PN-ABD-200
02667

Technical Report on "Regenaration of Babaco Carica pentagona Heilborn, Badillo via Tissue Culture" Project 7.340

According to the subcontract University of Delaware and AMDE through out the AID Grant No. DPE-5542-G-SS-8045-00 the following activities have been completed.

1.- Training on tissue culture to Ing. Barberan from August 1988 to March 1989 at the University of Delaware Tissue Culture Lab, directed by Dr. S.L. Kitto and colaboration of Vega de Rojas Rebeca on babaco research.

2.- Stablishment of techniques and protocols for production of somatic embryos of babaco, that is reported in Master of Science Theses of Vega de Rojas Rebeca, University of Delaware Dec.1989.

3.- Participation on the PSTC conference on Biotechnology for Health and Agriculture developed in Washington June, 1988. Babaco Reaserch Presentation.

4.- Participation on the First New Crops conference in Indianopolis November, 1988. Babaco Poster exhibit.

5.- Stablishment of babaco germplasm collection in Ambato, UTA consisting on 6 accesions from different areas. Collaboration of Ing. Jorge Fabara and fellow students J. Sánchez and B. Mina, as research projects.

6.- Development of mass propagation system of babaco regenerants at the University of Delaware, transport of plant material to Ambato, for pathogen evaluation, March 1989.

7.- Equipment and Supplies adquisition, storage, shipping with the collaboration of Purchasing Dep. University of Delaware, January 1989.

8.- Recieveing, customs and inventory of lab equipment and supplies. Set up of laboratory facilities in Ambato as a temporary site, until July, 1989. Responsable administrative personnel of "AMDE", Ecuador.

9.- Babaco regenerants stablishment on field condition for further evaluation, related to fruit quality, and general productivity factors, to be established at the Tecnical Universitiy of Ambato, Samanga and Las Viñas, initiation May, 1989.

10.- Under the cooperation with the U.T.A two students are working on their research theses on babaco, "Physical and Chemical analysis of Babaco Cuttings with 3 times of aging, to select the best for rooting", Becquer Mina and "Babaco Grafting Systems evaluation upon Chamburo rootstock", Jose Sánchez.

11.- Tissue culture laboratory practices are conducted in AMDE laboratory for senior students of the University of Ambato.

12.- Selected plant material have been provided to a commercial nursery in California, National Repository Hilo Hawai; and public exhibits as Longwood Gardens, Kenett Square PA; National Aquarium, Baltimore, MA; private gardens in Delaware and Pensylvania, and IRMA tropical research station in Dominica.

13.- Increasing interest in production of babaco for exportation has created interest in Colombia as well in Ecuador, AMDE is leading research amd promotion in cooperation with FEDEXPOR and ANDE.

14.- Babaco pathogens are indentified and J. R. Velastegui will initiate screaning and testing the summer 1989.

15.- The first Tissue Culture seminar was conducted on July 22 1989, with the participation of Dr. S. L. Kitto, international consultant University of Delaware. There was a participation of more than 60 scientists representing different institutions and universities. Agenda is attached.

16.- Dr. Sherry Kitto, International consultant advised in her area of expertise to the representants of University of Cuenca, University of Machala and INEXA.

17.- Dr. Kitto also participated actively in the germplasm collection from Loja, in order to complete the accesions of C. stipulata from that parte of the country.

18.- A Spanish - English publication "Babaco an Exotic Fruit" was edited with the cooperation of the Technical University of Ambato. A copy is attached. This document was distributed to participants in the tissue culture seminar.

We greatfully acknowledge Plant Science Authorities of the Universities of Ambato and Delaware and specially our principal consultant Dr. S. L. Kitto for their collaboration.

Sincerelly,

Ing. Jaime Rojas P, MSc.
EXECUTIVE DIRECTOR
Corporación Ambiente y Desarrollo

Ing. Rebeca Vega de Rojas
RESEARCH DIRECTOR

FINANCIAL STATUS REPORT AUGUST 10, 1989

ECUADOR - Subcontract $94.630

	ORIGINAL	EXPENSES	BALANCE
S.1 Salaries in Ecuador	52.600	20.454.49	32.145,51
E.2 Equipment and Supplies	21.450	13.021,91	8.428,09
S.3 Supplies	3.600	920,oo	2.680,oo
TC.4 Training and Consultation	6.200	910,oo	5.290,oo
LT.5 Local travel and per diem	5.500	2.898,8o	2.601,2o
M.6 Miselaneous	5.280	1.156,13	4.123,87
T O T A L EXPENSES AS TO AUGUST 10		38.851,33	55.778,67
T O T A L BALANCE AS TO AUGUST 10			55.268,67

PN ARD-205

THE BABACO AN EXOTIC FRUIT

4

THE BABACO AN EXOTIC FRUIT

BY

Rebeca Vega de Rojas

Jaime E. Rojas P.

Universidad Tècnica de Ambato - Ecuador

University of Delaware - U.S.A

July 1989

5

First Edition, November 1985
English Version
Universidad Técnica de Ambato - Ecuador
University of Delaware - U.S.A.

Second Edition, July 1989
English and Spanish Version
Universidad Técnica de Ambato - Ecuador
AMDE - Project Babaco USAID 7.340
P.O. Box 632 Ambato - Ecuador

Credit of the source must be given for reproduction.
Copies printed 300

TABLE OF CONTENTS

Introduction 1

General Characteristics 3

1 - Origin and Distribution 3
2 - Ecological Conditions 6
3 - Agronomic Practices 7
4 - Harvesting and Storage 10

Delaware Experience 13

1 - Plant Material 13
2 - Greenhouse Conditions 14
3 - The Plant 14
4 - The Fruit 21

Characteristics of the Fruit 23

1 - Composition 23
2 - Metabolic Aspects 24
3 - Processing 25
4 - Ecuadorian Recipes 26
5 - Australian Recipes 27

Fruture Prospects 31

References 33

7

LIST OF FIGURES

Figure 1:	A Six Month Old Babaco Plant Growing at the University of Delaware.	15
Figure 2:	Female Flowers Produced on a Babaco Plant.	16
Figure 3:	Fruits Representing a Number of Developmental Stages on the Babaco Plant.	17
Figure 4:	Ripening Babaco Fruit After Being Stored for One Week.	18
Figure 5:	Fully Ripe Babaco Fruit After Being Stored Approximately Two Weeks.	18
Figure 6:	A Babaco Plant, Laden with Fruit Supported with a Wooden Stake. A "Bunch" of Fruit!	19
Figure 7:	Plant in Chamber Five, with Four Fruits Harvested on November 27.	20

INTRODUCTION

It is very amazing how plants can adapt to different environments. At the same time, is also amazing how the enviroment can be influenced in the transformation of diverse species, varieties, and hybrid cultivars.

Scientists and botanists have devoted many years in expeditions for searching, collecting, and transporting the most promising and exotic species, such as Carica, from tropical America to other continents. New plants have also been introduced to tropical America from other latitudes.

The Caricas have demonstrated in the past some excellent characteristics and uses in therapeutic and cosmetic industries. Actually there exists more interest in these plants as a food source, and a Carica, the babaco, is one of the best "exotic fruit of the 20th century."

Babaco is a hybrid that has been growing in Ecuador for more than a century, as a cash crop and ornamental plant. An economic interest has developed in the last 30 years resulting in the establishment of small commercial orchards. In 1973 the babaco was introduced to New Zealand, and it is mentioned as "the most expensive crop developed" (Endt, 1981).

Introducing a new crop can be a problem. There are

enormous scientific challenges, specimens to collect and evaluate, cultivation techniques to adapt, and storage and handling procedures to be developed. But, these problems can be worked out, and researchers and enterpreneurs all over the world are "producing" many new food crops. The global integration of horticulture is occurring in many lands worlwide, from Southeast Asia to North America, as well as from South America to Europe and the Pacific Islands.

Our interest in new technologies including tissue and cell culture and genetic engineering, caused us to bring the babaco to Delaware. For the first time, babaco was grown in a completely different environment under controlled conditions.

This is probably a new beginning for a new variety from the south-american Andes. Potato and corn were once new discoveries that have spread around the world in past centuries, Carica and Amarantha can also do the same today. These strategic food sources will provide better nutrition for the hungry world in the 20th century.

The role of "green immigrants" is summed up by Charles Morrow Wilson, "who declared that the essence of American freedom is epitomized in the introduction of new plants and man's freedom to own and plant the land as he pleases" (Morrow)*

---

* Charles Morrow Wilson. A 20th century writer quoted by Claire Shaver Houghton in "Green Immigrants". Copyr. H. B. Jarenovich, 1978, 2. N.Y. New York.

GENERAL CHARACTERISTICS

1 - Origin and Distribution

The babaco (Carica pentagona, Heilborn, Badillo) is a periennial shrub of the papaya family (Carica). It is a natural hybrid, indigenous to the subtropical mountains of Ecuador.

The plant grows at an altitude ranging from 6,000 to 9,000 feet. It is widely distributed in the Andean valleys from Imbabura in the north to Loja in the south.

This species was mentioned by the Swedish botanist Heilborn in 1921 for the first time (Requena, 1972; Endt, 1978).

The principal areas of cultivation are located in ecuadorian andean valleys that have volcanic soils and a frost free climate. Babaco grows between 1 N to 5 S latitude including these areas on the equator: Puembo, Tumbaco and Guayllabamba valley.

Other important areas for babaco cultivation are: Ambato, Baños, Ibarra, and Loja (Requena, 1972)

The babaco has been growing in New Zealand since 1973 in the regions of Northland, in the provinces of Auckland, and Bay of Plenty (Endt, 1981).

The Rare Fruit Growers Yearbook (1981) reported potted babacos growing in Vista, California and in Los Angeles (Nietzel, 1981).

Plant Botany. Probably babaco originated by the crossing of C. pubescens, (Chihualcan) with C. stipulata, Badillo, which maintains the notomorphic category (noto = new, morphic = genetic segregated) and the complete botanical name was established as: "Carica x heilbornii, Badillo n.m. pentagona, Heilborn, Badillo," (Hofman, 1981; Fabara, 1984). It is mentioned in Tropic Life in 1920 as " a mule in the vegetable kingdom" an anonymous author* reports "an apparent natural hybrid, between banana and pawpaw. A clump of bananas growing in close proximity to a small pawpaw tree produced a bunch of fruit which looked like small plantains, but on being opened, they were found to contain seeds resembling pawpaw seeds."

The complete botanical classification is:
(Requena, 1972).

Class:	Dicothyledonea
Subclass:	Archylamidae
Order:	Parietales
Family:	Caricaceae
Genus:	Carica
Species:	pentagona
Common names:	babaco, chamburo, toronchi

* Anonymous Botanical Abstracts 1921, April (7) 738.

The plant is a slender single-stemmed perennial herbaceous shrub reaching a height of one to two meters. The quick growing and soft wood stem is hollow and scarred by the old leaves. Generally it is unbranched but it can be induced to branch by cutting back for propagation (Hofman, 1981; Requena, 1972).

