

Un produit amazonien particulièrement riche en caféine : la graine de guaraná [*Paullinia Cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke]

Hind Benlekehal^a, Marilidia Clotteau^a, Manuel Dornier^{a,b*}, Max Reynes^{a,b}

^a École nationale supérieure des industries alimentaires, Section industries alimentaires régions chaudes (Ensia-Siarc), 1101 av. Agropolis, BP 5098, 34033 Montpellier Cedex 1, France

^b Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad-filhor), av. Agropolis, TA 50 / PS4, 34398 Montpellier Cedex 5, France

dornier@cirad.fr

An Amazonian product particularly rich in caffeine: the seed of guaraná [*Paullinia Cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke].

Abstract — The plant. Guaraná (*Paullinia Cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) is a plant from the Amazonian region belonging to the Sapindaceae family. Its red fruit is known for its high level of caffeine (around $4 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1}$ in the seed). Today, numerous Brazilian states cultivate the guaraná and the state of Amazonas is no longer the main producer. **Valorisation.** Traditionally consumed by the Maués Indians of the Amazonian region, the fruits are processed on a semi-industrial and industrial scale. The seeds are largely used in agroindustrial processing and the pharmaceutical industry. Various products of different qualities are thus obtained primarily in the form of sticks, powder or alcoholic extracts. **Market.** The production of guaraná does not satisfy the increasing worldwide demand. Indeed, the producers are badly organised, and the yield and the purchase prices are low. **Conclusion.** The cloning of a new plant of *Paullinia Cupana*, more efficient and tough, could probably allow the guaraná to assert its position on the international market.

Brazil / *Paullinia Cupana* / stimulant crops / seeds / caffeine / processing

Un produit amazonien particulièrement riche en caféine : la graine de guaraná [*Paullinia Cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke].

Résumé — La plante. Le guaraná (*Paullinia Cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) est une plante d'Amazonie qui appartient à la famille des sapindacées. Son fruit rouge est très riche en caféine (environ $4 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1}$ dans la graine). Auparavant exploité dans l'état d'Amazonas, le guaraná est aussi cultivé aujourd'hui dans d'autres états du Brésil. **Valorisation.** Traditionnellement consommés par les Indiens Maués d'Amazonie, les fruits sont transformés à l'échelle semi-industrielle et industrielle. La graine est largement utilisée par l'agro-industrie et l'industrie pharmaceutique. Divers produits de qualités différentes sont ainsi obtenus essentiellement sous forme de bâton, de poudre ou d'extrait alcoolique pour l'élaboration de boissons gazeuses. **Marché.** La production de guaraná ne parvient pas à faire face à la demande mondiale croissante. En effet, les producteurs sont mal organisés, les rendements de production sont peu élevés et les prix de vente restent faibles. **Conclusion.** L'obtention par clonage de nouveaux plants de *Paullinia Cupana* plus performants et plus résistants devrait permettre au guaraná de s'affirmer sur le marché international.

Brésil / *Paullinia Cupana* / plante stimulante / graine / caféine / traitement

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 27 février 2001
Accepté le 9 juillet 2001

Fruits, 2001, vol. 56, p. 423–435
© 2001 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved

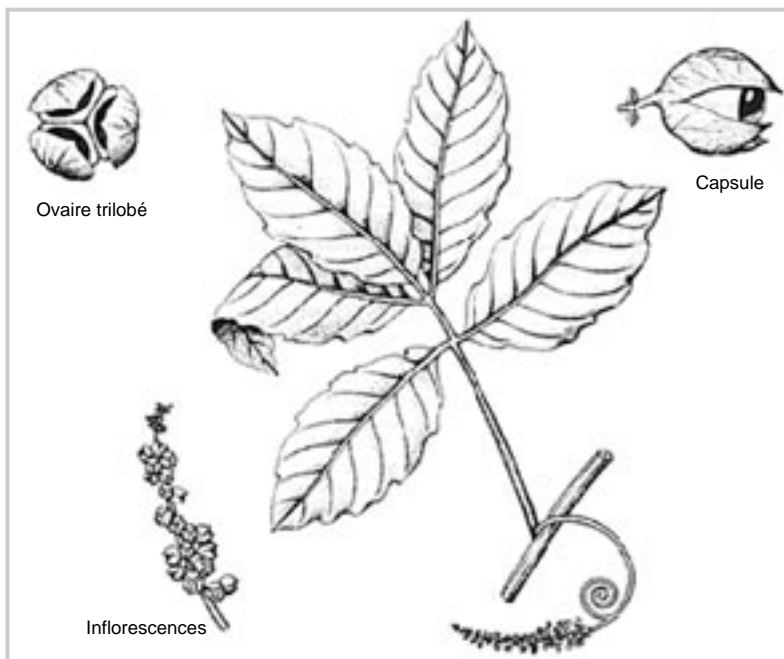
RESUMEN ESPAÑOL, p. 435

1. Introduction

Le guaraná a été étudié pour la première fois en 1824 par Humbolt, Bompland et Kunth sur les rives de l'Orénoque au Venezuela. Il reçut alors la dénomination de *Paullinia Cupana*¹. Dans le bassin amazonien, cette plante est depuis longtemps utilisée comme fortifiant par diverses populations amérindiennes (guaraná signifie « faire la guerre » en langue tupi guarani). La ressemblance du fruit du guaraná avec un œil humain, alimente de nombreuses légendes locales. Par exemple, la plante occupe une place très importante dans la mythologie maué : elle aurait germé pour la première fois à partir de l'œil droit d'un enfant assassiné ; quelque temps plus tard, l'enfant aurait ressuscité et serait devenu le premier Maué [1].

Le guaraná, principalement connu pour sa teneur élevée en caféine, connaît, à l'heure actuelle, un essor considérable. Il entre dans la composition de la boisson gazeuse nationale brésilienne, le « guaraná

Figure 1.
Le guaraná (*Paullinia Cupana*) [4].



¹ Il est recommandé d'écrire *Cupana* à la place de *cupana*, car ce mot *Cupana* a été utilisé comme nom de genre.

refrigerante » produit à raison de $10^9 \text{ L} \times \text{an}^{-1}$ [2]. Il est également utilisé pour la formulation de quelques boissons gazeuses européennes, ainsi que dans diverses préparations stimulantes commercialisées sur Internet, dans les magasins de produits biologiques et en pharmacie.

En adéquation avec l'engouement actuel des consommateurs pour les produits stimulants d'origine naturelle et exotique, le guaraná présente un potentiel intéressant que nous avons cherché à évaluer. La revue de synthèse bibliographique élaborée présente une description de la plante et de ses fruits, les principales voies de transformation et utilisations de la graine de guaraná, puis quelques indicateurs économiques.

