptes à fabriquer des chocolats de qualité Anima.

*Les fèves de Cacao sèches permettent d'évaluer des attributs sensoriels qui peuvent également être observés dans les chocolats. Par conséquent, il est considéré possible de former des techniciens à l'évaluation des chocolats pour évaluer également les mêmes attributs dans les fèves sèches.*

Le nombre de fèves utilisées pour l'évaluation sensorielle des lots de **fèves sèches Anima** peut être limité à 3-5. En effet, toutes les fèves Anima d'un même lot de fermentation ont tendance à exprimer le même goût, *même si le lot contient un mélange de différentes variétés*. Des nibs de 0,1 à 0,2 cm de diamètre sont préparés à partir de 3 à 5 fèves Anima sèches à l'aide d'un petit couteau. Nibs de différents fèves sont mélangés et 8 à 10 nibs de chaque lot sont bien mâchés et évalués. Les attributs sensoriels sont enregistrés selon l'ordre dans lequel ils sont perçus dans la bouche et dans le nez (voir Tableau 25.1). Si besoin, il faut boire

de l'eau entre deux bilans pour dégager les sensations sensorielles en bouche.

Pour les lots **de fermentation traditionnels**, il est nécessaire de préparer des nibs d'au moins 10 fèves sèches pour représenter les qualités sensorielles moyennes des fèves.

Ma méthode d'évaluation sensorielle de fève sèche est basée sur 10 ans d'expérience dans l'évaluation des différents attributs sensoriels de la fève. Je distingue les attributs sensoriels suivants qui suivent plus ou moins la séquence dans laquelle ils sont perçus en bouche et en nez :

**Acidité citrique**  
**Amertume**  
**Astringence**  
**Miel/doux**  
**Noix/noisettes**  
**Fruits frais**  
**Fruits mûrs**  
**Arôme (floral/herbacé)**  
**Épices**  
**Arrière-goût**  
**Préférence globale**  
**Observationss (caractéristiques particulières positives ou négatives, saveurs ou arômes indésirables)**

L'échelle utilisée pour ces évaluations va de 0 à 10.

Comme les fèves Anima expriment rarement des arômes indésirables, ceux-ci sont généralement notés dans la colonne d'Observations. Certaines autres **caractéristiques négatives** qui peuvent être observées dans la colonne des observations sont:« acide acétique », « boisé », « surfermenté » et « plat » (= pas de goût ou d'arôme fin). Certains **attributs positifs** qui peuvent être mentionnés sont "Fruité/Floral", "Aromatique", "Complexe" et "Harmonieux".

## ❖ *Profils sensoriels de Fèves vs. Chocolats Anima*

Le Tableau 25.1 présente quatre comparaisons de profils sensoriels de fèves et de chocolats Anima. Des chocolats à 70% de Cacao ont été fabriqués dans le laboratoire CIC à Ilhéus au Brésil, torréfiés à 120 ° C pendant 25 minutes.

***En général, les profils sensoriels des chocolats ressemblent étroitement aux profils des fèves séchées d'Anima (Tableau 25.1).***

*l'acidité acétique* n'était présent que dans les fèves du témoin. Une certaine *acidité d'agrumes a été trouvée* dans le chocolat CCN51 qui semblait liée à l'attribut de fruits frais de ce clone.

Les intensités d'***amertume et d'astringence*** étaient faibles dans les fèves et absentes dans les chocolats, ce qui suggère que la transformation du chocolat a supprimé ces caractéristiques résiduelles dans les fèves. Ceci était le plus évident pour le clone CCN51.

***Le saveur Cacao*** était plus fort dans CCN51 et dans l'hybride de Scavina 6. Cet attribut est né lors de la torréfaction et est donc pas présent chez les fèves.

Les saveurs de ***caramel et de noix*** ont tendance à apparaître fortement de la même manière dans les fèves et les chocolats. La légère amertume des fèves d'Amelonado semble avoir quelque peu masqué ces attributs dans les fèves Amelonado, alors que cette variété présentait de forts attributs de caramel et de noisettes dans son chocolat. La forte amertume des fèves du témoin ne semble pas permettre d'exprimer les attributs fins dans les fermentations traditionnelles.

