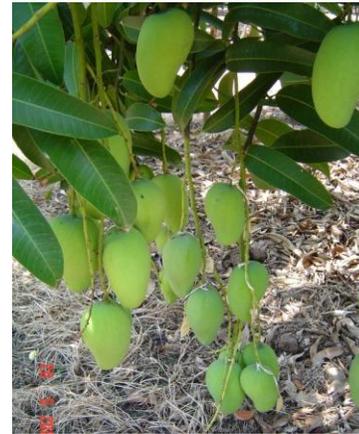




# MÉMOIRE DU COURS SUR LA PRODUCTION, POST-RÉCOLTE ET HYGIENE ALIMENTAIRE DE LA MANGUE

Project Revitalizing a Cherished Crop: Mango Chain Development in Haiti



RÉDACTION : Jorge A. Osuna García, Víctor Palacio Martínez, Priscila  
Henríquez y Medardo Lizano

TRADUCTION : Jorge C. Osuna Guevara

Port-au-Prince, Haïti. 13 à 17 de Mai, 2013

## **Lettre de présentation du Représentant de l'IICA en Haïti**

### **Prologue**

Précédents du projet « Revitalizing a cherished crop : Mango chain development in Haiti »

-Objectifs spécifiques de l'atelier

-Groupe cible

-Résultats attendus

-Méthodologie

Le marché guide la production : Commercialisation des mangues

Une approximation à la chaîne de mangues en Haïti

Qu'est-ce qu'on fait ?

La fruiticulture comme un engagement stratégique

-Les avantages économiques du fruiticulture

-Les avantages environnementaux du fruiticulture

-Les avantages sociaux du fruiticulture

### **I.- Introduction**

I.1.- L'origine et distribution de la mangue

I.2.- Classification taxonomique et description botanique

I.2.1.- Classification taxonomique

I.2.2.- Description botanique

I.3.- Requêtes édaphiques et climatériques

I.4.- Production et commercialisation

I.4.1.- Du volume et saisons de production

I.4.2.- Exportations

I.4.3.- Importations

I.4.4.- Volume d'importations par USA et Canada

## I.5.- Variétés principales pour le marché Américain

I.5.1.- Madame Francisque (Francis)

I.5.2.- Ataulfo

I.5.3.- Haden

I.5.4.- Kent

I.5.5.- Keitt

I.5.6.- Tommy Atkins

## II.- Gestion Agronomique

### II.1.- Etablissement et sélection du site de plantation (méthode ou système souche et époque)

II.1.1.- Sélection et préparation de terrain

II.1.2.- Établissement de la plantation

II.1.2.1.- Traçage ou système de plantation

II.1.2.2.- Époque de plantation

II.1.2.3.- Aperture des trous

II.1.2.4.- Distance et densité de plantation

II.1.2.5.- Contrôle de la taille des arbres

-Alternatives pour le contrôle de la taille des arbres

-Sélection des cultivars de faible portance

-Sélection du modèle et/ou des combinassions modèle-cime  
qu'induit une faible portance

-Manipulation des jeunes plantes

-Procédés physiques orientés au contrôle de la taille de la  
plante

-Greffage double

- Traçage des bagues ou Sciage

-Procédures chimiques orientées vers le contrôle de la taille de la plante

-Régulateurs de croissance

-Indicateurs de floraison

-Autres pratiques

### **III.- Élagages**

III.1.- Élagages de formation ou conduction

III.2.- Élagages de maintenance

III.3.- Élagages de production

III.4.- Élagages de réhabilitation, rajeunissement et changement de variété

III.5.- Nutrition minérale et organique

III.6.- Diagnose de l'état nutritionnel

III.6.1- Symptômes visuels

- Nitrogène

- Phosphore

- Potassium

- Magnésium

- Fer

- Zinc

- Manganèse

- Molybdène

III.6. 2.- Analyse physique et chimique du sol

III.6.3.- Analyse foliaire

III.6.4.- Fertilisation organique et minérale de la mangue

-Fertilisation minérale avec macroéléments

## **IV.- Récolte et après récolte**

IV.1.- Indices de maturité

IV.2.- Moment optimal de récolte

IV.3.- Transport du verger vers l'emballeur

IV.4.- Réception

IV.5.- Sélection

IV.6.- Traitement hydro thermique (quarantenaire)

IV.7.- Classification

IV.8.- Emballage

IV.9.- Transport

IV.10.- Stockage

IV.11.- Pertes après la récolte

- Endommagement mécanique
- Endommagement par insectes
- Endommagement par maladies
- Désordres physiques et physiologiques
- Dégâts dû au froid
- Dégâts dû au latex
- Brûlure occasionnée par le soleil
- Dégâts dus à des hautes températures

IV.12.- Techniques pour diminuer les pertes après la récolte

- Manipulation prudente
- Traitement hydro thermique
- Contrôle de maladies après la récolte avec l'eau chaud + fongicides
- Refroidissement
- Cirage

- Atmosphères contrôlées (AC)
- Irradiation
- Produits inhibiteurs de l'action de l'éthylène

## **V.- Hygiène alimentaire**

V.1.- Le concept, l'importance et répercutions

V.2.- Bonnes pratiques agricoles

V.3.- Structure des SRRC

V.4.- Planification du système de réduction des risques de contamination

## **Littérature consultée**



Messieurs les....., .....( Membres de la Communauté Agricole )

C' est un plaisir pour moi de vous souhaiter la bienvenue , à cet atelier de formation sur la production et les activités Post récolte de la Mangue ; visant à renforcer la capacité des vulgarisateurs et prestataires de services techniques dans la production, les activités post récolte et la commercialisation .

Celui-ci est la première de toute une série d'activités du projet « Régénération de la Filière Mangue en Haïti » financé par le Fonds de Coopération Technique de l'Institut Interaméricain de Coopération pour l'Agriculture / IICA dont le but est de renforcer la coopération technique entre les pays membres de l'Institut.

Ce projet a pour but principal de renforcer le développement de la filière fruits en Haïti, avec emphase sur la mangue, un des produits d'exportation qui a un bon prix sur le marché international, spécialement aux Etats-Unis. Mais comme nous le savons, cette culture, ainsi que beaucoup d'autres fruits tropicaux, a beaucoup de potentialité pour augmenter les revenus des producteurs et de cette façon contribuer aussi à sa sécurité alimentaire.

Pour cet atelier, nous avons le privilège de pouvoir compter sur la coopération d'experts en culture fruitière de l'Institut National de Recherches Forestières Agricoles et D'élevage (INIFAP) possédant beaucoup d'expériences dans des matières clefs concernant le développement de cette filière y compris la production, les activités post récolte, l'hygiène des fruits et la commercialisation. Cette coopération a été obtenue grâce à la relation étroite entre IICA, INIFAP et le Programme Coopératif en Recherche et Technologie Agricole pour la Région Nord PROCINORTE.

Actuellement, Haïti est l'un des principaux fournisseurs de la mangue fraîche sur le marché américain, avec un volume d'exportation de 2.5 millions de caisses pour un montant de \$10 Millions annuel. Bien que les exportations augmentent depuis 1970, on estime que, Haïti exporte seulement 20% de sa production potentielle. La variété Madame Francisque est la variété exportable très demandée aux Etats -Unis. Mais il arrive que 15% de la production totale soit exporté, et le reste destiné au marché local.

Mais , nous savons qu'ils existent de grandes limitations au développement de cette filière de la mangue en Haïti, parmi elles ,nous pouvons mentionner l'incidence de la mouche des fruits et l'anthracnose . En outre, il n'existe pas de pratique de taille, de supports techniques et de personnel qualifié disponible.

Nous avons aussi, de sérieuses limitations en ce qui a trait à la gestion post récolte. Ce qui diminue la valeur de la mangue et occasionnant ainsi des pertes allant jusqu'à 50% de la valeur. D'autres obstacles sont aussi à signaler comme le manque de transport local efficace



et pour cela, beaucoup d'agriculteurs préfèrent vendre le produit à faible prix, à des intermédiaires. Les fruits sont transportés sans une bonne gestion des activités post-récolte et un bon conditionnement, ce qui occasionne la présence de fruits endommagés et un haut pourcentage de rejets.

Tous ces sujets ont des solutions techniques qui demandent un personnel formé qui puisse apporter ses connaissances aux producteurs et aux exportateurs.

Le Bureau de l'IICA en Haïti soutient l'industrie de la mangue avec l'objectif non seulement pour garantir un revenu aux agriculteurs, mais encore pour augmenter la couverture végétale en vue de freiner l'avancement du déboisement. En collaboration avec le MARNDR, il travaille dans le Département Central - à travers plusieurs projets de développement de capacités - à développer les capacités de gestion de filière. Ces projets ont reçu l'appui de l'Union Européenne, pour l'établissement de pépinières et la formation de 10.050 agriculteurs associés dans la production et les activités post-récolte.

Nous continuons à appuyer le développement de la filière mangue et d'autres fruits en Haïti. Ce projet fait partie de l'effort développé par l'IICA et le MARNDR pour mener à bien la création de valeur pour la production et les activités post-récolte. Il a aussi pour but d'étendre cet appui à un mouvement plus grand visant le développement de la Filière Nationale de la Mangue qui pourrait déboucher sur d'autres fruits.

Nous espérons que cet atelier vous soit utile et qu'il soit profitable au développement d'une fructiculture compétitive dans ce pays.

Alfredo Mena  
Représentant de l'IICA en Haïti

## ***PRÉCÉDENTS DU PROJET “REVITALIZING A CHERISHED CROP: MANGO CHAIN DEVELOPMENT IN HAITI”***

L’Institute Interaméricain pour Coopération Agricole (IICA) a une tradition de 70 ans de coopération technique dans l’Hémisphère. L’Haïti a rejoint comme membre de l’IICA depuis 1972, avec l’intention d’aider au gouvernement Haïtien à travers du Ministère de l’Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR) sur l’amélioration des conditions de vie de la population rural et la modernisation du secteur agricole. L’IICA centre son vision sur répondre avec efficacité aux problèmes de l’agriculture et bien-être des communautés rurales.

Des bureaux de l’IICA et l’Haïti ont une forte relation de coopération technique dans la recherche d’aide pour les secteurs agricoles publics et privés des États-Unis vers l’Haïti. Un exemple est l’aide donnée le Gouvernement des États-Unis pour démarrer le cycle agricole après le tremblement de terre de 2011.

L’IICA a créé le Fond de Coopération Technique comme un mécanisme pour promouvoir une majeure collaboration entre des bureaux et des pays, sur des thèmes priorisés par l’Institute. Ainsi, le projet « *Revitalizing a Cherished Crop : Mango Chain Development in Haiti* » a été choisi pour développer la collaboration entre les deux bureaux, et entre le Programme Coopérative de Recherche et Technologie Agricole (PROCINORTE). Le Projet vise à renforcer la chaîne de mangues et des autres fruits en Haïti.

PROCINORTE est le mécanisme de la coopération technique dans l’agriculture pour la région du Nord entre le Canada, les États-Unis et le Mexique. Des membres de PROCINORTE sont le Ministère de la Science et de la Technologie d’Agriculture et Agroalimentaire au Canada (AAC), le Service de Recherche Agricole (ARS) du Ministère de l’Agriculture (USDA) et l’Institut National de Recherche Forestière, d’Agriculture et d’Élevage (INIFAP) du Mexique. Ces établissements mènent des recherches conjointes dans quatre domaines d’intérêt trilatéral : les ressources génétiques, la santé animale, la santé des plantes et des fruits tropicaux et subtropicaux. Procinoorte a aussi pour mission d’aider aux pays de l’Amérique Latine et des Caraïbes ayant des connaissances et de la technologie, d’où l’implication de spécialistes dans les activités du projet. La coordination technique du projet est responsabilité du Spécialiste d’Innovation de l’IICA, basé au Bureau des États-Unis.

C’est sa la première activité du projet : « *Revitalizing a Cherished Crop : Mango Chain Development in Haiti* » pour faciliter l’échange de connaissances entre spécialistes de PROCINORTE et d’Haïti et pour finaliser avec une proposition du Programme de Développement de Chaînes de production des fruits en Haïti, dont le financement sera géré en coordination entre le MARNDR et l’IICA.

## ***L'OBJECTIF DE L'ATELIER DE DÉVELOPPEMENT DE LA CHAÎNE DE MANGUE***

L'objectif de cet atelier est de renforcer des capacités d'au moins de 35 professionnels et du personnel du MARNDR, des ONG, l'IICA et d'autres fournisseurs d'assistance technique en Haïti pour la production et post-récolté de mangues.

## ***OBJECTIFS SPECIFIQUES DE L'ATELIER***

1. De former des professionnels sur des technologies de production de mangues
2. Donner une formation sur les méthodes d'estimation de la maturité des fruits et pour éviter les pertes
3. Donner une formation sur les méthodes pour prévenir et minimiser les pertes pendant la post-récolté
4. Donner une formation sur la mise en œuvre des bonnes pratiques agricoles pour contribuer à l'hygiène alimentaire des fruits
5. Donner un aperçu du marché mondial de la mangue

## ***GROUPE CIBLE***

Cet atelier est destiné aux professionnels qui travaillent directement avec les producteurs, avec l'intention de renforcer les capacités afin qu'ils fournissent une assistance technique sur la production et la post-récolté de ces fruits, et aussi certains éléments de marketing et commercialisation pour guider des investissements.

## ***RÉSULTATS ATTENDUS***

A la fin de l'atelier, au moins 35 professionnels Haïtiens connaissent des avantages de la production de fruits en particulier la mangue pour l'économie d'Haïti en vue d'opportunités de marché. Au mêmes temps se renseignèrent sur les méthodes de production et post-récolté des fruits.

## ***METHODOLOGIE***

L'atelier sera donné par des spécialistes en fruits de l'INIFAP, le Dr. Jorge OSUNA et le M.C. Victor PALACIO, lesquels ont une longue trajectoire dans la recherche et l'enseignement dans les fruits tropicaux, notamment des mangues. Le Dr. OSUNA sera responsable des sessions de la post-récolté et de l'hygiène alimentaire, tandis que le M.C. PALACIO sera responsable des questions de production.

Également agira comme formateur sur des thèmes du marché la Coordinatrice du projet Dr. Priscila Henríquez, qui a une longue trajectoire sur innovation et compétitivité ayant travaillé sur des thèmes de fruticulture au bureau de l'IICA dans Le Salvador.

La méthodologie de travail de l'atelier sera par des présentations en espagnol avec traduction simultanée en français. Les documents ont été préparés en français et seront donnés aux participants. Pour certains thèmes de post-récolté des travaux pratiques seront réalisés.

## ***LE MARCHÉ GUIDES LA PRODUCTION : COMMERCIALISATION DES MANGUES***

*Priscila Henriquez, Ph.D.*

*Spécialiste en Gestion de l'Innovation Technologique- IICA*

La mangue est considérée comme l'une des fruits tropicaux plus cultivées dans le monde, représentant environ 50% de la production totale des fruits. Selon la FAO des principaux producteurs de mangues dans le monde en 2008 comprenaient à l'Inde (13649400 tonnes), suivi par la Chine (3976716 tonnes), Thaïlande (2374165 tonnes), l'Indonésie (2013123 tonnes) et le Mexique (1855359 tonnes). La production de mangues est concentrée dans des économies en développement ou dit émergentes. Aux pays développés, comme des États-Unis, la production de mangue reste marginale (moins de 3000 tonnes ont été produites en 1999). Les cinq principaux importateurs de mangue à travers le monde en 2007 étaient des États-Unis (295321 tonnes), Pays-Bas (111830 tonnes), Royaume Uni (57381 tonnes), État des Émirats Arabes Unis (47038 tonnes) et l'Allemagne (46762 tonnes). Des principaux exportateurs de mangue ont été : l'Inde (240858 tonnes), le Mexique (236004 tonnes), le Brésil (116271 tonnes) et le Pérou (82512 tonnes) (FAO, 2010).

Le Mexique est considéré comme le principal fournisseur des mangues aux États-Unis, tandis que le Brésil et des pays Africaines fournissent des mangues au marché Européen. La demande de la mangue aux pays développés et en développement est en croissance, situation que conduisent à une production plus grande et une concurrence accrue entre des pays exportateurs de ce fruit.

La disponibilité de mangue par habitant (une mesure de la consommation de ce fruit) a fortement augmenté à partir 0,38 kilos en 1988 à 0,9344 kilos en 2003. D'autres statistiques indiquent que la consommation de mangues a connu une croissance spectaculaire entre 1970 et 1994, une croissance d'environ le 1000%. Cette croissance de la consommation a été stimulée par des facteurs tels que la disponibilité tout au long de l'année et des prix plus bas.

Le volume total des mangues fraîches importées aux États-Unis varie tout au long de l'année, avec des niveaux remarquablement bas de disponibilité qui a coïncidé avec des prix élevés entre les mois de Septembre et Décembre de 2010. La période comprise entre Avril et Juin, est la période avec les plus gros volumes d'approvisionnement et des prix plus bas par rapport aux autres saisons de l'année. Des exportateurs ont identifié la période entre Septembre et Décembre comme une occasion d'obtenir des prix plus élevés en augmentant leurs volumes d'exportation vers les États-Unis.

Si bien qu'ils existent au moins de 140 variétés de mangues en Haïti, la variété Mme *Francisque* (Figure 1) et la seule exportable pour sa qualité et parce qu'elle résiste au traitement thermique requis par le Ministère des Inspections des espèces animales et végétales (USDA/ APHIS) pour contrôler la mouche des fruits dans les livraisons. S'estime que le 15% de la production Haïtienne est de ce variété, dont le 30% de la production est pour l'exportation et le reste est consommé localement.

Figure 1. Mangues de la variété *Madame Francisque* avec différentes qualités



Source : forums.gardenweb.com

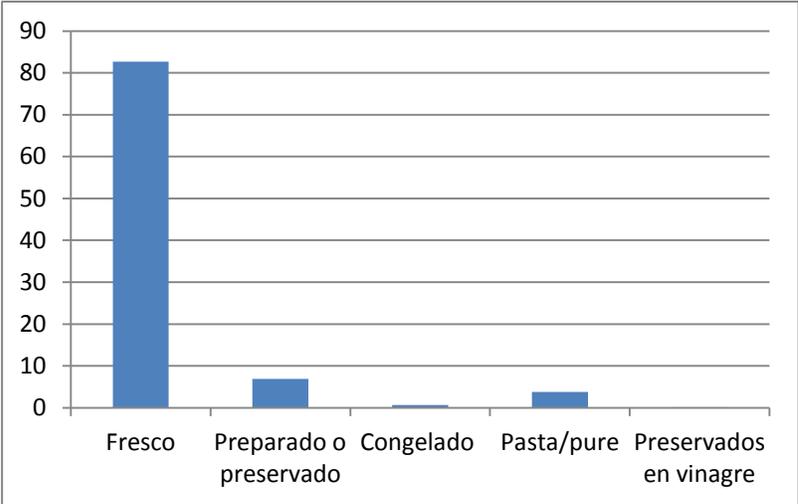
Des stratégies pour augmenter le volume des exportations pendant les périodes de prix plus élevés varient, d'une modification des pratiques culturales de la manipulation des cultivars (par exemple, élagages, fertilisation, soumettre aux plantes au stress hydrique pendant des inducteurs de floraison), à la sélection des variétés ou zones géographiques qui permettent des récoltes plus précoces ou plus longues. L'exportateur JMB a identifié à Léogâne (saison de récolte : Octobre-Décembre) et à La Plaine de Cul de Sac (saison de récolte : Novembre-Février) comme les régions avec le plus de potentiel pour se bénéficier de la saison des prix élevés.

Des mangues fraîches sont le produit de mangue le plus importé par des États-Unis, suivi par des mangues en conserve et la pulpe ou purée de mangue et des mangues séchées (Figure 2). Cependant, des mangues fraîches ont la valeur totale la plus basse de tous les produits fabriqués à partir de ce fruit. Alors qu'une tonne de mangue fraîche n'atteint pas de \$1000 USD au port d'entrée aux États-Unis, les mangues déshydratées paient environ \$7000 USD la tonne. Tous les autres présentations surpassent le prix des mangues fraîches par au moins 55%.