2. Description de la plante

Le genre *Paullinia* comprend approximativement 180 espèces dont 40 sont utilisées traditionnellement par diverses populations amérindiennes [3]. *Paullinia Cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke appartient à la famille des sapindacées.

La plante est une liane ligneuse pouvant atteindre 15 m. Ses tiges de 4 à 8 mm de diamètre sont marquées par 4 à 5 sillons profonds et munies de vrilles (*figure 1*). Disposées en inflorescences axillaires (panicules de (6 à 20) cm de long), les fleurs unisexuées sont blanches, zygomorphes, à trois carpelles uniovulés ; présentant un plan de symétrie oblique [1], elles possèdent 5 sépales inégaux (3 mm de long pour les intérieurs) et une corolle à 4 ou 5 pétales oblongs de 5 mm de long. Les feuilles sont alternes, composées, imparipennées et mesurent de (20 à 40) cm. Elles sont constituées de 5 folioles, la supérieure oblongue, les inférieures ovales, légèrement acuminées à l'apex, légèrement cunéiformes ou arrondies à la base et un peu dentées dans la moitié supérieure. Leur pétiole, de (7 à 15) cm de long, est canaliculé sur la face supérieure. Les fruits sont des capsules ellipsoïdales, stipitées, de (2 à 3) cm de long et (1 à 1,5) cm de large. Ils présentent une

déhiscence par trois valves. Le péricarpe, d'abord rose à rougeâtre puis brun foncé, contient généralement trois graines sans albumen, ovoïdes, de (1,2 à 2) cm de long, noires, dures, luisantes et entourées d'un arille blanchâtre. À déhiscence, le fruit a l'apparence d'un œil ce qui lui vaut sa place dans les légendes amérindiennes locales (figure 2). La graine représente environ 84 % de la masse du fruit [1].



Figure 2.
Grappe de fruits du guaraná (*Paullinia Cupana*) [5].

Le guaraná se développe lorsqu'il est cultivé dans des zones où les températures sont comprises entre (21 et 26,5) °C, la pluviométrie annuelle de l'ordre de 250 mm et l'humidité relative comprise entre 80 % et 86 % [6, 7]. Les sols doivent être profonds, bien drainés et poreux. Bien que la plante ne soit pas, apparemment, rencontrée à l'état sauvage, elle semble être originaire du bassin amazonien car elle n'a été mentionnée nulle part ailleurs. La culture du guaraná est précolombienne et elle aurait été alors pratiquée par certaines tribus telles que les Maués et Andiras [1, 8]. Au Brésil, l'espèce *Paullinia Cupana* var. *sorbilis* Mart. est surtout cultivée en basse Amazonie, dans l'état d'Amazonas, entre les affluents Maués, Madeira, Tapajós, Purús et Paraná-Ramos (figure 3) [1, 6, 9, 10].

La multiplication se fait par graines ou par le bouturage de jeunes pousses. Durant sa vie, un plant pourrait donner 10 kg de graines sur une quarantaine d'années [11]. La floraison du guaraná a lieu au cours des mois les plus secs de l'année ; les fruits mûrissent 2 à 3 mois plus tard. Généralement la plante commence sa production 3 à 4 ans après un semis ou au cours de la deuxième année si elle est issue d'un bouturage [7].

3. Composition chimique du guaraná

Les graines sont relativement riches en fibres et leur principale caractéristique est de contenir une grande quantité de méthylxanthines (tableau 1).

3.1. Les méthylxanthines

Mise en évidence par le botaniste allemand Théodore von Martius au début du XIX^e siècle, la principale méthylxanthine caractéristique du guaraná a tout d'abord été appelée guaranine [1, 10, 17]. En 1840, Dechastelus a montré que ce composé n'était autre que la 1,3,7-triméthylxanthine ou caféine (figure 4).

La caféine est présente dans l'ensemble de la graine [1, 10, 15]. Les teneurs annoncées dans la littérature sont très variables selon les auteurs et dépendent fortement de l'origine de la plante (tableau 1). La teneur

Figure 3.
Répartition des cultures de guaraná (*Paullinia Cupana*) dans les principaux états producteurs du Brésil en 1998 [2, 8] (S: surfaces cultivées, R : productions).

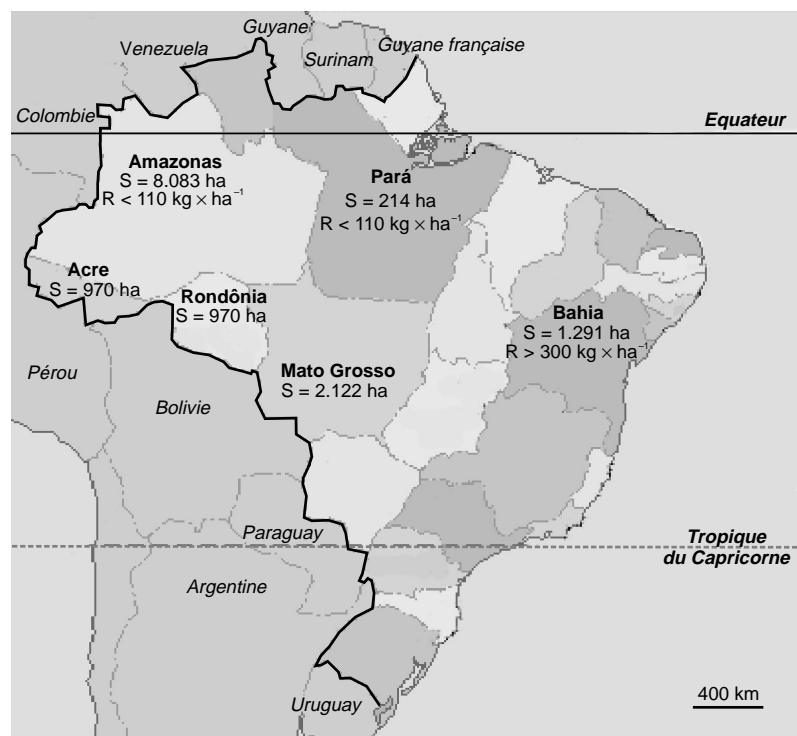


Tableau I.

