

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA  
CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**Caracterización agromorfológica e identificación de zonas  
potenciales de conservación y producción de guanábana (*Annona  
muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de  
agricultores y condiciones ex situ en Costa Rica**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación  
para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

*Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y  
Biodiversidad

Por

Marcelo Vicente Tacán Pérez

Turrialba, Costa Rica, 2007

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales  
y Biodiversidad**

**FIRMANTES:**

---

Dr. Andreas Ebert  
**Consejero Principal**

---

M. Sc. Carlos Astorga  
**Miembro del Comité Consejero**

---

Dr. Fernando Casanoves  
**Miembro del Comité Consejero/ Dep. Estadística**

---

M. Sc. Sergio Velásquez  
**Miembro del Comité Consejero**

---

Dr. Glenn Galloway  
**Decano de la Escuela de Posgrado**

---

Ing. Agr. Marcelo Tacán Pérez  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

Primeramente a Dios por cuidar a mi esposa, hijo y a mí familia

Este trabajo lo dedico a mí esposa, compañera y amiga

**Elena del Pilar Cruz Collaguazo**

A mí hijo y amigo por toda su inocencia y madurez que el tiene para  
enfrentar su vida con su corta edad

**Marcelo Fernando Tacán Cruz**

A mi papá y a mí mamá, sin cuyo sacrificio, apoyo sentimental y económico no  
hubiera alcanzado mis metas

**Sr. Vicente Cristóbal Tacán Salinas**

**Sra. Teresa de Jesús Pérez Villacís**

Y a mis Abuelitos, que con los valores de honestidad, respeto, trabajo y sobre  
todo amor, me ayudaron a salir de las dificultades que tiene la vida

**Sr. Eloy Tacán Aguilera**

**Sr. Mesías Pérez Valle**

**Sra. Luz Salinas Villegas**

**Sra. Amelia Villacís Villacís**

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su colaboración, sus conocimientos, su ayuda incondicional y por sobre todo su amistad durante la realización de esta investigación. Este es el esfuerzo de un gran equipo de trabajo, a cada uno de ellos, GRACIAS.

**A Dios**, esa fuerza superior quien me regalo a mí familia, quien me regala cada amanecer y por sobre todo quien me regala el entendimiento para realizar cada reto de la vida sin perjudicar a nadie.

**Andreas Ebert Ph.D.**, consejero principal y líder Departamento de Recursos Fitogenéticos en CATIE, por brindarme una oportunidad, por sus valiosos aportes, confianza depositada en mí y porque en muchas oportunidades el tiempo transcurre muy rápidamente, pero descubres que no solo hay conocimiento, sino también hay lazos de amistad y personas de gran calidad humana.

**Fernando Casanoves Ph.D., Carlos Astorga M.Sc., y Sergio Velásquez M.Sc.**, docentes y miembros del comité, quienes con sus valiosos conocimientos, enseñanzas y apreciables asesorías, han aportado grandes beneficios para la realización de esta investigación, además por toda su amistad.

**Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP-Ecuador)**, Estación Experimental Santa Catalina en la persona del M.Sc Luis Fernando Rodríguez, Director y M.Sc Cesar Tapia Bastidas, Líder del Departamento Nacional Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (DENAREF), por su apoyo incondicional, además por brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios.

**Patricia Quesada M.Sc.**, por su predisposición al facilitarme la información de su trabajo de caracterización y evaluación de anonas.

**Juan Méndez Ing. Agr.**, que me brindo su amistad, su valioso tiempo y además de permitirme compartir experiencias y enseñanzas que siempre las llevaré presentes.

**Asociación de Productores Agrícolas y de Comercialización (APACO)**, en especial al Sr. Carlos Gamboa y al Ing. José Barahona que fueron un aporte valiosísimo en la toma de información y por su amistad.

**José Castillo y Armando Portugués**, por su ayuda y amistad brindada en la toma de información.

**A mi amiga**, con mucho respeto y cariño Marilú Rengifo por todo su apoyo y por hacernos parte de su familia y de la colonia Peruana.

**A mi esposa**, compañero y amiga Elena por todo su amor, apoyo y comprensión desde que nos conocimos.

**A mi hijo**, Marcelo Fernando por su amor, ternura, inocencia y alegría que irradia a la familia.

A ellos y a todas aquellas personas que quizá no las nombro pero que han contribuido en el desarrollo de este trabajo investigativo.

Nuevamente, MUCHAS GRACIAS.....

## **BIOGRAFÍA**

El autor nació en Quito, Ecuador el 19 de mayo de 1971. Culmina sus estudios de pre grado, en el año 1999, Su investigación de tesis lo realiza en el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. En el año 2001 se incorpora de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Central del Ecuador.

Profesionalmente, se desempeña como técnico del Programa Nacional de Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP con el Proyecto de Análisis socio económico y postcosecha de fréjol ejecutado en las provincias de Imbabura y Carchi, con el auspicio del Centro Internacional de Agricultura Tropical “CIAT”. Posteriormente, se vincula como técnico del Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología del INIAP; en la cual forma parte del equipo de investigación durante los años 2002 y 2005. Encargado del Manejo del Banco del germoplasma y caracterización de las Raíces y Tubérculos Andinos en campo, responsable del mantenimiento y custodia de las muestras vivas en un servicio que presta el departamento al Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI).

En el año 2006 ingresa al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE para cursar la maestría en Manejo y conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. En el año 2007 desarrolla el presente estudio en Costa Rica.

# **Caracterización agromorfológica de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones ex situ e identificación de zonas potenciales de conservación y producción en Costa Rica**

## **RESUMEN**

El estudio se desarrolló con la premisa de que existe variabilidad y zonas óptimas en Costa Rica en dos especies de anonas para aprovechamiento y conservación. Se caracterizaron agromorfológicamente los ecotipos de guanábana (*A. muricata*) y chirimoya (*A. cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones ex situ y se identificaron las zonas potenciales de conservación y producción en Costa Rica. El estudio de caracterización e identificación de zonas de las dos especies, se realizó de enero a septiembre del 2007, siendo para *A. muricata* los meses de abril y mayo una época con mayor presencia de frutos y para *A. cherimola* los meses de agosto y septiembre. En base a información secundaria para la fase in situ se priorizó la zona atlántica con los cantones de Pococí, Guácimo, Siquirres y Limón para *A. muricata* y la zona identificada como Los Santos en el Valle Central para *A. cherimola*. La fase ex situ se realizó únicamente en *A. muricata* en el jardín botánico del CATIE. Para el levantamiento de información de *A. muricata* y *A. cherimola* in situ, se realizaron giras de diagnóstico o reconocimiento para identificar fincas y plantaciones, observar la fase fenológica de cada especie y elegir una ruta crítica del recorrido de georeferenciación de los puntos con presencia de las especies. Se registraron las coordenadas geográficas, la altitud (msnm) y los datos de pasaporte. Para la fase in situ, se evaluaron 76 árboles de *A. muricata* y 64 árboles de *A. cherimola* y se trabajó en uno hasta tres árboles con uno a tres frutos/árbol, dependiendo del tamaño de la finca. Para la fase ex situ se evaluaron 11 accesiones de *A. muricata*, con uno a tres árboles por accesión. Para la caracterización in situ de *A. muricata*, se utilizaron 32 descriptores, de los cuales, 22 corresponden a descriptores cuantitativos y diez son cualitativos. Para la fase ex situ se utilizaron 29 descriptores (21 cuantitativos y ocho cualitativos). En *A. cherimola* in situ, se emplearon 36 descriptores: 23 cuantitativos y 13 cualitativos. Se realizó la georeferenciación, de un total de 55 sitios con presencia de *A. muricata* (30 sitios) y *A. cherimola* (25 sitios). Se ingresaron las bases de datos al programa DIVA-GIS para visualizar la distribución geográfica. Para el análisis de la distribución geográfica se empleó el programa ArcView. Se compiló de fuentes de segunda mano información sobre requerimientos edafoclimáticas de las dos especies de

anonas y se realizó el análisis tomando en cuenta los siguientes parámetros: precipitación media anual, temperatura media anual, textura del suelo, drenaje, pH y elevación sobre el nivel del mar. De las 32 características evaluadas ocho características cuantitativas contribuyeron a identificar variabilidad en *A. muricata* en fincas de agricultores (altura del árbol, distancia entre carpelos, largo del fruto, peso del pericarpio, número de semillas por fruto, peso de pulpa y diámetro de semilla). Para la colección del CATIE tres características cuantitativas contribuyeron a identificar la variabilidad (altura de árbol, número de ramas terciarias y peso de pulpa). Para *A. cherimola* se evaluaron 36 descriptores pero solamente cuatro características cuantitativas aportaron en la identificación de variabilidad (largo del fruto, diámetro del fruto, número de semillas por fruto y peso de una semilla). Para *A. muricata*, las zonas óptimas tanto para la conservación como para la producción se encuentra en la franja altitudinal entre los 9 hasta los 530 msnm. La zona de mayor distribución geográfica se localizó en la provincia de Limón con una superficie óptima de 154836.72 ha, principalmente en los cantones Limón (67893.93 ha), Talamanca (52791.30 ha) y Matina (20835.90 ha). En cuanto al número de observaciones también la provincia de Limón se muestra como la zona de mayor presencia en Costa Rica en los cantones Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina. La *A. cherimola* se encontró distribuida desde los 1428 hasta los 2339 msnm, especialmente en las zonas altas de la provincia de San José con un área óptima de 28072.89 ha, en la zona de Los Santos en los cantones León Cortes (11322.00 ha), Tarrazú (7538.94 ha) y Dota (4821.48 ha). Se registró mayor número de observaciones en el cantón León Cortés.