Les saveurs ***de fruits frais et mûrs*** étaient expressives dans les fèves Anima et les chocolats Anima de toutes les variétés. Fait intéressant, il y a eu des changements entre des intensités plus élevées de fruits mûrs dans les fèves et des fruits plutôt frais dans les chocolats. Le cas extrême était le EET397, pour lequel les fruits mûrs dans ses fèves ont été transformés en fruits frais dans ses chocolats. J'attribue cela à l'effet du sucre dans les chocolats qui aide à révéler davantage le caractère de fruits frais,

car les fruits frais dans la nature sont toujours associés au sucre. Ainsi, apparemment, l'intensité du fruit frais dans les fèves est plus difficile à identifier que celle des fruits mûrs.

L'attribut **épice** n'a pas été observé dans ces échantillons de fèves et de chocolats. Cet attribut est relativement rare chez Cacao.

L'attribut **floral** était présent avec des intensités expressives dans les fèves des quatre variétés. L'Amelonado et l'hybride avec Scavina 6 avaient des arômes floraux significativement plus faibles dans leurs chocolats que dans leurs fèves. Cela pourrait être lié à une torréfaction à 120°C. *Mes expériences de torréfaction ont montré une perte de la plupart des arômes à des températures supérieures à 110° c.*

Cependant, l'intensité de l'arôme de Rose dans l'EET397 était encore très forte dans les chocolats. J'attribue cela au caractère fortement persistant de cet arôme qui est partiellement herbacé par rapport à d'autres arômes de Cacao plus délicats.

L'intensité de l'arôme des fèves témoins était, comme prévu, très faible. J'attribue cela au temps prolongé de fermentation à haute température qui provoquerait l'évaporation de l'arôme ou à la dominance de l'amertume et de l'astringence sur les attributs du Cacao fin.

**Arrière-goût ou persistance en bouche** c'est un attribut qui est malheureusement rarement inclus dans les évaluations sensorielles du chocolat à travers le monde. *Cependant, je considère qu'il s'agit de l'attribut le plus important, car il résume la persistance et la qualité d'attributs sensoriels plus ou moins favorables après l'évaluation sensorielle de la fève ou du chocolat.* Les fèves et les chocolats Anima ont un arrière-goût très savoureux et long qui dure 20 à 30 minutes en bouche. Les chocolats avec amertume et astringence, même s'ils ne sont pas très forts, ont tendance à avoir un arrière-goût court et moins agréable. Tableau 25.1 montre que les scores de l'arrière-goût de la fève sèche ressemblent étroitement à l'arrière-goût de chocolat.

**Tableau 25.1. Attributs sensoriels des fèves sèches comparés aux attributs des chocolats (échelle de 0 à 10)**

Variété (saveur et arôme de pulpe)	Ac. citrique	Amertume	Adstring.	Cacao	Caramel	Noisettes	Fr. Frais	Fr. mûrs	Épices	Floral	Arrière-goût	Préférence	Commentaires
<b>Amelonado (agrumes/jasmin)</b>													
<i>Chocolat</i>	0	0	0	4	5	5	2	4	0	2	9	10	<i>Harmonieux</i>
<i>Fèves</i>	0	2	0	-	3	2	0	5	0	6	8	9	<i>Floral</i>
<b>CCN51 (Agrumes/Jasmin)</b>													
<i>Chocolat</i>	2	0	0	6	3	3	4	4	0	4	9	9	<i>Cacao/fruité</i>
<i>Fèves</i>	0	3	2	-	3	3	0	3	0	4	7	8	<i>Amer</i>
<b>Scavina hybride 6 (Raisin muscat / Lys)</b>													
<i>Chocolat</i>	0	0	0	5	5	3	2	6	0	2	10	10	<i>Raisins secs Très fruité</i>
<i>Fèves</i>	0	1	0	-	4	3	0	7	0	6	10	10	<i>fruits/fleurs</i>
<b>EET397 (Manche rose)</b>													
<i>Chocolat</i>	0	0	0	4	3	2	7	0	0	8	10	10	<i>fruits//fleurs</i>
<i>Fèves</i>	0	2	1	-	3	2	0	6	0	10	9	10	<i>fruits/fleurs</i>
<b>Amelonado témoin</b>													
<i>Fèves</i>	3	5	3	-	0	0	0	2	0	2	5	6	<i>Acide acétique / amer</i>