Composition de la graine de guaraná et de ses enveloppes [1, 6, 7, 10, 12–16].

a) Composition globale

Élément considéré	Contenu de la graine (g × 100 g ⁻¹ ms)	Contenu des enveloppes de la graine (g × 100 g ⁻¹ ms)
Humidité ¹	7,6 à 8,9	1,3
Caféine	1,3 à 5,6	0,5 à 4,3
Saponine	0,06	0,10
Acide galique	0,02	–
Acide tanique	5,7 à 8,5	4,1
Amidon	5,5 à 9,3	–
Glucose	3,2	–
Cellulose	37,8	4,1
Protéine brute N × 6,25	8,6	34,7
Fibres brutes	9,1 à 49,1	–
Pectine, mucilage	7,4	–
Cendres 450 °C	1,7 à 3,4	10,2

b) Composition des cendres

Éléments minéraux constituant les cendres	Contenu de la graine (mg × 100 g ⁻¹ ms)	Contenu des enveloppes de la graine (mg × 100 g ⁻¹ ms)
PO ₄	383 à 557	185 à 387
K	447 à 670	313 à 670
Ca	34 à 70	162 à 183
Mg	77 à 94	160
Na	3 à 16	9 à 20
Mn	1,4 à 2,6	3,1 à 5,3
Cu	0,9 à 1,1	1,1 à 1,6
Zn	2,0 à 2,3	1,5 à 2,2
Fe	2,4 à 3,8	5,1 à 6,4

– : Non détecté ; ms : matière sèche.

¹ Les teneurs en eau dans la graine et ses enveloppes sont exprimées en g × 100 g⁻¹ matière fraîche.

moyenne en caféine de la graine de guaraná est néanmoins très élevée, sans égal dans le monde végétal. Elle est voisine de 4 g × 100 g⁻¹, ce qui représente environ 4 fois plus de caféine que celle contenue dans les grains de café (*tableau II*). À noter, par ailleurs, que toute la plante contient de la caféine. Bien qu'elles ne soient pas consommées, les feuilles renferment au moins 1,2 g × 100 g⁻¹ de cet alcaloïde. Certains Amérindiens préparent une boisson également à partir des inflorescences de la plante. D'un point de vue métabolique, la caféine est considérée comme le terme de

la biosynthèse des alcaloïdes xanthiques, au moins dans les tissus en culture *in vitro* [21].

Compte tenu de cette particularité, le guaraná peut donc être considéré comme une source industrielle de caféine particulièrement intéressante [1, 6–8, 10, 15, 20]. La plante s'impose également comme un matériel végétal de choix pour étudier la biosynthèse de la caféine [15].

D'autres méthylxanthines, comme la théophylline et la théobromine (*figure 4*), ont également été mises en évidence dans

le guaraná mais en quantités nettement moindres [1]. Les teneurs de ces composés varient entre (0,02 et 0,2) $\text{g} \times 100 \text{g}^{-1}$ selon les auteurs [15, 17].

3.2. Autres composés

Bien que les constituants non alcaloïdiques du guaraná n'aient fait l'objet que de peu d'études, d'autres molécules présentes dans la plante pourraient être dignes d'intérêt. Ainsi, par exemple, le guaraná contenant environ $5 \text{g} \times 100 \text{g}^{-1}$ de tanins [1], sa partie végétative pourrait être utilisée pour l'extraction de tanins industriels [8]. Par ailleurs, la plante contient également des saponines [1] ; ces glucosides, qui ont souvent des propriétés complexantes, pourraient jouer un rôle déterminant sur l'activité stimulante du guaraná. En s'associant aux méthylxanthines, ces molécules ralentiraient en effet l'adsorption de la caféine.

4. Transformation de la graine

À température ambiante, le fruit du guaraná ne se conserve qu'une vingtaine de jours après cueillette. Passé ce délai, d'importantes altérations sont observées comme la fermentation de l'arille et le pourrissement du péricarpe [7]. Pour une valorisation alimentaire, il serait donc souhaitable que la graine soit rapidement transformée après la récolte. Trois grands types de traitements sont actuellement utilisés, qui permettent d'obtenir divers produits de qualité assez différente (figures 5, 6).

4.1. Traitement par voie sèche

Les différentes étapes du traitement par voie sèche, traditionnellement réalisées par les Amérindiens Maués d'Amazonie, sont toutes effectuées manuellement. Dès leur récolte, les fruits mûrs sont débarrassés de leurs différentes enveloppes (épicarpe, mésocarpe et arille) puis les graines sont rapidement séchées avant d'être grillées uniformément pendant (4 à 5) h dans un four généralement chauffé au bois. Après grillage, les graines sont battues pour être

Tableau II.
Comparaison des teneurs en caféine de divers végétaux [1, 6, 7, 9, 10, 15, 16–20, 28].

Plante	Teneur en caféine ($\text{g} \times 100 \text{g}^{-1}$)
Guaraná (fruits)	1,2 à 6,9
Thé (feuilles)	1,0 à 5,5
Cola (noix)	2,0 à 3,0
Café (graines)	0,8 à 2,7
Maté (feuilles)	0,3 à 1,5
Cacao (fèves)	0,17 à 0,4

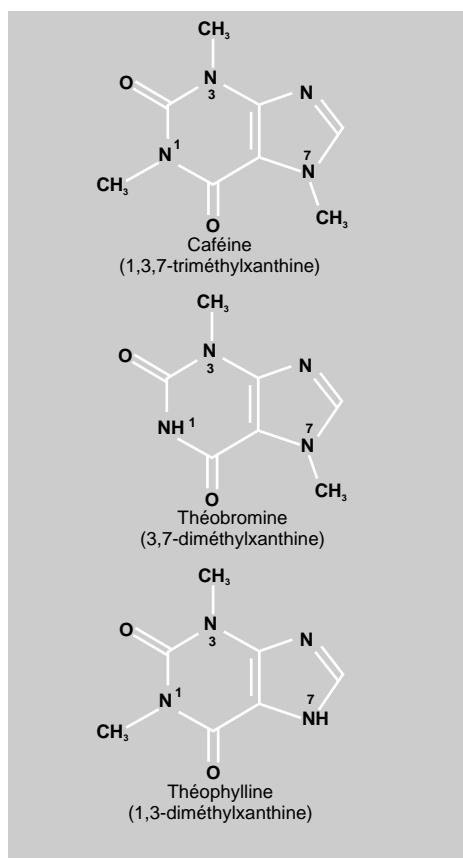


Figure 4.
Structure chimique des principales méthylxanthines présentes dans le guaraná (*Paullinia Cupana*).

séparées de leurs téguments. Les graines mondées sont écrasées au pilon et réduites en poudre. Un peu d'eau est ajoutée à la poudre pour confectionner une pâte servant à fabriquer des bâtons ensuite fumés au bois pendant (15 à 20) j sans interruption.