***Palabras clave: descriptores, rangos altitudinales para el cultivo de anonáceas y variación fenotípica***



**Characterized agromorphological of soursop (*Annona muricata*) and cherimoya (*Annona cherimola*) in farmers' fields and under ex situ conditions and potential areas for their conservation and production in Costa Rica were identified**

**ABSTRACT**

The study was carried out under the premise that there exists genetic variability among two Annona species and that there are optimal growing areas in Costa Rica for their conservation and use. Ecotypes of soursop (*A. muricata*) and cherimoya (*A. cherimola*) were characterized agromorphologically in farmers' fields and under ex situ conditions. Potential areas for their conservation and production in Costa Rica were identified. The studies were conducted from January to September 2007. The major harvest seasons ranged from April to May, for *A. muricata* and from August to September for *A. cherimola*. Based on secondary information, the Atlantic zone with the cantons Pococí, Guácimo, Siquirres and Limón was selected for the field studies of *A. muricata* and the area identified as Los Santos in the Central Valley for *A. cherimola*. The ex-situ studies were only conducted for *A. muricata* in CATIE's germplasm collections. For information gathering on *A. muricata* and *A. cherimola* in farmers' fields, exploratory trips were conducted to identify farms and plantations, to observe the phenological stages of each species and to choose an itinerary that allowed the collection of geographical references of the sites where the species are present. Geographic coordinates, elevation (masl), and passport data were registered. For the evaluations in farmers' fields, 76 trees of *A. muricata* and 64 trees of *A. cherimola* were assessed. At each site, one to three trees with one to three fruits per tree were selected, depending on the size of the farm. For the ex situ study, 11 accessions of *A. muricata*, with one to three trees per accession were evaluated. For the characterization of *A. muricata* in farmers' fields, 32 descriptors were used, out of which 22 were quantitative and 10 qualitative. For the ex situ evaluation 29 descriptors were used, out of which 21 were quantitative and eight qualitative. For *A. cherimola*, 36 descriptors were used in farmers' fields: 23 quantitative and 13 qualitative descriptors. Geographical references were collected at a total of 55 sites, 30 with the presence of *A. muricata* and 25 with the presence of *A. cherimola*. Data was recorded through the DIVA-GIS software to visualize the geographical distribution. For the analysis of the geographical distribution the ArcView program was used. From secondary sources, information on soil and climate requirements of the two Annona species was compiled and the

analysis was performed taking into consideration the following parameters: average annual precipitation, annual mean temperature, soil texture, drainage, pH and elevation above sea level. Out of the 32 descriptors evaluated, eight qualitative characteristics helped to identify variability in *A. muricata* in farmers' fields (tree height, distance between carpels, fruit length, pericarp weight, number of seeds per fruit, pulp weight, and seed diameter). For CATIE's ex situ collection, three qualitative (tree height, number of tertiary branches and pulp weight). For *A. cherimola*, 36 descriptors were evaluated, but only four qualitative characteristics contributed to the identification of variability (fruit length, fruit diameter, number of seeds per fruit and seed weight). For *A. muricata*, the best areas for conservation as well as for production are located in the range of 9 to 530 meters above sea level. The largest geographical distribution was located in the province of Limón with an optimal area of 154836.72 ha, and specifically in cantons of Limón (67,893.93 ha), Talamanca (52,791.30 ha), and Matina (20,835.90 ha). In terms of number of observations undertaken in this study, the province of Limón was also outstanding, showing the highest frequency in the cantons of Pococí, Guácimo, Siquirres and Matina. *A. cherimola* was distributed from 1428 to 2339 meters above sea level, especially in the upland areas of the province of San Jose with an optimal area of 28,072.89 specifically in the Los Santos area, in the cantons of Leon Cortés (11,322.00 ha), Tarrazú (7,538.94 ha) and Dota (4,821.48 ha). The highest number of observations in this study was undertaken in the canton of León Cortés.

***Key words:*** *altitudinal ranges for growing anonáceas, descriptors and phenotypic variation.*

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
BIOGRAFÍA .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	IX
ÍNDICE DE CUADROS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Problemática y justificación .....	2
1.2 Objetivos del estudio .....	3
1.2.1 Objetivo general .....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
1.2.3 Hipótesis del estudio .....	3
2. MARCO CONCEPTUAL .....	4
2.1 Generalidades .....	4
2.2 Recursos genéticos .....	5
2.2.1 Estrategias para la conservación de los recursos genéticos .....	5
2.3 El origen .....	7
2.4 Taxonomía .....	8
2.5 Nombres comunes .....	8
2.6 Usos .....	8
2.6.1 Los frutos .....	9
2.6.2 Las hojas y semillas .....	9
2.6.3 La madera .....	9
2.7 Regiones productoras en Costa Rica .....	9
2.8 Descripción botánica .....	10
2.9 Requerimientos de clima y suelo .....	12
2.10 Caracterización morfológica .....	12
2.11 Aplicaciones de la tecnología SIG .....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1 Caracterización ex situ e in situ .....	15

3.1.1 Método.....	15
3.1.2 Descriptores .....	15
3.1.3 Análisis Estadístico.....	16
3.2 Sistemas de Información Geográfica.....	17
3.2.1 Método y análisis de la información.....	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
4.1 Caracterización .....	19
4.1.1 Evaluación de la situación actual del cultivo de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ .....	19
4.1.1.1 Evaluación de características cualitativas.....	20
4.1.1.1.1 Análisis de contingencia y correspondencia.....	20
4.1.1.2 Evaluación de características cuantitativas.....	26
4.1.1.2.1 Agrupamiento de árboles.....	26
4.1.1.2.2 Valor discriminante para separar grupos .....	28
4.1.1.3 Evaluación de características cualitativas ex situ .....	31
4.1.1.3.1 Análisis de contingencia y correspondencia.....	31
4.1.1.4 Evaluación de características cuantitativas ex situ .....	35
4.1.1.4.1 Agrupamiento de entradas .....	35
4.1.1.4.2 Valor discriminante para separar grupos .....	37
4.1.2 Evaluación de la situación actual del cultivo de <i>A. cherimola</i> en condiciones in situ.....	40
4.1.2.1 Evaluación de características cualitativas.....	41
4.1.2.1.1 Análisis de contingencia y correspondencia.....	41
4.1.2.2 Evaluación de características cuantitativas.....	49
4.1.2.2.1 Agrupamiento de árboles.....	49
4.1.2.2.2 Valor discriminante para separar grupos .....	51
4.2 Distribución geográfica.....	55
4.2.1 Recopilación de información secundaria.....	55
4.2.2 Distribución geográfica de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> en Costa Rica.....	56
4.2.3 Identificación de zonas de conservación y producción de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> en Costa Rica .....	58
5. CONCLUSIONES.....	63
6. RECOMENDACIONES.....	65
ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista general de descriptores utilizados para la caracterización de dos especies de anonas. CATIE – 2007.....	16
Cuadro 2. Análisis de contingencia de la relación del nivel de educación y la superficie con cultivo de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	19
Cuadro 3. Análisis de contingencia de la relación cantón y superficie con cultivo de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007 .....	19
Cuadro 4. Frecuencias relativas al total para la relación entre la forma de copa y el sabor de la pulpa. CATIE - 2007 .....	20
Cuadro 5. Frecuencias relativas al total para la relación entre la forma de copa y el color del pericarpio. CATIE - 2007 .....	22
Cuadro 6. Frecuencias relativas al total para la relación entre la textura del pericarpio y el color de pulpa. CATIE - 2007 .....	23
Cuadro 7. Frecuencias relativas al total para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE - 2007 .....	24
Cuadro 8. Frecuencias relativas al total para la relación entre sabor de pulpa y jugosidad. CATIE - 2007 .....	25
Cuadro 9. Frecuencias relativas para la relación entre el aroma y la jugosidad. CATIE - 2007.....	26
Cuadro 10. ANOVA para 22 características en cuatro grupos genéticos de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007 .....	28
Cuadro 11. Funciones discriminantes. Datos estandarizados con las varianzas comunes de los descriptores de <i>A. muricata</i> . CATIE - 2007 .....	30
Cuadro 12. Comparación de la importancia de los descriptores <i>A. muricata</i> de acuerdo al ANOVA y al análisis discriminante. CATIE – 2007.....	31
Cuadro 13. Frecuencias relativas para la relación entre la forma del fruto y jugosidad. CATIE – 2007 .....	32
Cuadro 14. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE – 2007.....	33
Cuadro 15. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y jugosidad. CATIE – 2007 .....	34
Cuadro 16. Frecuencias relativas para la relación entre aroma y jugosidad. CATIE – 2007 .....	35
Cuadro 17. ANOVA para 21 características en tres grupos genéticos de la colección del CATIE de <i>A. muricata</i> . CATIE - 2007 .....	37
Cuadro 19. Función discriminante. Datos estandarizados con las varianzas comunes, de los descriptores de <i>A. muricata</i> . CATIE - 2007 .....	38
Cuadro 20. Comparación de dos análisis estadísticos de 21 características de <i>A. muricata</i> de la colección del CATIE. CATIE – 2007.....	39
Cuadro 21. Comparación del número de descriptores útiles para la diferenciación de materiales de <i>A. muricata</i> en condiciones ex situ e in situ. CATIE - 2007 .....	40