La demande américaine pour des mangues séchées est remplie par les Philippines, la Thaïlande et le Mexique, y est d'environ 5000 tonnes par an. D'autres pays ont commencé à fournir des mangues séchées aux États-Unis, mais en plus petites quantités. Des produits Haïtiens ne comptabilisent que 1% du volume total dans cette catégorie (Figure 3).

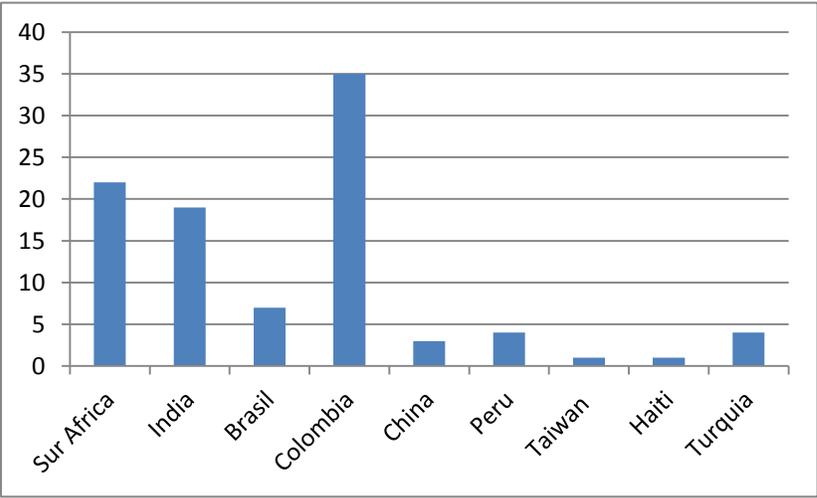
En termes de tendances de consommation, des fruits « organiques » ont eu la plus forte augmentation des ventes dans le segment des supermarchés.

Figure 2. Distribution des produits à base de mangue importés aux États-Unis entre 2005 et 2010



Source : Modifié de CRS, 2010

Figure 3. Participation des pays producteurs de mangue aux États-Unis entre 2008-2010



Source : Modifié de CRS, 2010

## **UNE APROXIMATION A LA CHAÎNE DE MANGUES EN HAÏTI**

*Priscila Henríquez, Ph.D.*

*Spécialiste en Gestion de l'Innovation Technologique- IICA*

Des mangues sont le principal fruit produit en Haïti et sont d'une importance stratégique socioéconomique pour le pays, car environ 250000 familles dépendent de la vente des fruits pour leur subsistance. Ces arbres sont probablement les seuls qui ne sont pas utilisés comme bois de feu dans le pays avec un gros problème de déforestation. Une condition importante pour le succès des programmes de reforestation est de ce que des arbres deviennent rentables pour leurs propriétaires, d'où l'importance des arbres fruitiers.

L'Haïti est un des principaux fournisseurs de mangues fraîches au marché Américain avec un volume d'exportation de 2,5 millions de boîtes (4 Kg chacune), par une valeur d'environ 10 millions USD par an. Bien que les exportations aient augmenté depuis 1970, il est estimé que l'Haïti seulement exporte 20% de sa production potentielle. Selon les statistiques de la FAO, l'Haïti était parmi les dix plus gros producteurs de mangue dans le monde jusqu'à des années 80, et il était l'un des plus grands exportateurs jusqu'aux années 90.

Les exportations de mangues Haïtiennes vers les États-Unis ont été interdites en 2007 en raison d'une infestation de larves de mouches des fruits dans les livraisons. C'est une restriction phytosanitaire des États-Unis pour tous les pays qui exportent des fruits dans ce pays. Cette décision a menacé l'industrie de la mangue et les économies de zones productrices du à l'importance stratégique de ce produit. Pour rouvrir le marché Américain pour les mangues Haïtiennes, il a été nécessaire d'implémenter un programme de détection et de lutte contre les mouches dans les zones de production. Ce programme est actuellement mis en œuvre par le MARNDR, l'Association Nationale des Exportateurs de Mangues (NAMI) et l'USDA / APHIS.

En Haïti il y a deux ou trois agriculteurs avec des plantations dits « grandes », c'est-à-dire d'entre deux et dix hectares ; la plupart des mangues proviennent des petits agriculteurs avec moins de dix arbres répartis dans plusieurs parcelles ou dans leurs jardins. Certains agriculteurs sont membres d'associations et ont d'accès aux intrants agricoles, mais ils font un usage limité de ces derniers. Cependant, la plupart des producteurs ne sont pas associés, et ses arbres sont intercalés avec des autres cultivars, et n'utilisent pas des technologies pour leur développement. C'est ce qui explique leurs faibles rendements allant d'entre 5 douzaines/arbre/an à 75 douzaines/arbre/an. Toutefois, pour les petits agriculteurs ces chiffres de récolte annuelle représentent une grande partie de leur revenu pour l'année.

Une étude réalisée en 2011<sup>1</sup> indique que la production de mangues est géographiquement dispersée dans différentes régions : Leogane y Arcahaie, Cabaret, Petite Rivière de l'Artibonite, Plateau Central, Morne Gros, Ennery, et Jacmel.

Malgré le grand potentiel pour la production de mangues, il y a des sérieuses limitations au développement d'une chaîne de production en Haïti, qui sont désignées ci-dessous.

**Contraintes de production** : Des niveaux élevés d'incidence de mouches des fruits réduisent le volume de mangues pour l'exportation. La peste n'a pas été bien identifiée ni pas efficacement contrôlée, et passe presque inaperçue pendant la vente de fruits, soit dans l'association es producteurs ou lorsque les fruits atteignent l'exportateur.

**Restricciones de producción.** Los altos niveles de incidencia de moscas de la fruta reducen el volumen de mangos para exportación. La plaga no está siendo bien identificada ni controlada eficientemente, y apenas se reconoce durante la venta de las frutas, ya sea en la asociación de productores o cuando los frutos llegan al exportador. L'antracnose est une très grave maladie qui se produit généralement quand les arbres ne sont pas élagués, et par conséquent la qualité des fruits se réduits considérablement. Des agriculteurs n'utilisent pas de méthodes appropriées de collecte, dû à que des gens grimpent sur des arbres et n'utilisent pas des outils appropriés – résultant en un pratique très inefficace, lente et peu sure qui a comme résultat la collecte des mangues vertes.

Aussi des agriculteurs n'implémentent pas des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), donc il n'y a pas aucune garantie de l'hygiène alimentaire des fruits. Un autre problème est que les agriculteurs gardent leur bétail dans le même domaine que leurs plants et donc ces derniers sont très souvent consommés par ces animaux.

En général, le support technique disponible n'est pas suffisant en raison du manque de ressources, la faible disponibilité de personnel qualifié et une forte dispersion des plantations. Cela a contribué à la stagnation des rendements au cours des 20 derniers années.

**Limitations de post-récolte** : Des pratiques de récolte décrits ci-dessus détériorent la qualité des mangues et ont lieu a des pertes que pouvant atteindre au 50% de sa valeur marchande potentielle. Les producteurs qui ne sont pas membres d'associations, ne connaissent pas les caractéristiques du fruit prêt pour la récolte (c'est-à-dire le point de maturité de récolte). Aussi ils n'ont pas d'accès à d'autres marchés, compte tenu des mauvaises conditions des infrastructures dans le pays, raison pour laquelle des producteurs accordent aux intermédiaires que collectent des fruits disponibles, mais également es intermédiaires ne sont pas formés dans les processus et saison des récoltes. Ces situations produisent un mélange de fruits de différentes qualités ce qui réduit les volumes destinés à l'exportation.

**Limitations de traitement** : Il existe une demande pour les fruits secs, mais il n'y a pas des installations pour les produire avec l'hygiène alimentaire nécessaire, aussi comme pour l'emballage et l'étiquetage exigés. En outre, ils n'existent pas des usines de transformation industrielle pour la production de jus de fruits et des autres produits.

---

<sup>1</sup> Castañeda, N.P. Rodríguez, F. and Lundy, M. 2011. Assessment of Haitian Mango Value Chain. Catholic Relief Services, Baltimore, MD.

**Limitations de commercialisation :** Le manque de transport local efficace est une sérieuse limitation pour la commercialisation des fruits en Haïti. Pour le transport des mangues provenant des vergers vers les centres de collecte, les gens doivent parcourir un long chemin pour vendre seulement une petite fraction de leur récolte quotidienne. En conséquence, de nombreux agriculteurs préfèrent vendre aux intermédiaires, mais à prix bas, condition qu'élimine la nécessité de parcourir des grandes distances pour accéder aux marchés. Ces intermédiaires transportent des fruits sans une véritable manipulation post-récolte, ce qui a pour résultat des fruits endommagés et par conséquent un haut pourcentage de rejets.

Un autre problème est qu'il n'y a pas des accords clairs et compréhensibles entre les petits producteurs et les exportateurs. En outre, les grands supermarchés parfois changent les conditions de achat sans préavis, et même payent le produit semaines après leur livraison, laissant les petits agriculteurs dans des situations difficiles. Aussi, les contrats à long terme et la garantie d'achat ne sont pas une pratique courante.

Quant à l'exportation des fruits, des producteurs et exportateurs vers les États-Unis devront se conformer aux exigences de traçabilité prévues par la Loi sur bioterrorisme et pourrait être affectée par la Loi de modernisation de l'hygiène alimentaire vise à s'assurer de la sécurité de l'approvisionnement alimentaire aux États-Unis en déplaçant l'accent sur la prévention. Pour cela, ministère de la Santé et des Services humains du pays exigent l'enregistrement et paiement des frais pour toute « personne qui fabrique, transforme, emballe, distribue, reçoit, ou possède, ou d'un produit alimentaire ». Les personnes impliquées dans la manipulation des aliments sans enregistrement officiel sont soumis à une peine maximale de 10 ans de prison. Est nécessaire d'avoir un registre pour chaque installation qui produit ou manipule des aliments et de tenir des registres pour assurer la sécurité et l'hygiène alimentaire.

### ***QU'EST-CE QU'ON FAIT?***

La filière de l'IICA en Haïti aide à l'industrie de la mangue avec le but d'assurer le revenu des agriculteurs, et d'augmenter le nombre d'arbres pour empêcher l'avancée de la déforestation dans le pays. En coordination avec le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), l'IICA travaille à travers projets divers pour développer et renforcer des capacités du Département Central, pour renforcer les capacités de gestion de la chaîne. Grâce au financement de l'Union européenne, l'IICA a appuyé la création de pépinières et la capacitation de 10050 agriculteurs associés dans la production et la post-récolte. Cependant, les ressources sont limitées et le projet finira bientôt.

Un programme visant à assurer la détection et lutte contre des larves de la mouche des fruits réalisé par tous les exportateurs de mangues, MARNDR et le Service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire (APHIS-USDA) est déjà en cours. L'APHIS gère le régime de traitement thermique complètement y est estimé que le coût environ 1 million de dollars par an aux exportateurs. Malgré cet effort, les mouches des fruits continuent en occasionner la diminution de la production s'il n'ya pas un contrôle plus efficace sur les vergers.

Le projet de WINNER de USAID en Mirebalais / Saut-d'Eau, Cul de Sac et la région Matheux aident à la production de mangue, la transformation et commercialisation, dans un effort pour établir un système de traçabilité fiable. Le projet Haïti Hope, mis en œuvre par TechnoServe travaille avec des petits producteurs pour augmenter les exportations grâce à l'amélioration de la production et des pratiques de marketing. Il est aussi envisagé une alliance avec le Coca Cola Corporation pour le traitement de la pulpe de mangue. Le projet Mouvman Moun Mango (3M) est un système de bio-équitable pour les petits producteurs traitent avec une certification établie par l'USDA et BCS Öko-Garantie. Ceci est soutenu par Whole Foods Market aux États-Unis qui achète les produits pour la vente dans son réseau de magasins. Depuis 2005, trois associations de petits agriculteurs avec JMB SA, l'un des plus grands exportateurs de mangues Haïtiennes, étaient certifiées comme producteurs de mangues sauvages certifiés comme biologiques.

Toutes ces initiatives contribuent à soutenir l'industrie de la mangue, mais n'atteignant pas les nombreuses contraintes et limites de ressources à les surmonter. Par conséquent, le travail que l'IICA et MARNDR prennent va se poursuivre, et cette activité fait partie de celui-ci avec la création des centres de production et post-récolte. Il vise également à proroger l'aide à une initiative plus large visant à être développé au cours du projet pour la chaîne nationale de fruits que sera étendu à d'autres fruits.

## ***LA FRUITICULTURE COMME UN ENGAGEMENT STRATÉGIQUE***

*Priscila Henríquez, Ph.D.*

*Spécialiste en Gestion de l'Innovation Technologique- IICA*

La fruiticulture possède d'avantages économiques nombreux tant comme des avantages sociaux et environnementaux, et peut contribuer de manière significative dans le cadre stratégique du développement à long terme d'Haïti. La fruiticulture comme activité économique contribue à améliorer les conditions de vie des populations rurales, générant des entreprises rentables, d'emplois et des revenus. Cette stratégie a bien fonctionné dans d'autres pays, y compris le Chili et le Mexique, les leaders mondiaux dans la production et l'exportation de fruits.

En suit, des raisons pour parier dans le secteur des fruits en Haïti sont expliqués.

### **Les avantages économiques du fruiticulture**

Des entreprises de fruits tropicaux sont rentables : s'estime qu'en moyenne, chaque kilomètre carré d'arbres fruitiers produira un revenu brut annuel bien géré d'environ un demi-million de dollars après la septième année en excluant la valeur ajoutée. Par exemple, en El Salvador on estime qu'avec la technologie appropriée (irrigation, fertilisation, lutte contre les ravageurs et d'autres technologies) le

citron, l'avocat, la pêche, la prune et la mangue sont les cultivars plus rentables, avec un taux de rendement interne d'entre 30 à 40 %<sup>2</sup>.

Ce rendement élevé est compatible avec tout engagement national pour remplacer les importations de fruits et d'éviter la fuite des capitaux aux moments critiques pour l'économie.

Partout dans le monde il est encouragé la consommation de fruits et légumes, ce qui indique une plus forte demande des consommateurs au pouvoir d'achat. Des fruits et légumes sont des éléments importants d'une saine alimentation et une consommation au quotidien suffisante pourrait aider à prévenir des maladies graves comme les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer.

Environ 1,7 million (2,8%) des décès dans le monde sont attribuables à une faible consommation de fruits et légumes. En outre, on estime que la consommation mondiale insuffisante de fruits et légumes est causant d'environ 14% des décès par cancer gastro-intestinaux, 11% des cardiopathies ischémiques, et de 9% pour les AVC. Par conséquent, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture (FAO) ont lancé en 2003, des initiatives visant à promouvoir les fruits et légumes pour la santé mondiale.

### **Les avantages environnementaux du fruiticulture**

Il est clair que les forêts deviennent plus importantes devant de la scène des catastrophes météorologiques aggravées par le changement climatique. Alors que la fruiticulture n'est pas la panacée pour résoudre cet énorme problème mondial, il est vrai que cela peut aider à minimiser les impacts attendus de plusieurs façons :

- Des arbres fournissent une couverture végétale qui contribue à atténuer l'érosion, en particulier aux sols des pentes. Par conséquent, les plantations de fruits bien gérées aident à préserver, voire restaurer les ressources naturelles limitées comme l'eau et le sol.
- En général, les forêts à feuilles persistantes contribuent à la production d'eau, d'électricité, de l'oxygène et à la réduction de carbone.
- En outre, les systèmes de production avec des arbres fruitiers sont généralement plus résistants et se récupèrent plus rapidement et facilement à des catastrophes naturelles telles que les tempêtes et les inondations. Planter des arbres est crucial pour le pays depuis la vulnérabilité à ce type de phénomènes a augmenté.

Outre les avantages évidents pour l'environnement, les verges peuvent contribuer à une gestion adéquate de l'environnement et à l'amélioration de l'agro pour conduire à la mise en œuvre de systèmes de paiement pour les services environnementaux, qui récompense et permettront aux communautés de revenus durables.

D'autre part, un paysage de plantations d'arbres fruitiers bien gérées est attrayant et crée des opportunités pour l'agrotourisme. Puis investir dans les fruitiers peuvent aussi aider au déclenchement des processus de développements ruraux territoriaux efficaces.

---

<sup>2</sup> Programa Nacional de Frutas, 2009.

## **Les avantages sociaux du fruiticulture**

Des plantations d'arbres fruitiers peuvent générer des opportunités d'emplois mieux rémunérés que les autres activités agricoles traditionnelles, en particulier les céréales et l'élevage de bétail non technique.

Comme ces activités permettent l'enchaînement, à partir de la fabrication des intrants très spécifiques à la production, et à la production des produits dites « nostalgiques » ou gourmets en base de fruits, gênera des opportunités d'emploi dans ce secteur sont relativement plus élevés que dans d'autres secteurs. Ces liens impactent positivement sur les économies de nombreux ménages ruraux. La mise en place de vergers dans les zones de terres non cultivées permettrait de générer plus de possibilités de revenus pour les communautés ruraux.

L'agro-industrie rurale est un autre secteur qui fournit des solutions de rechange à l'utilisation de fruits par groupes de petits entrepreneurs, en particulier les organisations de femmes, qui gagnent un revenu des activités de transformation des fruits qui, autrement, ne seraient pas exploitées. Ces activités ont un impact direct sur la vie des femmes dans les communautés rurales dans un pourcentage élevé qui sont chefs de famille.

## I. INTRODUCTION

**Dr. Jorge A. Osuna García. INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla**  
**M.C. Víctor Palacio Martínez. INIFAP-C.E. Rosario Izapa**  
**Ing. Medardo Lizano. IICA El Salvador**

### 1. L'origine et distribution de la mangue

Pendant plusieurs années l'origine exacte de la mangue (*Mangifera indica* L.) était un sujet de controverse, mais il est clair que c'est une plante d'origine asiatique. On pensait que la mangue serait, peut-être, originaire de la zone comprise entre Assam (L'Inde) et l'ancienne Birmanie (Myanmar), mais aussi c'est possible qu'elle soit native de la zone du bas Himalaya ou près de Népal ou Bhutan (Galán, 1998).

Selon informations de Mosqueda *et al.* (1996) l'origine a pu être le nord-est de l'Inde, dans la région Indo-Birmane et des montagnes Chittagong à Bangladesh, endroit où il est encore possible de la trouver dans un état sauvage. Cependant, grâce à son abondance dans ces pays (Mukherjee, 1997). Il est à noter que son origine a pu être aussi dans le sud de l'Asie ou l'Archipel Malaisien (Kaur *et al.* 1980).

Certains botanistes estiment que cette plante était domestiquée par l'homme depuis environ 6000 ans (Hill, 1952, Mora *et al.*, 2002). En Inde la mangue était cultivée pendant plus de 4000 ans et c'était là que sa dispersion dans d'autres zones Tropicales et Subtropicales du monde a commencé (Chávez *et al.*, 2001). Dans l'actualité on peut trouver des manguiers dans des zones comprises entre les tropiques et les régions subtropicales de l'Equateur jusqu'à 35-37° (Murkherjee, 1997) dans 85 pays (Galán, 2002).

### 2. Classification taxonomique et description botanique

#### • Classification taxonomique

La mangue fait partie de la famille des Anacardiaceae, laquelle comprend 73 genres et environ 850 espèces (Whitmore, 1975). Dans le genre *Mangifera* environ 69 espèces sont reconnues (Bompard et Schnell, 1997), dans lesquelles il y a seulement 15 qui produisent des fruits comestibles (Chávez *et al.*, 2001).

**Classe :** Dicotylédones  
**Sous-classe :** Rosidae  
**Ordre :** Sapindales  
**Sous-ordre :** Anacardineae  
**Famille :** Anacardiaceae  
**Genre :** *Mangifera*  
**Espèce :** *indica*

#### • Description botanique.

La mangue est un arbre pérenne de type érigé de taille moyenne à grande, il peut avoir des longueurs entre 10 et 20 mètres (Mora *et al.*, 2002) ou 30 mètres (Mukherjee, 1997) ; sous forme sauvage, on a trouvé des arbres avec une taille près de 54 mètres de hauteur (Bompard et Schnell, 1997). La cime de

l'arbre est rond et peut avoir un diamètre près de 38 mètres (Morton, 1987), il a des racines fortes qui peuvent avoir une profondeur entre 6 et 8 mètres. La durée de vie des arbres est longue, ils existent des spécimens de plus de 300 ans lesquels encore produisent des fruits (Morton, 1987).