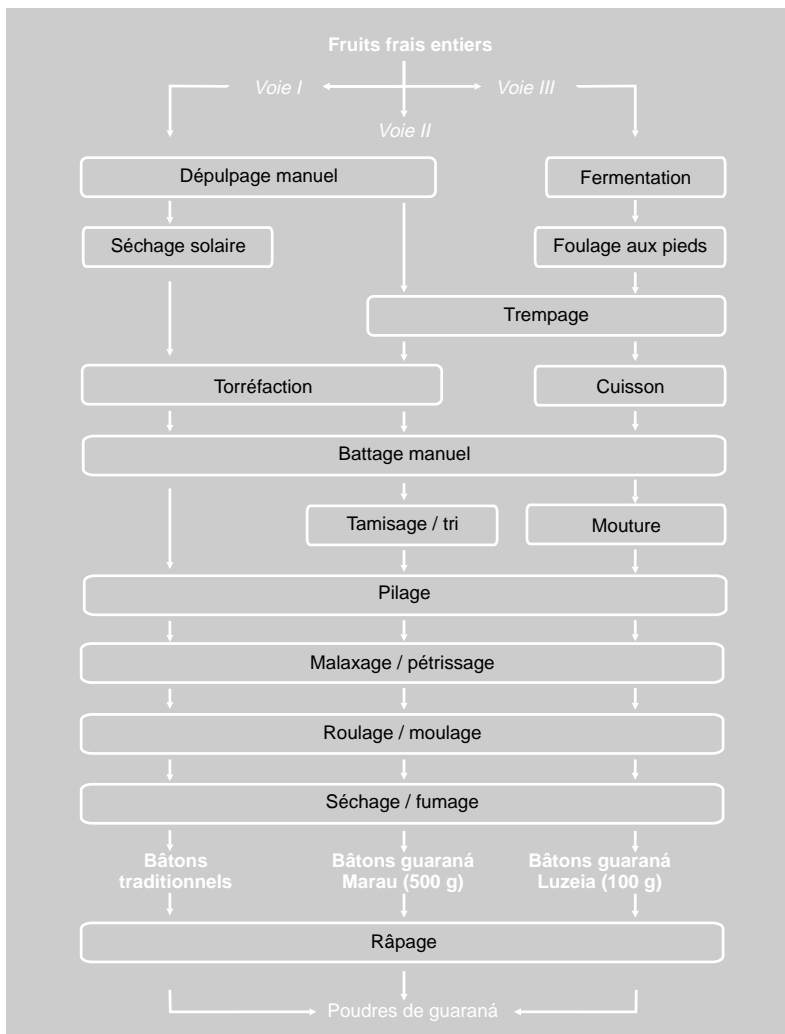


Figure 5. Principales voies d'élaboration des bâtons et de la poudre de guaraná (*Paullinia Cupana*) : voie I, voie sèche traditionnelle ; voie II, voie humide sans fermentation et avec torréfaction ; voie III, voie humide avec fermentation sans torréfaction.

Cette opération permet de modifier le goût du produit et de le stabiliser. Le guaraná ainsi confectionné en bâtons, forme sous laquelle il est directement commercialisé, se conserve très bien [1, 22].

4.2. Traitements par voies humides

Contrairement au premier schéma décrit, les traitements par voies humides sont le plus souvent réalisés à l'échelle semi-industrielle puisque certaines étapes de la fabrication sont mécanisées. Deux principales variantes de ces traitements permettent d'obtenir deux produits de qualités très différentes : le guaraná Marau qui est le plus fin et le guaraná Luzeia dont la qualité est moindre.

4.2.1. Le guaraná Marau : voie humide sans fermentation

Pour ce traitement, les fruits mûrs sont cueillis quotidiennement. La sève laiteuse recueillie aux points de coupe est récupérée ; elle servira de liant au mélange final. Les téguments superficiels de la graine sont éliminés manuellement immédiatement après la récolte. Le reste du fruit est mis à tremper pendant une nuit dans de l'eau pour faciliter la séparation ultérieure de la graine et de l'arille par frottement entre les mains. Les graines sont ensuite torréfiées dans un récipient en argile chauffé à feu vif pendant une quarantaine de minutes. Pendant cette opération, les graines sont constamment retournées avec une palette en bois jusqu'à ce que leurs enveloppes éclatent. Après torréfaction, les graines de guaraná sont refroidies lentement pendant 5 à 6 h. La graine est alors débarrassée de ses téguments par battage. Les graines mondées entières sont ensuite séparées des fragments par tamisage. Seules les graines de qualité sont conservées ; les fragments sont dirigés vers l'industrie des boissons. Les graines entières sont alors écrasées au pilon pendant environ 20 min, en ajoutant un peu d'eau à intervalles réguliers. La pâte obtenue a la consistance d'une pâte à pain qui est alors soigneusement pétrie afin d'éliminer les bulles d'air qui pourraient faire craquer ou éclater le bâton lors du fumage. Elle est alors roulée en cylindres aux extrémités arrondies, qui sont lavés à l'eau pour leur donner un aspect extérieur lisse. Ces cylindres sont placés sur des grilles au-dessus d'un feu de bois aromatique [comme le « murici » ou *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth in H.B.K. et le « pau mulato » ou *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum.] et séchent lentement, quelques heures par jour pendant (1 à 2) mois. Les bâtons d'environ 500 g sont alors grattés à l'aide d'une râpe humide afin d'obtenir une poudre couleur cannelle qui sera utilisée pour fabriquer une boisson au goût doux et neutre [1, 22].

4.2.2. Le guaraná Luzeia : voie humide avec fermentation

Ce deuxième traitement utilise les fruits trop mûrs ou détériorés qui, après récolte,

sont disposés en tas où ils fermentent pendant 7 à 10 j. Les enveloppes des fruits se décomposent alors et se liquéfient. Les enzymes contenues dans le péricarpe sont mises en contact avec les graines et conduisent à des modifications biochimiques du produit. Après cette fermentation, les graines sont récupérées par foulage aux pieds. Leur cuisson est menée dans des récipients en métal où les graines sont immergées dans un excès d'eau portée à ébullition. S'il y a évaporation complète de l'eau, les graines peuvent être brûlées, ce qui conduit à un produit de moindre qualité. Après cuisson, les téguments sont grossièrement séparés des graines. Le procédé laisse persister de nombreux petits fragments de l'enveloppe dans le produit final, ce qui donne au guaraná un goût amer. Les graines sont ensuite moulues à l'aide de broyeurs, puis pilées en ajoutant de l'eau. La pâte obtenue, beaucoup plus homogène que dans le cas du « guaraná Marau », est pétrie moins longtemps. Elle est ensuite moulée en cylindres aux extrémités plates, qui sont mis à cuire pendant 24 h au-dessus d'un feu vif, puis séchés par fumage pendant (2 à 3) semaines. Les bâtons d'environ 100 g sont grattés à sec pour obtenir une poudre couleur brun foncé qui donnera une boisson au goût amer [1, 22]. La poudre de guaraná obtenue par râpage des bâtons est un produit stable mais elle a besoin d'être stockée dans un local sec ou en emballage étanche à la vapeur d'eau [1, 22, 23].