Cuadro 22. Distribución de frecuencias para la superficie con cultivo de <i>A. cherimola</i> en cinco cantones. CATIE 2007.....	41
Cuadro 23. Frecuencias relativas para la relación entre la forma de la copa y textura de semilla. CATIE – 2007 .....	41
Cuadro 24. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y jugosidad. CATIE – 2007.....	42
Cuadro 25. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y textura de semilla. CATIE – 2007 .....	43
Cuadro 26. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y prominencia de carpelos. CATIE – 2007 .....	45
Cuadro 28. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE – 2007.....	46
Cuadro 30. Frecuencias relativas para la relación entre jugosidad y aroma. CATIE – 2007 ....	47
Cuadro 31. Frecuencias relativas para la relación entre textura de semilla y aroma. CATIE – 2007 .....	48
Cuadro 32. Frecuencias relativas para la relación entre aroma y color de pulpa. CATIE – 2007.....	49
Cuadro 33. ANOVA para 23 características en tres grupos fenotípicos de <i>A. cherimola</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007 .....	51
Cuadro 34. Funciones discriminantes. Datos estandarizados con las varianzas comunes de los descriptores de <i>A. cherimola</i> . CATIE - 2007.....	53
Cuadro 35. Comparación de dos análisis estadísticos de 20 características de <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007.....	54
Cuadro 36. Zonas potenciales de producción y conservación de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> en Costa Rica. CATIE – 2007 .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma: análisis estadístico de los datos morfológicos de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> . CATIE - 2007. ....	17
Figura 2. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el sabor de pulpa de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	21
Figura 3. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el color del pericarpio de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	22
Figura 4. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre color de pulpa y textura del pericarpio de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	23
Figura 5. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el color del pericarpio de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	24
Figura 6. Biplot del análisis de correspondencia simple entre el sabor y la jugosidad de la pulpa de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007. ....	25
Figura 7. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la jugosidad y el aroma de la pulpa de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ. CATIE - 2007.....	26
Figura 8. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de los 76 árboles de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similaridad de Gower (1967). CATIE – 2007. ....	27
Figura 9. Representación espacial de los dos primeros ejes canónicos del análisis discriminante. CATIE – 2007.....	29
Figura 10. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma del fruto y la jugosidad de <i>A. muricata</i> . CATIE – 2007.....	32
Figura 11. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre el sabor de la pulpa y el aroma de <i>A. muricata</i> . CATIE -2007.....	33
Figura 12. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre las características sabor de pulpa con jugosidad de <i>A. muricata</i> . CATIE – 2007. ....	34
Figura 13. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre las características jugosidad con aroma de <i>A. muricata</i> . CATIE - 2007 .....	35
Figura 14. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de las 11 accesiones de <i>A. muricata</i> de la colección de CATIE, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similaridad de Gower (1967). CATIE – 2007.....	36
Figura 15. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la forma de la copa y la textura de la semilla de <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007.....	42
Figura 16. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la textura del pericarpio y la jugosidad de <i>A. cherimola</i> . CATIE - 2007. ....	43
Figura 17. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la textura del pericarpio y la textura de la semilla de <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007.....	44

Figura 18. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre textura del pericarpio con prominencia de carpelos de <i>A. cherimola</i> en fincas de agricultores. CATIE – 2007.....	45
Figura 19. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre sabor de pulpa con aroma de <i>A. cherimola</i> in situ. CATIE - 2007. ....	46
Figura 20. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma con jugosidad de <i>A. cherimola</i> in situ. CATIE - 2007. ....	47
Figura 21. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma con textura de semilla de <i>A. cherimola</i> in situ. CATIE - 2007.....	48
Figura 22. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma y color de pulpa de <i>A. cherimola</i> in situ. CATIE – 2007. ....	49
Figura 23. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de los 64 árboles de <i>A. cherimola</i> en condiciones in situ, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similaridad de Gower (1967). CATIE – 2007.....	50
Figura 25. Zonas de abundancia de <i>A. muricata</i> en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia. CATIE - 2007. ....	57
Figura 26. Zonas de abundancia de <i>A. cherimola</i> en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia. CATIE - 2007. ....	58
Figura 27. Distribución geográfica de las zonas optimas para el cultivo de <i>A. muricata</i> en Costa Rica con base a seis parámetros climáticos. CATIE - 2007. ....	61
Figura 28. Distribución geográfica de las zonas optimas para el cultivo de <i>A. cherimola</i> en Costa Rica con base a seis parámetros climáticos. CATIE - 2007. ....	62



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta utilizada para el levantamiento de información en las fincas y/o plantaciones de anonas, CATIE - 2007 .....	72
Anexo 2. Encuesta para toma de información sobre prácticas culturales. CATIE - 2007.....	73
Anexo 3. Encuesta para toma de información de características. CATIE - 2007.....	74
Anexo 4. Protocolo para la toma de información. CATIE - 2007 .....	76
Anexo 5. Base de datos de las especies <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> , en el estudio realizado por Quesada (2004). CATIE - 2007 .....	79
Anexo 6. Medias de las 22 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para <i>A. muricata</i> en fincas de agricultores. CATIE - 2007 .....	81
Anexo 7. Resumen de la distribución de las 76 árboles de <i>A. muricata</i> por grupo en condiciones in situ, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007 .....	83
Anexo 8. Distribución de árboles por grupo de los 76 árboles de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ con 22 características, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007 .....	84
Anexo 9. Autovalores del análisis discriminante de los descriptores de <i>A. muricata</i> en condiciones in situ, CATIE - 2007 .....	84
Anexo 10. Medias de 21 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para <i>A. muricata</i> de la colección del jardín botánico de CATIE. CATIE - 2007 .....	85
Anexo 11. Distribución por grupo de las 11 accesiones de <i>A. muricata</i> de la colección del jardín botánico de CATIE, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007 .....	86
Anexo 12. Resumen de la distribución de las 11 accesiones de <i>A. muricata</i> de la colección de CATIE, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007.....	87
Anexo 13. Comparación del número de descriptores útiles para la diferenciación de materiales de <i>A. muricata</i> en condiciones ex situ e in situ. CATIE - 2007 .....	87
Anexo 14. Medias de las 23 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para <i>A. cherimola</i> en fincas de agricultores. CATIE - 2007.....	88
Anexo 15. Autovalores del análisis discriminante de las 11 accesiones de <i>A. muricata</i> en condiciones ex situ. CATIE - 2007.....	90
Anexo 16. Distribución por grupo de los 64 árboles de <i>A. cherimola</i> , en fincas de agricultores con 23 características, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007 .....	91
Anexo 17. Resumen de la distribución de las 64 árboles de <i>A. cherimola</i> en fincas de agricultores, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007 .....	92

Anexo 18. Autovalores del análisis discriminante de de los 64 árboles de <i>A. cherimola</i> en finas de agricultores. CATIE - 2007.....	92
Anexo 19. Base de datos consultadas por internet de INBio y Missouri Botanical Garden de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> . CATIE 2007.....	92
Anexo 20. Base de datos creada durante la fase de campo en fincas de agricultores de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007.....	93
Anexo 21. Zonas de abundancia de <i>A. muricata</i> y <i>A. cherimola</i> en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia con la información de la Dra. Patricia Quesada y la información generada en este estudio. CATIE - 2007.....	94
Anexo 22. Datos de cuatro características climáticas, de 30 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de <i>A. muricata</i> . CATIE – 2007 .....	94
Anexo 23. Datos de dos características climáticas categorizadas, de 30 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de <i>A. muricata</i> . CATIE – 2007.....	95
Anexo 24. Datos de cuatro características climáticas, de 25 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007.....	95
Anexo 25. Datos de dos características climáticas categorizadas, de 25 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de <i>A. cherimola</i> . CATIE – 2007 .....	95
Anexo 26. Base de datos con parámetro utilizados para la creación de zonas óptimas para <i>A. muricata</i> . CATIE – 2007 .....	96
Anexo 27. Base de datos con parámetro utilizados para la creación de zonas óptimas para <i>A. cherimola</i> . CATIE - 2007 .....	97

# 1. INTRODUCCIÓN

Las anonas han recibido especial atención por parte de los agricultores dadas las cualidades excepcionales de aroma y sabor que poseen sus frutos. Estas cualidades las hacen apetitosas y por consiguiente, muy solicitadas para consumo en fresco y la industria para la elaboración de helados, jugos concentrados y dulces (ABN y CIPN 1988).