The palmmate leaves are five-lobed, have prominent veins, and are bright green in color. They are rich in latex with long hollow petioles radiating from the trunk and during each growth cycle flowers are produced in each axil. The leaf lamina area is variable depending in the age and position on the tree. The flowers are pistilate with five sepales. The pistil is an enlarged 5-angled ovoid terminated by 5 stigmas. The ovary has a central cavity with numerous ovules (Martinhood and Jativa, 1976; Hofman, 1981). The fruits are 30-35 cm long, 10-13 cm in diameter and gently tapered to a soft point at the tip. The babaco fruit has a very smooth thin skin and is golden-yellow when ripe. It has a soft, creamy, juicy pulp 1-2 cm thick and a seedless cavity (on rare occasions 3-4 sterile seeds will be found). The fruit is almost entirely edible pulp, very fragrant, and neither sweet nor acid (Requena, 1972; Hofman, 1981).

One plant can produce an average of 25-35 fruits per year. The fruits weight an average of 1-1.5 kg. The total production is reported as 40-45 ton/ha/annum in Ecuador and in New Zealand (Fabara, 1984; Endt, 1981).

There is only one variety of babaco, however, there exists other species that have similar characteristics. There is some confusion about botanical classification of Andean's caricaceas (Endt, 1979)

Most of the caricaceas are known by local names. There are apparently 4 different species of mountain papaya C. pubescens, L. and its crosses (Nietzel, 1981). There is another genera of subtropical Carica in Ecuador, C. crysopetala, Heilborn with fruit that are five angled, 10-15 cm long, oval in shape, and seedy. Its common name is "chamburo" (Cardenas, 1969; Martinhood and Jativa, 1976; Fabara, 1984). Another variety found in the south mountains of Colombia and north of Ecuador classified as C. cundina - marcencis, J. Linden or C. candamarcencis, Hook. f. were developed from the common genera Vasconcellea that grows from Colombia to Bolivia (Cardenas, 1969).

2 - Ecological Conditions

The babaco can be grown on a wide range of soil types that are friable and have good depth and drainage. The plant prefers calcareous soils containing a good balance of chemical nutrients. The climatic conditions for babaco are:

Average temperature	13.8-16° C
Precipitation	750 mm approx.
Humidity	83% max.
Luminosity	50% max.

14

In Ecuador babaco grows in alluvial river basins or in volcanic soils in the mountains at around 2,000 to 3,000 m altitude, most important is a frost-free climate, and shelter. Originally babaco shelter was provided by growing, babaco in combination with avocados or citrus (Requena, 1972).

The babaco has been adapted in a cool subtropical climate in New Zealand, areas where tamarillos thrive with fertile soils and free of frosts. Babaco also needs wind protection and bamboo shelter was considered ideal (Endt, 1979, 1981).

3 - Agronomic Practices

Propagation. Being a hybrid without seeds, the babaco is propogated vegetatively by cuttings. This helps to maintain the botanic characteristics of the plant (Ibarra, 1978; Hofman, 1981).

The technique developed in Ecuador uses three-year-old plants after they have come into production. The trunk is cut off diagonally 30 cm from the ground and used to produce new plants. The trunk portion remaining refruits in 8-10 months (Hofman, 1981; Fabara 1984).

The stem that has been removed from the field plant is cut into 30 cm sections. These should be dipped in a fungicide broth and treated with a rooting hormone (Hofman, 1981; Ibarra, 1978). In New Zealand new propagation methods have been developed via

tissue culture using soft shoot tips (Cohen and Cooper, 1981). The method consists in some variation to that used for *in vitro* culture of *C. papaya*. (Litz and Conover, 1978; Yie and Liaw, 1977). Also under investigation is a system of grafting upon *C. crysopetala* to improve the resistence to nematodes (Nietzel, 1981; Fabara 1984).

Husbandry. Babaco requires a moisture-retaining but free-draining soil that is at least 25-60 cm deep. Organic matter is recommended for planting. The cuttings are placed with 10 cm of stem below the ground level. They are usually planted at a spacing of 1.5 m distance between plants and rows (Hofman, 1981; Fabara, 1984).

The provision of shelter is most important where winds occur, the orchard must be protected by windbreaks (Requena, 1972; Endt, 1981).

The planting field must be kept free of weeds to allow rapid establishment of young plants. Also, an orchard mix fertilizer and mulch or compost should be incorporated during the growing season. Compost or chicken manure are designated to hold as much water as possible and prevent the ill effects of dry and rainy seasons (600-1000 mm/year) that can lead to the death of plants (Fabara, 1984; Endt, 1981).

Tha amount of water to be supplied depends on rainfall, evapotranspiration, and soil type. Too much water is just as harmful as too little, the soil should be kept moist, but not wet. In general for babaco the most usual agricultural practices and maintenance are recommended. The tree has a short period of latency after the fruiting. No pruning is necessary except after the stem is cut for propagation.

Diseases and Pests. Babaco is a very resistent crop, probably because it is a hybrid and has the ability to adapt. However, some nematodes infestations have been found in certain areas, especially when babaco is cultured in association with other crops.

Three pathogens have been identified in the central zone of Ecuador: *Mycosphaerella* causes anthracnose and *Deutheromycete*, and *Asperosporium*, cause leaf brown spots. Cupric products are recommended for control and further studies are suggested to complete the investigation (Velastequi, 1982).

In New Zealand, babaco has been shown to be susceptible to powdery mildew. The *Oidium caricae*, *Erysiphe cicharacearum*, and *Sphaerotheca fuliginea* were identified with a wide range of symptoms as leaf spots, leaf malformations, and leaf drop. Fortunately it is very easy to control with suitable fungicides (Boesewinkel, 1979; 1981).

Viruses are another problem that results in mottled leaves and stunted plant growth. The main danger is that viruses can spread by cuttings from infected plants. In New Zealand it was reported that some mites attack the babaco, Tetranychus urticae, and strawberry spider mite, Tetranychus atlanticus. Control has been difficult as most miticides are phytotoxic to babaco leaves (Endt, 1981).

It is fundamental to select healthy plants for propagation, and use disinfected soil as a preventive practice. In general babaco is a prolific crop with the flexibility and strength to adapt and requires easy cultural maintenance (Endt, 1981).

4 - Harvesting and Storage

In Ecuador the babaco is harvested green by hand, using two or three workers. One worker cuts the fruits from the stem and deposits them at the base of the tree upon the grass or simply on the soil. This permits the exudation of the latex from the peduncle. The second worker collects the fruit down a row and brings them to the packing place at the border of the orchard. For packing, wooden boxes are commonly used (a box is 25 x 60 x 40 cm approx.) and the fruits are packed 10 to 12 units vertically and 2 or 3 horizontally by other worker. The fruits are wrapped with packing papers to avoid damage during transportaion. The boxes are placed in storage rooms (at 15º-

18° C and 30% humidity) for 1 or 2 weeks before being sent to the market (Fabara, 1984).

In New Zealand, a harvesting time is selected at the first signs of yellow coloration in fruits. The fruit can be snipped off using citrus clippers or simply pulled off by the stalk. But a danger in the latter method is that injury may occur to the abscision zone resulting in latter rotting. Also, there is a problem of the exudation of latex when the fruits are placed on top of others in a picker container, latex drips on the fruits and messes them up (Endt, 1981).

A better type of picker container has still not been developed. In Ecuador, the farmers are using reed brass baskets and in New Zealand plastic trays. The weight of each fruit makes it difficult to handle more than 12 or 15 fruits at one time (Fabara,1984; Endt, 1981). In New Zealand, growers are using low temperature (6° C) for storage which results in the maintenance of babaco fruit quality for 5 weeks (Hartman, 1983).

Some fungus spores present in the skin of the fruit may cause rotting during storage. A treatment with fungicides reduces the fungal infestions. Furthermore special care is necessary to avoid expensive losses. In Ecuador 30% of losses occur in the market place because of the decay caused by poor handling (Fabara, 1984).

Fully ripened fruit is cheaper. Generally it is common to sell the fruit not completely ripened for keeping at home and enjoying the aromatic smell for a while. The big consumption is in October for a traditional meal (colada morada) on November 1-3.

The correct harvest maturity of babaco is not known, and most of the procedures utilized are those recommended for papaya (Endt, 1981).

DELAWARE EXPERIENCE

These are a few facts collected during 16 months, from the time of sticking a cutting, for rooting until the end of the first fruiting season from one plant growing in the University of Delaware greenhouse.

1 - Plant Material

Four stem pieces were provided by "Huachi" Experimental Station of the "Universidad Tecnica de Ambato" (UTA). These were probably 2 months old, from planting, and were 30 cm long and 1-2.5 cm in diameter. The stem was partially desiccated in the epidermis and was a color between gray and brown.

The material arrived in Newark, Delaware on August 24, 1984. Two of the stem pieces were simply potted in peat-moss in 2 kg pots, and placed in the tropical greenhouse (these sections grew into plants). The other two stem pieces were cut transversally in 5 sections each; treated with hormodin power and placed in sandy media (these sections did not produce plants).

Both plants produced the first leaf between 25-28 days after planting. Selection of inappropiate greenhouse conditions resulted in losing one of plants due to excess humidity. The one that grew proved to be adaptable and strong.

21

2 - Greenhouse Conditions

Paul Dennison, the manager of the University of Delaware's greenhouse, reported that the temperature was variable depending upon the seasons. The average temperatures are:

Winter:	60° F	nights
	75° F	days
Summer:	70° F	nights
	90° F	days

The average humidity in winter is 35% and in summer is 75% with some fluctuation by the environmental conditions. Four different greenhouses were provided for babaco growing. These have different conditions:

- Chamber 1 - Tropical conditions with high humidity provided by automatic mister and indirect light.

- Chamber 4 - Chamber with full sunlight and permanent ventilation system to reduce humidity.

- Chamber 5 - Greenhouse with mechanical system for ventilation during days, full sunlight and 35% humidity in the winter and 75% in the summer months.

- Quonset - Plastic quonset with electrical system of ventilation and propane gas for heating system.

3 - The Plant

After the first month the surviving plant was placed in chamber 4, to avoid the high humidity. It was transplanted in a bigger pot and fertilized with a complete commercial formula.

Apparently the plant was not affected by the photoperiod during summer and fall. During winter the plant was placed in chamber 1, but with certain restrictions in watering. After 6 months the plant had grown two times in size and presented abundant foliage with bright green leaves (Figure 1).

Figure 1: A Six Month Old Babaco Plant Growing at the University of Delaware

In the middle of February, the first flowers appeared on top of the tree. Each one grew parallel to the terminal leaves. After opening, the pistil was visible and it grew into the fruit (Figure 2).