4.3. Extrait alcoolique

La transformation industrielle du guaraná produit surtout des extraits alcooliques utilisés pour la fabrication de boissons gazeuses. Après la récolte qui reste manuelle, les fruits subissent une fermentation de 10 j [1, 22]. Le péricarpe est alors brisé par passage entre des rouleaux, puis les fruits sont séchés à 40 °C. L'humidité des graines passe alors de 83 % à 2 %. Les fruits sont ensuite battus mécaniquement pour en isoler les graines. La torréfaction avant mouture n'est pas nécessaire car elle n'a pas pour objectif de développer l'arôme du produit, comme dans le cas du café [23]. Néanmoins, si l'on choisit de torréfier les graines, les

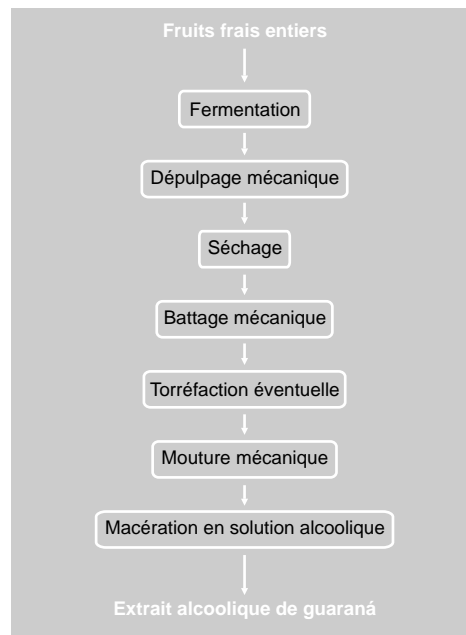


Figure 6. Schéma d'élaboration de l'extrait alcoolique de guaraná (*Paullinia Cupana*).

conditions optimales de torréfaction sont une température de 200 °C pendant 12 min [24]. La mouture des graines est réalisée dans des broyeurs métalliques. Le contact avec le fer favorise l'oxydation des composés phénoliques contenus dans les graines ce qui altère la qualité du produit fini (apparition d'amertume, notamment). Lors du broyage, l'augmentation de la température provoque partiellement une fusion des matières grasses et une dénaturation des protéines. Ces phénomènes contribuent à diminuer la solubilité de la poudre de guaraná dans l'eau. Pendant le traitement, il y a également une diminution de la teneur globale en caféine. Après mouture, l'extrait alcoolique est obtenu par macération à 25 °C pendant 24 h dans une solution hydro-alcoolique à 70 % (vol.) en utilisant un rapport massique [solution / poudre] de [2 / 1]. L'extrait alcoolique obtenu est stable. Il peut être directement utilisé dans la formulation des boissons [1, 22].

5. Utilisations

Depuis le XVII^e siècle, les graines de guaraná occupent une place importante parmi les produits de consommation locale et

d'exportation de la région de Manaus (Brésil) [4]. L'usage du guaraná en poudre est également très courant en Amazonie pour l'élaboration de boissons à base de jus de fruits. Depuis une dizaine d'années, les boissons à base de guaraná sont devenues extrêmement populaires notamment pour leur propriété tonifiante. Dans les autres régions du Brésil, le guaraná est surtout consommé sous la forme de boissons gazeuses dont la plus connue est le guaraná Antarctica. En Europe, le guaraná est essentiellement commercialisé en pharmacie. Depuis quelques années, il entre également dans la composition de nouvelles boissons.

5.1. Les différentes formes d'utilisation

Le guaraná peut être utilisé sous forme de poudre soluble, essentiellement commercialisée en pharmacie et dans les magasins de produits naturels, sous forme d'extrait alcoolique utilisé dans l'industrie des boissons mais aussi incorporé dans des sirops à usage quotidien ou, enfin, intégré à des bouillies de manioc.

La poudre est obtenue en râpant les bâtons secs de guaraná avec une lime (en évitant d'utiliser une lime en fer). Cette poudre peut être directement dissoute dans de l'eau sucrée ou dans du lait chocolaté, ou commercialisée par l'industrie pharmaceutique notamment sous forme de gélules [1, 22, 23].

Incorporé dans des sirops, l'extrait alcoolique de guaraná est surtout utilisé dans l'industrie des boissons [1, 23].

Dans le haut Orénoque et au Venezuela, la pulpe du fruit est mélangée à de la farine de manioc. Après pétrissage, les pâtons formés sont enveloppés dans des feuilles de palmier ou de bananier puis mis à fermenter dans de l'eau. Une partie des tanins et de la caféine initialement contenus dans le guaraná est alors éliminée. Le produit obtenu est ensuite séché au soleil. Après réhydratation, il est utilisé pour la préparation d'une bouillie qui est utilisée comme complément alimentaire [25].

5.2. Propriétés thérapeutiques et utilisations pharmacologiques

Les propriétés thérapeutiques du guaraná sont décrites depuis la fin du XVI^e siècle. Les navigateurs européens ont appris à utiliser la plante pour guérir certains maux en observant les Indiens qui utilisaient les décoctions de guaraná ou de la poudre dissoute dans l'eau comme stimulant quotidien, pour supprimer les maux de tête, les crampes, la fièvre ou comme substitut alimentaire de soutien en cas de jeûne prolongé. Le guaraná aurait également la propriété de prévenir le paludisme et la dysenterie. On lui attribue même des vertus aphrodisiaques [4].

La caféine, présente en grande quantité dans le guaraná, agit comme un stimulant cérébral, cardio-vasculaire et musculaire. Elle permet d'améliorer l'attention, la concentration et la mémorisation. La présence de matières grasses dans le produit limite la solubilisation de la caféine dans l'eau [26]. Elle est donc absorbée lentement par l'organisme, pendant environ 6 h. Cette particularité permet au guaraná d'être un stimulant à action longue et modérée, contrairement au café ou au thé qui ont une action puissante mais de courte durée. Il semblerait également que la présence de saponines contribue à ralentir l'effet stimulant du guaraná sur l'organisme.