Les feuilles sont d'une forme lancéolée et leur placement est de type alterné, leur longueur et largeur peuvent varier entre 10 et 32 cm et 2 à 2.54 cm respectivement (Morton, 1987), mais d'autres auteurs indiquent que la longueur des feuilles est entre 15 et 40 cm et la largeur entre 2 et 10 cm (Mora *et al.*, 2002).

Le couleur des feuilles a une variation avec leur âge, pendant leur jeunesse elles ont une couleur entre rouge ou verte pâle, mais au cours de leur vie, la coloration devient un vert plus foncé ; néanmoins, il existe des différences de coloration de la feuille adulte entre divers cultivars.

La fleur de la mangue est d'une petite taille entre 5 et 10 millimètres de diamètre (Mukherjee, 1997), d'une coloration verte - jaune ou rouge, présentée dans des panicules terminales (inflorescence) avec une longueur variable de quelques centimètres jusqu'à 30 ou 40 cm ; chaque panicule est ramifiée avec des axes premiers, secondaires et tertiaires, c'est sur ces derniers que des fleurs apparaissent. Chaque panicule peut avoir entre 400 et 5000 fleurs. (Mora *et al.*, 2001), la plupart sont des fleurs imparfaites (estimé jusqu'à 98% d'étamines), c'est-à-dire des fleurs mâles qui pourtant ne sont pas capables de produire des fruits. Seulement un très petit nombre de fleurs dans chaque panicule est parfait ou hermaphrodite, lesquelles peuvent produire des fruits. Un arbre adulte peut avoir entre 2000 à 4000 panicules (Singh, 1960). La pollinisation est croisée. Les diptères (mouches) sont les principaux insectes pollinisateurs. Seulement, 0.1% des fleurs produit des fruits (Mora *et al.*, 2002).

Le fruit est une drupe charnue, qui a une taille, forme, couleur et un poids variable. La taille varie de quelques centimètres jusqu'à 25 cm, sa forme peut être allongée, ovale ou ronde. Le fruit contient de la chlorophylle, carotènes et anthocyanines (Lakshminarayana, 1980) ; raison pour laquelle leur couleur varie entre verte, verte-jaune, jaune, orange, rose, rouge, violette, et un mélange de ces tonalités. Le poids des fruits, peut être de moins de 100g jusqu'à 2 Kg.. La formation de la fluoration au moment de la récolte prend entre 100 et 120 jours.

### **3. Requêtes édaphiques et climatiques**

C'est noté que la mangue est un fruit qui exige des sols fertiles, profonds pour le développement de ses racines et un bon drainage ; dans la pratique c'est un arbre qui s'adapte à une grande quantité de sols de textures diverses. Certains auteurs indiquent qu'elle se développe dans n'importe quel type de sol sans distinction et jusqu'à 500 mètres d'altitude au niveau de la mer (Yunuarti and Santoso, 2000). La mangue se développe bien sur des sols avec des pentes prononcées et caillouteuses. Le pH optimal pour le développement de l'arbre se situe entre 5.5 et 7.5.

La mangue s'adapte au climat divers, raison pour laquelle, elle est cultivée dans les conditions tropicales et subtropicales (Tongumpai, 1998), et se trouve sur les deux côtés de l'Équateur, de 30° de latitude Nord jusqu'à 30° de latitude Sud. Mukherjee (1997) mentionne que la mangue peut se développer de l'Équateur jusqu'à 35-37°. Néanmoins, selon Mosqueda *et al.* (1996) le

nombre de zones productrices de mangues à l'extérieur entre (30° LN – 30° LS) est très petit.

La mangue peut tolérer des températures de 4.4° jusqu'à 50° C; mais, la température optimale pour son développement se trouve entre les 24° et 27° C (Mosqueda *et al.*, 1996). Ce qui permet d'accumuler environ 1000 unités de chaleur pendant la saison de grandissement (Chávez *et al.*, 2001). La majorité de plantations commerciales se développent bien jusqu'à les 600 mètres d'altitude. Mais, il existe certains cultivars développés dans de plus hautes altitudes. Morton (1987) indique qu'ils peuvent tout aussi bien se développer dans des altitudes supérieures à 900 mètres.

Si la mangue est très tolérante à la sécheresse, cependant, les cultivars commerciaux nécessitent les régions avec des précipitations variant entre 250 et 2500 mm, surtout quand elles sont distribuées de juin à septembre (Morton 1987).

Des zones avec de fortes précipitations ne sont pas recommandées étant donné que, la croissance végétative augmente, et les arbres deviennent très hauts; donc, la production de fruits diminue.

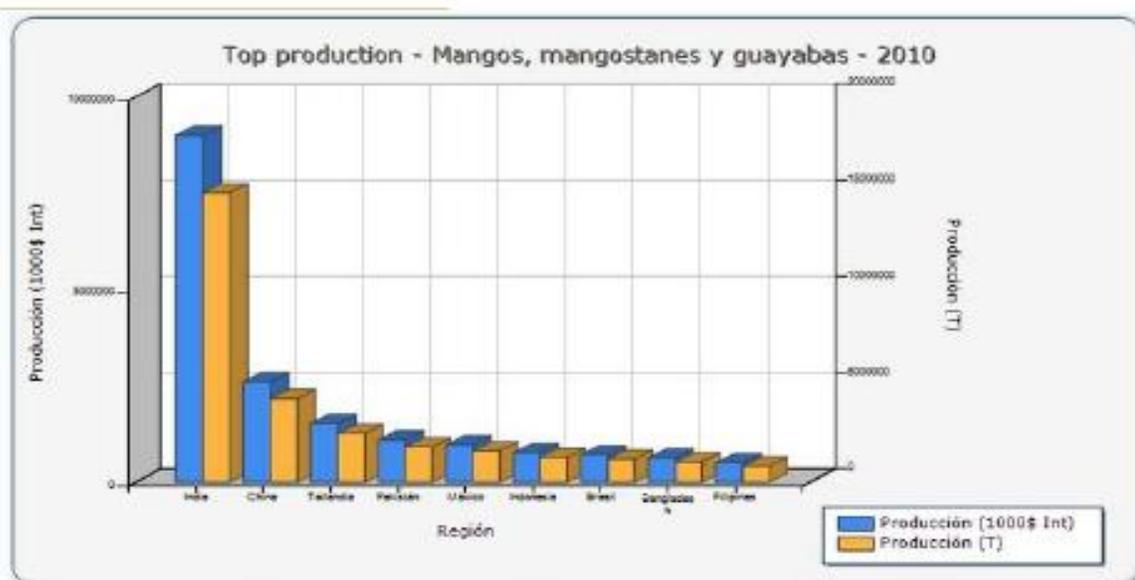
#### **4. Production et commercialisation**

Grâce à une augmentation de la demande des fruits tropicaux par les consommateurs avec une puissance acquisitive plus élevée, la mangue représente donc une option importante pour des producteurs de petites et moyennes tailles; à condition de se conformer aux régulations et normes requises par le marché international.

Ensuite, des statistiques très récentes du commerce de la mangue sont présentées.

##### **• Du volume et saisons de production**

La mangue est l'un des fruits les plus importants des zones tropicales et subtropicales du monde (Tongumpai, 1998) et est reconnue comme l'un des trois ou quatre fruits tropicaux les plus exquis (Ariza *et al.*, 2005). La production mondiale de la mangue pendant l'année 2010 était de 34,7 million de tonnes (Figure 1). L'Inde a occupé la première place comme pays producteur, puis se trouvaient la Chine et la Thaïlande. Haïti se situe en 20ème position avec 0,6% du total de la production mondiale (FAOSTAT, 2010).



Posición	Región	Producción (1000\$ Int)	Símbolo	Producción (T)	Símbolo
1	India	9003502	*	15026700	
2	China	2607151	*	4351293	F
3	Tailandia	1528235	*	2550600	
4	Pakistán	1105762	*	1845500	
5	México	978230	*	1632650	
6	Indonesia	771301	*	1287290	
7	Brasil	712355	*	1188910	
8	Bangladesh	627837	*	1047850	
9	Filipinas	494717	*	825676	
10	Nigeria	473461	*	790200	F
11	Sudán (ex)	374239	*	624600	
12	Viet Nam	242921	*	374000	
13	Kenya	331764	*	553710	
14	Egipto	305023	*	505741	
15	Perú	274283	*	457774	
16	Yemen	240252	*	400978	
17	República Unida de Tanzania	194729	*	325000	F
18	Madagascar	154704	*	238200	F
19	Colombia	145822	*	243375	
20	Haití	130858	*	218400	F

\* : Cifras no oficiales  
 [ ] : Datos oficiales  
 F : Estimación FAO

**Figure 1. Totaux de production Mangue, mangoustans et goyave. FAOSTAT 2010**

Le prix de la mangue fraîche est significativement plus bas quand le volume d'exportation des principaux pays exportateurs se trouve au plus haut sommet de production.

Pour cette raison, une stratégie pour rentrer dans le marché est de prendre les mois avec une production plus bas, ces mois correspondent aussi à ceux ayant des prix plus élevés.

La variation des prix d'importation pendant l'année et la saisonnalité des importations à l'Union Européenne (UE) permettent d'établir deux périodes d'approvisionnement. La première se présente de janvier à avril et est caractérisée par une élévation de prix. Durant cette période, les principaux fournisseurs sont : le Brésil, Pérou, et l'Afrique du sud avec des variétés Tommy Atkins et Kent. La deuxième période est de mai à décembre, quand l'offre est majeure, mais il existe un nombre important de variétés et de

fournisseurs et par conséquent les prix sont plus bas. Pendant les mois de juin et de juillet sont enregistrées des chutes de prix les plus significatives.

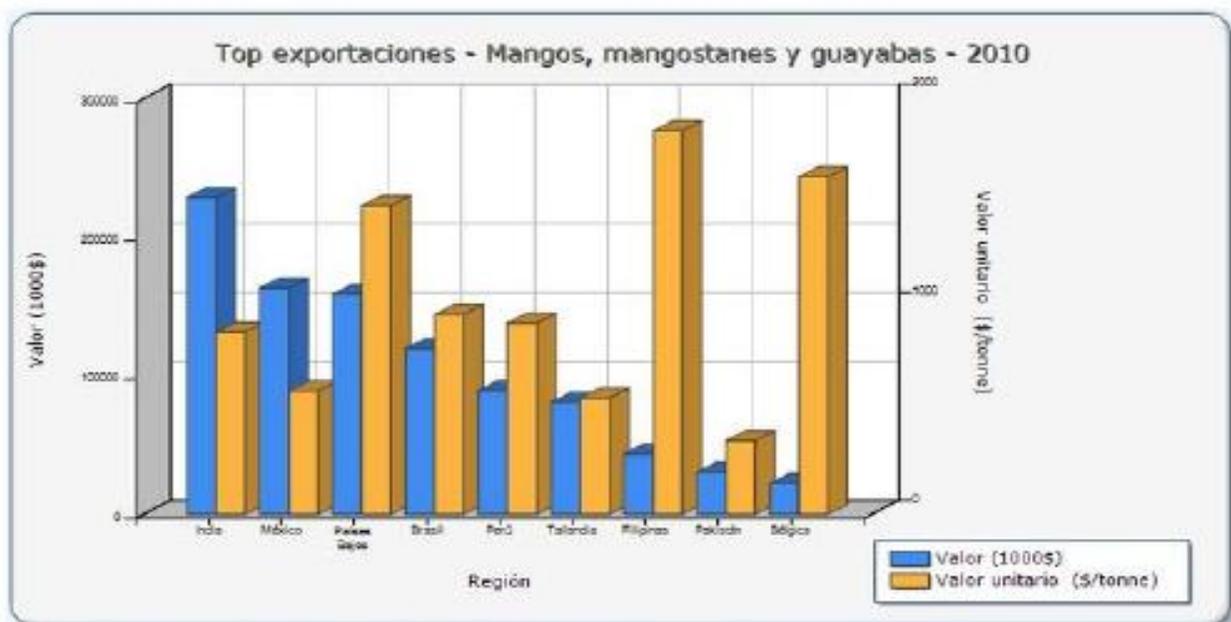
La commercialisation de la mangue fraîche de Guatemala et Costa Rica, pour l'exportation aux États-Unis, Canada et l'UE se concentre entre février et mai ; ils en profitent de cet accès stratégique dû à la faible participation du Mexique, Brésil, Pérou et de l'Équateur, entre autres fournisseurs. Pourtant, si la production est destinée à l'exportation de la mangue fraîche, elle doit se concentrer sur cette saison d'exportation (Tableau 1).

Pays	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Guatemala			max	max	max							
Mexique					max	max	max	max				
Brésil										max	max	max
Porto Rico												
Pérou	max	max										
Afrique du sud												
Israël												
Côte d'Ivoire												
Costa Rica												
Majeur offerte aux USA					max	max	max	max				
Majeur offert en l'UE					max	max	max					

Tableau 1. Chronogramme de production des principaux pays fournisseurs de la mangue.

#### • Exportations

En 2010 des exportations mondiales de la mangue ont atteint une valeur de 1088 millions de dollars (Figure 2) en soulignant l'Inde comme le premier exportateur, avec 21% du total. Ensuite vient, le Mexique avec 15%, les Pays-Bas (comme ils sont le port d'entrée pour plusieurs pays européens, ils ont pris le rôle d'exportateur) avec 14,5% ; Haïti représente le 0,77% des exportations (FAOSTAT 2010).

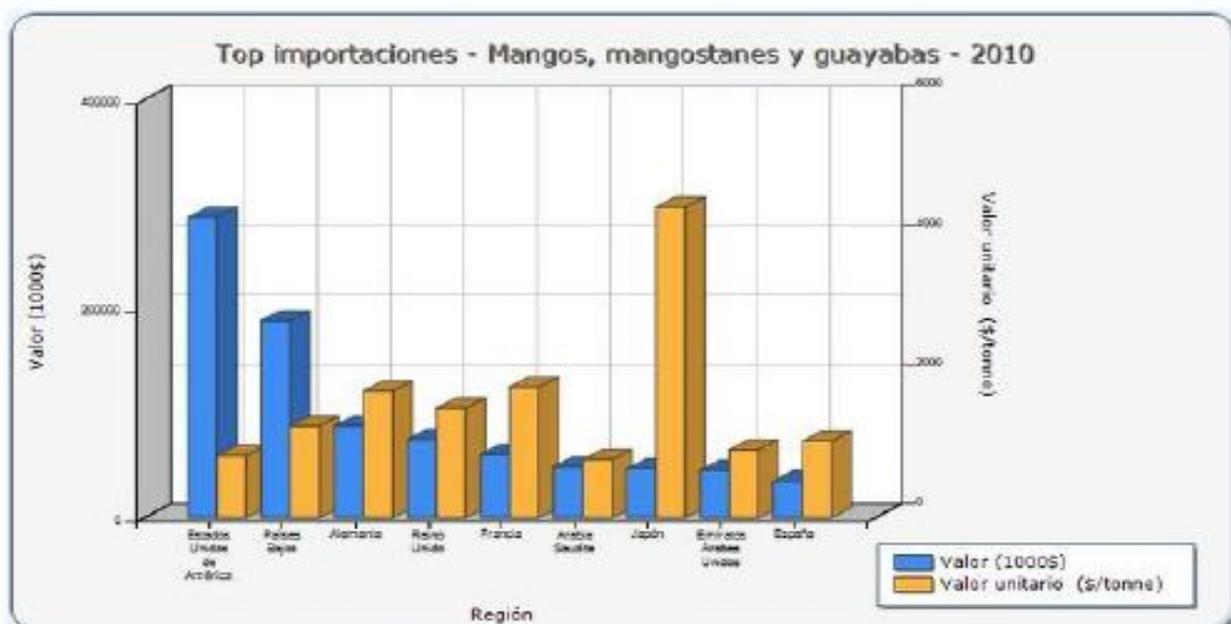


Posición	Región	Cantidad (tonnes)	Símbolo	Valor (1000\$)	Símbolo	Valor unitario (\$/tonne)
1	India	260484	16	228654	20	878
2	México	275366	17	163479	27	594
3	Países Bajos	107017	91	158883	83	1485
4	Brasil	124380	25	119645	31	962
5	Perú	96942	6	89334	6	922
6	Tailandia	144566	24	80972	35	560
7	Filipinas	23740	17	43817	15	1846
8	Pakistán	85923	11	30539	13	355
9	Bélgica	13843	153	22490	140	1625
10	España	11369	158	21652	148	1904
11	Ecuador	39978	6	18100	19	453
12	Alemania	9655	175	17080	178	1769
13	Israel	8048	28	16095	27	2000
14	Egipto	13357	32	15046	34	1126
15	Francia	5569	201	14200	186	2550
16	China	4430	175	11915	157	2690
17	Yemen	20373	5	10659	5	523
18	Kenya	8386	25	10150	24	1210
19	Haïti	6453	1	8390	3	1300
20	Côte d'Ivoire	12975	22	7573	24	584

Figure 2. Totales d'exportation Mangue, mangoustans et goyaves. FAOSTAT 2010

### • Importations

Également, des importations mondiales de la mangue pendant la période de 2010 ont obtenu une valeur de 1077 millions de dollars (Figure 3). Les États-Unis (USA) étaient le principal importateur avec 26,6% du total commercialisé, ensuite, les Pays-Bas (17,4%), Allemagne (8,1%), Royaume Uni (6,9%) et France (5,6%). Aux États-Unis le prix de la mangue est très bas (USD \$0,86/Kg) comparativement à la moyenne des pays de la UE (USD \$1,89/Kg) ou du Japon qui paie un meilleur prix (USD \$4,46/Kg) [FAOSTAT 2010]. Après l'adoption de l'accord de libre-échange nord-américain (NAFTA en anglais) la valeur de l'importation canadienne s'est incrémentée de 358%. Elle est passée de \$75,1 millions de dollars en 1994 à \$327,6 millions en 2009. Cette situation était valable pour l'avocat, la mangue et les principaux fruits importés (Statistics Canada, 2011).



Posición	Región	Cantidad (tonnes)	Símbolo	Valor (1000\$)	Símbolo	Valor unitario (\$/tonne)
1	Estados Unidos de América	320591	48	28723.6	63	896
2	Países Bajos	142546	67	18850.6	63	1322
3	Alemania	48451	150	8816.8	137	1820
4	Reino Unido	47581	115	7510.5	112	1578
5	Francia	32267	141	6060.9	133	1878
6	Arabia Saudita	58250	32	4876.7	52	837
7	Japón	10504	151	4684.9	117	4460
8	Emiratos Árabes Unidos	46494	37	4542.4	51	977
9	España	32232	98	3545.9	111	1100
10	Bélgica	16417	168	2985.8	144	1819
11	Portugal	14058	76	2916.3	67	2074
12	China, RAE de Hong Kong	22673	59	2846.9	71	1256
13	Suiza	8849	87	2454.9	83	2774
14	Singapur	18232	62	1963.3	80	1077
15	Italia	7734	215	1517.5	194	1962
16	Federación de Rusia	7416	161	1173.7	162	1583
17	Austria	4875	156	1118.8	143	2295
18	Noruega	4250	87	1087.4	81	2559
19	Kuwait	11047	28	1082.9	36	980
20	Irán (República Islámica del)	15670	38	987.1	50	630

**Figure 3. Totales d'importation Mangue, mangoustans y goyaves. FAOSTAT 2010**

- **Volume d'importations par USA et Canada**

La mangue est l'un des fruits préférés des marchés américains et canadiens, où la consommation s'est dupliquée pendant la décennie passée. Pendant les trois dernières années (2009-2011), en moyenne 71,7 millions de caisses de 10 lb ont été importés ; la plupart en provenance du Mexique (65,1%), Pérou (9,7%), Équateur (9,4%), Brésil (7,4%), Guatemala (4,6%) et Haïti (2,5%) [USDA-FAS, 2012]. Au Canada pendant la même période, environ 6 millions de caisses ont été importés (EMEX, A.C., 2012).