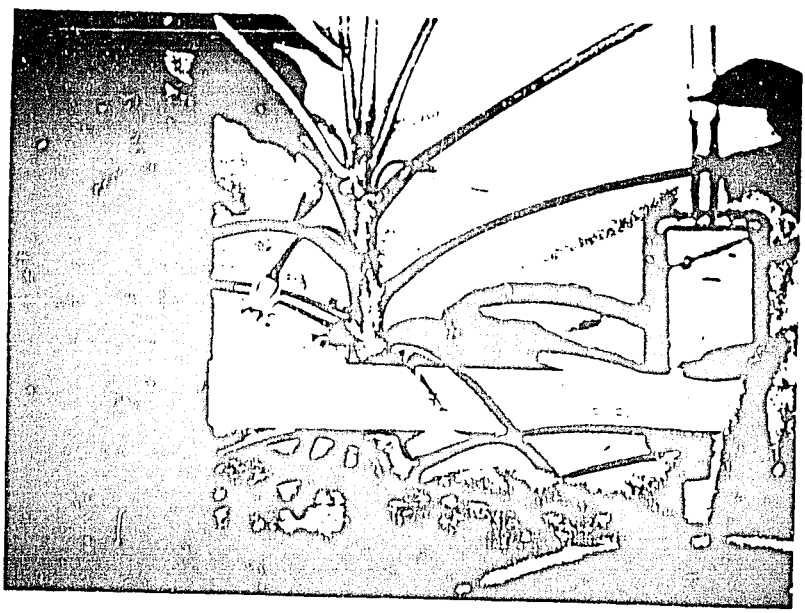

Figure 2: Female Flowers Produced on a Babaco Plant.

During March the babaco plant was moved to chamber 5 to obtain more sunlight for the growing fruits. These were growing on long, strong peduncles (Figure 3). The fructification period resulted in the production of 27 fruits.

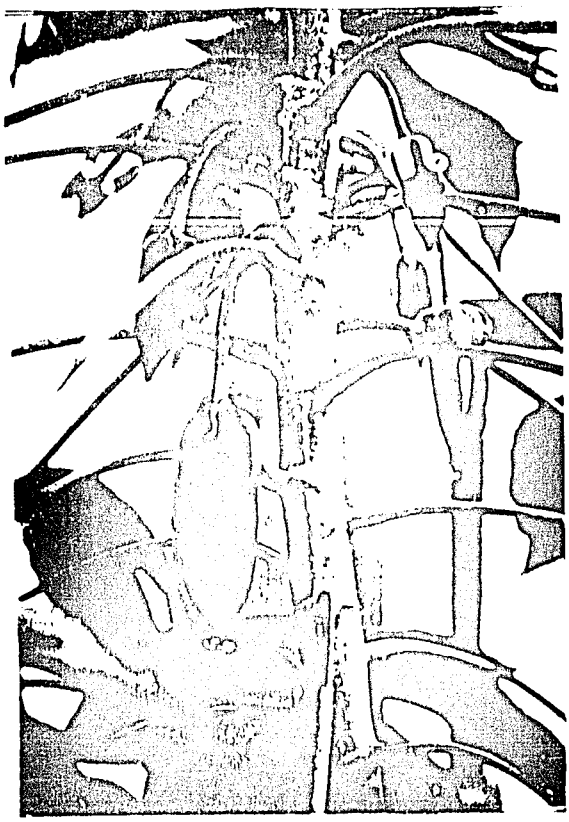

Figure 3: Fruits Representing a Number of Developmental Stages on the Babaco Plant.

On August 7th, two fruits were harvested. Both were completely green and kept at room temperature over a piece of styrofoam in a carton. After one week the fruit started to become fragrant and the half skin color changed to yellow (Figure 4).

In another week or more it was completely ripe and had a pale yellow color (Figure 5).

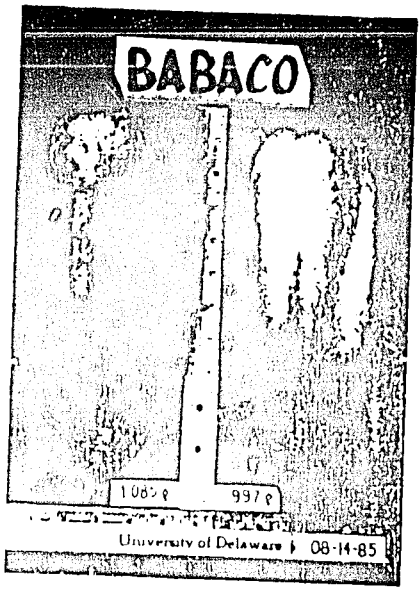

Figure 4: Ripening Babaco Fruit After Being Stored for One Week.

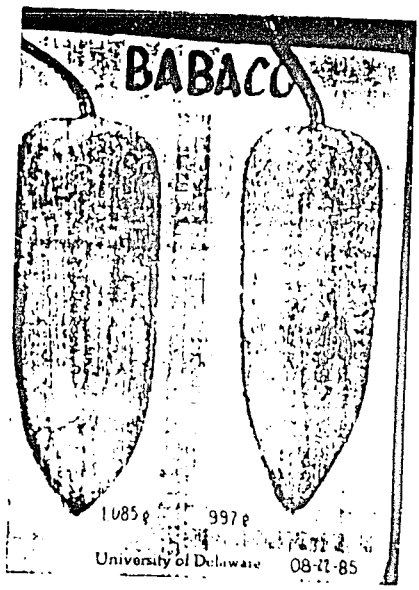

Figure 5: Fully Ripe Babaco After Being Stored Approximately Two Weeks

The plant was supported to counteract the weight of the fruits. The plant was repotted to a large container. At this time the plant was producing one or two fruits every week and the plant itself resembled a big bunch of fruit (Figure 6). This fruit weight resulted in the deformation of the main stalk (curved downward).

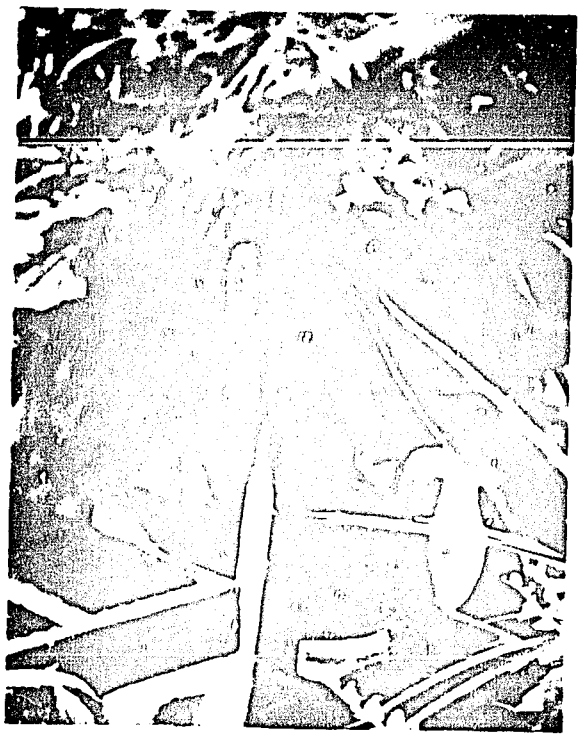

Figure 6: A Babaco Plant, Laden with Fruit Supported with a Wooden Stake. A "Bunch" of Fruit'

In October, the plant was moved to the plastic quonset which has full sunlight in order to correct the curved deformation of its main stem. After three weeks the plant had some defoliation and the small fruits were forced to mature. This was caused by the ethylene gas a by-product of burning propane used to heat the quonset. It was necessary to move the plant to chamber 5.

The total production was altered due to this circumstance. Some fruits were lost during the repotting, the relocation and the ethylene gas exposure. The last 4 fruits were harvested on November 27th (Figure 7).

The harvesting time was for a period of three months. The total production was approximately 19 kg in the first year.

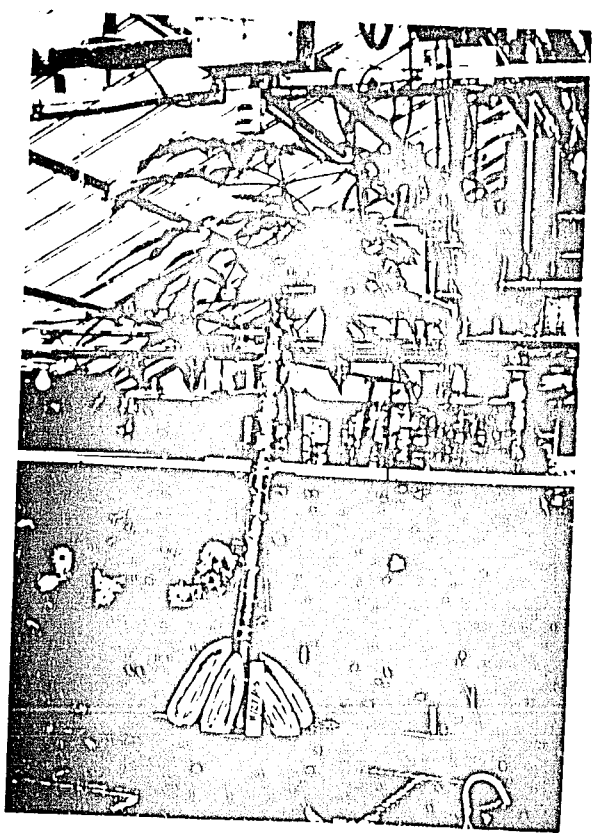

Figure 7: Plant in Chamber Five, with Four Fruits Harvested on November 27th

4 - The Fruit

The fruits proved to be as good as those grown in the Equadorian highlands. They had the correct shape without any damage, bright colors and characteristic aromatic scent.

The babaco fruit was tasted by a wide range of people from professors, high school and college students, and families with children.

The amount of fruit tasted was small and there was no specific tasting pattern. There was only a curiosity for a new exotic fruit. But the experience was interesting. Some of the expressions were as follows:

- It is a funny fruit.
- It looks like a big banana.
- The taste is something ...different.
- It is really special with a citric flavor.
- It is possible to eat with skin too.
- The consistency is like a cantaloupe...I don't know, this is different.
- Really, it is an exotic flavor.
- Where can I buy it?
- I like that babaco ice cream, can I have more?
- It's a new kind of fruit, I like it.
- Really, it's wonderful fruit.

The babaco tasting experience was finished. Nobody said "I don't like it." The fruit was presented natural, peeled or with skin, with or without sugar, in the golden yellow, yellow or half yellow stages. Also, the fruit was prepared as babaco preserves and babaco ice cream.

In DNA Plant Technology Corporation in Cinnaminson, New Jersey, we had a "babaco tasting session". The scientists were impressed for these positive characteristics of babaco: bright and smooth skin; creamy pulp without oxidation problems, the juicy condition, no seeds, the whole fruit could be eaten or blended, and low calories too.

That proves that babaco suits the people's palates everywhere.

CHARACTERISTICS OF THE FRUIT

The quality and the size of the fruits are related to the vigor and age of the plant. The thickness of the trunk is associated with vigor and one thrunk should be allowed to grow. The fruit reach full size two months before maturity. The exact degree of garvest maturity is unknown precisely (Endt, 1982). However, the growers harvest the fruit when it displays certain conditions including color, consistency, and appearance. Those characteristics are known as a result of the growers own experience (Requena, 1978; Fabara, 1984).

1 - Composition

The nutrient analysis was done by the Ecuadorian Institute of Nutrition (INN) in 1978. These are values in miligrams corresponding to 100 grams of babaco and papaya as fresh fruit.