Aujourd'hui, dans les pays occidentaux, le guaraná est plutôt utilisé en phytothérapie comme complément de régimes amaigrissants. Les propriétés diurétiques et lipolytiques de la caféine qu'il contient sont alors mises en avant. Son effet stimulant permet également de lutter contre l'état de fatigue qui accompagne fréquemment les régimes hypocaloriques.

À noter enfin que les tanins et la caféine constituent des régulateurs du système gastro-intestinal et posséderaient ainsi une action antidiarrhéique. Le guaraná permettrait aussi de lutter contre la chaleur car la caféine augmente la sudation [1].

5.3. Utilisations en agroalimentaire

En agroalimentaire, le guaraná est utilisé essentiellement dans l'industrie des boissons.

Il entre dans la composition de la boisson gazeuse nationale brésilienne le « guaraná refrigerante », commercialisée entre autre par le Groupe Antartica sous l'appellation de « Guaraná Champagne », leader sur le marché brésilien avec 80 % de la production. Sur le marché européen, certains sodas ont également aujourd'hui un faible pourcentage de guaraná : « Orangina rouge », « Virgin Pulp orange sanguine », etc.

Pour satisfaire la demande industrielle en quantité et en qualité, il est nécessaire de disposer d'une régularité des approvisionnements en poudre de guaraná contenant une teneur satisfaisante en caféine. À l'heure actuelle, cet approvisionnement ne peut être satisfait car la production est trop faible et la filière de commercialisation mal organisée. Pour cette raison, les industries de fabrication de boissons recherchent plutôt sur le marché des extraits de guaraná.

Pour l'élaboration de boissons à base de guaraná, l'extrait alcoolique est utilisé à raison de (0,13 à 1,3) mL \times 100 mL⁻¹. Cette formulation permet d'obtenir des produits contenant entre (0,8 et 8) mg \times 100 mL⁻¹ de caféine. La dose de 1,3 mL d'extrait alcoolique \times 100 mL⁻¹ de boisson semble être maximale car, au-delà, un trouble peut apparaître. À ces doses, l'effet de l'extrait sur les caractéristiques sensorielles de la boisson est négligeable. La saveur et l'arôme du produit sont obtenus par ajout d'arômes naturels ou artificiels, le plus souvent issus d'autres fruits comme les agrumes, l'ananas, la pomme ou la goyave [1, 23].

Le « guaraná refrigerante » est une boisson gazeuse extrêmement populaire au Brésil. D'après la législation *sensu stricto*, elle doit contenir au minimum 300 mg de graines de guaraná pour 100 mL de boisson gazeuse [20]. Si tous les fabricants suivaient cette règle, la consommation théorique de graines de guaraná représenterait presque trois fois la production annuelle. La plupart des produits dérivant du guaraná contient principalement de la caféine, avec des traces de théobromine et de théophylline (tableau III). Certaines boissons et sirops à base de guaraná commercialisés contiennent jusqu'à 10 fois plus de théobromine

que de caféine. Ce résultat permet de suspecter une adultération avec du cacao (*Theobroma cacao* L.), principale source de théobromine.

6. Panorama économique

La production annuelle de pâte de guaraná varie en fonction des récoltes. Dans certains cas, cette pâte, dont seulement 10 % sont exportés à l'étranger [1], peut également contenir d'autres produit en petites quantités comme du cacao ou du manioc.

6.1. Rendements, production et exportations

L'évolution de la production brésilienne de guaraná entre les années 1960 et 1973 diffère selon les auteurs. Manaud [1] estime que cette production a fluctué irrégulièrement entre 77 t et 226 t, tandis que, d'après Mello [27], elle aurait augmenté linéairement de 110 t à 250 t. Néanmoins, tous les auteurs s'accordent sur le fait que la production de guaraná aurait connu une véritable explosion au début des années 1990 (figure 7). Cette croissance subite et très importante a été rendue possible par l'augmentation de l'aire cultivée et l'amélioration des techniques culturales [4]. Ainsi, en 1998, 4100 t de guaraná étaient produites au Brésil.

La culture commerciale du guaraná à grande échelle a aujourd'hui dépassé les frontières de l'Amazonie. En effet, en plus des états d'Amazonas, d'Acre, de Rondônia et de Pará, cette culture se développe aujourd'hui au Mato Grosso et à Bahia (figure 3), état dans lequel la production de guaraná a dépassé celle de l'Amazonas depuis 1997 [2] pour atteindre, en 1998, 1845 t, soit 45 % de la production totale brésilienne.

Le rendement moyen de production de guaraná à Bahia est de 350 kg \times ha⁻¹, tandis qu'en Amazonas elle ne dépasse pas 110 kg \times ha⁻¹. De telles variations sont liées à l'âge des plants (40 ans dans l'Amazonas contre 15 à 20 ans à Bahia), à la régularité

Tableau III.

Teneur en méthylxanthines de quelques produits commerciaux à base de guaraná [20].

Produit	Source / marque	Théobromine		Théophylline		Caféine	
		% de poids sec	mg × 100 mL ⁻¹	% de poids sec	mg × 100 mL ⁻¹	% de poids sec	mg × 100 mL ⁻¹
Graines	Satarê-Maué, localement grillées	0,01	s.o.	0,026	s.o.	3,74	s.o.
	Antartica, séchées, industrielles	0,02	s.o.	+	s.o.	2,95	s.o.
Tégument des graines	Satarê-Maué, sous-produits	0,05	s.o.	–	s.o.	5,12	s.o.
Bâton	Indiens Satarê-Maué	0,02	s.o.	+	s.o.	4,21	s.o.
	Non indien	–	s.o.	–	s.o.	2,03	s.o.
Poudre	Amazonas	0,03	s.o.	0,02	s.o.	4,76	s.o.
	Guaranat (soluble)	+	s.o.	+	s.o.	5,59	s.o.
Boisson mélangée	Refresco	–	s.o.	–	s.o.	0,02	s.o.
	Splash	–	s.o.	–	s.o.	0,07	s.o.
Gel de recouvrement	Sorbilis	0,02	s.o.	+	s.o.	4,74	s.o.
Tablette	Zoom	0,02	s.o.	0,01	s.o.	3,77	s.o.
Gomme	Buzz Gum	–	s.o.	–	s.o.	0,38	s.o.
Sirop	Amazonas	s.o.	2.293	s.o.	12	s.o.	364
	Globo	s.o.	888	s.o.	23	s.o.	103
	Guaranat (concentré)	s.o.	+	s.o.	–	s.o.	+
Boisson gazeuse	Guaraná Champagne Antartica	s.o.	8	s.o.	+	s.o.	16
	Baré	s.o.	5	s.o.	–	s.o.	23
	Real	s.o.	210	s.o.	–	s.o.	27
	Real Champagne	s.o.	8	s.o.	–	s.o.	36
	Tai	s.o.	2	s.o.	–	s.o.	36
	Tuchaua	s.o.	2	s.o.	s.o.	s.o.	27

