

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARATORIA DE PROPIEDAD	ii
AGRDECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE CUADROS	xii
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	15
1.1 INTRODUCCIÓN	15
1.2 MARCO TEÓRICO	17
1.2.1 Origen de la agricultura y domesticación de plantas	17
1.2.2 El área Maya	18
1.2.3 Domesticación de plantas	20
1.2.4 Síndrome de domesticación	21
1.2.5 Efecto fundador por domesticación	21
1.2.6 Marcadores genéticos	22
1.2.7 Marcadores microsatélites (SSR) como herramientas para estudiar la domesticación	25
1.2.8 Evolución bajo domesticación de cultivos frutales perennes	26
1.2.9 Especie de estudio: Huaya India (<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth subsp. <i>oliviformis</i>)	27
1.3 HIPÓTESIS	29
1.4 OBJETIVOS	30
1.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	31
1.6 BIBLIOGRAFÍA	32

ÍNDICE DE CONTENIDO

II.	CAPÍTULO 2. MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF HUAYA INDIA FRUITS (<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth) IN THE MAYA LOWLANDS	36
	2.3 ABSTRACT	36
	2.4 INTRODUCTION	36
	2.5 MATERIALS AND METHODS	37
	2.5.1 Study area	37
	2.5.2 Plant material collection	37
	2.5.3 Data analysis	39
	2.6 RESULTS	39
	2.6.1 Variation in qualitative traits of Huaya India fruits	39
	2.6.2 Morphological diversity in fruits of Huaya India	39
	2.7 DISCUSSION	41
	2.7.1 Evaluation of qualitative traits in fruits of Huaya India	41
	2.7.2 Evaluation of quantitative traits in fruits of Huaya India	42
	2.8 CONCLUSION	46
	2.9 REFERENCES	46
III.	CAPÍTULO 3. MANAGEMENT AND CULTIVATION OF THE HUAYA INDIA (<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth) ON THE YUCATAN PENINSULA	50
	3.1 ABSTRACT	50
	3.2 INTRODUCTION	51
	3.3 MATERIALS AND METHODS	52
	3.3.1 Study site	52
	3.3.2 Ethnobotanical Studies	53
	3.3.3 Collection and measurements of fruit and seed	54
	3.3.4 Data analysis	54

ÍNDICE DE CONTENIDO

3.4 RESULTS	55
3.4.1 Management and artificial selection	55
3.4.2 Patterns of variation in the fruits of Huaya India	58
3.4.3 Correlations among traits of fruit and seed	59
3.4.4 Analysis of grouping of wild and cultivated classes	59
3.5 DISCUSSION	
3.6 CONCLUSION	63
3.7 LITERATURE CITED	64
IV. CAPÍTULO 4. DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA DE LA HUAYA INDIA (<i>Melicoccus oliviformis</i>, Sapindaceae) EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS DE MÉXICO	66
4.1 RESUMEN	66
4.2 INTRODUCCIÓN	67
4.3 MATERIALES Y MÉTODOS	69
4.3.1 Sitio de estudio	69
4.3.2 Recolecta del material vegetal	69
4.3.3 Extracción de ADN y técnica de microsatélites	70
4.3.4 Patrón de agrupamiento y estructura genética	72
4.3.5 Diversidad genética	73
4.4 RESULTADOS	74
4.4.1 Patrón de agrupamiento y estructura genética	74
4.4.2 Diversidad genética	76
4.5 DISCUSIÓN	78
4.6 CONCLUSIÓN	82
4.7 REFERENCIAS	83
V. CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	89
VI. CAPÍTULO 6. PERSPECTIVAS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

I. CAPÍTULO 1

- Figura 1.** Principales centros de origen de la agricultura y domesticación de plantas (Gepts, 2004). 18
- Figura 2.** Mapa geográfico del área cultural Maya, dividido en Tierras Bajas y Tierras Altas (Garza *et al.*, 1996). 19
- Figura 3.** Esquema del efecto fundador por domesticación. 22