## ❖ *Évaluation simplifiée des attributs sensoriels de la fève*

Les résultats précédents suggèrent que deux attributs sensoriels peuvent avoir une valeur prédictive important pour l'ensemble du profil sensoriel des fèves de Cacao :

- l'Amertume et
- l'Arrière-goût.

Tableau 25.1 montre que les fèves avec **des intensités d'amertume plus faibles (1 et 2)** avaient des scores de préférence globaux plus élevés (9 et 10). Les fèves de CCN51, avec un score de 3 pour l'amertume, avaient le score de préférence le plus bas de 8 parmi les échantillons Anima. Le cas extrême est l'échantillon témoin qui avait le score d'amertume le plus élevé de 5 et également le score de préférence le plus bas de 6.

La relation négative précédemment identifiée entre l'intensité de l'amertume et les scores de préférence suggère que **l'amertume est un critère simple pour accélérer les évaluations** et le contrôle de la qualité des fèves Anima et aussi d'autres fermentations. Ceci pourrait signifier que pour une évaluation simplifiée il n'est pas nécessaire d'évaluer tous les attributs sensoriels mentionnés dans le Tableau 25.1.

Le 2ième critère qui semble avoir une valeur prédictive élevée pour la préférence pour les fèves séchées est **l'arrière-goût**. Le Tableau 25.1 montre que les scores d'arrière-goût sont étroitement liés aux scores de préférence. L'arrière-goût le plus faible de 5 a été obtenu par les fèves témoins qui avaient également la préférence la plus faible de 5. Les fèves CCN51 avaient un arrière-goût intermédiaire de 7 et une préférence de 8. Les notes d'arrière-goût les plus élevées de 8 à 10 ont été obtenues pour les échantillons de fèves avec le score de préférence le plus élevé (9-10). Cette relation forte s'explique par l'expression intégrée de tous les attributs sensoriels et par sa durée ressentie en bouche à l'issue de la dégustation de la fève sèche.

En résumé, ce qui précède nous justifie de proposer l'utilisation d'évaluations simplifiées des attributs sensoriels des fèves sèches comme suit, pour le producteur et l'acheteur de fèves de Cacao, chacun pour les objectifs spécifiques suivants :

- ***Intensité de l'amertume de la fève***

*Note:* 0=zéro, 1=faible, 2=moyen, 3=élevé et 4=très élevé

Buts:

- A. Contrôle de qualité des lots de fermentation par le producteur, et
- B. Contrôle de la qualité des lots commerciaux de fèves par l'acheteur de fèves.

- ***Intensité et durée de l'arrière-goût***

*Note:* 0=mauvais, 1=faible, 2=moyen, 3=élevé et 4=très élevé

But: Contrôle de qualité des lots commerciaux par l'acheteur.

- ***Évaluation sensorielle complète des fèves séchées***

Dans la mesure du possible, il s'agit de la méthode préférée pour une analyse complète de tous les attributs sensoriels énumérés dans la section 25.3 et surtout pour comparer les profils sensoriels complets de lots de fèves fermentées et séchées entre eux et avec des chocolats.