En Centroamérica se conocen cerca de 17 especies del género *Annona* y en Costa Rica están presentes las especies *A. cherimola*, *A. glabra*, *A. holoserica*, *A. muricata*, *A. pittieri*, *A. purpurea*, *A. reticulata*, *A. squamosa* y *A. montana* (Standley 1937, citado por Quesada 2001). La guanábana (*A. muricata*), desde el punto de vista comercial es el principal miembro de la familia de las anonáceas. Sus frutos son utilizados tanto para el consumo en fresco como para el procesamiento agroindustrial (Nobre et ál. 2003). Se caracteriza, además, por presentar buena compatibilidad al ser utilizada como portainjerto (Fernandes y Lederman 1997).

En Costa Rica la especie *A. cherimola* se encuentra en poblaciones espontáneas derivadas de cultivos y cultivares primitivos. Entre las anonas silvestres hay pocas que pueden considerarse como promisorias. El trabajo de selección en guanábana (*A. muricata*) ha resultado en varias selecciones de valor comercial. La diversidad de plantas no domesticadas aún, ofrece muchas posibilidades de encontrarles usos a las especies silvestres, especialmente como medicinales, ornamentales, aplicaciones industriales y como proveedores de genes de interés para el mejoramiento genético. En este aspecto trabajan varios grupos particulares, el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional (CNRF 1995).

La evaluación de germoplasma y la caracterización de la variabilidad genética constituyen una línea de investigación estratégica mundial para la solución de problemas actuales y futuros en lo que se refiere a la productividad de cultivos, la adaptación al cambio climático y el desarrollo de nuevas alternativas para obtener variedades mejoradas. Con este fin se ejecutan acciones que buscan incrementar el valor de los recursos genéticos,

facilitar su manejo y permitir el desarrollo de estrategias de conservación y usos más eficientes y sostenibles.

Los diagnósticos o estudios ecogeográficos son útiles cuando se planean misiones de colecta para tres propósitos: identificar especies, áreas de colecta y hábitats para predecir la localización de las especies. Por éstas razones y para reaccionar a las amenazas de la erosión genética, se requiere información que puede ser obtenida a través de estudios que incluyan datos ecológicos, geográficos y taxonómicos, cuyos resultados son predictivos y pueden ser usados para apoyar en la formulación de estrategias de conservación y prioridades de colecta.

En los últimos años, a nivel internacional, se registra un incremento en el consumo de frutas y hortalizas, motivado en parte por las políticas de salud en diferentes países, en las que se incentiva a sus habitantes a consumir al menos cinco porciones de frutas y hortalizas al día, como base para lograr un mejor estado de salud. Esto pudiera haber contribuido con un aumento en el consumo de las anonas (MAG 2007).

El mercado de la pulpa de guanábana para la elaboración de helados, refrescos y néctares es bueno en los países de América tropical. El consumo también se da como fruta fresca, aunque, en menor proporción. Existe interés industrial por la guanábana con sabor más agridulce que no puede ser satisfecho por falta de plantaciones comerciales y además, los problemas de calidad no permiten que el productor obtenga un precio favorable (GBIF 2007).

## **1.1 Problemática y justificación**

En Costa Rica, a pesar que las anonas presentan diversidad fitogenética, no son objeto de programas de fomento ni de mejoramiento genético por parte del sector público y/o privado. Muchas de las especies se encuentran en estado silvestre y las especies cultivadas se localizan a nivel de huertos familiares. Lo anterior sumado a que las anonas son consideradas hospederos alternos de la mosca de la fruta (*Anastrepha striata*) y la necesidad de habilitar tierras para uso agrícola, las sitúa en una situación de peligro de

erosión genética o inclusive desaparecer al ser eliminadas del agroecosistema. A pesar del potencial que presentan como una opción para la diversificación agrícola del país, han recibido muy poca atención por lo que con éste trabajo se pretende generar información básica que contribuya con la caracterización morfológica y la distribución geográfica de las zonas aptas para la producción y conservación, mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (DIVA-GIS y ArcView), que pueda ser útil para identificar áreas de colecta y de adaptación climática de las diferentes especies. Esta información puede ser usada también para la formulación de estrategias de conservación y ubicación de sitios óptimos para la producción.

## **1.2 Objetivos del estudio**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Caracterizar agromorfológicamente los ecotipos de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y la colección de *A. muricata* del CATIE e identificar las zonas potenciales de conservación y producción en Costa Rica.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Caracterizar agromorfológicamente las especies de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y la colección de *A. muricata* en Costa Rica.
- Identificar las zonas potenciales de conservación y producción en Costa Rica.

### **1.2.3 Hipótesis del estudio**

- Existe variabilidad genética en guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en Costa Rica.
- Existen zonas potenciales para la conservación y la producción de anonáceas en Costa Rica.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Generalidades

La familia de Anonáceas está compuesta por 28 géneros y se estima que hay 2200 especies en el mundo. Entre ellas hay numerosos frutales, especialmente en los géneros *Annona* spp. y *Rollinia* spp.; la mayoría de las especies de *Annona* y todas las de *Rollinia* son originarias del Nuevo Mundo (Mahden 2001).

Los indígenas cultivaron cuidadosamente muchas de ellas, en Mesoamérica, los valles interandinos, Amazonia y otros lugares. Hay tres especies: *A. cherimola*, *A. muricata* y *A. squamosa* que son marginales en varias regiones de América tropical, sin embargo en otras regiones se ha desarrollado la tecnología de producción y el manejo del producto hasta tal grado que no pueden incluirse propiamente en esa categoría de frutales marginales. Las técnicas conocidas y los cultivares seleccionados pueden extenderse a las regiones en que su cultivo está aún atrasado. Otras tres especies como *A. diversifolia*, *A. reticulata* y *A. scleroderma* en cambio, han sido marginadas a pesar de su valor intrínseco y potencial como frutal (Mahden 2001).

Las cualidades de la guanábana y del resto de la familia de anonáceas, entre las que se cuentan la chirimoya (*A. cherimola*) y el anón (*A. squamosa*), son bien conocidas desde hace años. Existen reportes de sus propiedades anticancerígenas. Varios estudios científicos realizados en la Universidad de Purdue en Indiana, Estados Unidos y en Japón, han demostrado excepcionales beneficios para el tratamiento de ciertos tipos de tumores cancerosos, especialmente los localizados en el pulmón, páncreas y próstata (Alimentación Sana 2006). También, tienen la capacidad de producir sustancias que sólo ellas producen, llamadas acetogeninas, con función insecticida, y contenidas en sus hojas y semillas. Como ejemplo se puede mencionar los buenos resultados obtenidos para el control de pupas y larvas del mosquito transmisor del dengue (*Aedes aegypti*) (Domínguez 2003).

## **2.2 Recursos genéticos**

### ***2.2.1 Estrategias para la conservación de los recursos genéticos***

La conservación es el proceso que mantiene activamente la diversidad de las diferentes categorías de germoplasma y su posibilidad para el intercambio de genes (Pool genético), en vista de su uso actual o potencial. En este contexto se definen dos estrategias, cada una compuesta de varias técnicas que los conservacionistas pueden adoptar para la conservación de la diversidad genética una vez que esta ha sido localizada. Las estrategias son: ex situ e in situ, según el *Artículo 2* de la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB 2000). Estas dos prácticas pueden ser definidas de la siguiente manera: Conservación ex situ, conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de su hábitat natural. Conservación in situ, conservación de ecosistemas y hábitats naturales, mantenimiento y restablecimiento de poblaciones viables de especies y sus alrededores y en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en espacios donde desarrollan sus propiedades distintivas.

#### **Conservación in situ**

De acuerdo a la CDB (2000), la conservación in situ es la conservación de ecosistemas y sus hábitats naturales, así como el mantenimiento y recuperación de poblaciones de especies en sus medios naturales. En el caso de especies cultivadas o domesticadas, la conservación in situ se realiza en los hábitats donde esas especies cultivadas han desarrollado sus propiedades distintivas.

De acuerdo a Huamán y Schmiediche (1991), existen diferentes técnicas in situ que involucran el mantenimiento de la variación genética en el lugar donde ésta se encuentra, ya sea en la naturaleza o en un sistema tradicional de cultivo. Algunos autores no distinguen la conservación genética de una reserva genética de la conservación en campo (en finca o chacra) refiriéndose a ambas como in situ, cuando ambas tienen diferentes objetivos.

*Conservación de reservas genéticas:* se denomina a la conservación especialmente de especies silvestres en una reserva genética. Esta técnica es apropiada para grupos de especies silvestres cercanas o lejanas de las especies cultivadas. Es aplicable para especies de semillas ortodoxas y recalcitrantes, que permite la conservación de varios taxones así como también la evolución de las especies.

*Conservación en campo* (en finca ó chacra): basada en la participación activa de la familia del agricultor. En cada estación los agricultores conservan una proporción de la semilla cosechada para resembrar. Así, la variedad tradicional está adaptada al ambiente local y probablemente contiene genes adaptados localmente que pueden ser útiles para programas específicos de mejoramiento. Quizá ésta sea la más reciente técnica de conservación genética reconocida por los científicos, pero que ha sido practicada por los agricultores tradicionales desde hace mucho tiempo.

La ventaja de esta técnica es que asegura el mantenimiento de antiguas variedades tradicionales, nativas y aquellas especies silvestres que dependen de la agricultura tradicional, pero las fuerzas económicas contemporáneas tienden a actuar contra la continuidad de uso de las variedades tradicionales e indudablemente éstas pueden sufrir un proceso de erosión genética (Huamán y Schmiediche 1991).