II. CAPÍTULO 2

- Figure 1.** Map showing the four cultural–geographic zones of the Maya Lowlands of Mexico. Chenes zone (1), Puuc zone (2), Itza zone (3), Maya Resistance zone (4). 38
- Figure 2.** Mesocarp colors observed in the four cultural-geographic zones of the Maya area according to the Munsell color tables. **a** Orange, **b** amber, **c** cream, **d** white and **e** orange-coral. 40
- Figure 3.** Results of UPGMA conglomerate analysis of fruit and seed characteristics. Collection sites: *Bol* Bolonchén, *Xcu* Xcupil Cacab, *Bec* Becanchén, *Yot* Yotholín, *Xo* Xocén, *Lu* Libre Union, *Señ* El Señor, *X-Ha* X-Hazil South. 43
- Figure 4.** Identification of groups based on morphological characters of fruit and seed by principal component analysis. *Subgroup A1* blue boxes, *subgroup A2* red stars; *group B* black circles, *green triangle* individual separated from both groups. 45

ÍNDICE DE FIGURAS

III. CAPÍTULO 3

- Figure 1.** Locations of wild and cultivated trees sampled from Huaya India (*Melicoccus oliviformis* Kunth) in the Yucatan peninsula. Rural communities' border on wild areas that harbor populations of Huaya India. 53
- Figure 2.** Form of marketing in the local and regional markets (A, B and C) and use of the fruits as a source of income in the Yucatan Peninsula. 59
- Figure 3.** Comparative image of the fruits of wild (A) and cultivated (B) trees. 60
- Figure 4.** Identification of groups based on morphological characters of fruit and seed by principal component analysis. The circles of blue color belong to wild individuals and those of black color belong to cultivated individuals. 62

IV. CAPÍTULO 4

- Figura 1.** Mapa que muestra la ubicación de las 30 poblaciones silvestres y cultivadas. 70
- Figura 2.** Estimaciones bayesianas de la estructura de la población basada en datos de SSR para el conjunto de datos completo de poblaciones silvestres y cultivadas de Huaya India. 75
- Figura 3.** Análisis de PCoA de 30 poblaciones silvestres y cultivadas de Huaya India, usando 12 loci de microsatélites. 77

ÍNDICE DE CUADROS

II. CAPÍTULO 2

Table 1 Geographic location of the four cultural-geographic zones and collection sites in the Maya Lowlands of Mexico.	38
Table 2 Qualitative traits of Huaya India fruits collected in four cultural-geographic zones of Maya Lowlands of Mexico.	40
Table 3 Tukey test for fruit traits of Huaya India in four cultural-geographic zones of the Maya lowlands of Mexico.	42
Table 4 Tukey test of traits of Huaya India fruits by community within each cultural geographic zone studied.	44

III. CAPÍTULO 3

Table 1. Results of the investigation and ethnobotanical in the Maya communities of the Yucatan Peninsula.	56
Table 2. Sites and language of the interviewees in percent.	57
Table 3. Characteristics of fruits and seeds Wild vs. Cultivated from Huaya India in Yucatan Peninsula.	60
Table 4. Analysis of correlations between fruit characters.	61

IV. CAPÍTULO 4

Cuadro 1. Información de las 30 poblaciones de Huaya India colectadas en la Península de Yucatán, utilizadas en este estudio.	71
Cuadro 2. Características de los doce loci de microsatélites utilizados en el análisis de diversidad genética y efecto fundador de 30 poblaciones de <i>Melicoccus oliviformis</i> (Huaya India).	72
Cuadro 3. Proporción estimada de ascendencia (<i>Q</i>) de 15 poblaciones silvestres y 15 cultivadas de Huaya India de cuatro regiones de la Península de Yucatán, México.	74
Cuadro 4. Estimadores de diversidad genética de poblaciones silvestres y cultivadas de Huaya India de la Península de Yucatán, México, utilizando 12 loci microsatélites.	76