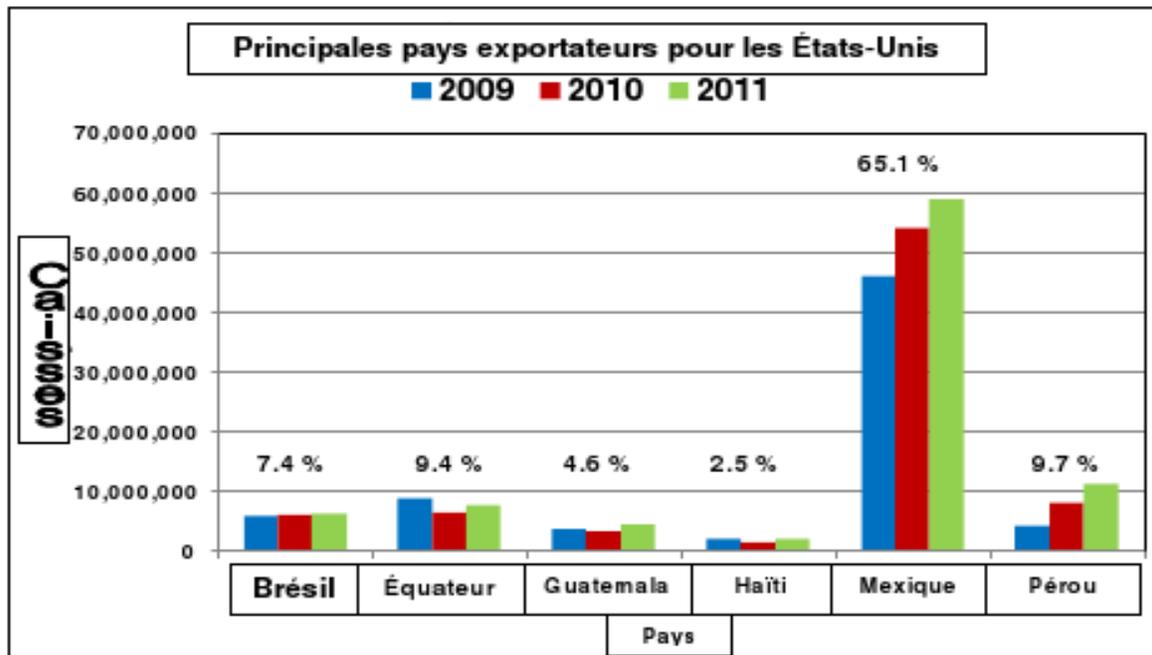


Figure 4. Moyen d'importations de la mangue aux États-Unis (2009-2011. NMB)

### 5. Variétés principales pour le marché Américain (NMB, 2012)

Ensuite des variétés avec le potentiel le plus haut pour le marché Américain seront présentées.

- **Madame Francisque (Francis)**

Cette variété est produite en Haïti dans de petites propriétés. Ce fruit est d'un goût crémeux, épicé et sucré. La texture de la pulpe est tendre et juteuse, avec fibres. Le couleur de peau est d'un jaune vif, avec des nuances vertes. La forme est oblongue en forme de "S". Des indicateurs de maturation sont des nuances vertes qui diminuent et le jaune devient doré à raison du niveau de maturité du fruit. Il faut le serrer dans la main pour mieux juger de sa maturité. La disponibilité de production a son climax entre Mai et Juillet. Le principal fournisseur de cette variété est Haïti et elle représente une opportunité commerciale très importante pour les producteurs. En Haïti, il n'y a que trois plantations commerciales de ce fruit. Les fruits exportés aux États-Unis son obtenus de la plupart des arbres localisés dans les jardins des producteurs sans utilisation de technologie.



Figure 5. Fruit de la mangue 'Francis' en état de maturité de consommation

- **Ataulfo**

C'est la seule variété originaire du Mexique considérée pour sa qualité d'exportation. Elle est originaire de l'état de Chiapas (Palacio, 1998) et porte le nom du propriétaire de la propriété où le premier arbre s'est développé sous forme naturelle dans les banlieues de la ville de Tapachula. C'est un cultivar polyembryonique, qui donne origine à des plantes vigoureuses d'une croissance désorganisée pendant les premières années après leur plantation. Puis elle produit de longues branches avec une ramification faible, raison pour laquelle, il est nécessaire de réaliser des tailles pour la mise en forme.

C'est le cultivar le plus nouveau dans le marché d'exportation et il y a une très bonne acceptation entre les communautés latines et asiatiques. La durée de conservation de ce cultivar est excellente, environ trois jours plus longs que celle des cultivars d'origine Floridienne, ce qui donne un avantage sur le marché. Selon des statistiques, ce cultivar arrive à obtenir un prix plus haut en comparaison aux autres variétés de forme quotidienne. Il est susceptible à l'oïdium, l'antracnose, trips et des acariens et peut présenter pourriture du pédoncule. Un aspect important de ce cultivar la haute incidence des fruits avec parthénocarpie c'est – à - dire des fruits sans fécondation d'ovule, Lesquels ont seulement un quart ou un sixième de la taille d'un fruit normal, C'est une caractéristique indésirable.

Le fruit a un goût de qualité excellente et un poids moyen entre 250 et 300 g (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2000) ; Il est récolté au moment de sa maturité physiologique, avec une couleur entre verte et jaune claire, lequel au moment de maturité de consommation devient entre jaune et orange avec un contenu entre 18 et 20°Bx et une fermeté de 10.0 Newtons. Ce fruit doit être consommé quand les 100% de l'épiderme (la peau) arrivent à avoir une couleur jaune et orange, puisque quand il est consommé avant la maturation totale (épiderme couleur verte/jaune) le fruit a un fort goût a térébenthine. L'Ataulfo a aussi un petit noyau, pourtant la relation de pulpe à noyau est haute.



Figure 6. Fruits de la mangue 'Ataulfo' en état de maturité de récoltée (gauche) et maturité de consommation (droit).

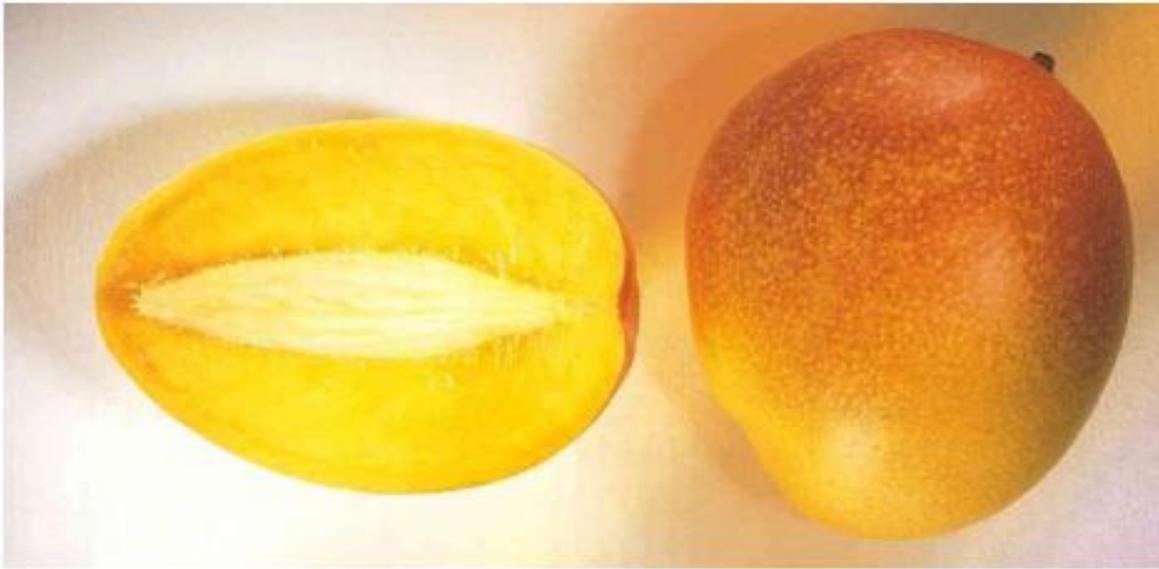
Le fruit d'Ataulfo est crémeux et sucré. La texture de la pulpe est douce et ferme, sans fibre. La couleur de la peau est d'un jaune vif. La forme est ovale et plate, d'une petite taille. Des indicateurs de maturation sont le changement de la couleur de la peau, laquelle prend une couleur dorée profonde et quand il est complètement mûr, il présente de petits plis sur la peau. Il faut le serrer dans la main pour mieux juger de sa maturation. La production a son climax entre Mars et Juillet. Le principal producteur est le Mexique.

- **Haden**

Ce cultivar est mono embryonnaire, et est originaire de la Floride aux États-Unis. Il est le plus ancien cultivar Floridien. Il provient d'un arbre de la variété « Mulgoba » native de l'Inde. Des arbres de ce cultivar sont vigoureux de cimes ouvertes, productives mais alternantes, avec des années de bonnes productions et années de mauvaises productions. Est susceptible à l'antracnose et la pulpe des fruits près du noyau arrive à maturité plus rapidement (Chávez *et al.*, 2001).

L'arbre produit des fruits d'une grande taille, d'environ 14 cm de longueur et près de 650 g de poids ; de forme ovale et généreuse ; avec un fond de couleur jaune ; des teintures rouges et plusieurs lenticelles de couleur blanche (figure 7.). La pulpe est juteuse, presque sans fibres, avec un goût légèrement acide, mais de bonnes qualités. L'époque de la récolte de ce cultivar est intermédiaire. Elle doit être récoltée après l'Ataulfo et Tommy mais avant le Kent et Keitt.

En 1910, la mangue «Haden» était l'inspiration de la création d'une industrie de mangues à grande échelle au sud de la Floride. Depuis ce temps, l'usine s'était réduite dû à l'urbanisation et les ouragans.



**Figure 7. Fruit de la mangue « Haden» en état de maturité de consommation**

Ce fruit est d'un goût crémeux, de nuances aromatiques. La texture de la pulpe est ferme et présente des fibres fines. La couleur de la peau est rouge vive avec des nuances vertes, jaunes et de petits points blancs. La forme est entre ovale et ronde avec des tailles moyennes et grandes. Des indicateurs de maturation sont un changement de couleur dans les zones vertes de la mangue, lesquelles deviennent jaunes à mesure que la maturation augmente. Il faut le serrer dans la main pour juger du niveau de maturation. Le climax de production est entre Avril et Mai. Le fournisseur le plus important est le Mexique.

- **Kent**

Ce cultivar est mono embryonnaire, d'origine Floridienne. L'arbre est vigoureux de croissance verticale, raison pour laquelle ses branches se développent de forme ascendante. Elles sont productives et alternantes. Produisent une floraison de couleur grise et les arbres sont susceptibles à l'antracnose.

Ses fruits sont d'une grande taille, au moins de 13 cm, et un poids moyen de 680 g, de forme ovale et généreuse, avec un fond de couleur verte/jaune et des nuances rouges foncées, avec plusieurs petites lenticelles de couleur jaune (Figure 8). La pulpe est juteuse, sans fibres, riche et sucrée et avec une qualité qualifiée de bonne à excellente. Le noyau représente les 9% du fruit. Cette variété est considérée comme un cultivar tardif. Le fruit est transporté en bon état et est signalé comme un des meilleurs fruits tardifs.

L'origine de cette mangue est en Floride, au début des années 1940, le Kent est une mangue qui convient à la production du jus et des mangues séchées.



**Figure 8. Fruit de la mangue 'Kent' en état de maturité de consommation**

C'est un fruit de goût crémeux et sucré. La texture de la pulpe est juteuse et tendre, avec des fibres limitées. La couleur de la peau est verte foncée, souvent avec des nuances rouges sur une petite zone de la mangue. La forme est ovale. Des indicateurs de maturation sont des nuances jaunes ou des points qui couvrent la mangue à mesure qu'elle mûrit. Il faut la serrer légèrement dans la main pour mieux juger de son état de maturation. C'est une variété avec 2 pics de production : l'un de Janvier à Mars et l'autre de Juin à Août. Les principaux fournisseurs sont : le Mexique, Équateur et Pérou.

- **Keitt**

Cultivar mono embryonnaire, d'origine Floridienne. L'arbre est modérément vigoureux, avec une habitude de croissance très particulière, avec des branches longues et surplombantes raison pour laquelle la cime de l'arbre est ouverte de forme naturelle. Ce cultivar a une habitude de croissance désordonnée, avec une ramification faible dans les premières étapes de développement, raison pour laquelle, il est nécessaire de réaliser des tailles de mise en forme pour avoir une cime bien structurée. Ce cultivar produit des fleurs très aromatiques et est considéré comme la meilleure des mangues tardives ; il produit de gros fruits, environ de 12cm et d'un poids moyen de 680 g, de forme ovale et généreuse, avec une couleur jaune de fonds et des nuances rosées pâles. Il porte de petites lenticelles nombreuses de couleur jaune ou rouge. La pulpe est juteuse et sans fibres, la seule exception est la zone près du noyau et est d'un goût riche et sucré. Sa qualité est qualifiée de très bonne. Le noyau est petit, entre 7 et 8% du poids. Des arbres sont susceptibles à l'antracnose et la galle (Chávez *et al.* 2001). Le Keitt est populaire dans les cultures asiatiques, où les fruits sont consommés verts et à l'étape de maturation, ou même en conserve.



Figure 9. Fruit de la mangue 'Keitt' en état de maturité de consommation

Ce fruit est d'un goût sucré et fruité. La texture de la pulpe est ferme et juteuse, avec des fibres limitées. La couleur de la peau, verte foncée de temps en temps, peut être plus claire. C'est possible de trouver des nuances rosées sur une petite aire de la mangue. La peau reste verte pendant toute la vie du fruit, même quand elle est mûrie. Il faut serrer légèrement le fruit dans la main pour mieux juger de sa maturité. Le climax de disponibilité est de : Août à Septembre. Les principaux pays producteurs sont le Mexique et les États-Unis.

- **Tommy Atkins**

Cultivar mono embryonnaire, d'origine Floridienne qui est un dérivé du cultivar Haden et est la variété commerciale avec la plus haute production aux États-Unis. Des arbres de ce cultivar sont vigoureux, avec un feuillage dense et peu alternants (Mosqueda *et al.*, 1996). Un désavantage de ce cultivar est la présence d'un désordre physiologique qui produit un vidage dans l'union avec le pédoncule, raison que démerite sa qualité (Cheema et Dani. 1934) ; mais ses causes sont inconnues, sa présence est associée à une déficience du calcium (Young, 1957 et Young *et al.*, 1962). Le fruit présente une bonne production, avec des fruits larges entre 450 et 700 g de poids, avec une couleur superficielle verte avec des nuances rouges. Quand le fruit est prêt pour la récolte (Figure 9), la maturité augmente la couleur change, devient jaune ou rouge. Le fruit est modérément tolérant à l'oïdium et l'antracnose.



**Figure 10. Fruit de la mangue 'Tommy Atkins' en état de maturité de récoltée**

Ce fruit est de goût léger et sucré. La texture de la pulpe ferme, le doit à sa constitution fibreuse. La couleur de la peau est rouge avec des accents verts et oranges légères avec des nuances jaunes. Cette mangue ne présente pas d'indicateurs visuels de maturation claire. Il faut la serrer légèrement dans la main pour mieux juger de sa maturité. La production a deux pics de disponibilité : l'un de Mars à Juillet et l'autre d'Octobre à Janvier. Les principaux pays fournisseurs sont Mexique, Guatemala, Brésil, Equateur et Pérou.

## **II Gestion Agronomique**

### **1. Etablissement et sélection du site de plantation (méthode ou système, souche et époque).**

#### **1.1.- Sélection et préparation de terrain**

Pour son établissement et développement, le cultivar de la mangue requiert des sols avec bon drainage, qui sont profonds et fertiles. C'est-à-dire, il a besoin de sols avec une texture moyenne et une zone phréatique au-dessous de 1,8 m de profondeur pendant toute l'année. Le pH optimal pour le développement et production est situé entre 6,5 et 7,0 ; néanmoins, avec l'application d'un schéma adéquat de fertilisation et d'irrigation. C'est possible l'utilisation des sols argileux avec un pH entre 5,5 et 7,5, à condition que le contenu de sels solubles dans le sol soit d'un niveau bas (entre 0,04 et 0,05%). Une conductivité telle que  $C.E. \times 10^3$  égal ou plus grand à 1,40 dans l'extrait du sol, mais cette mesure peut varier selon le type de sel présent, lequel peut être nocif. Des sulfates, nitrates, carbonates, bicarbonates et borates sont plus solubles que le plâtre et la chaux vive, lesquels peuvent occasionner des problèmes sérieux aux plantes. L'eau d'irrigation avec une concentration de NaCl ou  $Na_2SO_4$  entre 20 et 60 mmol  $L^{-1}$  réduit la zone foliaire et change la structure de ramification des arbres de pépinière (Schmutz et Lüdders, 1993).

La préparation du sol avant d'ériger un verger est importante pour faciliter un bon établissement et développement du système racinaire, et aussi pour s'assurer du développement initial des arbres. Selon le type de texture et l'histoire de l'utilisation du sol, c'est nécessaire de nettoyer le terrain et le préparer à l'aide d'un araire ou d'une charrue dans la même direction de la ligne de plantation pour casser les couches imperméables (optionnel s'il existe d'équipement agricole pour labourer le sol).

C'est convenable de faire un nivellement de terrain, cela permettra de manipuler l'eau d'une manière plus efficace pour l'irrigation de gravité. Si le terrain est dédié à l'agriculture, le nivellement permettra d'éviter la formation des flaques dans des zones basses et aussi d'éviter la sécheresse dans des zones plus hautes. Une fois que le terrain était mis à niveau, c'est possible d'établir la plantation.

Les terrains ayant des pentes de 10 à 15% ou encore plus grandes, dépendant de la

qui protège la racine et pour ne pas détruire le pilon de terre. Ensuite, avec l'aide des ciseaux les racines qui sortent de la motte de racines seront coupées. Depuis que, le pilon est placé dans le trou il doit être au niveau du sol pour éviter que les pilons restent découverts sur le sol. Le trou sera rempli avec de la terre enlevée avant d'introduire le pilon, mais la couche finale devra être faite avec de la terre enlevée du fond du trou. Pendant l'ensemencement il faut tasser la terre pour éviter la formation des cavités d'air. Pour finir, il faut avoir une irrigation abondante pour favoriser le développement initial de la plante.

#### **1.2.4.- Distance et densité de plantation.**

La distance de plantation la plus utilisée dans le système traditionnel de basse densité est de 15 x 15 mètres, dans un rangement topologique de carré ou à quinconce. Le système de quinconce améliore la densité de population de 43 à 50 arbres par hectare. Néanmoins, des vergers à haute densité doivent s'établir sous un rangement topologique rectangulaire de 10 x 6 mètres de distance entre plantes, ce qui permet d'avoir une densité de population de 180 plantes par hectare.

L'établissement de vergers de mangue pour la production intensive dans la région de Soconusco, Chiapas, Mexique, est sous un système de hautes densités de plantation. Lequel permet au fournisseur d'obtenir entre 18 à 27 tonnes de fruit par hectare (Palacio et Sandoval, 2005). Le dernier représente un 300 à 500 % d'augmentation de rendement par unité de surface de la mangue de variété « Ataulfo », par rapport au rendement moyen actuel qui ne dépasse pas les 7,6 tonnes par hectare par année.

#### **1.2.5.- Contrôle de la taille des arbres.**

Alternatives pour le contrôle de la taille des arbres (Par : Medardo Lizano).

La plupart des souches commerciales utilisées dans le pays (Haden, Tommy Atkins, Edward), sont de type mono embryonnaire d'origine subtropicale, cultivées pour leur vigueur végétative sous les conditions de hautes températures (tropiques), conditions qu'affectent la floraison et les difficultés de contrôles phytosanitaires de la récolte. Ce qui occasionne une incidence négative sur la production.

Raison pour laquelle, quand des densités de population très grandes sont utilisées, c'est

nécessaire d'employer des matériels et / ou combinaisons des patrons-cimes d'arbres spécifiques, des processus physiques et chimiques, de manière isolée ou combinée, tous orientés vers le contrôle de la taille des arbres.

#### *Sélection des cultivars de faible portance*

Une caractéristique commune de la plupart des cultivars de mangue c'est le développement végétatif très accentué, observation réalisée dans de différentes régions productrices des tropiques. Le cultivar Irwin, par exemple, est caractérisé par une taille moyenne et des fruits visuellement attractifs grâce à leur coloration partiellement rouge. Ce cultivar possède les caractéristiques de qualité adéquate aux exigences des consommateurs. Le cultivar d'Irwin est exploité commercialement en Australie, Costa Rica, Espagne et aux États-Unis (Florida, Puerto Rico), et dû à la petite taille de la plante, ce qui permet d'avoir une forte densité de population.