	Babaco	Papaya
Water	93.20	89.70
Calories	23.00	36.00
Proteins	0.90	0.90
Ether Extract	0.10	0.10
Total Carbohydrates	5.40	3.30
Fiber	0.50	0.70
Ashes	0.40	0.40
Calcium	11.00	25.00
Phosphorus	14.00	11.00
Iron	0.40	0.50
Carotens	0.07	0.16
Thiamine	0.02	0.02
Riboflavine	0.06	0.03
Niacine	1.00	1.32
Ascorbic Acid	29.00	63.00

The exquisite flavor is unique with low sugar and slightly acidic, such as a blend of strawberry, pineapple, and pawpaw (Endt, 1981).

The content of soluble solids has examined in fruits during 7 and 14 days at 20° C. The content increase slightly about 5% to 8% when the fruit changes from green to golden-yellow (Hartman, 1982).

2 - Metabolic Aspects

In Hartman's study the color of the babaco skin was graded as follow:

Grade	Color
1	0% yellow, 100% green
2	10-20% yellow
3	20-30% yellow
4	30-50% yellow
5	50-70% yellow
6	90-100% pale yellow
7	100% deep, golden yellow

The results of respiration and ethylene production of babaco at 18° C were: carbon dioxide and ethylene increased as the fruit ripened from color grade 1 to 7. The respiration rate remained the same from the grade 1 to 4 and the rate increased as the fruit colored. Ethylene production remained below 0.5 ml/kg/hour until the fruits were over 50% yellow and then rose to a maximum when the fruits were 90-100% yellow. Fruits are ripe enough for eating 7-10 days after initial rise in

respiration and ethylene production. Ripe fruits are aromatic indicating that volatile gases are produced with ethylene and CO_2 . This pattern indicates that babaco is a climateric fruit (Hartman, 1982). Cool storage of babaco at 6° C maintains the fruit in good conditions for 5 weeks. Fruits are chilling sensitive below 3° C, and present sunken areas of skin, abnormal ripening, and suceptibility to fungal rots (Hartman, 1982).

3 - Processing

In general, the babaco not only serves as fresh fruit but also presents excellent possibilities in the food industry. One of the most attractive characteristic is long postharvest quality. Even without cool storage, the babaco has a shelf-live of 4 weeks (Endt, 1982).

The most common uses in Ecuador are: babaco juice, fresh fruit salad, and preserved in syrup. These products are mainly for the internal consumption and in small quantity for marketing to Colombia and Peru.

Being seedless with smooth skin, the whole fruit can be eaten. Serve chilled or cooked in the most sophisticated forms as "babacolova", or "babaco ice cream", or "dulce de babaco". All are the finest.

4 - Ecuadorian Recipes

Natural Babaco

1 golden yellow babaco

1/2 cup of sugar

The peeled babaco can be cut horizontally into star-shaped slices or in cubes. Then Spread sugar evenly over the pieces. Store under plastic wrap for 1-2 hours in a cool place or the refrigerator. Can be served with fresh cheese or cream.

Babaco Juice

1 yellow babaco

sugar optional

Peel the fruit and cut into pieces. Blend it and serve over ice cubes. Add sugar to taste.

Babaco Ice Cream

1 yellow babaco
3 egg whites
1 cup of cream

1/2 pound of sugar
3 tsp. lemon juice

The babaco fruit is peeled, cut into pieces and mixed with lemon juice and sugar, boil for 10 minutes. After cooling, blend it. In a bowl, put the egg whites and cream. Beat at low speed for 10-15 minutes. Add the babaco juice and freeze it. The ice cream needs to be beaten while it is being frozen. It could be served over babaco slices with grated coconut or chocolate syrup.

Babaco Preserves

1 green-yellow babaco
1/2 pound sugar
piece of cinnamon

After peeling the babaco, cut in square pieces and put in a bowl and add sugar and the piece of cinnamon. Boil for 10-20 minutes. Can and bottle it.

5 - Australian Recipes

These recipes are from a pamphlet "Sweet Babaco", with serving suggestions ideas but neither institution nor author are mentioned. "Sweet Babaco tastes like a mild fruit salad of strawberry, pineapple and pawpaw."

Babaco Fritters

1 cup S. R. flour
200 ml milk
1 egg
6 slices of babaco
cinnamon
sugar or castor sugar

Mix the flour, milk and egg with a beater to make a moderately thick batter. Dip the slices of babaco into the batter and deep fry until golden brown. Drain and sprinkle with sugar and cinnamon.

Babacolova

1 whole babaco
2 egg whites (more for large babaco)
100 g castor sugar
1/2 tsp. vinegar
whipped cream
strawberries to decorate

Slice babaco lengthwise in half to form a boat and hollow out moderately. Beat the egg white until very stiff and slowly add the castor sugar and vinegar. Beat until the sugar disolves (no longer gritty). Spoon mixture into the babaco shells and bake for 2 hours at 110 degrees. When cool, decorate with whipped cream, strawberries and sliced kiwi fruit.

Spiced Babaco Savoury

1/3 cup soy souce
1 clove crushed garlic
1 tsp. ginger
2 tsp. corn flour

1/2 babaco, sliced
Cold cuts of meat
or ham
sesame seeds

Mix the soy sauce with the garlic, ginger and corn flour. Place slices of babaco separately on a greased baking tray. Stir up the soy sauce mixture and sprinkle some over the slices. Cover each slice carefully with thin slice of meat. Sprinkle with more sauce. Add another layer of babaco, sprinkle, add more meat, sprinkle, continue to about 2-3 cm thick. Top with babaco any remaining soy sauce mixture and sesame seeds. Bake at 150 degrees for 30 minutes.

Babaco Chicken

500 G chicken pieces
boned and cooked
flour

2 eggs, beaten
1 cup babaco
2 tsp corn flour

Dip the chicken meat in flour, then beaten eggs and cover with bread crumbs. Deep fry until golden brown. Meanwhile, puree the

babaco in the blender and mix in the corn flour. Pour unto a small saucepan and bring to a boil, stirring continuously until thickened. Pour the babaco sauce over the chicken inmediately after serving.

Babaco Fried Rice

2 beaten eggs
1 cup of babaco
3 tbs soy sauce
1 cup boiled rice
1 handful mixed nuts
Worcestershire sauce

Fry the beaten eggs lightly on both sides and leave on a plate after cutting into thin strips. Dice the babaco into the frying pan and baste with half the soy sauce as it frys. When the edges begin to brown, return the eggs into the pan and the other ingredientes (keep out a tablespoon full of the rice) with a dash or more of worchestershire sauce. Mix together until heated through. Sprinkle lightly with remaining rice to add a little color variety.

Caramel Babaco Slice babaco onto a greased baking tray Sprinkle with orange or mandarin juice. Spread with brown sugar and bread crumbs. Add a dot of butter on top and bake for 10 minutes.

Babaco Flambe Stew thick babaco slices in one cup of sugar and one cup of water for 30 minutes. Brown in butter in a frying pan. Just before serving add a tablespoon of brandy and set alight. Serve with whipped cream.

Marshmellarco Melt marshmallows onto babaco slices under the griller or in a microwave oven. Allow to cool before serving.

Babaco Boats Cut a babaco lengthways and fill with prepared cake mix (vanilla or orange cake are best). Bake in moderate oven. Ice when cool.

Babalfa Stack Slice babaco and sprinkle with soy sauce. Top with alfalfa sprouts and a dot of mayonnaise. Serve as a vegetable or side salad.

Cocobarco Sprinkle slices of babaco with coffee sugar. Shredded coconut and sesame seed. Serve as a sweet.

FUTURE PROSPECTS

The caricaceas have proved not only to be useful for fruit, but also the fresh-latex contains the proteolytic enzymes papain and chymopapain. In the leaves have been found carpain and two macrocylic alkaloids, dehydrocarpaine I and II. These products have various therapeutical, cosmetic, and industrial uses.

It is necessary to protect our indigenous species and develop botanical gardens and collections of tropical and subtropical plants. Ecuadorian scientists need to establish systematic research with educational and scientific facilities in order to exchange results and experiences with similar institutions around the world.

The most promising technology for babaco will use in vitro techniques for plant propagation and somaclonal variation in order to improve and create resistence to viruses and nematodes. Further studies are recommended.

Due to its everbearing characteristics, adaptability and strength, babaco could be a strategic food source and cash crop for third world countries.

The economic cost of babaco production under greenhouse

conditions needs to be investigated in order to be developed as ornamental plant or economic crop in marginal areas.

In conclusion, those who are looking for a new variety of an exotic and aromatic fruit will find the answer in the babaco.

REFERENCES

Boeswinkel, H. J. (1982). The identity of Oidium caricae and the first recording on papaya, mountain papaya and babaco in New Zealand. Fruit (37):474-476.

Boeswinkel, H. J. (1981). Babaco, mountain papaya and papaya all are suceptible to powdery mildew. N. Z. Jour. of Ag. October, 28

Cardenas, M. (1969). Manual de plantas economicas de Bolivia. Imprenta IETHUS, Cochapamba, Bolivia 220-222

Cohen, D. and Cooper, P. A. (1982). Micropropagation of Babaco. A Carica hybrid from Ecuador. 5th International Congress of Plant Tissue and Cell Culture held at Tokyo on Lake Yamahake, Japan. Plant Tissue Culture. 734-744

Ecuador (1965). INN. Instituto Nacional de Nutricion. Tabla de Composicion de los alimentos Ecuatorianos Quito. 36.

Endt, D. (1978). Fruiting Plants From Ecuador. The Babaco: The Orchadist of N. Z. Feb., 18-19

Endt, D. (1979). Observation on fruit growing in Ecuador and Chile. The Orchadist of N. Z. 347-355

Endt, D. (1981). A new fruit in New Zealand to reach commercial production. The Orchadist of N. Z. March, 58-61. Also published by California Rare Fruit Growers Yearbook 1981 (13) 48-52.

Fabara, J. (1984). El Cultivo del babaco. Curso regular de Fruticultura. Universidad Tècnica de Ambato. UTA Stencil 1-10.

Hartman, J. E. (1983). Preliminary studies on the postharvest physiology and storage of babaco fruit. N. Z. Journ. of Agriculture 26:237-246.

Hoffman, J. C. (1981). The babaco - Ecuadorian fruit with commercial potential. California Rare Fruit Growers Yearbook 1981 (13) 53-54.

Ibarra, J. (1978). Notas sobre el babaco. Desde el surco. (19) 49-51.

Litz, R. E. and Conover, R. A. (1978) In vitro propagation of Papaya. HortScience 13:241-242.

41

Litz, R. E. and Conover, R. A. (1980). Somatic Embryogenesis in cell cultures of Carica stipulata. HortScience 15 (6) 733-735

Martinod, P. and Jativa, C. (1976). Alcaloides de las Caricaceas. Instituto de Ciencias Naturales 1 (17) 3-9.

Nietzel, J. (1981). The babaco mountain papaya. A most promising discovery. California Rare Fruit Growers Yearbook (13) 55-56.

Requena, C. F. O. (1972). Analisis pomologico del Babaco. Thesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador. Quito. Facultad de Ing. Agr. y Med. Vet. 1972, 2-42.

Velasteguí, J. R. (1981). Tres enfermedades foliares del babaco (Carica pentagona, Heilborn) en la zona de Baños. Agoyan. Revista de la Escuela de Ingenieria Agronòmica de la Universidad Tècnica de Ambato (UTA). Ambato, Ecuador (21): 24-27.