# 26

## **La Fin de l'Ère Glaciaire du Cacao**

*La Cacao a stimulé les Mayas*

*A boire leurs chocolats chauds*

*La pulpe et les fèves aromatiques*

*Ont été dégustés par les*

*« Matsiguengas » à Cusco*

*Les fèves féminines de la Cacao dominant*

*Les feuilles masculines de coca*

*Consommés ensemble par les Incas*

*Ce sont des traditions  
Chaleureuses, savoureuses et  
Plein d'amour*

*Les Espagnols ont initié le chemin  
De refroidir la Cacao  
De la mélanger avec du lait  
De la mélanger avec beaucoup de sucre  
De détruire son esprit originel*

*De débiter la production de Cacao  
Dans des boîtes sans air*

*De l'étouffer et de tuer son âme  
Avec tant de souffrance*

*Elle est devenue glacé, amère et astringent  
Traité avec manque d'amour  
Depuis des siècles*

*Jusqu'à aujourd'hui le génocide des Fèves da Cacao  
Continue massivement étouffé  
Dans des boîtes de concentration*

*Et ensuite traité par le procédé « Dutching ».*

*Par une invention hollandaise*

*Pour éliminer les conséquences*

*Des souffrances de la Cacao*

*Pour enlever aussi toutes ses beautés*

*Y compris les antioxydants*

*Créer un produit*

*De Cacao chimique, un "Frankenstein"*

*Qui n'a rien en commun*

*Avec sa vraie nature...*

*Gracieux, docile, savoureux, aromatique*

*Et très sain*

*Pour finir avec cela*

*Une autre invention hollandaise*

*Respecte de nouveau sa vraie nature*

*Maintenant la lumière*

*Au bout du tunnel s'allume*

*De son massacre dans les*

*Boîtes de concentration*

*Laisser respirer la Cacao de nouveau*

*Lui permettre de rester*

*Vivant plus longtemps*

*La caressant avec amour*

*Des êtres humains amoureux*

*Revitaliser son "Anima"*

*Son "Âme de Femme"*

*Son "Esprit de la Forêt"*

*Elle est resussitée*

*Et fait son chemin du passé au futur*

*Des traditions des Matsiguengas,*

*Des Incas et des Mayas*

*Qui étaient les premiers*

*Pour vénérer la Déesse de la Cacao*

*Docile, savoureux et amoureux*

*Une être « Surnaturel », qui*

*Guérit de nombreuses maladies et*

*Qui nourrit "l'Anima"*

*De tous les êtres humains*

***L'être la plus parfaite du monde !***

# 27

## **Tendances « Surnaturelles » du Cacao: Défis pour la Science**

Tout le monde conviendra que le Cacao a des caractéristiques "Phénoménales". Tout le monde ne sera pas d'accord pour dire que le Cacao peut avoir des caractéristiques "Surnaturelles". On va analyser cela ensemble.

Le dictionnaire Oxford fournit la définition suivante du *Surnaturel* :

***"Une manifestation ou un événement surnaturel est attribué à une force au-delà de la compréhension scientifique ou des lois de la nature"***

Le British Dictionary ajoute ce qui suit :

***"Dépassant l'ordinaire, anormal"***

Selon ces définitions reconnues, je vois de nombreuses caractéristiques du Cacao qui vont au-delà du *phénoménal*.

*C'est-à-dire :*

***"Au-delà de la compréhension scientifique,  
anormal et extraordinaire"***

Selon cette définition, nous pouvons mentionner ici 12 exploits de Cacao décrits dans ce livre qui peuvent être attribués à des *manifestations surnaturelles*.

1. Le Cacao exprime ***43 saveurs et arômes génétiques distincts de fruits frais***. Ceux-ci sont combinés en 73 profils sensoriels de fruits frais. Cette caractéristique unique est à l'opposé de toutes les autres espèces de fruits charnus qui n'expriment qu'un profil de saveur et/ou un arôme de fruit bien travaillé (une pêche est toujours une pêche). ***Il n'y a aucune explication scientifique pour les expressions abondantes et diverses pleines de saveur et d'arôme dans les fruits frais du Cacao.***
2. Trente et un des 43 saveurs et arômes sont ***apparemment des imitations parfaites*** des saveurs et des arômes d'autres espèces végétales. Il n'y a pas d'imitations similaires connues dans le règne végétal.
3. Les attributs sensoriels du Cacao sont souvent associés à d'autres attributs apparemment sans rapport et sans avantage évolutif, tels que ***l'arôme de rose dans la pulpe et la couleur rouge de la fève et le goût de pêche jaune avec la pulpe jaune.***
4. Observation très *mystérieuse* est que la saveur de pulpe de Cacao Tangelo a apparemment été inventée par le Cacao des millions d'années avant la naissance de l'hybride Tangelo, il y a 200-3500 ans.
5. Bien que le fruit de Cacao frais exprime autant de saveurs et d'arômes, ***le Cacao n'a pas un profil sensoriel propre*** (17.1.4),