#### *Sélection du modèle et/ou des combinaisons modèle-cime qu'induit une faible portance*

Des arbres caractérisés pour présenter pendant toute leur vie utile une faible et moyenne portance, due à la présence des entre-nœuds courts, constituent une alternative à être employés comme modèles ou entre-modèles pour induire ou réduire la taille des plantes et faciliter l'emploi des densités de population très élevées.

#### Manipulation de jeunes plantes

Pour former des arbres compacts d'une faible portance, des activités d'élagage doivent être réalisées pour conduire le développement des plantes pendant leur jeunesse.

A continuation ces activités seront décrites :



Fig. 1. Décapitation à 60 cm. de hauteur. La mangue est caractérisée par une grande dominance apicale, inhibant du développement des bourgeons trouvés sous la partie inférieure de l'apex.



Fig. 2. Des germes origines sur la cal de greffe, après l'élimination de l'apex est faite une sélection de ceux qu'ont leur début à différentes hauteurs de la tige.



Fig. 3. Ensuite que des germes sélectionnés ont une longueur de 50 cm, l'extrémité de leur apex est enlevée.



Fig. 4. Conformation compacte de la cime d'arbre, aussi comme de l'origine équidistante de branches principales.

Procédés physiques orientés au contrôle de la taille de la plante.

### Greffage double

L'utilisation d'un matériel intermédiaire entre le modèle et la cime de l'arbre dans la constitution de la plante, pour induire le nanisme, connaît certains succès pour des cultivars comme Tommy Atkins et haden, dû à ce que leurs conditions dépendent de la combinaison modèle/ inter modèle/ cime.



Fig. 5. Greffage double, combinaison en verger.

#### Traçage des bagues ou Sciage

Le traçage des bagues consiste en la réalisation d'une incision à l'écorce de la branche pour induire la floraison. L'incision est effectuée tout autour des branches où elles sont sélectionnées, avec une largeur entre 5 et 25 mm, selon leur diamètre (Figure 6). Par effet de l'incision, la circulation de substances élaborées par le phloème présente des interruptions et induit la floraison, si bien que c'est une action qui produit des blessures sévères qui guérit, avec le temps.

#### Procédures chimiques orientées vers le contrôle de la taille de la plante

##### Régulateurs de croissance

Sont des composés chimiques synthétiques qui induisent des réponses similaires aux hormones végétaux, qui promeuvent, inhibent ou modifient le comportement de la plante. Parmi eux, on a le Paclobutrazol (PBZ), nommé commercialement « Cultar ». Son application est à 1,5 m de séparation du tronc de l'arbre (Figure 7). Des résultats obtenus dans le pays constatent leur action sur la réduction de croissance végétative et l'induction florale.



Fig. 6. Le traçage des bagues se réalise annuellement, un ou deux mois avant l'époque usuelle de la floraison des branches sélectionnées.



Fig. 7. Application du régulateur de croissance (PBZ).

### Indicateurs de floraison

Des conditions climatiques aux tropiques ne sont pas trop favorables pour l'induction florale, vu la nécessité de certains jours avec une température nocturne égale ou inférieure à 20° C. Pour stimuler la floraison, divers produits à base de nitrates sont employés : Nitrate de potassium (10-60 g/ L d'eau) ou nitrate de calcium 860-120 g/L d'eau), quand les bourgeons ont un âge entre 5 et 6 mois.

### Autres pratiques

Une fois la récolte réalisée, un élagage de branches doit être effectué, l'élimination des inflorescences sèches après 30 jours, aspersions de nitrates de potassium 2% pour standardiser la population. La gestion de l'irrigation est importante ; si bien le stress hydrique ne remplace pas l'effet de la température pour induire la floraison, son occurrence favorise le processus en paralysant la croissance des bourgeons et en permettant la maturité des feuilles.

### III.- Élagages

#### III.1.- Élagages de formation ou conduction

Des élagages de formation de l'arbre de la mangue doivent s'effectuer sous forme périodique. L'élagage commence avec un coupement de l'axe primaire au dessous du deuxième ou troisième nœud, pour favoriser la structure de base à une hauteur entre 0,8 et 1,2 mètre ; l'élagage se réalise à la main avec des ciseaux d'élagage.

Des élagages de formation de l'arbre de la mangue doivent être poursuivis dans des branches secondaires, tertiaires et la quatrième étape en plus de la formation jusqu'à trouver la forme et hauteur de la cime désirée (usuellement en forme de dôme), avec des enlèvements au-dessus du deuxième ou troisième nœud pendant l'étape pré-productive ; des outils spécialisés comme des ciseaux et des scies d'élagage sont utilisés. Sur des branches de plus d'un cm de diamètre, des coupures doivent être recouvertes d'une peinture vinylique blanche ou avec des chaux hydratées mélangées avec du sulfate de cuivre et de la colle industrielle pour prévenir des pourritures produites par des mycètes.

#### III.2.- Élagage de maintenance

La maintenance des arbres est une activité périodique annuelle, laquelle doit être planifiée au début de la saison des pluies (mai à juin). Son but original est d'éliminer des parties endommagées par des facteurs physiques comme le vent ou des dommages causés par l'effet du poids des fruits, pour donner une certaine hauteur aux branches de support de fruits (un mètre sur le sol) pour élaguer des branches sortantes, pour éviter le chevauchement avec les autres arbres depuis leur jeune âge.

Aussi, on devra réaliser un élagage interne de branches improductives, élaguer les branches centrales dominantes, pour éviter une portance excessive et faciliter une meilleure ventilation et illumination de la cime. Ces actions permettront de réduire l'incidence des maladies et des ravageurs foliaires. Des élagages de branches de 3 cm ou moins peuvent se réaliser avec la machette ou avec des scies, mais les branches de plus de 3 cm sont élaguées à la tronçonneuse. Une fois l'élagage réalisé les branches doivent être recouvertes avec de la peinture vinylique blanche, le sulfate de cuivre (en relation 3 :1) pour la prévention des pourritures par mycètes.

### III.3.- Élagage de production

Ce type d'élagage est recommandé dans les plantations de densité de moyenne à haute (200 à 400 plantes par hectare), avec le but d'augmenter le nombre de bourgeons par branche terminale. Cela se réalise avec une paire de ciseaux en coupant sur une branche en un point entre 1 et 1,5 cm de diamètre juste au-dessus du dernier entre-nœud. L'élagage de production ne doit pas être confondu avec l'élagage de maintenance, du fait que ce dernier est effectué sur des branches avec un diamètre supérieur et sur un nombre relativement plus bas.

L'époque la plus recommandée pour réaliser ce type d'élagage, est immédiatement après la récolte pour que de cette manière, s'active la croissance de l'arbre, et pour que l'élagage réalise les autres activités importantes du développement de la plante telles que : la fertilisation et l'irrigation.

### III.4.- Élagage de réhabilitation, rajeunissement et changement de variété.

Sont des élagages sévères, pratiqués sur des arbres endommagés dans leur structure principale, dû à des ruptures sur les branches primaires ou secondaires, liées aux facteurs physiques comme des vents violents ou le poids des fruits ; ce dernier facteur peut avoir lieu sur des arbres avec une base déformée qui n'avaient pas leurs branches sur un angle d'insertion adéquat ( $45^\circ$  ou plus par rapport au leader) ou sur des branches insérées dans un même point d'union du tronc de l'arbre. Le problème, c'est la nécessité de réhabiliter ou replanter environ 5% d'arbres annuellement qui pendant leur étape de manipulation n'a pas eu un élagage adéquat, ou quand des arbres sont dans leur étape de hautes productions et leurs branches sont fixées par des cordes pour éviter leur déplacement et endommagement.

Dans la région du Soconusco, c'est très courant de trouver des vergers âgés, dû à un problème de gestion et d'autres situations. Ces vergers sont devenus improductifs dû à une gestion difficile. Dans ces conditions, c'est recommandable de réaliser un élagage des branches de troisième ordre entre les 3 et 4 mètres de hauteur à partir de la base principale et faire une rénovation de la cime avec des bois jeunes, raison pour laquelle deux ou trois bourgeons par branche ont été sélectionnés. Lesquels bourgeons après une période de deux ans emmètrèrent des fleurs et fruits, et permettaient de faire

un « essai » avec un volume de cime acceptable. Dans ce cas, il faut avoir la précaution de laisser une branche en vie du côté de l'arbre avec plus d'incidence de rayons solaires. Aussi des coupements sont recouverts avec une pâte faite à base de : sulfate de cuivre, l'eau et chaux hydratée (1 Kg : entre 10 et 13 Litres : 2.75 Kg) A ce mélange un litre de colle blanche est ajouté, et c'est prêt pour son application.

Si le besoin est de changer la variété, c'est possible de greffer des bourgeons émis une fois qu'ils ont un diamètre de 1 cm. Avec des arbres de basse portance, la greffe doit être réalisée à hauteur de 1,20 mètre et greffée sur des branches primaires avec une greffe en forme de cale sur la couronne du tronc. Sur des arbres avec un grand fût, un coupement partiel du cortex et du xylème s'est effectué pour placer des greffes ; raison pour laquelle un mètre additionnel est laissé sur le tronc et aussi sur une branche vivante du côté latéral avec plus d'incidence de rayonnement pendant l'hiver et pour éviter la déshydratation et perte des arbres. Cette technique est montrée sur la Figure 8.



Figure 8. Élagage de changement de variété « Oro » avec une greffe en cale de la variété « Ataulfo » à San Pedro Tapanatepec, Oaxaca, Mexique.

### III.5.- Nutrition minérale et organique

Pour obtenir des hauts rendements, les plantes doivent avoir une nutrition adéquate. La mangue, comme les autres plantes supérieures, requièrent de 16 éléments chimiques essentiels pour sa croissance et son développement ; lesquels doivent avoir des niveaux adéquats ; si l'un d'entre eux manque ou se trouve en excès, cela agit négativement sur le rendement et la qualité du fruit.

## IV. RÉCOLTE ET APRÈS RÉCOLTE

**Dr. Jorge A. Osuna García. INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla**  
**M.C. Víctor Palacio Martínez. INIFAP-C.E. Rosario Izapa**

### 1. Indices de maturité

Le moment de la récolte est le début de la manipulation après la récolte de la mangue. La détermination du moment optimal de la récolte est l'un des facteurs qui a plus d'impact sur la vie après la récolte des fruits de la mangue, vu que si les fruits récoltés ne sont pas mûrs, ils n'arriveront jamais à la maturité requise pour la consommation. Par contre, les fruits qui arrivent à maturité sur l'arbre, avant la récolte, obtiennent un goût excellent, mais sont plus susceptibles à l'attaque des pathogènes et moins résistants au dommage du transport. Quand les fruits sont récoltés au moment de la maturité physiologique, ils ont la fermeté nécessaire pour résister aux dommages causés par le transport et leurs caractéristiques de couleur, arôme et goût au moment de la consommation seront optimaux.

Pendant leur maturation, les fruits de la mangue présentent des changements biochimiques y physiologiques qui déterminent les caractéristiques sensorielles liés au goût, l'arôme et la texture, qui donnent un produit adéquat pour la consommation (Medlicott *et al.*, 1988). C'est évident que la détermination du moment optimal de maturité et la maintenance de ses propriétés sensorielles pendant les différentes étapes après la récolte (manipulation, commercialisation et distribution) sont essentielles pour satisfaire les besoins des consommateurs.

Ils existent des indices de maturité, comme les contenus de sucres, d'acidité, de couleur de la peau ou de pulpe, de densité, de jours entre floraison et récolte etc. Cependant, la majorité des méthodes sont partiellement efficaces, vu que dans la plupart des cas, elles ne sont pas valides pour tous les cultivars (Medlicott *et al.*, 1988). Malgré l'antérieur, il existe certains caractères visuels qui peuvent être utilisés pour déterminer le moment de la récolte des certains cultivars, parmi eux, on trouve: la taille, forme et couleur du fruit, le développement des épaules, la formation de la cavité à la base du pédoncule et une augmentation de la taille des lenticelles.

La plupart des cultivars de la mangue montrent des changements de couleur de la pulpe qui arrive à leur maturité physiologique (Medlicott *et al.*, 1986). Si au moment de couper un fruit dans le sens parallèle au noyau, au moins la moitié de la pulpe est d'une couleur jaune, cela signifie que le fruit est prêt pour la récolte ; et il continuera ce processus de maturation normale sans aucun problème. L'association des emballeurs de mangues d'exportation (en espagnol EMEX, A.C., 1998) recommande des indices de maturité minimale (méditations physiques et chimiques) pour des cultivars de la mangue (Tableau 1, Figure 1) :

Variété	Couleur pulpe (No.)	Acidité titrable (%)	Fermeté Kg-F	Solides solubles (°Brix)	Jours à maturité de consommation
Haden	1	1.199	13.2	7.3	11
Tommy Atkins	1	1.069	12.2	7.3	13
Kent	1	0.603	12.4	7.4	12
Keitt	1	0.715	11.0	6.6	13
Ataulfo	1	4.201	15.6	2.9	15

TABLEAU 1. Indices de maturité minimale pour des principales variétés de la mangue (EMEX, A.C. 1998).

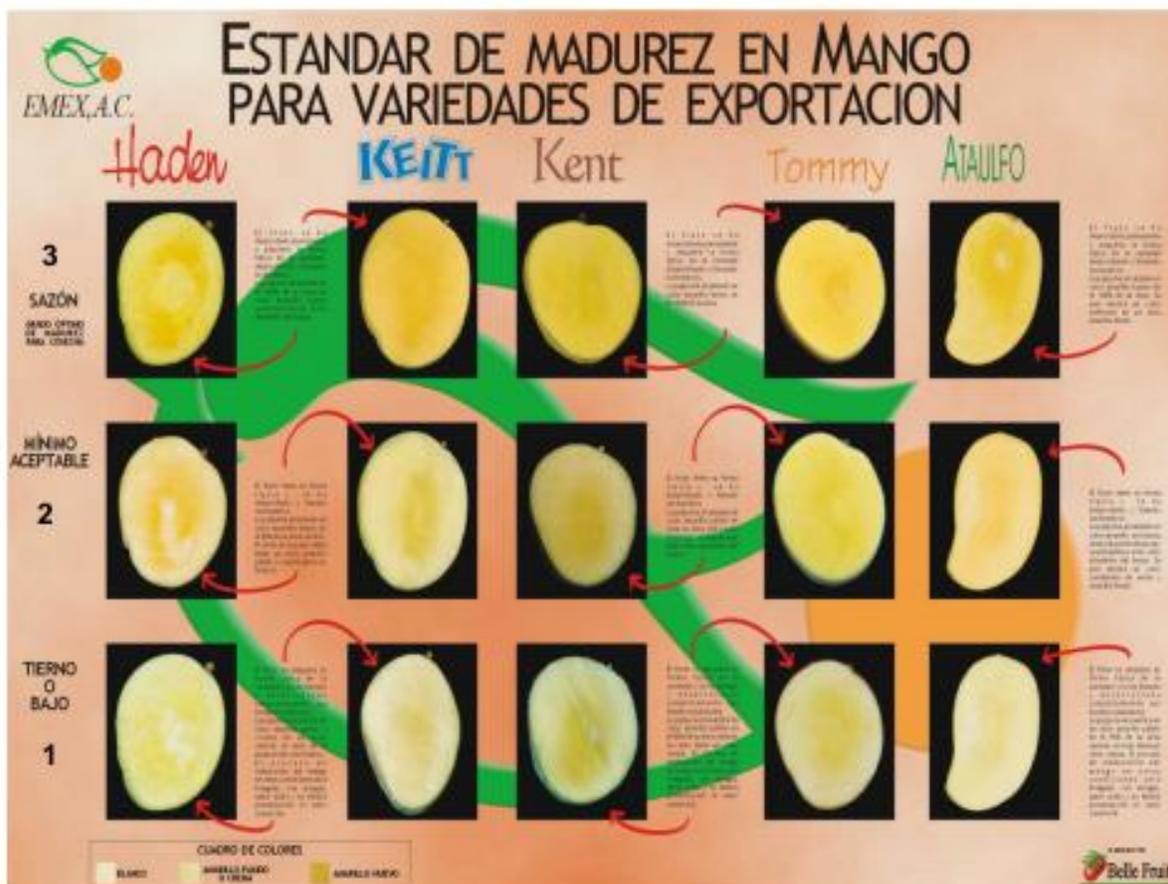


Figure 1. Standards de maturité pour des variétés de la mangue d'exportation.

## 2. Moment optimal de récolte

L'INIFAP (Institute National de Recherche Forestière, Agricole et d'Élevage) a généré la technologie de l'utilisation des Unités de Chaleur (UC) pour déterminer le moment optimal de la récolte de certaines variétés de la mangue. De cette manière, nous avons défini 1600 UC pour des variétés « Ataulfo » et « Tommy Atkins » et 1800 UC pour la variété « Kent » (Osuna *et al.*, 2007). Les avantages de cette technologie sont les suivants :

- a) Permet de récolter les mangues avec un calibre ou taille plus grande
- b) Le volume de production a augmenté de deux tonnes de plus / hectare
- c) La qualité de la durée de vie s'est améliorée et en même temps la quantité de solides solubles totaux au moment de la consommation s'est incrémentée.

Une fois déterminé le moment optimal de la récolte, il faut procéder à la récolte des fruits d'une même période de floraison. En terme général, la mangue est récoltée par le personnel, à mains nues, ou aidé par des pôles avec lames et sacs pour éviter que les fruits tombent au sol et deviennent contaminés.

Après, les fruits doivent être placés dans des caisses en plastique avec une capacité de 25 Kg, tout en gardant de ne pas trop remplir les caisses, pour

éviter de comprimer les fruits. Il faut placer les caisses à l'ombre pour éviter la déshydratation des fruits. Le problème principal pendant la récolte est l'émission du latex naturel dans certaines variétés de la mangue, au moment de la récolte. Il faut faire attention à cette substance pour éviter que les fruits possèdent des tâches. Ce problème peut s'éviter, si les fruits sont lavés après la récolte avec une solution à 0.1% de liquide pour la vaisselle et de l'eau.

### 3. Transport du verger vers l'emballeur

Les caisses une fois remplies, selon la distance à parcourir, elles doivent être placées dans des conteneurs de 2 à 6 axes. Le fret (cargaison) doit être couvert de toiles pour éviter la déshydratation des fruits et pour de grandes distances des conteneurs fermés sont recommandés. C'est dans ce point de la chaîne, qu'ait eu lieu la plupart des dégâts mécaniques : tout au début, au moment de récolter les fruits, au moment de les placer dans des caisses pour le transport, et finalement pendant le transport entre les vergers et les emballeurs.

En arrivant chez l'emballeur, le fruit devra immédiatement se soumettre aux procédures d'emballage. Dans le cas contraire, l'attente pour les emballer devra se minimiser et le conteneur de mangues devra être placé à l'ombre.

### 4. Réception

Dans la plupart des cas, les caisses sont déchargées à la main et après, ces caisses seront renversées dans des cubes de lavage, où l'on ajoute certains types de détergents. Il faut éviter un sur lavage de la cuticule des fruits qui peut accélérer leur déshydratation. Également, on peut utiliser du chlore en solution avec concentration de 200 à 300 ppm comme désinfectant. S'il n'existe pas d'infrastructures nécessaires, les caisses sont renversées directement dans un endroit pour la présélection.



Figure 2. Réception, lavage et présélection des fruits chez des emballeurs.