Yie, S. T. and Liaw, S. T. (1977) Plant regeneration from shoot tips and callus of papaya. In Vitro. 9 (13). 365-368.

Litz, R. E. and Conover, R. A. (1980). Somatic Embryogenesis in cell cultures of Carica stipulata. HortScience 15 (6) 733-735

Martinod, P. and Jativa, C. (1976). Alcaloides de las Caricaceas. Instituto de Ciencias Naturales 1 (17) 3-9.

Nietzel, J. (1981). The babaco mountain papaya. A most promising discovery. California Rare Fruit Growers Yearbook (13) 55-56.

Requena, C. F. O. (1972). Analisis pomologico del Babaco. Thesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador. Quito. Facultad de Ing. Agr. y Med. Vet. 1972, 2-42.

Velastegui, J. R. (1981). Tres enfermedades foliares del babaco (Carica pentagona, Heilborn) en la zona de Baños. Agoyan. Revista de la Escuela de Ingenieria Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato (UTA). Ambato, Ecuador (21): 24-27.

Yie, S. T. and Liaw, S. T. (1977) Plant regeneration from shoot tips and callus of papaya. In Vitro. 9 (13). 365-368.

EL BABACO
UNA FRUTA
EXOTICA

E L B A B A C O U N A F R U T A E X O T I C A

POR

Rebeca Vega de Rojas

Jaime E. Rojas P.

Universidad Técnica de Ambato - Ecuador

Universidad de Delaware - U.S.A

Julio 1989

Primera Edición, Noviembre 1985
Versión en Inglés
Universidad Técnica de Ambato - Ecuador
University of Delaware - U.S.A.

Segunda Edición, Julio 1989
Versión Inglés y Español
Universidad Técnica de Ambato - Ecuador
AMDE - Proyecto Babaco USAID 7.34 0
Casilla 632, Ambato - Ecuador

Citación de la fuente es requerida para reproducción
Tiraje 300 ejemplares

- 46

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción 1

Características Generales 3

1 - Origen y Distribución 3
2 - Condiciones Ecológicas 6
3 - Prácticas Agronómicas 7
4 - Cosecha y Almacenamiento 9

Experiencia en Delaware 12

1 - Material Vegetal 12
2 - Condiciones de invernadero 13
3 - La Planta 14
4 - El Fruto 20

Características del Fruto 22

1 - Composición 22
2 - Aspectos Metabólicos 23
3 - Procesamiento 24
4 - Recetas Ecuatorianas 25
5 - Recetas Australianas 26

Proyección Futura 30

Bibliografia 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Planta de Babaco de Seis Meses de Edad Creciendo en el Invernadero de la Universidad de Delaware. 15

Figura 2: Flores Femeninas Producidas en una Planta de Babaco. 15

Figura 3: Frutos de Diferente Desarrollo Fisiológico de la Planta de Babaco. 16

Figura 4: Maduración de Babaco luego de ser Almacenado por una Semana. 17

Figura 5: Babacos Totalmente Maduros luego de ser Almacenados por Dos Semanas. 17

Figura 6: Una Planta de Babaco Cargada de Frutas y tutoreada por Una Estaca de Madera. Un Racimo de Frutos! 18

Figura 7: Planta en la Cámara 5 con Cuatro Frutos Cosechados en Noviembre 27. 19

INTRODUCCION

Es asombroso ver como las plantas se pueden adaptar a medios diferentes. Al mismo tiempo, es tambien asombroso ver como el medio ambiente puede influenciar en la transformaciòn de diversas especies, variedades y cultivares hibridos.

Cientificos y botànicos han dedicado muchos años en expediciones para investigar, coleccionar y transportar las frutas màs exòticas y promisorias, tales como las Caricaceas desde America Tropical hacia otros continentes. Nuevas plantas tambien han sido introducidas en America desde otras latitudes.

Las Caricas han demostrado en el pasado algunas caracteristicas excelentes y usos en industrias terapèuticas y cosmèticas. Actualmente existe un notable interès en estas plantas como nuevos recursos alimenticios y el babaco, una Carica, es una de las mejores frutas exòticas del siglo XX.

El Babaco es un hibrido que ha crecido en el Ecuador por mas de un centenario considerandose como una planta econòmica y ornamental. Un interès econòmico se ha presentado en los ùltimos 30 años, lo que ha ocasionado el establecimiento de pequeños huertos comerciales. En 1973 el Babaco fue introducido a Nueva Zelandia y este ha sido mencionado como "el cultivo desarrollado màs caro" (Endt, 1981).

Introducir un nuevo cultivo puede constituir un problema. Hay grandes desafios cientificos tanto para coleccionar y almacenar especimenes; como para evaluar tècnicas de cultivo,

adaptar y desarrollar tècnicas de manejo. Estos problemas pueden ser superados y los investigadores alrededor del mundo se encuentran "produciendo" algunos nuevos cultivos alimenticios. La integraciòn global de la horticultura està ocurriendo en muchos lugares desde el Sudeste Asiàtico hacia los Estados Unidos asi como tambien desde Sud America hacia Europa y las Islas del Pacìfico.

Nuestro interès por nuevas tecnologias, incluyendo el cultivo de tejidos y células e ingenieria genètica, nos motivò a que se introduzca el babaco a Delaware. Por primera vez el babaco fuè cultivado en un ambiente completamente diferente bajo condiciònes controladas.

Probablemente este es el inicio de una nueva variedad introducida desde los Andes sudamericanos. La papa y el maiz fueron descubrimientos que se difundieron alrededor del mundo en siglos pasados, Caricas y Amarantha pueden ser iguales en la actualidad. Estos, podrian constituirse en recursos alimenticios estratègicos que proveeràn una mejor nutriciòn para el mundo hambriento en el siglo XX.

El rol de los "inmigrantes verdes" esta resumido por Charles Morrow Wilson*, quien declarò que "la esencia de la libertad Americana es ejemplarizada en la introducciòn de plantas nuevas y la libertad del hombre se manifiesta en poseer y sembrar su tierra como a èl le plazca."

---

* Charles Morrow Wilson. Un escritor del siglo XX mencionado por Claire Shaver Houghton en "Green Inmigrants". Copiado H.B. Jarenovich 1978. 2. N. Y. Nueva York.

CARACTERISTICAS GENERALES

1 - Origen y Distribución

El babaco (Carica pentagona, Heilborn, Badillo) es un arbusto peremne de la familia de la papaya (Carica). Es un hibrido natural, que se encuentra en las montañas subtropicales del Ecuador.

La planta crece entre altitudes de 6.000 a 9.000 pies. Es ampliamente distribuida en los valles andinos desde Imbabura en el norte hasta Loja en el sur.

Estas especies fueron mencionadas por el botánico Suizo Heilborn en 1921 por primera vez (Requena, 1972; Endt, 1978).

Las àreas principales de cultivo estan localizadas en los valles interandinos ecuatorianos con suelos volcànicos y libre de heladas. El babaco crece entre 1º de latitud norte a 5 de latitud sur, incluyendo las àreas en la linea ecuatorial : Puembo, Tumbaco y el Valle de Guayllabamba.

Otras àreas importantes para el cultivo de babaco son: Ambato, Baños, Ibarra, y Loja (Requena, 1972).

El babaco ha sido introducido a Nueva Zelandia desde 1973,

en las regiones del Nortnland, en la provincia de Auckland y la Bahia de Plenty (Endt, 1981).

El Anuario de Cultivadores de Frutos Raras (1981) reportò el cultivo de babaco en macetas en Vista, California y en Los Angeles (Nietzel, 1981).

Caracteristicas Botànicas. Probablemente el babaco es originado por el cruzamiento de C. pubescens, (Chihualcan) con C. stipulata, Badillo, lo cual mantiene la categoria notomòrfica (noto = nuevo morpho = segregado genètico) y el nombre botànico completo fue establecido como: Carica x heilbornii, Badillo n.m. pentagona, Heilborn, Badillo," (Hofman, 1981; Fabara, 1984). Este se menciona en "Tropical Life" en 1920 como "una mula en el reino vegetal" un autor anònimo* reportò "un aparente hibrido natural, entre banana y papaya. Un racimo de bananos creciendo junto a una pequeña planta de papaya que produjo un racimo de frutos que eran como platanos pequeños, pero al momento de abrirlos, contenian semillas como semillas de papaya".

La clasificaciòn botànica completa es:

(Requena, 1972)

Clase:	Dicothyledonea
Subclase:	Archylamidae
Orden:	Parietales
Familia:	Caricaceae
Gènero:	Carica
Especie:	pentagona
Nombres Comunes:	babaco, chamburo, toronchi

* Anònimo. Botanical Abstracts 1921, Abril (7) 738.

52'

La planta es un arbusto erguido herbaceo peremne con un solo tallo que alcanza una altura de 1 a 2 metros. El tallo es hueco de rápido crecimiento. La madera es suave porosa y cubierta por las cicatrices de las hojas viejas. Generalmente no tiene ramas pero estas pueden ser inducidas por el corte del ápice para la propagación (Hofman, 1981; Requena, 1972).

Las hojas son palmeadas de cinco lóbulos con venas prominentes y de color verde brillante. Las hojas son ricas en latex con peciolos largos ubicados alrededor del tronco y durante cada ciclo nuevo de crecimiento, yemas florales son producidas en su parte axilar. El área de lámina de la hoja es variable dependiendo de la edad y posición en el árbol. Las flores son pistiladas con cinco sépalos. El pistilo es un ovoide alargado de cinco ángulos y terminado por cinco estigmas. El ovario tiene una cavidad central con numerosos óvulos (Martinood and Jàtiva, 1976; Hofman, 1981). Los frutos se desarrollan partenocarpicamente; ellos se encuentran en un pedúnculo largo unido al ángulo axilar de las hojas. Los frutos tienen una longitud de 30-35 cm de largo, 10-13 cm de diámetro, el que disminuye suavemente hasta terminar en forma puntiaguda. El fruto del babaco tiene una corteza fina, lisa y presenta un color amarillo cuando está maduro. Tiene una pulpa suave, cremosa y jugosa de 1 a 2 cm de grosor y presenta ademas una cavidad sin semillas (en raras ocasiones 3-4 semillas estériles)

Una planta puede producir un promedio de 25 a 35 frutos por año. Los frutos tienen un peso promedio de 1-1.5 kg. La producción total que se ha reportado es de 40-45 ton/ha/año en el Ecuador y en Nueva Zelandia (Fabara, 1984; Endt, 1981).

Hay solo una variedad de babaco, sinembargo hay otras especies que tienen caracteristicas similares. Existe alguna confusión acerca de la clasificación botánica de las caricaceas andinas (Endt, 1979).

La mayoria de las caricaceas son conocidas por sus nombres locales. Existen aparentemente 4 diferentes especies de la papaya de montaña (C. pubescens, L.) y sus cruzamientos (Nietzel, 1981). Hay otro género de Carica subtropical en Ecuador, C. crysopetala, Heilborn con frutos que tienen cinco angulos de 10-15 cm de largo; de forma ovalada y producen semilla. Su nombre común es el "chamburo" (Cardenas, 1969; Martihood y Jativa, 1976; Fabara 1984). Otra variedad encontrada en las montañas del sur de Colombia y norte del Ecuador clasificada como C. cundina - marcencis, J. Linden o C. candamarcencis, Hook. f. fuè desarrollada del género común Vasconcellea que crece desde Colombia hasta Bolivia (Cardenas, 1969).