+ : Présence de traces ; – : non détecté ; s.o. : sans objet.

des pluies, à la qualité des sols et surtout à l'absence de maladies dans les plantations à Bahia. L'antracnose, qui contamine les feuilles et les fruits de 80 % des plantations du nord du pays, et l'insecte *Liothrips adisi* qui attaque la plante au cours de la floraison sont les problèmes les plus souvent mentionnés. Toutefois, les producteurs amazoniens commencent à utiliser des plantes obtenues par bouturage de rameaux sachant que de telles plantations produisent entre (400 et 600) $\text{kg} \times \text{ha}^{-1}$ contre seulement (40 à 100) $\text{kg} \times \text{ha}^{-1}$ pour des plants issus de graines.

Depuis 1980, des travaux de recherche ont été entrepris par le centre de l'Embrapa à Manaus pour développer un matériel végétal plus résistant aux maladies et possédant une meilleure productivité. Ces travaux portent essentiellement sur la production d'hybrides par biotechnologies et sur l'étude d'espèces voisines, comme *Paullinia yoco* Schultes ou *Paullinia cuneata* Radlk. [4].

Compte tenu de la forte demande en guaraná comme source de caféine pour les industries pharmaceutiques et pour la fabrication de boissons, la culture de la plante devient de plus en plus attractive. La législation (« lei dos sucos »), qui impose une teneur minimale en guaraná dans les boissons, a largement contribué au remarquable développement des marchés du produit [1].

Le Brésil exporte principalement du guaraná vers le reste de l'Amérique latine, la Bolivie notamment, mais également vers les États-Unis, le Japon et l'Europe (Allemagne, Grande-Bretagne, Pologne et Portugal) [1]. Bien qu'il soit difficile de l'estimer précisément, la demande est nettement plus importante que l'offre. En effet, dans le milieu des années 1970, les marchés d'exportation vers les États-Unis et le Japon étaient déjà, au moins, de 3000 t et de 800 t, respectivement. Face à cet engouement croissant pour le guaraná, la production répond lentement à la demande.

6.2. Les prix

La brutale augmentation de production du guaraná s'est traduite par une diminution

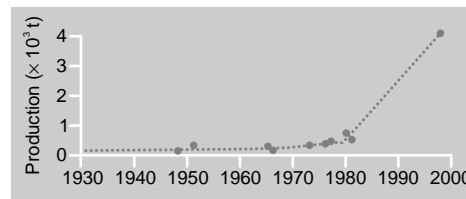


Figure 7. Évolution de la production nationale brésilienne de guaraná de 1930 à 2000 [1, 2].

vertigineuse des prix. En 1994, le prix du guaraná de Bahia atteignait des valeurs records de 17 Reais $\times \text{kg}^{-1}$ (soit 76,5 FF $\times \text{kg}^{-1}$). En 1998, ce prix n'était plus que de 2,80 Reais $\times \text{kg}^{-1}$ (12,6 FF $\times \text{kg}^{-1}$) en moyenne et, en 1999, il chutait à 1,50 Reais $\times \text{kg}^{-1}$ (6,75 FF $\times \text{kg}^{-1}$). Le prix de vente acceptable étant estimé à 6 Reais $\times \text{kg}^{-1}$ (27 FF $\times \text{kg}^{-1}$), ce phénomène a eu de dramatiques conséquences aussi bien pour les producteurs de Bahia que pour ceux d'Amazonas. Les paysans ont dû alors diversifier leurs cultures et certains mêmes ont été contraints de vendre leur exploitation.

Cette situation, très contradictoire avec la croissance de la demande pour le produit, s'explique surtout par un manque d'organisation du marché international. La production actuelle est en effet principalement absorbée par les grands producteurs de boissons brésiliens (entreprises Antartica et Brahma, fusionnées en 1999). Ce quasi-monopole associé à une mauvaise maîtrise de la technologie, qui conduit par ailleurs à des produits de mauvaise qualité, n'est pas favorable au maintien des prix. Enfin, le développement des marchés est considérablement freiné par le manque d'organisation de la filière de production. À noter, par exemple, que seulement 5 % des 2600 producteurs de l'état de Bahia sont équipés de séchoir, matériel pourtant indispensable à la fabrication d'un guaraná de qualité.

7. Conclusions

La pharmacopée amazonienne traditionnelle attribue de nombreuses vertus médicinales au guaraná. Toutefois, l'intérêt actuel du guaraná se limite à sa teneur élevée en caféine du fait qu'il n'existe que très peu d'études scientifiques portant sur les propriétés thérapeutiques globales de la

plante. Le rôle des saponines dans l'absorption lente de la caféine mériterait notamment d'être approfondi.

La production de guaraná a connu un développement spectaculaire au début des années 1990. Elle reste néanmoins très inférieure à la demande des industries pharmaceutiques et des boissons. Elle est freinée par le manque d'investissement et d'organisation de la part des producteurs. De plus, le guaraná ne bénéficiant pas d'un marché international structuré, la production ne permet pas, à l'heure actuelle, de maintenir les prix à un niveau acceptable pour les producteurs.

Pourtant, le potentiel commercial du guaraná est indéfinissable : les industries brésiliennes élaborant des boissons gazeuses à base de guaraná cherchent à conquérir de nouveaux marchés ; l'image mystérieuse et exotique du produit suscite l'engouement des industries européennes pour la production de boissons tonifiantes contenant de la caféine naturelle ; l'utilisation du guaraná se développe dans des produits diététiques et en phytothérapie. Afin de permettre au guaraná de trouver sa place sur le marché international, une amélioration de la production des plants et de la qualité des graines par clonage d'un matériel végétal sélectionné serait une voie de recherches à développer en priorité.