*Huertos (jardines) caseros:* esta técnica está estrechamente relacionada con la conservación en chacra ó finca e involucra conservación genética en casa, en jardín o en patio. Se trata de una estrategia de menor escala pero que contiene generalmente una diversidad mayor de especies. El principal objetivo de esta estrategia es la conservación de especies medicinales, para condimentos, frutícolas y hortícolas para autoconsumo (Tapia y Rosas 1998).

### **Conservación ex situ**

La conservación ex situ, se define como el mantenimiento de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales: constituye un proceso que implica tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el



establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio (CONAN 2006).

La conservación ex situ abarca un amplio espectro taxonómico. Sirve para proteger desde especies silvestres y formas regresivas hasta especies cultivadas. Aplicada a especies domesticadas, la conservación ex situ busca conservar fuera de su centro de origen o diversidad tanto las especies como la variabilidad producida durante el proceso evolutivo de domesticación. Este tipo de conservación se ha utilizado ampliamente durante las últimas décadas (Hidalgo 1991).

Los distintos métodos de conservación presentan problemas diferentes en cuanto a manejo de la colección y a costos. Sin duda el método operativamente más fácil y más barato es el de los bancos de semillas o bancos de germoplasma, donde las semillas pueden conservarse en condiciones adecuadas durante décadas o incluso siglos sin que pierdan de forma significativa capacidad germinativa (Zamudio 2005).

## **2.3 El origen**

### **2.3.1 *Annona cherimola***

La anona o chirimoya (*A. cherimola*), se cree que es originaria de los valles fríos, pero libres de heladas de los Andes, entre 700-2400 msnm. Se conocen excelentes cultivares, todos de propagación vegetativa, que se plantan a escala comercial en España, Chile, Australia, Israel, Estados Unidos (California, Florida) y la isla de Madeira. Los frutos se venden en los supermercados de muchos países y son muy apreciados (Orellana 2001).

### **2.3.2 *Annona muricata***

La guanábana (*A. muricata*) es originaria de las regiones tropicales de América del Sur. Según León (1987), el centro de origen se ubica en América del Sur. Cabe suponer entonces que a partir de estas tierras latinas se difundió hacia China, España, Italia y otros países.

## 2.4 Taxonomía

La familia de Anonáceas es netamente tropical, es una de las más primitivas por la disposición en espiral de los estambres y carpelos y por las semillas con endospermo ruminado (León 1987). La anona también llamada chirimoya (*A. cherimola*), con características más subtropicales, es la especie más difundida y apreciada de las anonáceas. Otras especies conocidas son: la guanábana (*A. muricata*), el anón o anona blanca (*A. squamosa*), la anona corazón de buey o colorada (*A. reticulata*) y la ilama o anona blanca (*A. diversifolia*). Además, existe un híbrido entre *A. cherimola* y *A. squamosa* denominado atemoya o custard-apple, en inglés. La palabra chirimoya viene del quechua: chiri, que significa frío y moya, que es semilla (Ross 1994, citado por Baraona 2000).

## 2.5 Nombres comunes

Baraona (2000) señala que el término anona se usa en las regiones tropicales para designar a diferentes especies de anonáceas. En Costa Rica la *A. cherimola*, es la anonácea más conocida después de la guanábana; es la única en su género que crece en las zonas altas del país, donde está prácticamente naturalizada. Los distintos nombres utilizados son:

➤ Los nombres comunes de chirimoya son:

Sudamérica y España *chirimoya*

Antillas y en Australia *custard apple*

Costa Rica y otros países de Centroamérica *anona* y *anón*

➤ Los nombres comunes de la guanábana son:

portugués *graviola*

inglés *soursop*.

## 2.6 Usos

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO 1991) afirma que la gente asocia a las anonas propiedades medicinales y distintas aplicaciones. Todas las partes de la planta tienen utilidad.

### ***2.6.1. Los frutos***

- De los frutos se pueden extraer aceites esenciales aromáticos.
- La pulpa del fruto es muy jugosa y se puede comer directamente, pero sobre todo se usa para confeccionar bebidas refrescantes, helados, conservas, jaleas y mermeladas.
- El fruto verde es consumido como verdura (Puerto Rico).
- También se utiliza para la elaboración de bebidas alcohólicas.

### ***2.6.2 Las hojas y semillas***

- Las hojas y semillas contienen dos alcaloides (muricina, muricinina) que poseen propiedades insecticidas.
- Las semillas pulverizadas se utilizan para matar piojos, chinches, polillas y cucarachas. Además tiene la propiedad de matar o expulsar las lombrices intestinales.

### ***2.6.3 La madera***

- Los materiales vegetativos provenientes de las podas son utilizados como combustible (leña).
- También se emplea para la construcción de implementos de trabajo como los yugos, mangos para herramientas, etc.

## **2.7 Regiones productoras en Costa Rica**

El árbol de guanábana se encuentra disperso por diversas zonas del país, tanto en las regiones del pacífico como en las del atlántico y parte de la región central. Elizondo (1989) presenta una lista de cantones donde se realizaron inventarios indicando la superficie en que se producía guanábana en forma comercial. La mayor cantidad de hectáreas se localiza en las siguientes provincias: Alajuela con 57 ha, ubicadas en Atenas, San Carlos y Upala; Guanacaste con 25 ha, ubicadas en Nicoya y Cañas; Limón, que cuenta con 258 ha

distribuidas en Pococí, Central, Siquirres, Guácimo y Matina; Puntarenas con 131 ha, en Corredores, Garabito, Parrita y Osa; San José con 8 ha, en Pérez Zeledón.

En el inventario realizado por Quesada (2001), se recabó información de seis especies de anona en diferentes regiones del país. El presente estudio se centra solamente en dos especies. Para *A. muricata* se inventariaron 18 árboles en las provincias de Alajuela, San José, Puntarenas y Limón; y para *A. cherimola* se inventariaron 73 árboles solamente en la provincia de San José.

## **2.8 Descripción botánica**

### ***2.8.1 El árbol***

La chirimoya se caracteriza por ser un árbol pequeño de no más de ocho metros de altura y con una copa abierta y extendida. Algunas variedades presentan un crecimiento más horizontal que vertical. En climas benignos puede vivir hasta 100 años (Gardiazabal et ál. 1985 *citado* por Baraona 2000).

En la guanábana, el árbol crece entre cinco y ocho metros, con un tallo único ramificado en forma simétrica. Dependiendo de las condiciones de clima y suelo, así como del manejo agronómico, puede comenzar a producir comercialmente a los tres y cinco años (Elizondo 1989).

### ***2.8.2 Hojas***

En chirimoya, son deciduas, suaves, ovadas u ovadas-lanceoladas, 10-15 cm de largo por 5 cm de ancho, obtusas o casi obtusas, opacas por arriba y pubescentes aterciopeladas por abajo (Bailey 1949, *citado* por Baraona 2000). En la guanábana, las hojas son enteras, con pecíolo, coriáceas, de forma oblonga, de color oscuro brillante por el haz y verde mate en el envés (Elizondo 1989).

### **2.8.3 Flores**

La chirimoya presenta tres sépalos triangulares pequeños y dos series de pétalos. Los pétalos externos son carnosos, de unos colores pardos verdosos y pubescentes por fuera; los tres pétalos internos no son visibles. Los estambres y pistilos son numerosos y están insertos en el receptáculo, formando una especie de cono; en la base del cono están los estambres y en la punta los pistilos. Esta especie, al igual que todas las anonáceas, posee flores dicogámicas y protogíneas, es decir, que primero maduran las estructuras femeninas y luego las masculinas. En la guanábana las flores se presentan solitarias a lo largo del tallo, tres sépalos ovados de menos de 5 mm de largo; seis pétalos, los tres exteriores son ovados, libres y gruesos de 2 a 3 cm de largo, en tanto que los tres interiores son delgados y pequeños (León 1987).

### **2.8.4 Fruto**

El fruto de la chirimoya es un sincarpo carnoso de forma acorazonada, formado por la fusión de varios carpelos con el receptáculo floral. Para que un carpelo se desarrolle es fundamental que el óvulo que contiene sea fecundado, de ahí que sea necesaria la fecundación de un número suficiente de óvulos para producir frutos bien conformados y simétricos (Schroeder, 1995).

En la guanábana, el fruto se clasifica como múltiple o sincárpico, de forma ovoide, acorazonado o irregular; el color es verde oscuro brillante cuando está creciendo y cambia a verde mate al madurar, mide de 15 a 30 cm de largo por 10 a 20 cm de ancho y llega a pesar de uno a varios kilos. La piel del fruto es coriácea, recubierta de escamas carnosas o tubérculos espiciformes que se desprenden fácilmente cuando el fruto está maduro. La pulpa de la guanábana es blanca, de sabor ácido y aromático y puede representar un 72.0% del peso total del fruto. Contiene numerosas semillas alargadas de forma ovoide y comprimida, de color pardo oscuro brillante, de 1.5 a 2.0 cm de largo. A partir del momento en que se fertiliza la flor o cuaje del fruto, hasta el estado de sazón, se requieren de aproximadamente seis meses (Villalta 1988).