**Figura 1.** Manejo postcosecha del mango en México

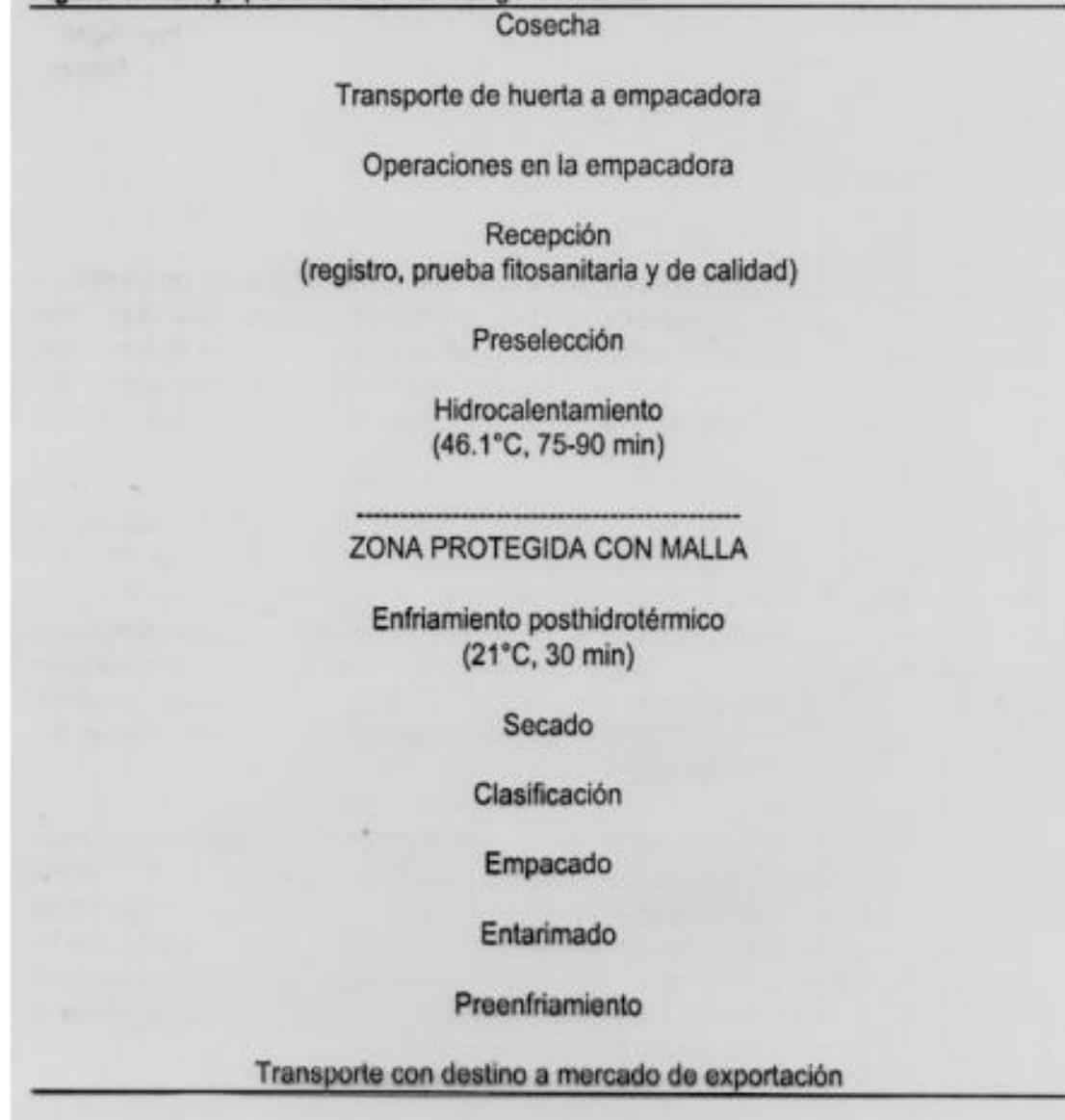


Figure 3. Manipulation après la récolte de la mangue (Báez, 1998)

## 5. Sélection

A cette étape, les fruits endommagés sont éliminés, ainsi que ceux, qui ne sont pas mûrs, avec déformations, blessés, entre autres. C'est un processus fait à la main par un personnel qualifié. Ensuite, les fruits passeront à une machine capable de distinguer les fruits d'une taille inférieure à 500 g d'une taille de 500 à 700 g (Ontiveros, 2004). Des fruits de différentes tailles sont triés dans des caisses pour ensuite passer par un traitement hydro thermique quarantenaire.

## 6. Traitement hydro thermique (quarantenaire).

Le traitement hydro thermique est appliqué seulement aux mangues destinées aux marchés de : USA, Japon, Chile, Nouvelle-Zélande et l'Australie. C'était arrivé au début de 1988 comme une nécessité pour éliminer les larves de la mouche des fruits une fois que l'utilisation du di bromure d'éthylène a été interdite.

Le Département de l'Agriculture des États-Unis (USDA) a approuvé l'application du traitement à l'eau chaude à 46.1°C pendant 90 minutes. Le traitement peut avoir certaines variations selon la forme d'application. Ils existent des systèmes de panier quand les caisses de fruits sont statiques ; des systèmes en mouvement : par exemple des systèmes jacuzzi quand le fruit est en vrac ou dispersé dans des cages métalliques, etc. (Avena, 1997). Le type de système utilisé dépend du besoin des emballeurs et en même temps devra produire le plus petit nombre d'endommagements possibles aux fruits.



Figure 4. Classification par poids et traitement hydro thermique quarantenaire recommandé

Il s'est trouvé que des traitements mal appliqués peuvent provoquer des altérations à la qualité des fruits. Parmi lesquelles, on peut mentionner des modifications dans l'activité enzymatique, le ramollissement excessif de la pulpe près du pédoncule, l'augmentation de la vitesse de respiration, etc. En terme général, le protocole de traitement inclut des critères suivants :

La température de la pulpe des fruits doit être à 70°F (21,1°C) , au plus une température plus élevée avant le début du traitement. Au début du traitement tous les fruits doivent être immergés au moins sous 4 pouces (10,2 cm) d'eau. Si pendant le traitement il y a des problèmes mécaniques diminuant le niveau d'eau du cube de traitement. Il sera accepté si seulement le fruit n'a pas été exposé à l'air et tous les paramètres du traitement étaient atteints.

Cette situation se présente quand l'agitation de l'eau du cube est excessive. Les fruits doivent avoir un poids maximum de 700 g (1.54 lb). Des fruits avec un poids supérieur ne seront pas acceptés étant donné que des essais pour des temps de traitement étaient réalisés seulement sur des fruits avec un poids

inférieur à 700 g, et il met en doute l'efficacité de ces traitements pour se conformer au probité 9 ; c'est-à-dire, il n'avait pas d'évidence suffisante pour s'assurer que les 99,999% des larves de mouches possibles soient éliminées (Báez-Sañudo *et al.*, 1995).

Chez tous les emballeurs de mangues pour exportation, un traitement hydro thermique quarantenaire est obligatoire il y existe un inspecteur de l'USDA, qui doit certifier que le traitement soit en règle avec le protocole. Dans le cas contraire, s'il existe des irrégularités pendant le processus, le traitement pourra être rejeté et ce fruit ne pourra pas être exporté vers les pays qui exigent ce traitement.

## 7. Classification

La classification des fruits peut être manuelle ou mécanique. Dans le premier cas, le personnel qualifié, qui peut différencier plusieurs alternatives est utilisé, et dans le second, on utilise des machineries et équipements divers qui permettent de réaliser le triage d'une façon plus efficace et de réduire les coûts d'opération. Comme exemple de ces technologies : on a les systèmes à rouleaux - dans le cas de sélection par poids de balance - qui séparent les fruits de 500 et 700 g et aussi qui déterminent le temps pour les traitements hydro thermiques. Dans le cas de la sélection par couleur des instruments photo optiques sont utilisés, etc.

En terme général, la classification est réalisée par poids pour emballer un certain nombre des fruits dans chaque caisse (Tableau 2).

Tableau 2. Classification des mangues par poids

No. de référence	Poids (g)	Différence maxi admissible (g)
26	165-175	5
24	181-190	5
22	196-210	10
20	221-240	10
18	251-270	10
16	284-300	15
14	316-350	15
12	366-420	15
10	436-480	25
9	516-535	25
8	561-610	30
7	641-700	30

## 8- Emballage

L'emballage des fruits est l'un des points les plus chers dans la chaîne après la récolte, surtout dans le cas de la mangue qui présente des difficultés diverses dans la variété, la taille, la forme, etc. Il est difficile de définir un seul type d'emballage pour une gamme de fruits assez variée.

Les emballages ont des fonctions très spécifiques dans la manipulation de la mangue, mais l'une des principales fonctions est celle de protection (protéger les fruits contre les endommagements, etc.) et aussi de donner une apparence attractive aux fruits auprès des consommateurs (Báez *et al.*, 1997). La sélection de type d'emballage dépendra dans la plupart des cas du type de marché choisi. Quand les fruits sont emballés pour les marchés nationaux, les plus utilisés sont les caisses en bois qui sont remplies complètement. Par contre, pour les marchés internationaux les options pour l'emballage sont diverses. Les fruits destinés aux États-Unis sont emballés dans des caisses en carton avec un poids minimal de 10 lb, pour le marché Japonais les caisses ont un poids de 12 lb et pour l'Européen 9 lb.

Après avoir choisi l'emballage le plus adapté aux situations de chaque marché (caisses en bois, carton, fruits protégés avec polystyrène, etc), il importe de savoir que ces emballages, à part d'être résistants pour le transport de la marchandise, ils permettront aussi à la mangue de conserver ses qualités visuelles pour être des fruits plus attractifs au consommateur final.



Figure 5. Exemples d'emballages pour les marchés de: USA (a), Japon (b) et UE (c)

## **9. Transport**

En fonction du marché, le fret ou marchandise peut être transporté par la voie terrestre, aérienne ou maritime. En tout cas, les fruits sont placés dans des conteneurs qui doivent respecter les caractéristiques et spécifications propres de l'activité à réaliser (Báez et Aguilar, 1997).

## **10. Stockage**

Une fois toute la manipulation des fruits terminée (de la récolte à l'emballage) ceux-ci peuvent être commercialisés immédiatement ou bien stockés pour une consommation future. Pendant le stockage, il existe une quantité de facteurs qui influencent la qualité des fruits ; lesquels doivent être surveillés pour obtenir une meilleure efficacité des systèmes de conservation.

La température du stockage est l'un des facteurs les plus importants à considérer vu que sa bonne utilisation diminue le niveau du processus métabolique de maturation et sénescence des fruits. Lequel permet de manipuler le temps de fret et la commercialisation du produit.

Les températures optimales pour le stockage sont entre 11 et 13 °C, au-dessous de ces chiffres, cela présente l'endommagement par froid. Aussi la température doit être contrôlée en relation avec l'humidité relative, pour éviter la flétrissure du fruit. Il doit exister une bonne circulation de l'air pour bien conditionner la température et l'humidité relative. La charge de refroidissement devra se calculer en fonction du conteneur ce qui permettra de diminuer la consommation d'énergie ; la température de stockage deviendra donc plus stable.

## **11. Pertes après la récolte**

Après la récolte, les endommagements peuvent avoir lieu dans de grosses magnitudes. Des pertes allant de 5 à 40% peuvent être enregistrées (Singer, 1980) et être de divers facteurs.

- **Endommagement mécanique**

Au cours de la manipulation post récolte, se présentent divers types d'endommagement mécanique comme : ecchymoses, frappements, abrasions que promeuvent la détérioration des fruits ; étant donné que la perte en eau s'accélère, c'est donc, plus facile l'entrée des pathogènes qui stimulent la respiration et la production d'éthylène (Figure 6).



Figure 6. Endommagement mécanique des fruits.

- **Endommagement par insectes**

L'un des principaux ravageurs qui produit des endommagements après la récolte est la mouche des fruits. Le problème principal avec ces ravageurs n'est pas dans l'endommagement direct des fruits, sinon les mesures quaranténaires que ces pays importateurs imposent aux pays producteurs (Figure 7).

Les consommateurs sont exigeants et n'acceptent pas de fruits infectés par des larves. Cette situation représente une perte pour le producteur et la commercialisation



Figure 7. Endommagement par insectes sur les fruits de la mangue.

- **Endommagement par maladies**

La principale maladie de la mangue, après la récolte, est l'antracnose occasionnée par le mycète *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz.) Penz et Sacc, Laquelle se trouve dans les fruits immatures et se manifeste par des tâches noires qui peuvent recouvrir toute la surface des fruits. Si l'antracnose n'affecte pas la pulpe des fruits, elle donne, par contre, une image commercialement désagréable (Figure 8).

La deuxième maladie en importance est la pourriture de pédoncule occasionnée par le mycète *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffin & Maulb. Elle représente une maladie sévère vu que la zone affectée devient marron claire et d'une consistance aqueuse occasionnant la pourriture de la pulpe et développant de mauvaises odeurs (Figure 9) [Nieto *et al.*, 1997].



Figure 8. Fruits de mangues avec anthracnose.



Figure 9. Pourriture de pédoncule de la mangue.

- **Désordres physiques et physiologiques**

Les désordres physiologiques sont des anomalies qui se développent sur les fruits de la mangue dues aux déséquilibres métaboliques qui peuvent avoir lieu avant ou après la récolte (Conway et Sams, 1985).

- **Dégâts dû au froid**

Le fruit de la mangue dû à son origine tropical, ne tolère pas les températures trop basses pendant le stockage (Kane *et al.*, 1982). Des dégâts de froid se manifestent quand ces fruits sont stockés à des températures inférieures à 12°C. Des symptômes incluant une maturation anormale, une décoloration interne de la peau, la perte d'eau s'incrémente et les fruits deviennent plus susceptibles aux pathogènes et présentent un changement de goût (Figure 10).



Figure 10. Dommages causés par le froid aux fruits du manguier

- **Dégâts dû au latex**

Le latex présente une exsudation des fruits occasionnant des tâches marron foncées ou des lignes noires qui réduisent la qualité et la durée de conservation des fruits (Figure 11).

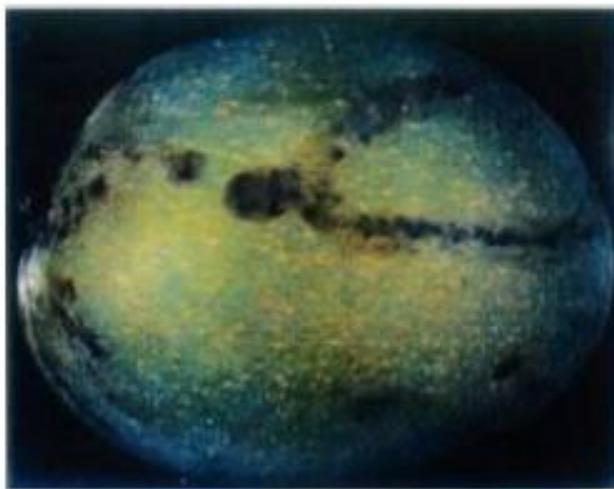


Figure 11. Dégâts dus au latex.

- **Brûlure occasionnée par le soleil**

L'exposition des fruits directement au soleil peut occasionner des zones noires et creuses si le dommage est très sévère ou des décolorations et zones jaunes sur la peau si le dommage est moindre (Figure 12).



Figure 12. Fruit de mangue avec brûlement par le soleil.

- **Dégâts dus à de hautes températures**

Quand la température du traitement hydro thermique est haute ou les fruits sont exposés pour de longues périodes aux températures supérieures à 30°C, se présentent donc des dégâts par chaleur, qui causent une maturation anormale, une peau marbrée et des goûts désagréables (Figure 13).



Figure 13. Dégâts dus à de hautes températures pendant le traitement hydro thermique.

## **Techniques pour diminuer les pertes après la récolte**

- **Manipulation prudente**

Evidemment, une manipulation prudente constitue l'activité la plus pratique, moins coûteuse et facile à réaliser pour diminuer les pertes après la récolte de mangue. Simplement, en évitant des frappements aux fruits, utilisant des caisses en plastique désinfectées et propres pour le verger, en évitant d'exposer les fruits au soleil et en transportant les fruits chez les emballeurs le même jour de leur récolte on pourra diminuer au moins de 50% les pertes potentielles après la récolte.

- **Traitement hydro thermique**

Demande des plants avec installations adéquates avec la capacité de réchauffement des réservoirs d'eau, un control thermique et isolation thermique pour maintenir la température d'eau constante entre 45,4 et 46,1 °C et des requis suivants doivent être suivis :

- Le poids des fruits doit être moins de 700 g.
- La température de la pulpe doit être de 21°C ou plus, avant de commencer le traitement.
- Les fruits doivent être au moins sous 10 cm d'eau chaude.
- Pendant les trois heures qui suivent le traitement, les fruits ne devront pas être soumis au refroidissement rapide.
- Les zones de traitement et / ou l'emballage à l'intérieur de l'usine doivent être séparées de la zone de traitement et être protégés avec des moustiquaires, systèmes de ventilation ou une contamination de ces méthodes peut éviter d'être infectées une nouvelle fois par des mouches de fruit.

C'est dit que le traitement hydro thermique peut occasionner des dommages selon le type de cultivar, l'époque de la récolte ou l'état de maturité au moment de la récolte. Néanmoins, c'est commenté qu'en général les caractéristiques de couleur, pH, solides, solubles et acidité ne sont pas affectés. Actuellement on est en train de développer un traitement à air chaud en cultivars Haden, Tommy Atkins, Kent et Keitt ; c'est confirmé, une fois que les larves de la mouche des fruits subissent la température de 48,1°C, le taux de mortalité atteint 99% (le temps varie d'entre 101 et 213 min, selon la taille des fruits et le nombre des caisses traitées).

- **Contrôle de maladies après la récolte avec l'eau chaud + fongicides**

Pour contrôler l'antracnose et la pourriture du pédoncule, on a fait, selon la variété, les recommandations suivantes :

- Immersion des fruits pendant 3-5 minutes en eau chaude (52-55°C).
- Si le marché le permet, appliquer des fongicides suivants : Thiabendazole 250-500 ppm ou Benomyl à 500 ppm.
- Submerger les fruits en eau chaude à 54 ± 1°C pour Kent, Keitt et Tommy Atkins, 52°C pour Haden et 55°C pour Manila.

- **Refroidissement**

Le refroidissement se fait dans des chambres avec une atmosphère contrôlée ou avec un air forcé à 12°C. C'est essentiel pour les mangues d'exportation, spécialement pour celles transportées par voie maritime. Des températures de stockage à moins de 12°C peuvent occasionner des dégâts par froid.

- **Cirage**

Cette technique incrémente la durée de conservation des fruits et les donne une certaine luminosité et meilleure présentation. Aussi, la fermeté est maintenue pour plus longtemps, les pertes d'eau diminuent et aussi la vitesse de processus physiologique. L'astuce d'une bonne cire est que la couche soit suffisamment perméable pour permettre l'échange des gaz mais suffisamment imperméable pour diminuer la perte d'eau.

- **Atmosphères contrôlées (AC)**

Des bénéfices d'une AC sont un thème polémique, dû aux résultats contradictoires entre sources différentes. Néanmoins, c'est dit qu'une AC avec des niveaux de 3-5% d'Oxygène et 5-8% de Dioxyde de Carbone est optimale pour allonger la durée de conservation après la récolte des fruits de la mangue (Yahia, 1998). Des durées de conservation de 2 à 4 semaines en AC à température ambiante, et de 3 à 6 semaines à une température de 13°C étaient reportées. Des AC à moins de 2% d'Oxygène et plus de 8% de Dioxyde de Carbone peuvent produire une décoloration de la peau, une couleur grise de la pulpe et un développement de mauvaises odeurs et de goût.

- **Irradiation**

Est une technique relativement nouvelle, consistant en l'irradiation des fruits avec rayons infrarouges, ultraviolets, rayons x et rayons gamma. Cette technique peut se considérer comme un processus de stérilisation très efficace et avec des prix relativement abordables, mais actuellement elle est peu utilisée vu la méfiance pour tout ce qui est lié à l'énergie nucléaire, néanmoins, peut-être une alternative pour ces cultivars peu résistants au traitement hydro thermique quarantenaire (Siller, 1995).