2 - Condiciones Ecológicas

El babaco puede crecer en una amplia variedad de tipos de

suelos que sean friables y tengan buena profundidad y drenaje. La planta prefiere suelos calcàreos con un buen contenido de nutrientes químicos. Las condiciones climàticas para el babaco son:

temperatura promedio	13.8-16º C
precipitación	750 mm approx.
humedad	83% max.
luminosidad	50% max.

En el Ecuador el babaco crece en cuencas aluviales o en suelos volcànicos de estribaciones de montaña alrededor de 2.000 a 3.000 m de altitud, el aspecto màs importante es que sea libre de heladas y tenga protección. Originalmente la protección para el babaco fue proporcionada por el cultivo combinado con aguacates o cítricos (Requena, 1972).

El babaco ha sido adaptado a un clima subtropical frío en Nueva Zelandia, en areas donde existe cultivos de tomate de àrbol con suelos fértiles y libres de heladas. El babaco tambien necesita protección contra el viento, cercas de bambú se han considerado ideales (Endt, 1979; 1981).

3 - Prácticas Agronómicas

<u>Propagación</u>. Siendo un híbrido sin semillas, el babaco es propagado vegetativamente por estacas. Esto ayuda a mantener las caracteristicas botànicas de la planta (Ibarra, 1978; Hofman, 1981).

La técnica desarrollada en Ecuador usa plantas de tres años de edad luego que estas han terminado la producción. El tallo es cortado diagonalmente 30 cm desde el suelo y es usado para producir nuevas plantas. La porción restante del tronco volverá a brotar y dará nuevos frutos en 8-10 meses (Hofman, 1981; Fabara, 1984).

El tallo que ha sido removido o cortado de la planta cultivada es cortado en secciones de 30 cm. Estos pedazos deben ser sumergidos en un baño fungicida y luego tratado con una hormona de enraizamiento (Hofman, 1981; Ibarra, 1978). En Nueva Zelandia han sido desarrollados métodos nuevos de propagación via cutlivo de tejidos usando brotes tiernos (Cohen y Cooper, 1981). El método consiste en alguna variación de la usada en cultivos <u>in vitro</u> de C. <u>papaya</u> (Litz y Conover, 1978; Yie y Liaw, 1977). También está bajo investigación un sistema de injertación sobre C. <u>crysopetala</u> para mejorar la resistencia a nemàtodos (Nietzel, 1981; Fabara, 1984).

<u>Manejo</u>. El babaco requiere un suelo con buena retención de humedad pero de drenaje libre y que tenga un mínimo de 25-60 cm de profundidad. El uso de abono orgánico es recomendado para el establecimiento de la plantación. Las estacas son colocadas, 10 cm de tallo bajo el nivel del suelo y usualmente plantadas a un espacio de 1.5 m de distancia entre plantas e hileras (Hofman, 1981; Fabara, 1984).

4 - Cosecha y Almacenamiento

En el Ecuador el babaco es cosechado verde a mano, usando dos o tres trabajadores. Un trabajador corta el fruto desprendiendolo del tallo y lo deposita en la base de la planta sobre la vegetación o simplemente sobre el suelo. Esto permite la exudación del latex por el corte del pedunculo. El segundo trabajador colecta los frutos que han sido depositados y los traslada al lugar de empaque, que se encuentra al borde de la huerta. Para empacar el babaco, se usan generalmente cajas de madera (una caja mide 25x60x40 cm approx.) y los frutos son empacados en un número de 10 a 12 unidades dispuestos verticalmente y 2 o 3 horizontalmente, por otro trabajador. Los frutos son envueltos con papel de empaque para evitar daños durante el transporte. Las cajas son almacenadas en bodegas (de 15- 18° C y 30% de humedad) por 1 ò 2 semanas antes de ser enviadas al mercado (Fabara, 1984).

En Nueva Zelandia el tiempo de cosecha està determinado cuando aparecen los signos de coloración amarilla en los frutos. Los frutos se desprenden usando tijeras de cítricos o simplemente arrancándoles del tallo. Pero existe un peligro en el último mètodo y es que puede causar lastimaduras en la zona de absición que resultaría en una posterior pudrición. Tambièn existe un problema al ser colocados unos sobre otros en el recipiente de recolección, el latex de los frutos superiores se

derrama sobre los frutos de abajo y les da una mala apariencia (Endt, 1981).

Un recipiente mejor para recolección no ha sido todavia diseñado. En el Ecuador los agricultores estan utilizando canastas de carrizo y en Nueva Zelandia recipientes de plàstico. El peso de cada fruto dificulta manejar màs de 12 o 15 frutos a la vez (Fabara, 1984; Endt, 1981).

En Nueva Zelandia los agricultores estan utilizando temperatura baja (6° C) para almacenar el babaco y esto ha dado resultados satisfactorios en la conservación de la calidad de los frutos (Hartman, 1983).

Algunas esporas de hongo presentes en la corteza del fruto pueden causar podredumbre durante el almacenaje. Un tratamiento con fungicida reduce estas infecciones fungosas. Ademàs, es necesario un cuidado especial para evitar pèrdidas costosas. En el Ecuador el 30% de las pèrdidas ocurre en el lugar de mercado debido a daños causados por el manejo deficiente (Fabara, 1984).

Los frutos bien maduros son baratos. Generalmente es comùn vender los frutos no muy maduros para mantenerlos en casa y disfrutar del aroma por un tiempo. La època de mayor consumo es en el mes de Octubre debido a una comida tradicional (la colada morada) en Noviembre 1-7.

58

La maduración adecuada para la cosecha del babaco no está bien conocida todavia y la mayoria de los procedimientos utilizados son aquellos que han sido recomendados para la papaya (Endt, 1981).

EXPERIENCIA EN DELAWARE.

A continuación se anotan algunos datos colectados durante 16 meses en el invernadero de la Universidad de Delaware. Desde el momento en que se plantó una estaca para su enraizamiento hasta la finalización de la primera época de cosecha.

1 - Material Vegetal

Cuatro estacas de babaco fueron proporcionadas por la Garanja Experimental de Huachi de la Universidad Técnica de Ambato (UTA). Estas fueron probablemente de 2 meses de edad, y tenían 30 cm de largo y 1 a 2.5 cm. de diámetro. El tallo estaba parcialmente disecado y la epidermis era de un color entre gris y café.

Este material fué introducido a Delaware el 24 de Agosto de 1984. Dos estacas fueron plantadas en macetas conteniendo peat-moss y fueron ubicadas en un invernadero tropicalizado (plantas se desarrollaron de estas estacas). Las otras dos estacas fueron cortadas transversalmente en 5 secciones cada una, se los trató con Hormodin y fueron plantadas en arena bajo humedad constante (estas secciones no produjeron plantas).

Las dos plantas produjeron las primeras hojas a los 25-28

días después de plantadas. Las condiciones inapropiadas del invernadero en especial el exceso de humedadfue la causa de la pèrdida de una de ellas. La planta que sobrevivió probó su adaptabilidad y vigor hibrido.

2 - Condiciones del Invernadero

Paul Dennison, jèfe de invernaderos de la Universidad de Delaware indica que las temperaturas del invernadero son variables dependiendo de la estaciòn, las temperaturas promedio fueròn:

Invierno:	60º F	noches
	75º F	días
Verano:	70º F	noches
	90º F	días

El promedio de humedad en el invierno es 35% y en el verano es 75% con alguna fluctuaciòn acorde con las condiciones del medio ambiente. Cuatro invernaderos diferentes fueron provista para el crecimiento del babaco, estos tenian diferentes condiciones:

- Càmara 1 - Condiciones tropicales con alta humedad provistos de humidificador automàtico y luz indirecta
- Càmara 4 - Iluminaciòn Solar y esta provista de ventilaciòn permanente para reducir la humedad.
- Càmara 5 - Invernadero con sistema mecànico para ventilaciòn durante el dia, total luminosidad y 35% de humedad en el invierno y 75% en el verano.

61

- Quonset - Invernadero de plàstico con sistema electrico de ventilación y gas propano para la calefacción.

3 - La Planta

Después del primer mes de adaptación y crecimiento, la planta fue ubicada en la càmara 4 para evitar el exceso de humedad. Esta fuè transplantada en un recipiente màs grande acorde al tamaño de la planta y luego fuè fertilizada con un abono completo.

Aparentemente la planta no fuè afectada por el fotoperiodo durante el verano y el otoño. Durante el invierno la planta fue trasladada a la càmara 1, pero con ciertas restricciones en riego. Luego de 6 meses la planta habia crecido 2 veces en tamaño y presentaba abundante follaje de color verde brillante (Fig. 1).

A mediados del mes de Febrero, aparecieron las primeras flores en la parte superior de la planta. Crecieron paralelamente a las hojas terminales y luego de abrirse, el pistilo fuè visible y este diò lugar a los frutos (Fig. 2).

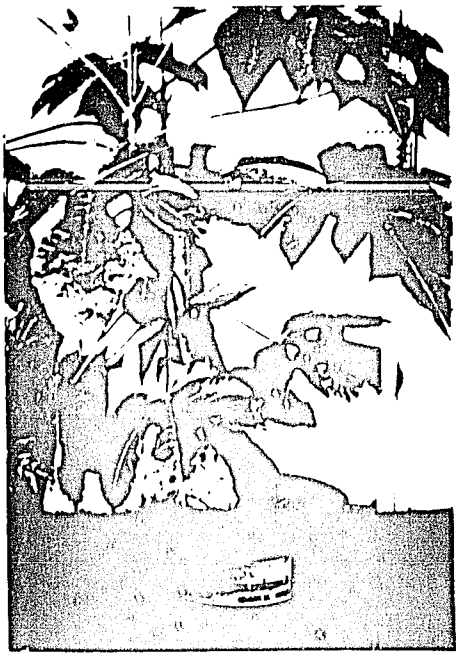

Figura 1: Planta de babaco de 6 meses de edad creciendo en el invernadero de la Universidad de Delaware.

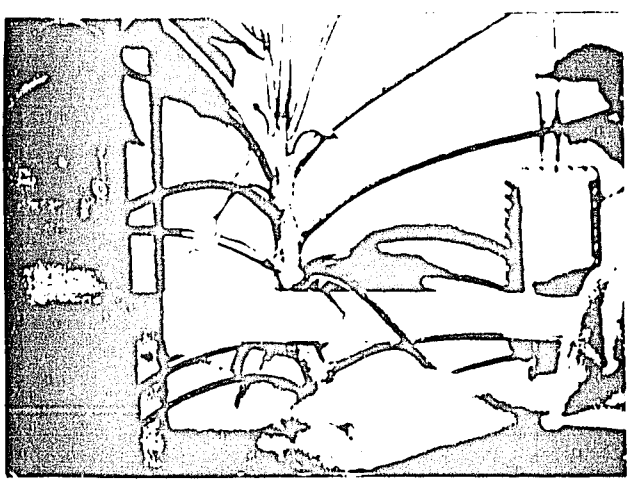

Figura 2: Flores femeninas producidas en una planta de babaco

Durante el mes de marzo la planta de babaco fue trasladada a la cámara 5 con más luminosidad solar para el crecimiento de los frutos. Los babacos crecieron en pedúnculos largos y fuertes (Fig.3). Durante todo el periodo de fructificación se produjeron 27 frutos durante el periodo de fructificación.