Références

- [1] Manaud P., Le guaraná, thèse de doctorat en pharmacie, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, France, 1986.
- [2] Indriunas L., Francisco L., Guaraná, Folha de São Paulo, Agrofolha (1999) 1.
- [3] Baumann T.W., Schulthess B.H., Hänni K., Guaraná (*Paullinia Cupana*) rewards seed dispersers without intoxicating them by caffeine, *Phytochemistry* 39 (1995) 1063–1070.
- [4] Lleras E., Species of *Paullinia* with economic potential, in: *Neglected Crops: 1492 from a different perspective*, Hernando Bermejo J.E., León J. (Eds.), Plant Production and Protection Series No 26, FAO, Rome, Italy, 1994, pp. 223–228.
- [5] Tassara H., Material paradidático, Frutas no Brasil. Guaraná, Silva S. (pict.), http://www.bibvirt.futuro.usp.br/index_ing.html, 1999.
- [6] Villachica H., *Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia*, T.C.A., Lima, Perú, 1996.
- [7] Flores Paitan S., *Cultivo de frutales nativos Amazonicos*, T.C.A., Lima, Perú, 1997.
- [8] <http://www.embrapa.br>, site Internet de L'Embrapa, Brésil, 1999.
- [9] Erickson H.T., Pinheiro F., Correa M., Escobar J.R., Guaraná (*Paullinia Cupana*) as a commercial crop in Brazilian Amazonia, *Econ. Bot.* 38 (1984) 273–286.
- [10] Soave D., Boaventura M.A.M., Sáes L.A., Toledo N.M.P., Pesquisa sobre a cultura do guaranazeiro no vale do Ribeira, *Rev. Agric. (Piracicaba)* 66 (1991) 135–147.
- [11] Nascimento Filho F.J., Garcia T.B., Cruz C.D., Estimativa de parâmetros genéticos em clones de guaranazeiro, *Pesqui. Agropecu. Bras.* 29 (1994) 91–96.
- [12] Carneiro P.B., *Le guaraná*, Impr. Fac. Méd., Paris, France, 1931.
- [13] Maravalhas N., Estudos sobre o guaraná e outras plantas produtoras de caféina, *Quím.*, no. 10, Cons. Nac. Pesqui. Amazôn., Manaus, Brasil, 1965.
- [14] Sacramento C.K., Lopes S.A.F., Teor de caféina em sementes de guaranazeiros selecionados na Bahia, in: *Simp. Brasil. Guaraná 1*, Embrapa-Uepae, Manaus, Brasil, 509, 1984.
- [15] Baltassat F., Darbour N., Ferry S., Étude du contenu de drogues à caféine. II : le guaraná, *Paullinia Cupana* Mart., *Plantes Méd. Phytothér.* 19 (1985) 68–74.
- [16] Spoladore D., Soave D., Boaventura M.A.M., Sáes L.A., Teor de caféina en sementes matrizes do guaranazeiro, *Bragantina (Brésil)* 46 (1987) 425–429.
- [17] Carlson M., Thompson R.D., Liquid chromatographic determination of methylxanthines and catechins in herbal preparations containing guaraná, *J. AOAC int.* 81 (1998) 691–701.
- [18] Lyra M.B., Aspectos bromatológicos do guaraná, *Arq. Bromatol. (Rio de Janeiro)* 1 (1953) 33–45.
- [19] Nazare R.F.R., Figueiredo J.F.C., Contribuição ao estudo do guaraná, *Cent. Pesqui. Agropecu. Tróp. Úmido (Embrapa)*, Belém, Brasil, Doc. 4, 1982.

- [20] Meurier-Grimes B., Berkov A., Beck H., Theobromine, theophylline, and caffeine in 42 samples and products of guaraná (*Paullinia Cupana*, Sapindaceae), *Econ. Bot.* 52 (1998) 293–301.
- [21] Baumann T.W., Frischknecht P.M., Caffeine: production by plant (*Coffea* spp.) cell cultures, in: Bajaj Y.P.S. (Ed.), *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol. 4, Medicinal and Aromatic Plants I, Springer-Verlag, Berlin, 1988, pp. 264–281.
- [22] Menu H., Transformation du guaraná et transformation du cacao, Doss. Transform. Prod., Esat 2–SAA, Cnearn, Montpellier, France, 1996.
- [23] Tocchini P.R., Alguns aspectos sobre o guaraná (*Paullinia Cupana* var. *sorbilis* Ducke) e sua relação com o refrigerante guaraná, *Bol. Inst. Technol. Aliment.* 54 (1977) 41–53.
- [24] Cunha J., Vieira Passos J., Sena Freire E., Desenvolvimento de um secador para Cacau e outros produtos tropicais, *Rev. Theobroma* 18 (1988) 123–147.
- [25] Bärtels A., *Guide des plantes tropicales, plantes ornementales, plantes utiles, fruits exotiques*, Ed. Eugen Ulmer, Paris, 1994.
- [26] Espinola E.B., Dias R.F., Mattei R., Carlini E.A., Pharmacological activity of guaraná (*Paullinia Cupana*) in laboratory animals, *J. Ethnopharmacol.* 55 (1997) 233–239.
- [27] Mello F.A.F., Aumenta a produção brasileira de guaraná, *Rev. Agric. LI2* (1976) 139–140.
- [28] Belitz H.D., Grosch W., *Food chemistry*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1987.

**Un producto Amazónico particularmente rico en cafeína:
la semilla de guaraná [*Paullinia Cupana* H.B.K. var. *sorbilis* (Mart.) Ducke].**

Resumen — La planta. La guaraná [*Paullinia Cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke] es una planta de la Amazonia que pertenece a la familia de los Sapindaceae. La fruta es roja y se asemeja a un ojo humano. Es conocida por su alto contenido de cafeína y es ampliamente utilizada en la agroindustria. Su uso es igualmente muy extendido en la industria farmacéutica. Inicialmente explotada en la región amazónica, la guaraná es ahora cultivada en otros estados brasileños. **Valorización.** Tradicionalmente consumidos por los indios Mauis de la Amazonia, los frutos son ahora transformados a escala semi industrial et industrial. Diversos productos de calidad diferente son así obtenidos, principalmente en forma de polvo o extracto alcohólico para la elaboración de bebidas gaseosas. **Mercado.** Las cantidades de guaraná producidas no consiguen satisfacer la demanda mundial creciente. Los productores no están bien organizados, los rendimientos de producción y los precios de compra son ínfimos. **Conclusión.** La obtención por clonación de nuevas variedades de *Paullinia Cupana*, más competitivas y resistentes, podría permitir a la guaraná de afirmarse sobre el mercado internacional.

Brasil / *Paullinia Cupana* / plantas estimulantes / semilla / cafeína / procesamiento

To access this journal online:
www.edpsciences.org