- qui est encore unique par rapport aux autres espèces de fruits charnus.
6. Des preuves empiriques montrent que les expressions d'arôme et de saveur des fruits de Cacao frais sont **qualitatives et basées sur un héritage simple**. Ceci est complètement différent des expressions polygéniques quantitatives des qualités sensorielles chez d'autres espèces de fruits charnus (*par exemple* les tomates).
  7. Les expressions simultanées d'un attribut de saveur et d'arôme dans 50 % des profils sensoriels (13.4.6) du Cacao suggèrent fortement l'action de **gènes pléiotropes dominants** qui sont rares ou absents chez les expressions de saveurs et arômes d'autres espèces à fruits charnus.
  8. Sur les onze profils sensoriels de Chuncho qui présentent des arômes de Jasmin (Tableaux 13.1 et 13.2), les trois profils d'agrumes (Citron, Mandarine et Tangelo) montrent la même association avec des arômes de fleurs d'agrumes (c'est-à-dire le Jasmin). **La probabilité que cela puisse être attribué à des événements évolutifs aléatoires serait de 0,001 (11/64x11/64x11/64)**, ce qui est bien inférieur au niveau d'acceptation statistique de 0,05. **Comment le Cacao a obtenu l'information de que les saveurs d'agrumes sont naturellement associées à l'arôme de Jasmin?**
  9. Les caractéristiques sensorielles du fruit de Cacao frais ont montré les associations suivantes (17.5) difficilement explicables par un raisonnement scientifique: **arôme Mandarine x amertume, saveur Corossol x transparence de la pulpe du Corossol, et saveur Inga x opacité de la pulpe d'Inga**.
  10. Deux variétés de Cacao au Brésil ont montré que **l'arôme Rose du fruit frais de Cacao disparaît mystérieusement entre 17 et 18 heures**. La seule explication pour que l'arôme disparaisse à l'intérieur d'un fruit fermé en moins d'une heure est que le Cacao **détruit son propre arôme**. Cela suggère que le gène responsable de la production d'arôme doit également être responsable de la destruction de l'arôme.

11. Le génotype Scavina 6 exprime un fort arôme de Lys dans ses fruits frais. Deux fois nous avons observé que ce *parfum de Lys se transforme en parfum de Violette après 4 jours de repos des fruits après récolte* (17.7.2). Comment expliquer une telle modification épigénétique qui devrait impliquer de nombreux composés organiques volatils ?

12. Les réactions des fèves de Cacao au stress sont « *anormales et extraordinaires* » (Chapitre 18). La semence de Cacao fraîche double son amertume immédiatement après avoir reçu la première morsure. Comment le Cacao transfère-t-il un signal au reste de la semence aussi rapidement que la fève entière est stressée en moins de 5 secondes ? Il en va de même pour les réactions de stress rapides et fortes à la mise des semences fraîches dans l'eau, le vinaigre, l'alcool ou le froid.

*Les 12 caractéristiques "anormales" citées ci-dessus dans Cacao méritent d'être étudiées scientifiquement en détail et peuvent être considérées comme surnaturelles jusqu'à ce qu'une explication scientifique soit trouvée.*

***Je suppose que la raison scientifique la plus probable du phénomène du Cacao est peut-être que le Cacao a créé 43 saveurs et arômes très attrayants pour nous parce qu'il  
« Aime les êtres humains » !***

***Ou sinon:***

***« Le Cacao est, sans aucun doute, un Être super phénoménal »***

# 28

## Épilogue

Le sous-titre du livre « **La Magie de la Réalité** » fait référence aux « *Qualités Infinies du Cacao et du Chocolat* ». Le contenu du livre justifie cette affirmation comme suit :