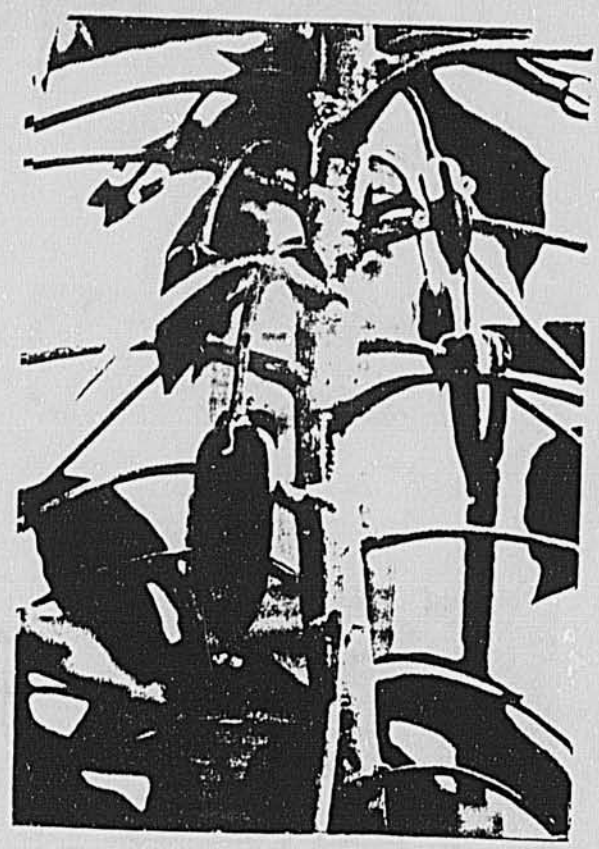

Figura 3: Frutos de Diferente Desarrollo Fisiológico de planta del babaco.

El 7 de Agosto dos frutos fueron cosechados. Los dos estuvieron completamente verdes y se los mantuvo a temperatura

ambiental sobre un pedazo de espumaflex dentro de una caja. Luego de una semana los frutos comenzaron a emitir un aroma fragante y la mitad de la corteza cambiò a color amarillo (Fig. 4).

En otra semana ò un poco màs el fruto estuvo completamente maduro y tenia un color amarillo (Fig. 5).

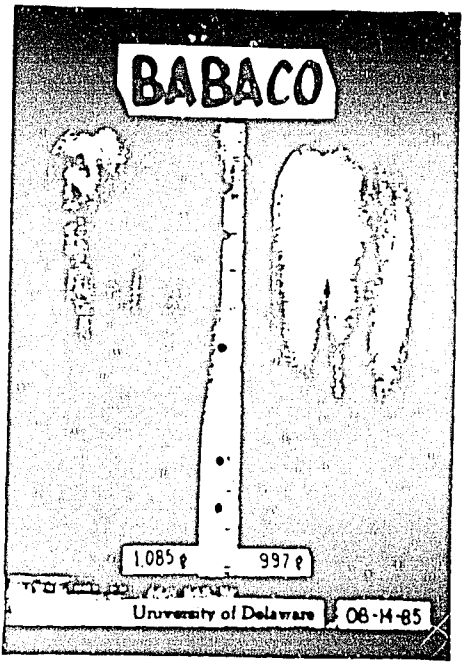

Figura 4: Maduraciòn de Babaco luego de ser almacenado por una semana.

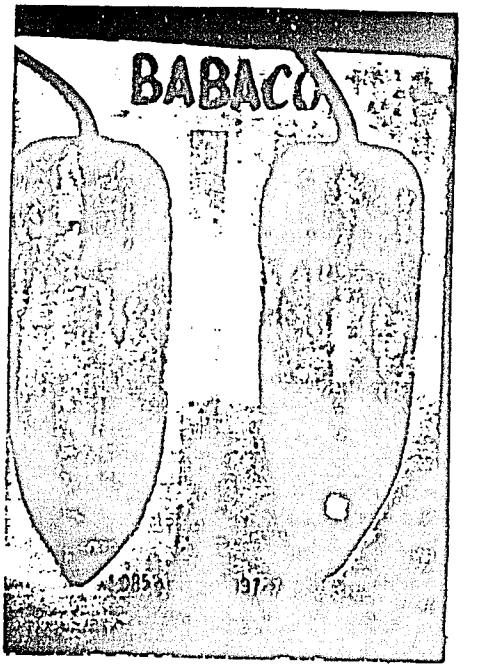

Figura 5: Babacos totalmente maduros luego de ser almacenados por dos semanas.

La planta fue tutoreada con una estaca de madera para contrarestar el peso de los frutos. La planta fue transplantada a un recipiente más grande. A ese tiempo la planta estuvo produciendo uno o dos frutos cada semana y se habia transformado en un gran racimo de frutos (Fig. 6). El peso de los frutos ocasionó la deformación del tallo principal (curvado hacia abajo).

Figura 6: Una Planta de Babaco Cargada de Frutos y Sostenida por Una Estaca de Madera. Un Racimo de Frutos!

En Octubre la planta fue trasladada a un invernadero plástico (quonset) con exposicion total al sol para corregir la malformación del tallo. Luego de tres semanas tuvo severa defoliación y los pequeños frutos presentaron una maduración

forzada. Esta imprevista madurez se debió a la presencia de gas etileno producido por el sistema de calefacción del invernadero. Fuè entonces necesario trasladar a la planta a la càmara 5. La producción total fue alterada debido a esta circunstancia. Algunos frutos se perdieron durante el transplante, el traslado de una sección a otra y por exposición al gas etileno. Los 4 frutos finales fueron cosechados el 27 de Noviembre.

El tiempo de cosecha durò un periodo de 3 meses. La producción total fue aproximandamente de 19 Kg en el primer año.

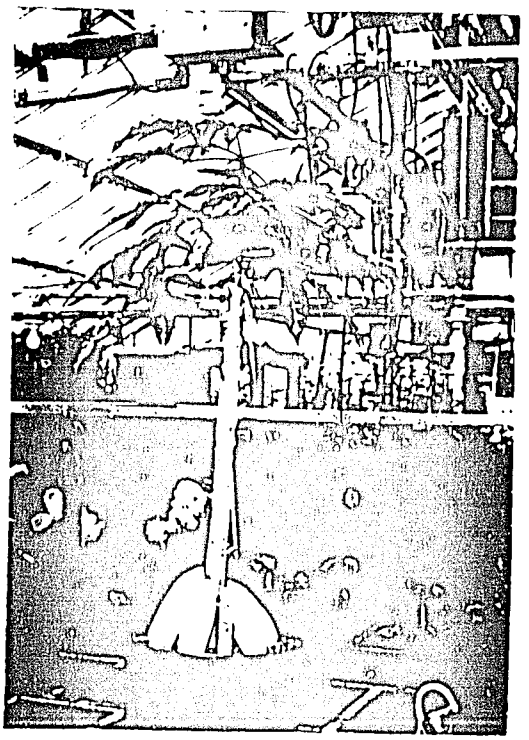

Figura 7: Planta en la Càmara 5 con Cuatro frutos cosechados en Noviembre 27.

4 - El Fruto

Los frutos probaron ser tan buenos como aquellos que crecen en las montañas ecuatorianas. Ellos tuvieron la forma perfecta sin ningun daño, presentaron color brillante y acento aromático.

Los frutos del babaco fueron saboreados por una variedad de personas, desde profesores y estudiantes de colegio y universidad hasta familias enteras con niños.

La cantidad de fruta degustada fuè pequeña y no hubo un modo especifico de hacerlo. Fuè solamente curiosidad por saborear una nueva fruta exòtica. Pero la experiencia fuè interesante. Algunas de las expresiones manifestadas fueron:

- Es una fruta encantadora.
- Esto parece como una banana grande.
- El sabor es algo... diferente.
- Esto es realmente especial con sabor a citrico.
- Esto es posible comerlo con corteza también.
- La consistencia se parece a un melón. No se, pero esto es diferente.
- Realmente esto tiene un sabor exòtico.
- Donde puedo comprarlo?
- Me gusta el helado de babaco, puede darme un poco más?
- Esto es un nueva clase de fruta, me gusta.
- Realmente es una fruta maravillosa.

La experiencia de probarlo fue bastante. Nadie dijo "no me gusta", la fruta fue presentada natural pelada o con cáscara, con o sin azúcar, en el color amarillo oro, amarillo o verde-amarillo. También la fruta fue preparada como conserva y helado.

En el DNA Plant Technology Corporation en Cinnaminson, Nueva Jersey tuvimos una "sesión de degustación de babaco". Los científicos quedaron impresionados por las características positivas del babaco, piel brillante y lisa, pulpa cremosa sin problemas de oxidación, jugoso, sin semillas, todo el fruto puede ser consumido o batido para bebidas y con un contenido bajo de calorías.

Esto prueba que el babaco satisface los paladares en todas partes.

CARACTERISTICAS DEL FRUTO

La calidad y tamaño de los frutos están relacionados con el vigor y la edad de la planta. El grosor del tronco está asociado con el vigor y se permite solamente un tronco. La fruta alcanza el tamaño completo dos meses antes de su madurez. El grado exacto de madurez para la cosecha es desconocida (Endt,1982). Sinembargo los agricultores cosechan los frutos cuando estos presentan ciertas condiciones incluyendo, color, consistencia, y apariencia. Aquellas características son determinadas por la propia experiencia de los productores (Requena, 1978; Fabara, 1984).

1 - Composición

El análisis de nutrientes fue hecho por el Instituto de Nutrición del Ecuador (INN) en 1979. Estos valores están expresados en miligramos por 100 gramos de babaco y papaya como fruta fresca.

Características	Babaco	Papaya
Agua	93.20	89.70
Calorías	23.00	36.00
Proteínas	0.90	0.90
Extracto de eter	0.10	0.10
Carbohidratos Totales	5.40	3.30
Fibra	0.50	0.70
Ceniza	0.40	0.40
Calcio	11.00	25.00
Fósforo	14.00	11.00
Hierro	0.40	0.50
Caroteno	0.07	0.16
Tiamina	0.02	0.02
Riboflavina	0.06	0.03
Niacina	1.00	1.32
Acido Ascórbico	29.0	63.0

El exquisito sabor es único con mínima cantidad de azúcar y ligeramente acido como una mezcla de frutilla, piña y papaya (Endt, 1981).

El contenido de sólidos solubles fuè examinado en frutos durante 7 y 14 dias a 20º C. El contenido se incrementa de 5% a 8% cuando los frutos cambian de color verde a amarillo-dorado (Hartman, 1982).