## **2.9 Requerimientos de clima y suelo**

La *A. cherimola* en los trópicos crece sólo en altitudes superiores a los 900 msnm, desarrollándose mejor entre 1200 y 1800 msnm. Prefiere precipitaciones moderadas: de alrededor de 1,250 mm, con una época seca corta y temperaturas de 18 a 22 °C en verano y de 5 a 18 °C en invierno. Las temperaturas muy altas (mayores de 35 °C) y en especial si se combinan con vientos secos, son perjudiciales, ya que pueden causar daños en las hojas y afectar la polinización (FAO 2006).

La *A. muricata* tiene un buen desarrollo en la región Atlántica de Costa Rica, ya que su altitud, temperatura y precipitación (características del clima tropical húmedo), favorecen su desarrollo. En los cantones de Limón, Matina, Siquirres y Pococí, se han obtenido los mejores rendimientos de la región Atlántica, entre ellos sobresale Matina, con la mayor productividad. La altitud de estos lugares varía desde el nivel del mar hasta los 150 m y la temperatura promedio es de 26 °C. Se ha observado que conforme aumenta la altitud, el rendimiento de la guanábana disminuye, con respecto al de las zonas bajas (MAG 1991).

## **2.10 Caracterización morfológica**

En la identificación de especies, familias y géneros de plantas los caracteres morfológicos han sido muy usados, constituyéndose estos en una herramienta útil e indispensable para realizar numerosos estudios en genética de poblaciones y agricultura (Falconer 1981). La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios que permiten conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de los individuos en una población. Empleando los caracteres morfológicos bien sean dominantes y/o recesivos se puede llegar a establecer diferentes niveles de variabilidad (Enríquez 1966).

La caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie, sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad ó características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie et ál. 2003). Para la descripción morfológica de las plantas cultivadas generalmente se emplean órganos que están menos influenciados por el ambiente como son las flores y los frutos; le siguen en importancia otros como las hojas, troncos, ramas, raíces y los tejidos celulares que muchas veces son muy difíciles de caracterizar (Enríquez 1997).

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características: ser fácilmente observables, tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta, y ser uniformes ya que la uniformidad de los descriptores es un parámetro indispensable porque esto hace que la caracterización tenga un valor universal, es por eso que se emplean listas de descriptores bien definidos y rigurosamente probados que simplifican considerablemente todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información, intercambio, análisis y transformación de datos (Abadie et ál. 2003).

La caracterización sirve para múltiples usos tales como: proporcionar un mejor conocimiento del germoplasma, permitir identificar duplicados, permitir identificar genotipos faltantes en las colecciones que facilitan la planificación de nuevas colectas e introducciones; permitir el establecimiento de colecciones núcleos (Valls 1989).

## **2.11 Aplicaciones de la tecnología SIG**

La utilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) radica en su capacidad para elaborar modelos, es decir, construir modelos del mundo real a partir de las bases de datos digitales y utilizar esos modelos para simular el efecto de un proceso específico en el tiempo para un determinado escenario. La construcción de modelos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que influyen en ellas, o para exponer las posibles consecuencias de las decisiones o proyectos de planificación que repercuten en la utilización y ordenación de los recursos. A nivel nacional

y local los SIG, se pueden usar para determinar los mejores lugares potenciales para producir ciertos cultivos comerciales, el planificador agrícola puede utilizar bases de datos geográficos en los que se combine información sobre suelos, topografía y precipitaciones para determinar el tamaño y el potencial de las zonas biológicamente adecuadas. Además, el planificador puede cambiar continuamente las características de los distintos datos descriptivos a través del tiempo para determinar las posibles repercusiones de las circunstancias cambiables, como son los efectos de la sequía. El encargado de recursos fitogenéticos puede utilizar el SIG para determinar el tamaño y la situación de las poblaciones vegetales, para determinar que regiones tienen un alto potencial de hábitat para determinadas especies. (ISIG 2006).

La acumulación de información generada por la aplicación de SIG al manejo y colección de los recursos genéticos constituye una herramienta poderosa para la zonificación con fines de reducir la interacción genotipo x ambiente (Hijmans et ál. 2001; Guarino 1995). Esta zonificación es la base para que en un futuro se use toda la diversidad disponible para maximizar la productividad. Constituye por lo tanto una estrategia para conservar la diversidad in situ, haciéndola utilizable (Sevilla et ál. 2004)



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio de guanábana (*A. muricata*) se realizó en las provincias de Limón, en los cantones Limón, Matina, Pococí y Siquirres; en la provincia de Alajuela en el cantón San Carlos y en la provincia de Puntarenas en el cantón Quepos. Para chirimoya (*A. cherimola*) se recorrió la región Central en las provincias de San José (en los cantones Desamparados, Dota, León Cortés y Tarrazú) y en la provincia de Cartago en el cantón del Guarco. La recolección de información ex situ se realizó en el área experimental “Cabiria”, perteneciente al CATIE y ubicada en Turrialba, Costa Rica, a 602 msnm, con una temperatura promedio diaria de 22.5 °C y 2645 mm de precipitación anual.

#### **3.1 Caracterización ex situ e in situ**

##### **3.1.1 Método**

Para el levantamiento de información de *A. muricata* y *A. cherimola* en fincas de agricultores (in situ), se realizaron giras de diagnóstico o reconocimiento para identificar fincas y plantaciones, observar la fase fenológica de cada especie y elegir una ruta crítica del recorrido de georeferenciación de los puntos con presencia de las especies. Se registraron las coordenadas geográficas, la altitud (msnm), los datos de pasaporte y el manejo (ver Anexo 1 y Anexo 2). Para la fase in situ, se evaluaron 76 árboles de guanábana (*A. muricata*) y 64 árboles de chirimoya (*A. cherimola*) y se evaluaron características morfológicas y de producción en uno a tres árboles dependiendo del tamaño de la finca. En la colección del CATIE (ex situ) se evaluaron 11 accesiones de *A. muricata*, con uno a tres árboles por accesión. Se realizaron controles fitosanitarios (para plagas y enfermedades), además del enfundado de frutos.

##### **3.1.2 Descriptores**

Se utilizaron los descriptores de anonas utilizados por Quesada (2004). Además se incluyeron algunas características importantes que mencionaron los agricultores. Para la caracterización de guanábana (*A. muricata*) en fincas de agricultores se utilizaron 32

descriptores, de los cuales 22 corresponden a descriptores cuantitativos y diez son cualitativos. Para la fase ex situ (colección CATIE) se utilizaron 29 descriptores (21 cuantitativos y ocho cualitativos). En chirimoya (*A. cherimola*) en fincas de agricultores, se emplearon 36 descriptores: 23 cuantitativos y 13 cualitativos. Para las características cualitativas de color se utilizó la tabla de colores MHC (Methuen Handbook of Color) (Cuadro 1 y ver Anexo 3).

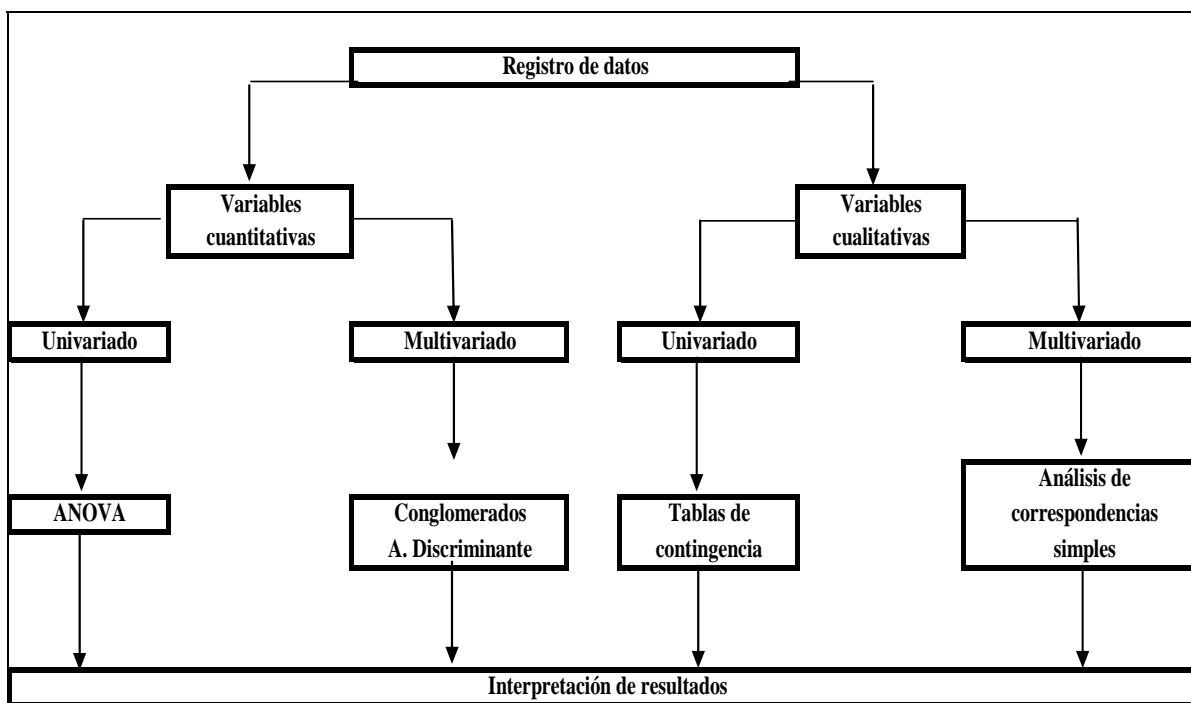
**Cuadro 1. Lista general de descriptores utilizados para la caracterización de dos especies de anonas. CATIE – 2007**