RESUMEN

El estudio de la domesticación de plantas es relevante desde la perspectiva agronómica, ya que nos permite localizar núcleos de recursos fitogenéticos que son la base de la productividad, sustentabilidad y el mejoramiento de los actuales sistemas agroalimentarios actuales. En este sentido, la domesticación ha sido estudiada ampliamente en especies anuales. En el caso de las especies perennes y principalmente árboles frutales se tiene poco conocimiento sobre los efectos generados por la domesticación, aun cuando estos son una parte importante de la dieta del ser humano. El objetivo de este estudio fue analizar el grado de domesticación de la huaya india en las Tierras Bajas Mayas bajo enfoques morfológicos y moleculares. La metodología se dividió en dos etapas: 1) Análisis de diversidad morfológica y síndrome de domesticación. Para esto, se evaluaron características de fruto en poblaciones cultivadas y silvestres de huaya india recolectadas en las Tierras Bajas Mayas de Yucatán. 2) Análisis de diversidad, estructura genética y efecto fundador por domesticación, utilizando marcadores moleculares microsatélites (SSR). En esta etapa se colectaron hojas de 15 poblaciones silvestres y cultivadas de Huaya India y se utilizaron un total de 12 primers SSR. Los resultados de la primera etapa indicaron alta diversidad morfológica y una estructura genética consistente en dos grupos, definida por características de tamaño y sabor del fruto. También se observó que existen diferencias mínimas significativas entre las características morfológicas (longitud y diámetro del fruto, peso del fruto, grosor de exocarpio) y fitoquímicas (sólido solubles totales y pH) de los frutos silvestres y cultivados de Huaya India, lo que indica que el síndrome de domesticación, aún no es muy pronunciado en esta especie. Los resultados de la segunda etapa indicaron que la Huaya India presenta una alta diversidad y estructura genética en las poblaciones silvestres y cultivadas de Huaya India. El flujo génico histórico encontrado en este estudio fue bajo, lo que permite explicar la alta diferenciación genética encontrada. El porcentaje de reducción en diversidad genética de las poblaciones cultivadas fue muy bajo 2%, por lo tanto, la Huaya India no presenta una reducción en su diversidad genética como consecuencia de un efecto fundador por domesticación. Debido a los resultados obtenidos, se concluye que el proceso de domesticación de la Huaya India (*Melicoccus oliviformis*) actualmente se encuentra en un estado de “Domesticación Incipiente” de acuerdo con Clement (1999), donde las especies han sido seleccionadas por el hombre, pero aun presentan en su mayoría el fenotipo promedio de sus progenitores silvestres.

ABSTRACT

The study of plant domestication is relevant from the agronomic perspective, since it allows us to locate the plant genetic resources nuclei that are the basis of productivity, sustainability and the improvement of the current agro-food systems. In this sense, plant domestication has been widely studied in annual species. In perennial species and mainly fruit trees, little is known about the effects generated by domestication, even though these are an important part of the human diet. The objective of this study was to analyze the domestication of the Huaya India in the Maya Lowlands under morphological and molecular approaches. The methodology was divided into two stages: 1) Morphological diversity Analysis and domestication syndrome. For this, fruit traits were evaluated in cultivated and wild populations of Huaya India collected in the Maya Lowlands of Yucatan. 2) Analysis of the founder effect by domestication, diversity and genetic structure using microsatellite molecular markers (SSR). In this stage, leaves from 15 wild and cultivated populations of Huaya India were collected and a total of 12 SSR primers were tested. The results of the first stage indicated high morphological diversity and a genetic structure consisting of two groups, defined by characteristics of size and flavor of the fruit. It was also observed that there are significant minimum differences between the morphological characteristics (length and diameter of the fruit, weight of the fruit, thickness of exocarp) and phytochemicals (total soluble solids and pH) among wild and cultivated fruits of Huaya India, indicating that the syndrome of domestication, it is not yet very pronounced in this species. The results of the second stage indicated that Huaya India has a high diversity and genetic structure in the wild and cultivated populations of Huaya India. The historical gene flow found in this study was low, which explains the high genetic differentiation found. Reduction in genetic diversity percentage of cultivated population was low 2% Therefore, Huaya India does not show a reduction in its genetic diversity as a result of a founding effect by domestication. Due to the results obtained, it is concluded that the domestication process of the Huaya Indian (*Melicoccus oliviformis*) is currently in a state of “Incipient Domestication” according to Clement (1999), where the species have been selected by man, but they still present the majority of the average phenotype of their wild parents.