2 - Aspectos Metabólicos

En el estudio de Hartman (1982) el color de la corteza de babaco fue catalogada como sigue:

Grado	Color
1	0% amarillo, 100% verde
2	10-20% amarillo
3	20-30% amarillo
4	30-50% amarillo
5	50-70% amarillo
6	90-100% amarillo pàlido
7	100% amarillo dorado

Los resultados de respiración y producción de etileno de babaco a 18º C fueron: dióxido de carbono y etileno aumentan conforme el fruto madura desde una coloración de grado 1 a 7. El grado de respiración permanece igual desde grado 1 a 4 y la gradiente se aumenta conforme el fruto colorea. La producción de etileno permanece debajo de 0.5 ml/kg/hora hasta que los

estuvieron sobre 50% amarillos y entonces llega a un máximo cuando los frutos alcanzan 90-100% amarillo. Los frutos se hallan suficientemente maduros para el consumo en 7-10 días después del incremento en respiración y producción de etileno. Los frutos maduros son aromáticos lo cual indica la presencia de gases volátiles, etileno y CO_2. Esta condición cataloga al babaco como un fruto climatérico, (Hartman, 1982). El babaco almacenado al frío a 6º C mantiene los frutos en buenas condiciones por 5 semanas. Los frutos son sensibles a enfriamiento bajo 3º C y presentando áreas de corteza quemada, maduración anormal y suceptibilidad a pudrición fúngica (Hartman, 1982).

3 - Procesamiento

En general el babaco no sirve únicamente como fruta fresca sino además presenta posibilidades excelentes para la industria de alimentos. Una de las más atractivas características es su larga calidad de pos-cosecha. Sin almacenaje en frío, el babaco tiene una vida propia de hasta cuatro semanas (Endt, 1982).

Los usos más comunes en el Ecuador son: jugo de babaco, fruta fresca, en ensalada y preservada en almíbar. Estos productos son principalmente para el consumo interno y una pequeña cantidad para comercializarlo en Colombia y Perú.

72

Por ser una fruta sin semilla y contar con una piel suave puede ser consumida totalmente. Se sirve madura o cocida en las formas más sofisticadas como "babacolova" o "helado de babaco" o dulce de babaco, todas son muy deliciosas.

4 - Recetas Ecuatorianas

Babaco al Natural

1 babaco maduro

1/2 taza de azùcar

Despues de pelado el babaco, puede ser cortado horizontalmente en forma de estrella o en cubos. Entonces, espolvorear azùcar sobre los pedazos. Guardar bajo papel plàstico por 12 horas en un lugar frio o en el refrigerador. Puede ser servido con queso o crema.

Jugo de Babaco

1 babaco amarillo

azucar opcional

Pelar la fruta y cortar en pedazos. Batirlo y servir sobre cubos de hielo, añadir azùcar al gusto.

Helado de Babaco

1 babaco amarillo
3 claras de huevo
taza de crema

1/2 libra de azucar
3 cucharaditas de jugo de limón

El babaco despues de pelado, cortado en trozos y mezclado con jugo de limon y azúcar. Hervirlo por 10 minutos, luego enfriarlo y licuarlo. Poner las claras de huevos en un recipiente con la crema, batirlo a velocidad baja durante 10-15 minutos. Añadir el jugo de babaco y congelarlo. El helado necesita ser batido cuando comienza a congelarse. Puede ser servido con trozos de babaco, coco rallado o miel de chocolate.

Conserva de Babaco

1 babaco verde amarillo
1/2 libra de azucar
1 rajita de canela

Despues de pelar el babaco, cortar en pedacitos cuadrados y poner en un recipiente, añadir el azucar y el pedazo de canela. Hervir por 10 - 20 minutos. Enlatarse o embotellarse.

5 - Recetas Australianas

Estas recetas provienen de un panfleto "Sweet Babaco" con ideas y sugerencias para servir, pero ni la institución ni el autor han sido mencionados. " Dulce de babaco sabe, a una ensalada de frutilla, piña y papaya".

Frituras de Babaco

1 taza de harina
200 ml de leche
1 huevo
6 tajas de babaco
canela
azucar o azucar impalpable

Mezcle la harina, leche y huevos hasta que se haga una

mezcla espesa. Introduzca las tajas de babaco en la mezcla y freir hasta que esten cafecitas. Sirvase con azùcar y canela encima.

Babacoleva

1 babaco entero
2 claras de huevo (màs para un babaco grande)
100 g azucar impalpable
1/2 cucharaditas de vinagre
crema batida
frutillas o kiwi fruit

Corte el babaco por la mitad a lo largo en forma de un barco y vacielo moderadamente. Bata las claras de huevo hasta que estèn a punto de nieve y despacio siga añadiendo el azùcar y vinagre. Bata hasta que el azùcar se disuelva (no gránulos). Ponga dentro del babaco cucharada por cucharada la mezcla y hornèe por 2 horas a 110º . Cuando este frio, decore con crema batida, mitades de frutillas y/o rodajas de kiwi.

Sabroso Babaco Aliñado

1/7 taza de Salsa de Soya
1 diente de ajo molido
1 cucharadita de gengibre
2 cucharaditas de maicena
1/2 babaco, en tajas finas
Cortes de carne fria o jamèn
semillas de ajonjoli

Mezcle la salsa de soya con el ajo, gengibre y maicena. Ponga las tajas de babaco separadamente en una bandeja de hornear engrasada. Ponga un poco de la mezcla de salsa de soya sobre las tajas. Cubra cada taja con un corte de carne. Cubrase con màs salsa. Añada otra capa de babaco y salsa, añada mas carne y salsa. Continùe hasta obtener el grosor de 2-3 cm.

Termine con babaco y cualquier mezcla de salsa de soya y semillas de ajonjolí. Hornèe a 150º C por 30 minutos.

Pollo al Babaco

500 g pedazos de pollo dehuesado y cocido
Harina
2 huevos batidos
1 taza de babaco
2 cucharaditas de maicena

Cubrase la carne de pollo con la harina, luego bata los huevos y cubra con migajas de pan. Freir hasta que esten cafecitas. Hasta mientras, licuar el babaco y mezclar con la maizena. Ponga en una caserola pequeña y haga hervir, meciendo continuamente hasta que se haga espeso. Riege la salsa de babaco sobre el pollo inmediatamente despues de servir.

Chaulafan de Babaco

2 huevos batidos
1 taza de babaco
3 cucharaditas de salsa de soya
1 taza de arroz cocido
1 mano de nueces
Salsa Worcestershire

Freir los huevos batidos en los dos lados y deje en un plato luego de haber cortado en tiras finas. Corte el babaco en cuadritos dentro de el sarten de freir y añada con la mitad de la salsa de soya mientras està friendose. Cuando los filos comienzen a dorarse, regrese los huevos al sarten junto con los demàs ingredientes (mantenga afuera una cucharada de arroz.) y un poquito de salsa Inglesa. Mezcle hasta que todo estè caliente. Asperjar lentamente con la cucharada sobrante de arroz para que le de una variedad de color.

76

Caramelo de Babaco Haga tajitas de babaco y pongalas en una bandeja de horno engrasada. Asperjear con jugo de mandarina o naranja. Cubrase tambien con azúcar morena y migajas de pan. Añada un poco de mantequilla y hornear por 10 minutos.

Mezcla de Babaco Mezcle tajas de babaco gruesas en una taza de azucar y una taza de agua por 30 minutos. Caliente la mantequilla en la sarten. Antes de servir añada una cucharada de brandy. Sirva con crema batida.

Marshmellarco Diluya los besos sobre las tajas de babaco bajo la hornilla o en un horno microhondas. Deje enfriar antes de servir.

Botes de Babaco Corte un babaco a lo largo y rellene con mescla de torta (vainilla o naranja). Hornee en el horno moderado. Decore cuando esté frío.

Bulto de Babalfa Cortar el babaco y Asperjear con salsa de soya. Termine con tiras de alfalfa y una cucharada de mayonesa.

Cocobarco Asperjear las tiras de babaco con azucar quemada, coco rallado y semillas de ajonjolí. Sirva como un dulce.

PROYECCION FUTURA

Se ha comprobado que las caricaceas no solamente sirven como fruta fresca, sino tambien para extraer del latex fresco las enzimas digestivas papaina y chimopapaina. En las hojas se han encontrado carpaina y dos alcaloides macrociclicos, dehidrocarpaina I y II. Estos productos tienen varios usos terapéuticos, cosmèticos e industriales.

Es necesario protejer nuestras especies nativas y desarrollar jardines botànicos con colecciònes de plantas tropicales y subtropicales. Los cientificos ecuatorianos necesitan establecer una investigaciòn sistemàtica con facilidades educacionales para poder intercambiar resultados y experiencias con Instituciones similares alrededor del mundo.

La tecnologia màs prometedora para babaco serà el uso de tècnicas <u>in vitro</u> para propagaciòn de plantas y la variaciòn somaclonal con en fin de mejorar y crear resistencia a virus y nemàtodos. Se recomienda estudios futuros.

El babaco puede constituir un recurso alimenticio estratègico y una fuente inmediata de ingresos para los paises del tercer mundo debido a que posee cualidades excelentes de producciòn, adaptabilidad y vigor.

El costo de produccion de babaco bajo condiciònes de invernadero necesita ser investigados para permitir que su desarrollo como plantas ornamentales ò cultivo econòmico en àreas marginales.

En conclusion, aquellos que estan buscando una nueva variedad de fruta exòtica y aromàtica encontraràn la respuesta en el babaco.

BIBLIOGRAFIA

Boeswinkel, H. J. (1982). The identity of Oidium caricae and the first recording on papaya, mountain papaya and babaco in New Zealand. Fruit (37):474-476.

Boeswinkel, H. J. (1981). Babaco, mountain papaya and papaya all are suceptible to powdery mildew. N. Z. Jour. of Ag. October, 28

Cardenas, M. (1969). Manual de plantas economicas de Bolivia. Imprenta IETHUS, Cochapamba, Bolivia 220-222

Cohen, D. and Cooper, P. A. (1982). Micropropagation of Babaco. A Carica hybrid from Ecuador. 5th International Congress of Plant Tissue and Cell Culture held at Tokyo on Lake Yamahake, Japan. Plant Tissue Culture. 734-744

Ecuador (1965). INN. Instituto Nacional de Nutricion. Tabla de Composicion de los alimentos Ecuatorianos Quito. 36.

Endt, D. (1978). Fruiting Plants From Ecuador. The Babaco: The Orchadist of N. Z. Feb., 18-19

Endt, D. (1979). Observation on fruit growing in Ecuador and Chile. The Orchadist of N. Z. 347-355

Endt, D. (1981). A new fruit in New Zealand to reach commercial production. The Orchadist of N. Z. March, 58-61. Also published by California Rare Fruit Growers Yearbook 1981 (13) 48-52.

Fabara, J. (1984). El Cultivo del babaco. Curso regular de Fruticultura. Universidad Tècnica de Ambato. UTA Stencil 1-10.

Hartman, J. E. (1983). Preliminary studies on the postharvest physiology and storage of babaco fruit. N. Z. Journ. of Agriculture 26:237-246.

Hoffman, J. C. (1981). The babaco - Ecuadorian fruit with commercial potential. California Rare Fruit Growers Yearbook 1981 (13) 53-54.

Ibarra, J. (1978). Notas sobre el babaco. Desde el surco. (19) 49-51.

Litz, R. E. and Conover, R. A. (1978) In vitro propagation of Papaya. HortScience 13:241-242.

90