Características del árbol	Descriptores	
	Cuantitativos	Cualitativos
Árbol	Altura (m)	
	Número de ejes principales	
	Número de ramas promedio	Forma de copa (redonda piramidal)
	Diámetro a 50 cm del suelo	
	Número estimado de frutos/árbol	
Fruto	Largo del fruto (cm)	Color del pericarpio
	Diámetro del fruto (cm)	Carpelos (prominentes, no prominentes)
	Peso del fruto (g)	Carpelos (cm)
	Grosor del pericarpio (mm)	Textura del pericarpio (liso, rugoso)
		Forma del fruto (acorazonada, redonda)
Pulpa	Grados BRIX	Color
	pH	Textura
		Sabor
		Aroma
		Jugosidad
Semilla	No. Semillas/fruto	Peso/pulpa (g)
	Peso total: No. Semillas/fruto (g)	
	Peso: una (1) semilla (g)	Color de semilla
	Longitud de semilla (cm)	Textura de semilla
	Diámetro de semilla (cm)	
	Grosor de semilla (cm)	

### 3.1.3 Análisis Estadístico

La información colectada se ordenó en una base de datos. Con los descriptores cuantitativos se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos. La estimación del parecido taxonómico entre cada par de entradas se realizó mediante el uso del coeficiente de similaridad de Gower (1967), por medio del agrupamiento jerárquico de Ward (1963). Además, se realizó un análisis de la varianza y un análisis discriminante lineal para determinar las variables que más contribuyeron a la formación de los conglomerados. Para

analizar los descriptores cualitativos se realizaron Análisis de Contingencia con pruebas Chi Cuadrado. Además se realizaron análisis de correspondencias simples (Figura 1). Para todos los análisis indicados se utilizó el paquete estadístico InfoStat/profesional V. 2006.



**Figura 1. Flujograma: análisis estadístico de los datos morfológicos de *A. muricata* y *A. cherimola*. CATIE - 2007.**

## 3.2 Sistemas de Información Geográfica

### 3.2.1 Método y análisis de la información

Se realizó la georeferenciación, de un total 55 sitios con presencia de *A. muricata* (30 sitios) y *A. cherimola* (25 sitios). Se ingresó las bases de datos al programa DIVA-GIS para determinar la abundancia de las dos especies en Costa Rica. Para el análisis de distribución geográfica se empleó el programa ArcView. Se compiló de fuentes de segunda mano información sobre requerimientos edafoclimáticas de las dos especies de anonas y se realizó el análisis tomando en cuenta los siguientes parámetros: precipitación media anual, temperatura media anual, textura del suelo, drenaje, pH y elevación sobre el nivel del mar. Para elaborar el mapa de variables climáticas (precipitación y temperatura), se utilizó la

base de datos del programa New\_LocClim de la FAO<sup>1</sup>. Para drenaje, pH y textura del suelo se utilizó el sistema SOTER (Soil and Terrain Database for Latin America and the Caribbean<sup>2</sup>). Para la variable de elevación sobre el nivel del mar, se utilizó el mapa producido por la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Misión<sup>3</sup>). Dado que la información proviene de diferentes fuentes, el primer paso fue reducir todos los mapas a la misma proyección cartográfica. La mejor alternativa la ofreció la proyección Lambert Igual Área Azimutal (LIAAz) con meridiano central en los 90° de Longitud Oeste y Latitud de referencia igual a 0° (Ecuador). Se convirtió a formato raster cada una de las capas que definen las seis características edafoclimáticas. El tamaño de píxel seleccionado fue de 1 km x 1 km. Para convertir grids (raster) de coordenadas geográficas a LIAAz, se utilizó la extensión de ArcView Grid and Theme Projector v.2<sup>4</sup>. Posteriormente, para cada uno de los dos cultivos se determinó un rango óptimo de valores características edafoclimáticas señaladas anteriormente. Se considera el rango óptimo aquel en el cual, de acuerdo a los expertos, los cultivos debieran desarrollar su mejor potencial productivo.

La intersección lógica de los mapas de aptitud (para de las características edafoclimáticas y para cada cultivo) dio como resultado el mapa de áreas con potencial agro-ecológico para cada una de las dos especies de anona (lo que implica que en el proceso se generó un mapa de aptitud por cada especie analizada). Los datos fueron analizados de manera global, pero se reporta la información de las seis características edafoclimáticas que corresponden a las áreas potenciales en Costa Rica (CATIE 2006).

---

<sup>1</sup>Estimador de condiciones meteorológicas locales. Fuente: <http://www.fao.org>

<sup>2</sup>Realizado en Febrero 2005 ISRIC-FAO-UNEP. Fuente: <http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/main.home>

<sup>3</sup>Jet Propulsim Laboratory. Fuente: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/spanish.htm>

<sup>4</sup>Desarrollada por Jenness Enterprises. Fuente: [www.jennessent.com](http://www.jennessent.com)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización

#### 4.1.1 Evaluación de la situación actual del cultivo de guanábana (*A. muricata*) en condiciones in situ

Existe independencia entre el nivel de escolaridad de los agricultores y la superficie que ocupa el cultivo de *A. muricata* en sus propiedades ( $p = 0.1756$ ). El 73.33% de los productores entrevistados tienen superficies menores a 2 ha. De los productores que alcanzan el nivel de educación superior el 75% tienen superficies mayores a 2 ha hasta 8 ha (Cuadro 2) considerando a éstas como plantaciones comerciales (Elizondo 1989). También existe independencia entre el Cantón y la cantidad de superficie con cultivo de *A. muricata* dentro de las fincas. El 100% de los productores del Cantón Pococí tienen superficies de cultivo mayores a 2 ha. En los cantones Limón, Matina, Quepos, San Carlos y Siquirres se caracterizan por superficies menores a 2 ha (Cuadro 3).

**Cuadro 2. Análisis de contingencia de la relación del nivel de educación y la superficie con cultivo de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007**

Superficie	Nivel de educación				Total
	ninguno	primaria	secundaria	superior	
< 2.00 ha	83.33	81.25	75.00	25.00	<b>73.33</b>
≥ 2.00 ha	16.67	18.75	25.00	75.00	<b>26.67</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi cuadrado (valor p)</b>					<b>0.1756</b>

**Cuadro 3. Análisis de contingencia de la relación cantón y superficie con cultivo de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007**

Superficie	Cantón					
	Limón	Matina	Pococí	Quepos	San Carlos	Siquirres
< 2.00 ha	80.00	62.50	0.00	100.00	80.00	<b>87.50</b>
≥ 2.00 ha	20.00	37.50	100.00	0.00	20.00	<b>12.50</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi cuadrado (valor p)</b>	<b>0.1469</b>					

#### 4.1.1.1 Evaluación de características cualitativas

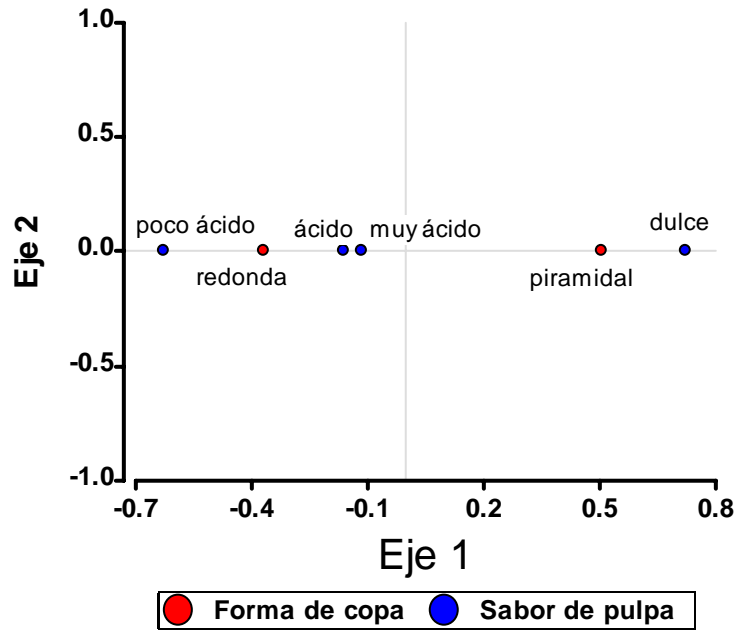
##### 4.1.1.1.1 Análisis de contingencia y correspondencia

Los resultados del análisis de contingencia señalan que existe dependencia entre la forma de la copa y el sabor de la pulpa (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0019$ ). El 57.89% de los árboles de *A. muricata* evaluados tienen copa redondeada mientras que el 42.11% tienen forma piramidal (Cuadro 4). En el gráfico biplot, del análisis de correspondencias simples, se observa la asociación entre la forma de copa redonda con sabores de pulpa muy ácido, ácido y poco ácido. En cambio la forma de copa piramidal se relaciona con el sabor de pulpa dulce (Figura 2).