- **Produits inhibiteurs de l'action de l'Ethylène**

Des produits inhibiteurs de l'Ethylène sont des techniques modernes pour allonger la vie après la récolte et maintenir la qualité des fruits (Sisler et Serek, 1997). Le 1-MCP, sous normes commerciales Smart Fresh™, fonctionne en évitant que l'Ethylène puisse se lier à des récepteurs dans chaque cellule des fruits, action qui ne permet pas la réalisation de processus de maturation et de sénescence (Blankenship, 2001 ; Blankenship & Dole, 2003). C'est trouvé que l'utilisation de ce produit est effective pour retarder la maturation, allonger la durée de conservation et maintenir la qualité de différentes variétés de la mangue telles

que « Zihua » (Jiang & Joyce, 2000), « Kensington Pride » (Hofman *et al.*, 2001), « Keitt » (Osuna-García & Beltrán, 2002 ; Osuna-García, 2006), « Rosa », « Espada » et « Jasmin » (Silva *et al.*, 2004), « Kent » (Osuna & Beltrán, 2004 ; Osuna-García & Muñoz-Ramírez, 2004 ; Osuna-García *et al.*, 2005 ; Osuna-García *et al.* 2009), « Tommy Atkins » (Alves *et al.*, 2004 ; Coelho de Lima *et al.*, 2006 ; Pereira-Bomfim *et al.*, 2011) ; « Nam Dokmai » (Penchaiya *et al.*, 2006), « Namhdawg,ai-sri-tong » (Chaiprasart & Hansawasdi, 2009). Dans la plupart des expérimentations, le produit a été utilisé sous forme gazeuse dans des contenueurs hermétiques avec des doses variées entre 100 et 1200 ppb pour une période de 12 ou 24 heures à température ambiante (22-25°C) ou refroidit à 12°C.

## **V. HYGIÈNE ALIMENTAIRE**

**Dr. Jorge A. Osuna García. INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla**  
**Ing. Yolanda Nolasco González. INIFAP-C.E. Santiago Ixcuintla**

### **1. Le concept, l'importance et répercussions**

Est la garantie que les aliments n'occasionnent aucun problème au consommateur quand ils sont préparés ou consommés selon l'utilisation prévue (Codex Alimentarius, 1997).

C'est d'arriver à l'hygiène alimentaire en minimisant les risques biologiques (microbiologiques, phytosanitaires et d'hygiène animale), physiques (clous, verre, ongles) et chimiques (pesticides, métaux lourdes, hormones) pendant tout le processus de production, emballage, commercialisation et consommation.

Actuellement la majorité des pays développés considèrent le concept d'hygiène alimentaire sous sa forme la plus étendue, c'est-à-dire, en termes pratiques : les aspects de qualité alimentaire sont liés à ceux de l'hygiène alimentaire, vu que ces deux aspects sont manipulés pendant toute la chaîne de production-consommation. Dans ce contexte, c'est manifesté que l'hygiène alimentaire est devenue une priorité tant pour la santé publique que pour préserver la compétitivité, le positionnement et avoir un accès plus grand aux marchés nationaux et internationaux. En fait, en plus d'avoir des implications sur la santé des consommateurs, l'hygiène alimentaire a un impact sur l'offre, la demande, le flux commercial, l'hygiène et santé du travail, qui affectent les coûts dans la chaîne de production-consommation.

Malgré l'antérieur, les consommateurs des pays développés avec un pouvoir d'achat élevé sont prêts à payer les coûts d'un régime régulateur qui garantissent les normes les plus exigeantes et qui demandent à leurs gouvernements une surveillance plus stricte qui garantisse les aliments inoffensifs, à travers l'élimination des risques (Almonte, 2000).

Dans ces pays développés, l'augmentation de la consommation des fruits et légumes pour avoir une alimentation plus saine a conduit à l'incrémentation de l'exposition aux microorganismes pathogènes (virus, parasites et bactéries). La tendance à l'augmentation des maladies de transmission alimentaire (MTA's) a eu des implications politiques, de telle manière que des importateurs exigent la réalisation des normes de qualité et d'hygiène alimentaire à travers la certification qui garantit que les aliments soient produits sous l'application de Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), Bonnes Pratiques de Manipulation (BPM), Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et Systèmes de Réduction des Risques de Contamination (Higuera-Ciapara & Noriega-Orozco, 2000).

Vu l'importance socioéconomique de la mangue, il n'est pas seulement fondamental d'appliquer les BPA, BPM et BPH, mais aussi il est nécessaire d'avoir une certification devant des tiers pour montrer qu'en vérité ces pratiques sont suivies et qu'elles sont efficaces pour diminuer les risques de contamination.

En face de telle situation, c'est une obligation et une responsabilité des institutions de recherche et des agents économiques involucrés directement dans la production agroalimentaire, de prendre en charge des mesures urgentes, claires et convaincantes orientées à ne pas maintenir seulement les marchés

d'exportation sinon à développer un effort qui garantisse les conditions d'une santé majeure et d'hygiène pendant la manipulation et consommation des produits agroalimentaires destinés aux marchés nationaux et internationaux.

## 2. Bonnes Pratiques Agricoles (BPA)

De Bonnes Pratiques Agricoles sont des pratiques de manipulation recommandées pour la production végétale depuis l'activité première jusqu'au transport et l'emballage pour s'assurer de l'hygiène alimentaire et arriver à avoir des produits de qualité. Leur importance se trouve que dans l'implantation des BPA, l'on rencontre des dispositions qui garantissent que les aliments produits soient propres à la consommation humaine et permettent d'accéder aux marchés qui ont des lois exigeant leur application. Les producteurs qui appliquent des BPA peuvent placer leurs produits dans des marchés externes plus exigeants et compétitifs et les différencier dans les marchés internes.

Les principaux objectifs des BPA sont :

- S'assurer de l'hygiène alimentaire ;
- Obtenir des produits avec la qualité que réclament les consommateurs ;
- Avoir une production qui protège l'environnement, évite sa dégradation
- Et garantit la protection des travailleurs.

Des bénéfices sont associés à l'implantation de ces pratiques incluant la protection de la santé humaine, étant donné que pendant tout le système productif les possibilités, que le produit devienne contaminé, sont minimisées. L'accès aux marchés, que demandent ces systèmes de qualité d'une forme obligatoire, devient plus facile. Des rejets et gaspillages (coûts de la non-qualité) sont réduits une fois établi un système qui permet d'identifier et de connaître la localisation des produits pendant tout le système de production.

On a aussi constitué un instrument de différenciation de produit.

A continuation quelques exemples de l'implémentation des BPA par certains pays :

**ARGENTINE** : La législation argentine, en suivant des linéaments du Code Alimentaire Argentin, établit des requis liés avec la formation et la documentation du processus productif entièrement. Comprend également des facteurs d'hygiène du moyen où se développe la production associée avec le sol, l'eau et des pratiques de manipulation que peuvent introduire des contaminants tels que le matériel végétal déjà utilisé, la manipulation de matériels phytosanitaires, des installations, le personnel, la récolte, les équipements, le transport et le stockage. Résolution SAGyP 71/1999 Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène et Agricoles pour la Production Primaire (Cultivation-Récollecion), Emballage, Stockage et Transport des Légumes Frais. Résolutions SENASA 530/2001 Bonnes Pratiques d'Hygiène et Agricoles pour la Production Primaire (Cultivation-Récollecion) Conditionnement et Transport des produits Aromatiques. Résolutions SENASA

<b>Buenas Prácticas Agrícolas en Argentina</b>		
<i>Incumbencias para Hortalizas Frescas</i>	<i>Incumbencias para Productos Aromáticos</i>	<i>Incumbencias para Especies Frutales</i>
Sitio de producción. Diseño del establecimiento. Gestión del suelo. Agua. Productos fitosanitarios. Material vegetal.  Personal.  Cosecha.  Almacenamiento. Local de empaque. Transporte. Documentación y registro.	Sitio de producción. Diseño del establecimiento. Gestión del suelo. Agua.  Material vegetal. Recursos de producción. Personal. Capacitación.  Poscosecha. Envasado. Almacenamiento.  Transporte. Documentación y registro.  Equipamiento. Controles.	Sitio de producción. Diseño del establecimiento. Gestión del suelo. Agua. Productos fitosanitarios. Material vegetal.  Personal. Capacitación. Cosecha.  Envasado. Almacenamiento. Local de empaque. Transporte. Documentación y registro.  Abonos. Laboreo. Control de heladas.
Documento disponible en <a href="http://www.alimentosargentinos.gov.ar">www.alimentosargentinos.gov.ar</a> (ver Biblioteca del Foro de Buenas Prácticas)		

Figure 14. Périodes de fonction des BPA en Argentine

**EUROPE:** En Europe de Bonnes Pratiques Agricoles pour fruits et légumes utilisées ont leur origine dans le secteur privé : EUREPGAP. Étaient développées depuis l'initiative des détaillantes qui conforment, avec les représentantes de toutes les étapes de la chaîne agroalimentaire et les organisations de producteurs des autres parties du monde, le Groupe de Travail des Détaillantes Européennes (EUREP).

Actuellement, des normes EUREPGAP et des autres homologues comme la CHILEGAP ou l'AMA Stamp of Quality Control Directive d'Autriche sont exigées par des clients européens des produits horticoles frais. La tendance indique que prochainement ce sera un requis limitant pour la participation dans le marché international.

Le protocole EUREPGAP précise la nécessité de suivi d'un système de registre pour traquer le produit et assurer la qualité du matériel végétal utilisé. Selon les normes, il est nécessaire de connaître l'histoire des lots et des zones productives,

aussi comme des limitants du sol, des requis et la manipulation adéquate de la fertilisation, l'irrigation, des gestions liées à la protection végétale, la manipulation de la récolte et après la récolte, l'utilisation des résidus, comment les recycler et les réutiliser et pour finir garantir la santé, la sécurité et la protection du personnel et la protection de l'environnement. A chaque requis se considèrent des aspects obligatoires et se déterminent des obligations majeures et mineures et aussi des recommandations proposées pour les normes dont la conformité n'est pas obligée.

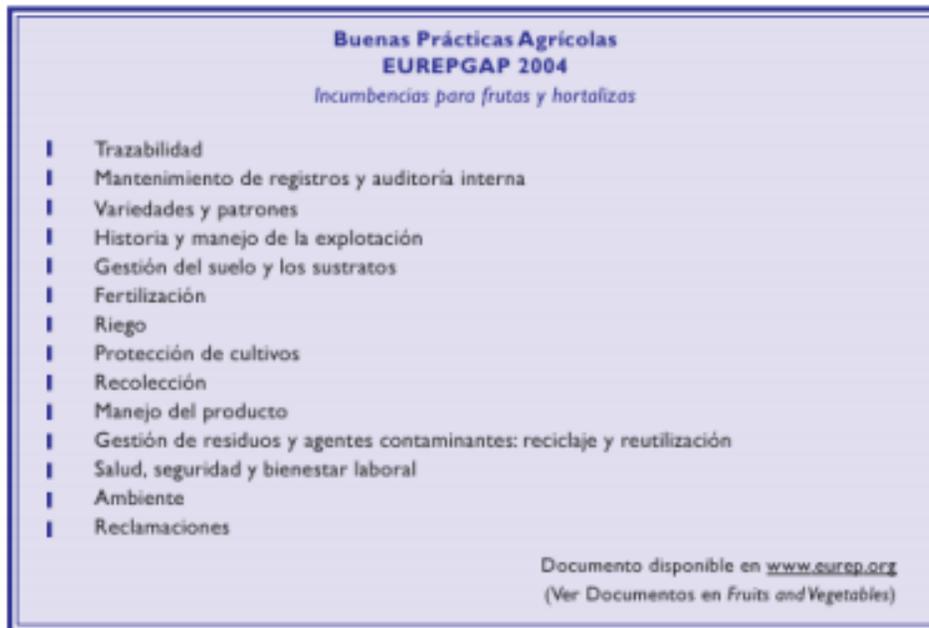


Figure 15. Des BPA en Europe

**CHILE:** Au Chili s'est générée, après un processus d'homologation une normative similaire à celle d'EUREPGAP appelée Chile GAP 2005 Points de Contrôle et Critères de Réalisation pour les Fruits et Légumes Frais. Ce document incorpore les requis de deux principaux marchés pour Chili, États-Unis et l'Union Européenne. De cette manière, les producteurs inscrits dans le programme Chile GAP se préparent adéquatement à accéder aux marchés les plus exigeants et aux certifications demandées pour les mêmes.

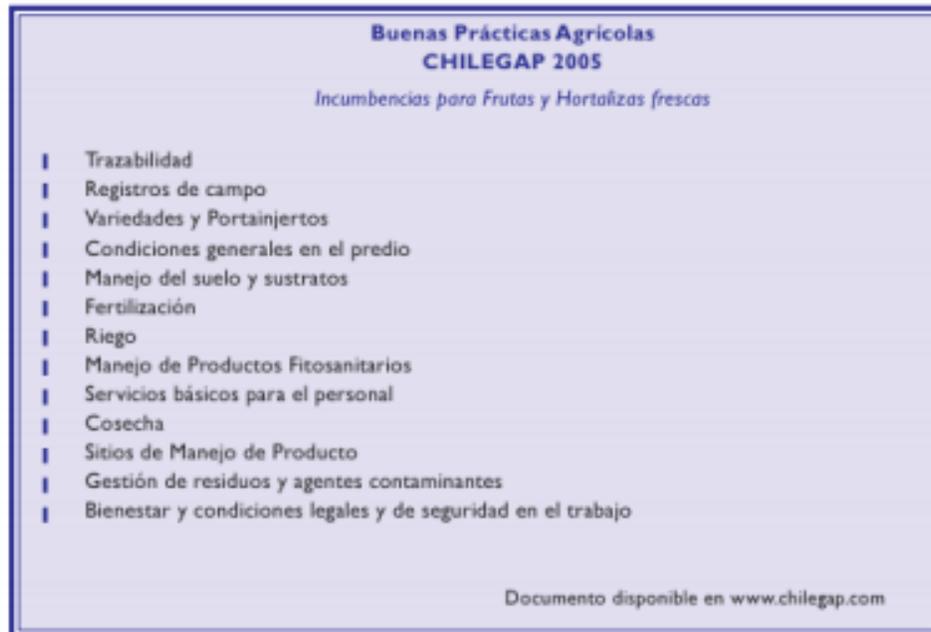


Figure 16. Des BPA en Chile

Des différences entre les normes EurepGAP et ChileGap sont essentiellement des différences de format. Il existe un regroupement différent de titres : des registres de ChileGAP se trouvent unifiés dans un seul paragraphe et il y a une nouvelle considération de conformité. Dans les deux normes il y a une obligation d'être en conformité à 100% avec des obligations majeures et un 95% pour des obligations mineures et la suggestion de se conformer avec le plus grand nombre de recommandations possibles. ChileGAP introduit une nouvelle catégorie de requis obligatoires liés avec les registres et conditions générales de la propreté des locaux, la gestion du site, la qualité de l'eau pour l'irrigation et son utilisation pour le personnel, les fertilisants organiques (guano), les installations sanitaires destinées au personnel, les matériels et outils de la récolte, la manipulation et le transport des produits récoltés et pour finaliser les aspects liés à la sécurité de l'emploi et leur formation.

Si l'on parle de normes associées à la gestion de la production, il est important de noter que les deux normes tiennent compte de la certification d'un produit qui est auditée durant chaque saison de production.

**USA :** Aux États-Unis, il existe un guide pour réduire au minimum le risque microbien dans les aliments, dans le cas des fruits et végétaux. Par une initiative du gouvernement Américain pour améliorer la sécurité d'approvisionnement des aliments du pays, on a pris des dispositions pour détecter les maladies transmissibles par les fruits et les végétaux. Ce guide établit les directives volontaires qui ont une relation étroite avec les obligations et les droits

commerciaux du pays. Le guide accorde une attention particulière à la qualité de l'eau, la gestion des déchets et solides organiques utilisés pendant la production, comment assurer la santé, l'hygiène des travailleurs et la réalisation de la législation associée, le plan des installations sanitaires adéquates, à la gestion de l'hygiène, le nettoyage des vergers et des installations chez des emballeurs. Et finalement, il comprend les précautions pendant le transport et comment traquer des produits.

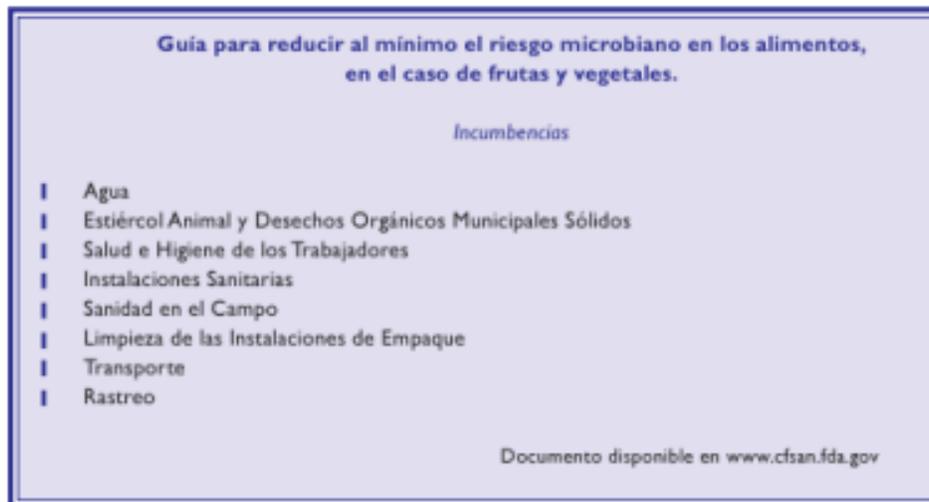


Figure 17. Des BPA aux États-Unis.

**MEXIQUE** : Au Mexique, on a recommandé l'implantation des Systèmes de Réduction des Risques de Contamination (SRRC ; Osuna *et al.*, 2011). Des requêtes doivent se compléter pour l'implantation, application, évaluation interne et reconnaissance des systèmes de réduction des risques de contaminations physiques, chimiques et biologiques.

Des mesures de contrôle sont intégrées pour être appliquées pendant tout le processus productif à travers des modules d'exécution (Figure 18). L'application des SRRC est divisée en 15 modules d'exécution, lesquels sont divisés en deux phases, la préparatoire et la productive. Il y a un module extra qui tient compte de la production organique. Au cours des sections suivantes, les contenus de chaque module sont exposés.

## Structure des SRRC



Figure 18. Structure des Systèmes de Réduction de Risques de Contamination, divisée en deux phases avec ces modules (Adapté de SENASICA/DGIAAP, 2010).

### Phase préparatoire

La phase préparatoire est intégrée par huit modules (Figure 18) qui sont les exigences que les entreprises agricoles doivent en tenir compte, avant d'appliquer les SRRC au processus productif. Elles sont les termes qui doivent être surveillés pour ne pas introduire un contaminant de l'environnement en agissant sur les sources et moyens de contamination avant et pendant la phase productive, en considérant l'infrastructure nécessaire, la formation et le développement des compétences du personnel pour appliquer des mesures de contrôle, l'évaluation et la maintenance du système de réduction des risques. Ces modules sont basiques, ils constituent les besoins primordiaux de n'importe quel processus productif ; alors que ceux de la phase productive sont spécifiques pour chaque type de produit manipulé.

### Phase productive

Cette phase est composée de sept modules (Figure 18), lesquels sont spécifiques à chacune des mesures de contrôle dans le processus de production agricole spécifique avec l'objectif d'éviter que les biens intermédiaires de production, des outils, équipement, machinerie, substances agrochimiques et de nettoyage, deviennent un risque de contamination pour le produit.

## **PLANIFICATION DU SYSTÈME DE RÉDUCTION DES RISQUES DE CONTAMINATION**

La planification de l'application et adoption d'un système de réduction des risques de contamination doit se réaliser constamment avec des accords y compris des directives administratives, le management ou propriétaires, vu que c'est un processus laborieux qui exige un effort de responsabilité, une constance, systématisation du processus et des ressources budgétaires.

Pour le planning, un outil appelé Roue Deming ou cycle d'améliorations est utilisé (Figure 19). Il est très utile dans la maintenance des systèmes de qualité, conformes à une séquence logique de quatre phases répétées qui doivent se réaliser consécutivement : Planifier, Réaliser, Contrôler et Ajuster (Deming, 1989).

### **Phases à suivre dans le planning :**

- Embaucher un technicien responsable de l'hygiène alimentaire ou quelqu'un spécialisé et certifié en SRRC, qui sera le responsable de designer, appliquer et faire l'évaluation interne des SRRC.
- Identifier et conformer le groupe responsable des SRRC, qui doit inclure la haute gestion, les administrateurs, le responsable d'ensemble, le responsable des vergers, le responsable du cellier et l'autre personnel clé de l'entreprise, qui seront des auxiliaires de vérification de l'exécution des mesures de contrôle.
- Registrer l'entreprise et unités productives devant la SENASICA.
- Réaliser une diagnose initiale.
- Élaborer un diagramme de flux du processus productif.
- Faire une analyse des risques significatifs
- Identifier les mesures de contrôle pour éviter, réduire ou éliminer des risques.
- Elaborer un plan technique (activités à réaliser) dans chacune des phases du processus de production.
- Appliquer des programmes de SRRC dans le processus productif.
- Valider les mesures de contrôle sous une approche scientifique, effective pour contrôler les risques.
- Réaliser des évaluations internes.
- Réaliser des actions correctives et préventives dans le processus productif.