- Premièrement, en raison des 73 profils sensoriels de fruits frais identifiés à ce jour chez *T. cacao* au Pérou et au Brésil. **Des profils sensoriels similaires et peut-être nouveaux peuvent être trouvés dans d'autres pays, même dans les pays dits producteurs de Cacao bulk.**
- Ces profils sensoriels se retrouvent dans *différentes bases génétiques (variétés) de Cacao, c'est-à-dire*, ce que multiplie les combinaisons d'attributs sensoriels que l'on peut retrouver dans les chocolats. Cela seul peut expliquer une grande partie de la **myriade de combinaisons de saveurs et d'arômes que l'on trouve aujourd'hui dans le chocolat.**
- Fermentation TropMix offre de possibilités de créer **des combinaisons nouvelles illimitées** de caractéristiques sensorielles avec l'ajout de substances aromatiques.

- *La technologie de fermentation d'Anima* fournit un outil puissant pour exprimer les nombreux attributs fins de la saveur et de l'arôme des fruits frais dans les chocolats qui peuvent être moins bien exprimés lors de l'utilisation de la technologie de fermentation traditionnelle. ***Ainsi, une plus grande et meilleure expression des saveurs et des arômes infinis de fruits frais est possible.***

Comme dit précédemment,

***Toutes les grandes découvertes ont tendance à être empiriques, non scientifiques, et***

***Toutes les sciences nouvelles commencent naturellement par des observations empiriques.***

Ces déclarations représentent le contexte principal et la signification de ce livre.

Les études sur la qualité du Cacao se sont principalement concentrées sur la base de la saveur typique du Cacao dans les produits finis. Les découvertes rapportées dans ce livre devraient constituer la base d'une ***nouvelle science de la qualité du Cacao basée sur des études des caractéristiques sensorielles du fruit de Cacao frais: ses bases métaboliques, chimiques et génétiques.***

De plus, les ***contradictions entre la technologie de fermentation d'Anima et les technologies de fermentation classiques*** méritent de recevoir de nombreuses études scientifiques afin d'expliquer les phénomènes biologiques qui conduisent aux qualités typiques d'Anima, qui sont zéro amertume et astringence, des saveurs fortes de caramel et de noisette, des saveurs fruitées et des arômes variétaux. Ces études devraient tenir compte de la présence de saveurs fruitées et d'arômes floraux connus dans les fruits frais du Cacao qui migrent vers les fèves et s'expriment dans les chocolats.

Ce livre ne peut être qu'une description technique de ce que Cacao m'a révélé dans ma quête pour découvrir ses beautés sensorielles. ***Cacao encourage une approche intégrée technique x intuitive. Sans émotion, la Magie de la Réalité de Cacao ne m'aurait pas été révélée.***

Les caractéristiques sensorielles et la diversité de *Theobroma cacao* ne peuvent être expliquées par la seule science, d'où leur possible nature **surnaturelle**, qui elle est, par définition, **extraordinaire, anormale et inexplicable par les lois naturelles**. Cette condition ne peut être exclue pour *T. cacao* jusqu'à ce que les nombreux mystères décrits dans ce traité soient expliqués par la science.

Et puis il faut aussi remercier Cacao pour la magnifique opportunité offerte de soumettre ses multiples saveurs et arômes de fruits frais à quatre découvertes insolites: **Noix de Cacao, Parfum de Cacao et les méthodes de fermentation TropMix et Anima**. Sans les saveurs et les arômes des fruits frais, la diversité et la richesse sensorielle présentes dans ces produits seraient impossibles à atteindre.