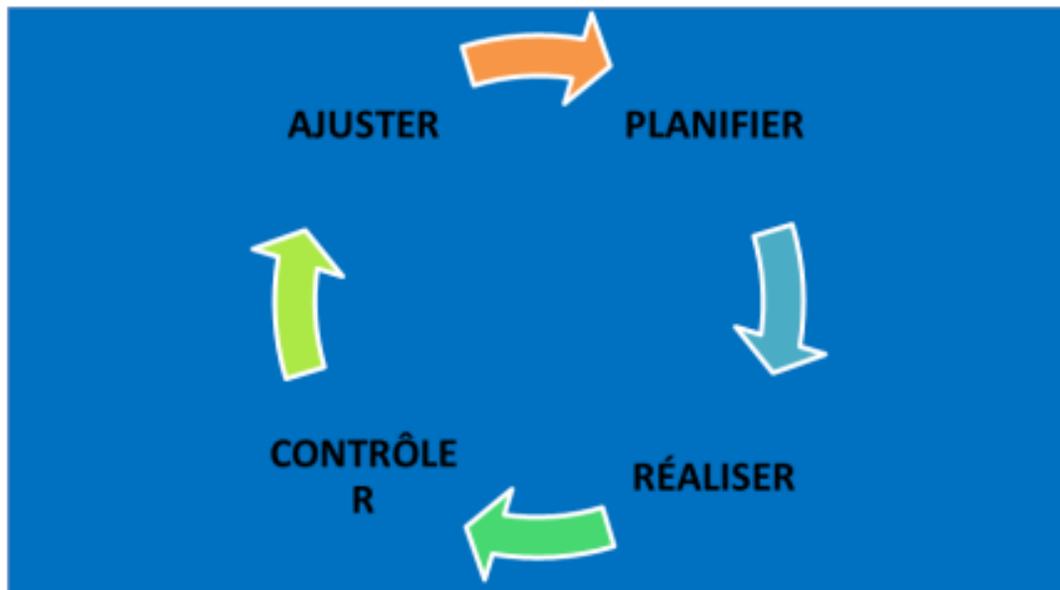


Figure 19. Roue de Deming.

Également en plus des recommandations antérieures, quelques expériences obtenues chez les emballeurs de mangues d'exportation à Nayarit de 2004 à 2010 sont exposées.

En 2004, l'Institut National de Recherche Forestière, Agricole et d'Élevage (INIFAP) et la Fondation « Produce Nayarit A.C. », ont commencé une série d'actions avec l'idée d'informer, présenter, actualiser et contribuer à créer des synergies qui permettront d'optimiser la compétitivité du secteur horticole de la zone, en impulsant et améliorant leur participation dans les marchés globaux. Chez les emballeurs de la mangue d'exportation des points critiques de contrôle, des mesures de prévention sont établis dans des points critiques, et aussi dans des courbes décroissantes pour la concentration du chlore dans des cubes de lavage et refroidissement par eau, actions qui étaient assemblées et publiées dans un guide appelé « Manuel de Bonnes Pratiques de Manipulation et Procédés d'Opérations Standard de Désinfection chez des emballeurs de la mangue d'exportation adéquate aux conditions de Nayarit » (Osuna *et al.*, 2007).

Aussi, en 2008 en coordination avec l'IICA-PROCINORTE s'est réalisé un programme de surveillance à travers les méthodes microbiologiques rapides de la qualité d'eau des processus et surfaces de contact chez des emballeurs de la mangue d'exportation. Deux ateliers d'emballage étaient contrôlés à Nayarit et 12 à Sinaloa. Des échantillons de l'eau utilisée dans des processus (source, cubes de lavage, cubes de traitement hydro thermique et de refroidissement par eau) étaient analysés avec les méthodes P/A Broth 8319, P/A Broth 8364 avec MUG et l'équipement portable Pathoscreen™ Medium, en tant que des surfaces de contact (caisses de verger et emballage, bandes de transport, et fruit déjà emballé) étaient examinés avec la méthode des bâtons d'essai. Les résultats indiquent la présence de Coliformes totales, *E. coli* et *Salmonella* en magnitudes différentes dans l'eau utilisée dans des processus chez tous les emballeurs. Le plus critique a été la détection des bactéries aérophiles dans des surfaces de

contact chez tous les emballeurs. Il a été démontré que les méthodes microbiologiques rapides sont une alternative excellente pour établir les contrôles de surveillance fréquents de l'hygiène pendant l'emballage de la mangue d'exportation, toute cette information a été publiée sous fichier électronique dans le « Guide pour la surveillance de la qualité d'eau des processus et surfaces de contact chez des emballeurs de la mangue d'exportation » (Osuna *et al.*, 2010).

## LITTÉRATURE CONSULTÉE

Almonte, J. 2000. Estrategia sobre inocuidad y calidad alimentaria. Taller interno de capacitación y establecimiento de líneas prioritarias sobre Inocuidad Alimentaria. SAGAR-INIFAP. México, D. F. 31 p.

Alves R.E., Filgueiras H.A.C., Almeida A.S., Pereira M.E.C., Coccozza F.M. and Jorge J.T. 2004. Postharvest ripening of 'Tommy Atkins' mangoes on two maturation stages treated with 1-MCP. *Acta Horticulturae* 645:627-632.

Ariza, F. R., Barrios, A. A., Crusaley, S. R., Vázquez, G.E., Osuna, G.J.A., Navarro, G.S., Michel, A.A. y Otero, G. M.A. 2005 Tecnologías de Postcosecha en mango, Papaya y Sapote Mamey. Libro Técnico No. 2. Campo Experimental Chilpancingo, CIRPAS, INIFAP. 219 p.

Avena Bustillos, J.R. 1997. Tratamiento Hidrotérmico. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970-91939-0-2. pp 30-33.

Báez-Sañudo, R., Bringas-Taddei, E. 1995. Elaboración de la Norma Mexicana de Calidad para el Mango Fresco y su Aplicación. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*. 39:128-129.

Baez-Sañudo, R., Bringas-Taddei, E. y Ojeda-Contreras, J. 1995. Uso de agua caliente, vapor y aire caliente forzado como tratamientos Cuarentenarios en Frutas y Hortalizas. *Horticultura Mexicana* 3(1):41-53.

Báez-Sañudo, R. 1997 Norma Mexicana de Calidad para mango fresco. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C.-Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Guadalajara Jalisco. pp. 6.

Báez-Sañudo, R. y González-Aguilar, G. 1997. Transporte. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970 91939-0-2. p. 60-67.

Báez-Sañudo, R.; Rodríguez, F. A., y Bringas-Taddei E. 1997. Normalización. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970-91939-0-2. p. 68-70.

Báez-Sañudo, R.; González-Aguilar G. y Bringas-Taddei E. 1997. Empacado y Embalaje. En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970-91939-0-2. p. 41-46.

Baez-Sañudo, R. 1998. Manejo y conservación del mango en postcosecha. *Memorias del Foro Internacional de Mango y otras frutas tropicales*. Mazatlán, Sinaloa, México. Febrero 16 y 17, 1998.

Blankenship, S. 2001. Ethylene effects and benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly* (University of California) 108:2-4.

Blankenship, S, and Dole, J. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biol.Technol.* 28:1-25.

Bompard, J.M. 1993. The Genus *Mangifera* rediscovered: The potential contribution of wild species to mango cultivation. *Acta Horticulturae* 341:69-77.

Bompard, J. M. and Schnell, R. J. 1997. Taxonomy and Systematics. In: *The mango: Botany, Production and Uses*. Litz, R.E. (ed) CAB International. New York. Pp 41-47.

Chaiprasart P. and Hansawasdi C. 2009. Effect of 1-Methylcyclopropene on the shelf life of mango (*Mangifera indica* Linn.) Cv. Nahm-dawg-mai-sri-tong. *Acta Horticulturae* 820:725-730.

Chávez, C.X., Vega, P. A., Tapia, V. L.M. y Miranda, S. M. A. 2001. Mango. Su manejo y producción en el trópico seco de México. Libro Técnico Num. 1. Campo Experimental Valle de Apatzingán. CIRPAC; INIFAP. Michoacán, México. 108 p.

Cheema, G. S. and Dani, P.G. 1934. Report of the export of mangoes to Europe in 1932 and 1933. Department of Agriculture. Bombay. Bulletin No. 170:1-31.

Codex Alimentarius, CA/RCP 1-1969. 1997. Principios Generales de Higiene de los Alimentos. 2da. Ed., Rev. 3. Suplemento al Volumen 1 B.

Coêlho de Lima M.A., Luciana da Silva A., Nunes Azevedo S.S.; De Sá Santos P. 2006. Postharvest treatments with 1-methylcyclopropene in 'Tommy Atkins' mango fruit: effect of doses and number of applications. *Rev. Bras. Frutic.* 28(1):64-68.

Conway W.S. y Sams C.E. 1985. Influence fruit maturity on the effect of postharvest calcium treatment on decay of Golden Delicious Apples. *Plant Diseases* 44:62-69.

Deming, W. E. 1989. Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis. Ed. Díaz de Santos. España. 412 p.

EMEX. 1998. Norma de calidad para mango fresco de exportación. CIAD, A.C. Zapopan, Jalisco. Desplegable 6p.

FAOSTAT. 2012. FAO Statistical Databases, Actualizado al 25 Noviembre, 2012. <http://faostat.fao.org/>.

Fernández Cachú A. M. 2010. Impartición de Curso para agentes técnicos en Sistemas de Reducción de Riesgos de Contaminación formatos SENASICA y MCS. Módulo 4: Planeación del SRRC. Nayarit, 14-16 Abril 2010.

Galán, S. V. 1998. Situación mundial de la cadena productiva de mango FAO. Foro Internacional de mango y otras frutas tropicales. Mazatlán, México. 16-17 de febrero de 1998.

Galán, S. V. 1999. El cultivo del mango. Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. España. 298 p.

Galán, S. V. 2000. The mango in Latin America. *Acta Horticulturae* 509(1):123-131.

Galán, S. V. 2002. Mango production and market worldwide: current situation and future prospects. Program and Abstracts 7th International Mango Symposium, Recife, Pernambuco, State, Brasil: 48.

Higuera-Ciapara, L. y L.O. Noriega-Orozco. 2000. Mandatory aspects of the seafood HACCP system for the USA, Mexico and Europe. *Food Control* 11:225-229.

Hill, A. F. 1952. *Economic Botany*. (2nd. ed.). McGraw-Hill and Kogakusha. Iyer, C. P. A. and Degans, C. 1997. Classical breeding and genetics. In: *The Mango: Botany, Production and Uses*. CAB International. New York 49-68 p.

Hofman P.J., Jobin-Décor M., Meiburg G.F., Macnish A.J. and Joyce D.C. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41:567-572.

Jiang Y. and Joyce D. 2000. Effects of 1-methylcyclopropene alone and in combination with polyethylene bags on the postharvest life of mango fruits. *Ann. Appl. Biol.* 137(3):321-327.

Kader A.A. 1985 *Quality Factors: Definition and Evaluation for Fresh Horticultural Crops*. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California-Davis. 13-7.

Kader, A. A. 1992. Postharvest Biology and Technology: An overview p. 15-20. In A.A. Kader (Ed). *Postharvest Technology of Horticultural Crops* Publication 3311. University of California Oakland, CA.

Kane O.M., Boulet M., y Castaigne F. 1982. Effect of chilling injury on texture and fungal rot of mangoes (*Mangifera indica* L.). *Journal of Food Science* 47:992-995.

Kaur, A., Ha, C.O., Jong, K., Sands, V. E., Chan, H.T. Soepadmo, E. and Ashton, P.S. 1980. Apomixis may be widespread among trees of the climax rain forest. *Nature* 271:440-442.

Lakshminarayana, S. 1980. Mango. In: Nagy, S. and Shaw, P.E. (eds) *Tropical and subtropical Fruit: Composition, Properties and uses*. AVI Publishing, Westport, pp 309-327.

Medlicott A.P., Bhogal M. y Reynolds S.B. 1986. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins). *Ann. Appl. Biol.* 109:651-656.

Medlicott A.P., New S.W. y Thompson A.K. 1988. Harvest maturity effects on mango fruit maturity. *Tropical Agriculture* 65(2):153-157.

Mora, M. J., Gamboa, P. J. y Elizondo, P. R. 2002. Guía para el cultivo del mango (*Mangifera indica*) en Costa Rica. 25 p.

Morton, J. F. 1987. Mango. *In: Fruit of warm climates*. Published by Julia F. Morton Miami, FL. pp. 221-239.

Mosqueda, V.R.; De los Santos, R. de la F.; Becerra, L.E.N.; Cabrera, M.H.; Ortega, Z.D.A. y Angel del, P.A.L. 1996. Manual para cultivar mango en la planicie Costera del Golfo de México. Campo Experimental Cotaxtla, CIRGOC, INIFAP, SAGAR. 130 p.

Mukherjee, S. K. 1997. Introduction, Botany and Importance. *In: The mango: Botany, Production and Uses*. Litz, R.E. (ed) CAB International. New York. Pp 1-19.

National Mango Board. 2012. [www.mango.org](http://www.mango.org)

Nieto A., D., Téliz O., D., y Noriega C., D. 1997. Enfermedades del mango en postcosecha. *En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango*. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970-91939-0-2. p. 87-92.

Ontiveros-Nuño, S.M. 1997. Procedimientos necesarios para la exportación. *En: Báez-Sañudo (Comp.) Manejo Postcosecha del Mango*. Empacadoras de Mango de Exportación, A.C. ISBN 970-91939-0-2. Pp 85.

Ontiveros N., S. 2004. Manual de buenas prácticas agrícolas y de manejo para el cultivo y empaqueo de mango fresco de exportación en la región de Tomatlán, Jalisco. 143 p.

Ornelas S., T.; Romo L., J.C. y Samayoa A., I. 2000. Manual HACCP para mango de exportación con tratamiento hidrotérmico. *Memorias del II Simposium Latinoamericano del mango*. Junio 5-8, 2000. Mazatlán, Sinaloa, México.

Osuna García J.A. y Beltrán T. 2002. SmartFresh™ (1-MCP) for extending the postharvest quality of mangoes, under semicommercial conditions in Mexico. *Proceeding of the VII International Mango Symposium*. Septiembre 22-27. Recife, Brasil. p. 328.

Osuna García J.A. y Beltrán J.A. 2004. El SmartFresh™ (1-MCP): Una nueva tecnología para exportar mango 'Kent' a Europa o Japón. *Desplegable técnica No. 1*. Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. C.E. Santiago Ixc. 2 p.

Osuna-García J.A. y Muñoz-Ramírez A. 2004. Estrategia de Transferencia de Tecnología del SmartFresh™ (1-Metilciclopropeno) en mango Kent para exportación. Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. Tepic, Nayarit, México. 11 p.

Osuna García J.A., Beltrán J.A. y Urías-López M.A 2005. Influencia del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre la vida de anaquel y calidad de mango para exportación. Revista Fitotecnia Mexicana 28(3):271-278.

Osuna García J.A. 2006. Validación semicomercial del SmartFresh™ (1-MCP) en mango 'Kent' y 'Keitt' para exportación. Congreso de Ciencia y Tecnología Nayarit. 256-264.

Osuna-García J.A., Ortega Z., D.A., Cabrera M., H. y Vázquez V., V. 2007. El uso de Unidades Calor como una tecnología viable para determinar momento óptimo de cosecha en el mango Ataulfo. Revista Ecotech Agosto/Septiembre p. 12-13.

Osuna-García J.A., Pérez-Barraza M.H., Vázquez-Valdivia V., Beltrán J.A. 2009. Methylcyclopropene (1-MCP), a new approach for exporting 'Kent' mangos to Europe and Japan. Acta Horticulturae 820:721-724.

Osuna García, J. A., Y. Nolasco González, L. Ortega Navarrete, R. Sánchez Lucio y M. L. Guzmán Robles. 2011. Aplicación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en frutales y hortalizas en Nayarit. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico No. 17, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 136 p.

Paulin, Nava, T. 2000. Situación y perspectivas del mango en México. Memorias del II Simposium Latinoamericano del mango. Junio 5-8, 2000. Mazatlán, Sinaloa, México.

Pelayo, Z. C. 1992. Pérdidas de postcosecha: Significancia, estimación y control p. 27-36. In: E.M. Yahía e I. H. Ciapara (Eds) Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. Ed. Limusa, México, D.F.

Penchaiya P., Jansasithorn R. and Kanlavanarat S. 2006. Effect of 1-MCP on physiological changes in mango 'Nam Dokmai'. Acta Horticulturae 712:717-722.

Pereira-Bomfim M., Pereira-Lima G.P., Rebouças-São José A., Vianello F., Manoel de Oliveira L. 2011. Post-harvest conservation of 'Tommy Atkins' mangoes treated with 1-metilciclopropeno. Rev. Bras. Frutic. 33(1):290-297.

Salunkhe, D.K. y Desai, B.B. 1984. Postharvest Biotechnology of Fruits. Vol. I. CRC Press, Inc. Boca Ratón, FL.

SENASICA/DGIAAP. 2010. Lineamientos Generales para la operación y certificación de sistemas de reducción de riesgos de contaminación en la producción primaria de alimentos de origen agrícola. Anexo Técnico1 Requisitos Generales para el Reconocimientos y certificación de Sistemas de Reducción de Riesgos de contaminación en la Producción Primaria de alimentos de origen agrícola. 51 p.

Silva S M.; Santos, E C.; Santos, A F.; Silveira, I R.; Mendonca, R M, and Alves, R. E. 2004. Influence of 1-Methylcyclopropene on postharvest conservation of exotic mango cultivars. *Acta Hort.* 645:565-572.

Siller, C.J.H 1995. Irradiación de alimentos. *Horticultura Mexicana.* 3(1):67-75.

Singer D.D. 1980. Postharvest food losses. World overview. *Prog. Food nutr Sci.* p. 43-49.

Singh, L. B. 1960. *The Mango: Botany, Cultivation and Utilization.* Leonard Hill. London.

Sisler E.C. and Serek M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum.* 100(3):577-582.

Statistics Canada, 2011. A Snapshot of the Canadian Industry 2009. [www.agr.gc.ca/fruit-industry](http://www.agr.gc.ca/fruit-industry).

Tongumpai, P. 1998. Flower induction on mangoes. *Memorias del Foro Internacional de mango y otras frutas tropicales.* Mazatlán, México. 16-17 de febrero de 1998.

USDA Foreign Agricultural Service. Three years trends for U.S. mango imports. 2012. <http://www.fas.usda.gov>.

Vázquez-Valdivia, V., Salazar-García, S. and Pérez Barraza, M. H.. 2000. 'Esmeralda' interstocks reduce 'Ataulfo' mango tree size with no reduction in yield: Results of de first five years. *Acta Hort.* 509:291-296.

Wong- U.J.M., Ontiveros-N.S., Avena-B. R., Ponce de León- G.L., Bósquez- M.E., Cruz-G.L.A. y Baez-Sáñudo R. 1997. La industria mexicana del mango: compromiso de calidad. *Horticultura Mexicana* 5(2): 234-238.

Whitmore, T. C. 1975. *Tropical Rainforest of the Far East,* Clarendon, Oxford.

Young, T.W. 1957. "Soft nose", a physiological disorder in mango fruit. *Proc. Fla. St. Hortic. Soc.* 70:280-283.

Yahia, E.M. e Higuera, C.I. 1992. *Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas.* Ed. LIMUSA. 303 p.

Yahia, E.M. 1998. Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. *Horticultural Reviews* 22:123-183.

Young, T.W., Koo, R. C. J. and Miner, J.T. 1962. Effect of nitrogen, potassium and calcium fertilization on Kent mangoes in deep, acid and sandy soil. *Proc. Fla. St. Hortic. Soc.* 75:364-371.

Yuniarti and Santoso, P. 2000. Mango production and industry in Indonesia. *Acta Horticulturae* 509(1): 51-57.