***Parmi celles-ci, Anima est la découverte la plus importante, car elle représente potentiellement l'avenir des fermentations de Cacao dans le monde. Transforme le Cacao bulk en Cacao très fin. De cette façon, Anima élimine les différences entre le Cacao bulk et le Cacao fin, car tout le Cacao est devenu du Cacao fin avec des fermentations Anima. D'une part, cela permet à Anima d'élargir le marché du Cacao fin aromatisé, actuellement limité. D'autre part, Anima permet la création d'un segment de Cacao fin industriel beaucoup plus important sur le marché mondial du Cacao. Ce segment crée potentiellement une grande proportion de produits à base de Cacao qui sont 100 % plus fins et 400 % plus sains que les produits actuellement disponibles.***

# 29

## **Mon identité**

*"Je ne suis ni ici ni là-bas"*

Par Fagundo Cabral Interprété par Chavela Vargas

<https://youtu.be/YbR1jpwwdbc>

*J'aime la mer et la femme qui pleure  
Les hirondelles et les amants sales  
Qui sautent les balcons et fenêtres ouvertes  
Et les filles en avril  
J'aime le vin autant que les fleurs, et  
Des amants mais pas les seigneurs*

*Est mon plaisir d'être amie des voleurs  
Et écouter des chansons françaises*

*Je ne suis ni d'ici ni de là-bas  
Je n'ai pas d'âge, pas d'avenir...  
Et être heureux est la couleur de mon identité*

*J'aime faire le bordel dans l'arène  
Et chasser Manuela à vélo  
Et je profite tout le temps pour contempler les étoiles, et  
Être avec Maria dans un champ de maïs*

*Je ne suis ni d'ici ni de là-bas  
Je n'ai pas d'âge, pas d'avenir...  
Et être heureux est la couleur de mon identité*

*« La magnifique voix de Chavela Vargas a dominé  
Ma joie et ma tristesse...  
Elle a orienté ma quête vers la découverte  
De l'identité magique du Cacao,  
Lier l'existence à l'inexistence  
Ying avec le yang" »*

***"C'est ainsi que le Cacao Phénoménal m'a été révélé"***

# 30

## **Ma recette de Caipirinha**

*Tout ce qui est bon doit être beau*

*Tout ce que est bon doit aussi être simple*

**Dégustation de fèves de fermentations**

**“Anima Enfant TropMix’**

**À la ferme d’Emir de Macedo Gomes Filho**

**À Linhares, Espírito Santo, Brésil**

**J'ai ressenti le besoin de compléter la scène.**

**Avec ma Caipirinha préférée**

**Basique et simple : 1+2+3**

**Une** dose de morceaux écrasés de 2 ou 3 fruits

**Deux** doses de cachaça ou de vodka

**Trois** doses de glaçons pilés

Quelques combinaisons de fruits préférées :

1/2 Citron + 1/2 Citron doux persan

1/3 Citron + 1/3 Citron Doux + 1/3 Fruit de la Passion

1/3 Citron + 1/3 Citron Doux + 1/3 Fruit de la Passion

1/3 Citron + 1/3 Citron doux + 1/3 Fruit de la Passion

1/3 Citron + 1/3 Mandarine + 1/3 Fruit de la Passion

1/3 Citron + 1/3 Mandarine + 1/6 Fruit de la Passion

+1/6 Pomme de Cajou

1/3 Citron + 1/3 Citron Doux + 1/6 Fruit de la Passion

+1/6 Pomme de Cajou

1/3 Citron + 1/3 Goyave + 1/3 Fruit de la Passion

1/3 Citron + 1/3 Ponkan + 1/3 Fruit de la Passion

1/2 Citron + 1/2 Mandarine

*Sucre selon préférence*

**Cheers, Santé, Cheers, Salut, Gezondheid !!!**

## Caipirinha et al.



# 3 1

## Références

**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 : Histografía 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 Nº 2. Cusco, Peru.

**BAIETTO M. and A.D. WILSON.** 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. and G.K. BEAUCHAMP.** 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 Pio 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. L. 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 , AND 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., L. F. SEGUINE, 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.

- HEGMANN, E. C.** 2015. Qualitätsbedingende eigenschaften neuer kakao-genotypen und deren verhalten im nachernteverfahren – eine analyse neuer kakao-selektionen aus Costa Rica, Dissertation, Fakultat fur Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften der Universitat 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. AND A. JOHNSON.** 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. AND 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.
- 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 D. A. AND D. R. BUTLER.** 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. AND 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.