Según Elizondo (1989), la buena distribución de sus ramas favorece que el árbol de *A. muricata*, no solo tenga las mejores condiciones para resistir el peso de los frutos, sino que el aire y la luz circulen con mayor fluidez por los espacios que queden entre ellas. Con lo cual, se puede decir que la forma de la copa está relacionada con el manejo agronómico del cultivo. El manejo de la forma de la copa de acuerdo a lo señalado por Elizondo (1989) (podas de formación y sanitarias) favorecen el ingreso de los rayos solares a través de las ramas del árbol lo que promovería el aumento de la fotosíntesis y con ello, incentivar la producción de azúcares. De allí, que se asocia la forma de copa piramidal con la producción de frutos dulces.

**Cuadro 4. Frecuencias relativas al total para la relación entre la forma de copa y el sabor de la pulpa. CATIE - 2007**

Forma de copa	Sabor de pulpa				Total
	Poco ácido	Ácido	Dulce	Muy dulce	
Piramidal	11.11	34.21	77.78	36.36	<b>42.11</b>
Redonda	88.89	65.79	22.22	63.64	<b>57.89</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>			<b>0.0019</b>		



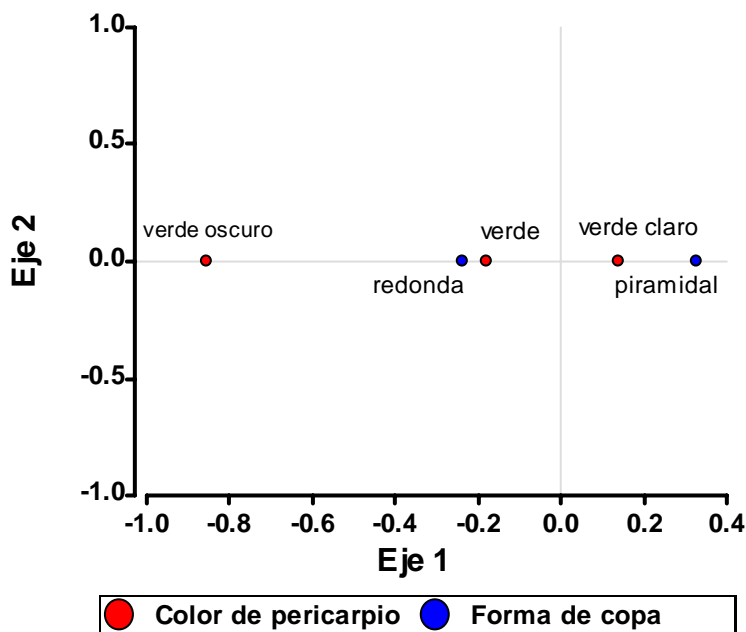
**Figura 2. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el sabor de pulpa de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

Se registra dependencia entre la forma de la copa y el color del pericarpio. El 57.89% de los árboles estudiados tienen copa redonda mientras que el 42.11% tiene forma piramidal (Cuadro 5). En el gráfico biplot se observa la asociación entre la forma de copa piramidal con el color verde claro (MHC: 2D8) del pericarpio de los frutos. La forma redonda se asocia con los colores verde (MHC: 2E8) y verde oscuro del pericarpio (MHC: 2F8) (Figura 3).

Pocasangre (1985) en un estudio en el cultivo de maracuyá atribuyó el distinto nivel de pigmentación del pericarpio de los frutos al incremento en la degradación de la clorofila pero también a la presencia de cloroplastos y la formación de clorofila. La presencia y concentración de cloroplastos depende de la genética de las plantas pero la degradación de la clorofila se constituye un fenómeno físico químico que es favorecido por la mayor o menor presencia de luz. En el caso de *A. muricata* se observó que frutos con pericarpio verdes oscuro se asociaban a árboles de copa redonda, mientras que frutos verde claros se encontraron en árboles de copa piramidal.

**Cuadro 5. Frecuencias relativas al total para la relación entre la forma de copa y el color del pericarpio. CATIE - 2007**

Forma de copa	Color del pericarpio			Total
	Verde	Verde claro	Verde oscuro	
Piramidal	33.33	49.09	0.00	42.11
Redonda	66.67	50.91	100.00	57.89
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0171</b>			



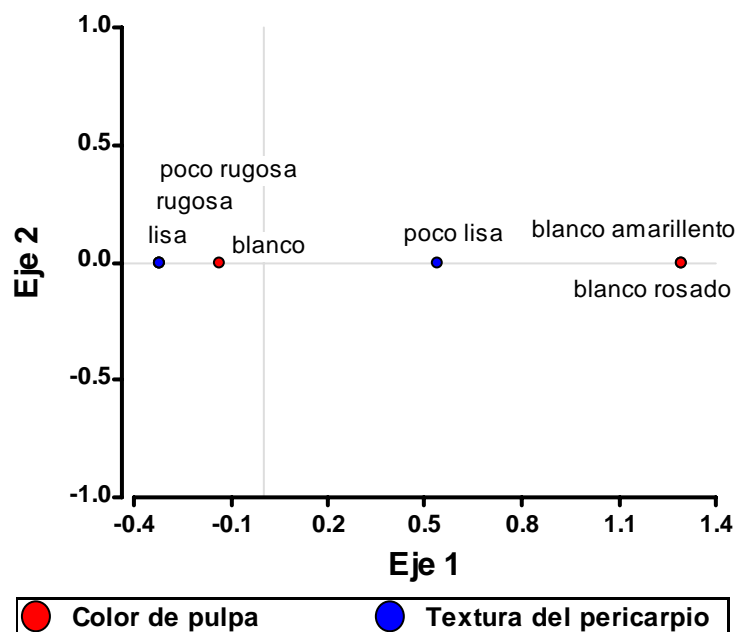
**Figura 3. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el color del pericarpio de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

Por otro lado existe dependencia entre la textura del pericarpio y el color de la pulpa. De los árboles evaluados, el 90.67% de los frutos mostraron color de pulpa blanca (MHC: 4A1) (Cuadro 6). El 88.67% de los frutos evaluados presentaron textura lisa (58.67) y poco lisa (28.00) (Figura 4).



**Cuadro 6. Frecuencias relativas al total para la relación entre la textura del pericarpio y el color de pulpa. CATIE - 2007**

Color de pulpa	Textura del pericarpio				Total
	Poco lisa	Lisa	Poco rugosa	Rugosa	
Blanco	28.00	58.67	2.67	1.33	90.67
Blanco amarillento	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00
Blanco rosado	5.33	0.00	0.00	0.00	5.33
<b>Total</b>	<b>37.33</b>	<b>58.67</b>	<b>2.76</b>	<b>1.33</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0200</b>				

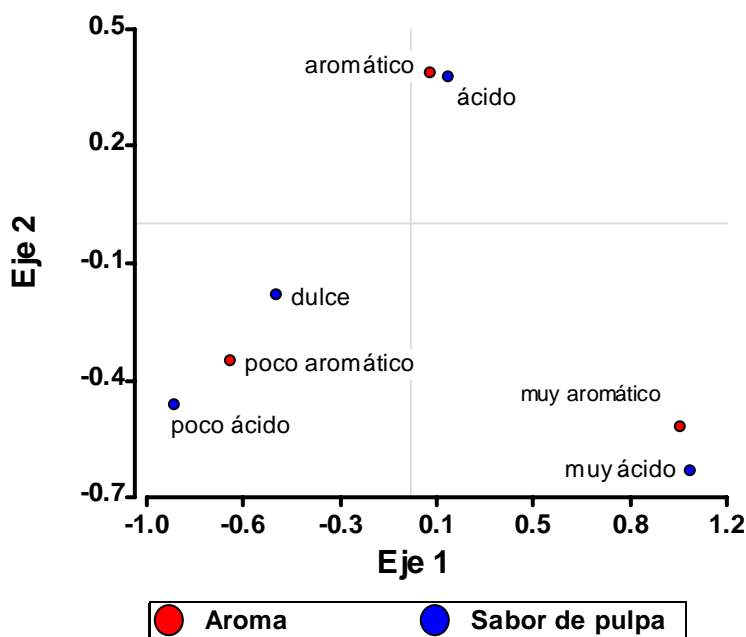


**Figura 4. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre color de pulpa y textura del pericarpio de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

También se registra dependencia entre el sabor de pulpa y el aroma. El 51.32% de los árboles producen frutos con pulpas aromáticas (Cuadro 7). En la se observa la asociación entre el sabor de pulpa dulce y poco ácido con fragancias poco aromáticas. Los sabores de pulpa ácido y muy ácido se relacionan con fragancias aromáticas (Figura 5). Algunos autores manifiestan que los parámetros que tienen mayor influencia en la calidad del fruto son el sabor y el aroma (Elizondo 1989, Elergonomista 2006).

**Cuadro 7. Frecuencias relativas al total para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE - 2007**

Aroma	Sabor de pulpa				Total
	Dulce	Poco ácido	Ácido	Muy ácido	
Poco aromático	55.56	77.78	15.79	9.09	<b>31.58</b>
Aromático	38.89	22.22	71.05	27.27	<b>51.32</b>
Muy aromático	5.56	0.00	13.16	63.64	<b>17.11</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>					<b>&lt;0.0001</b>

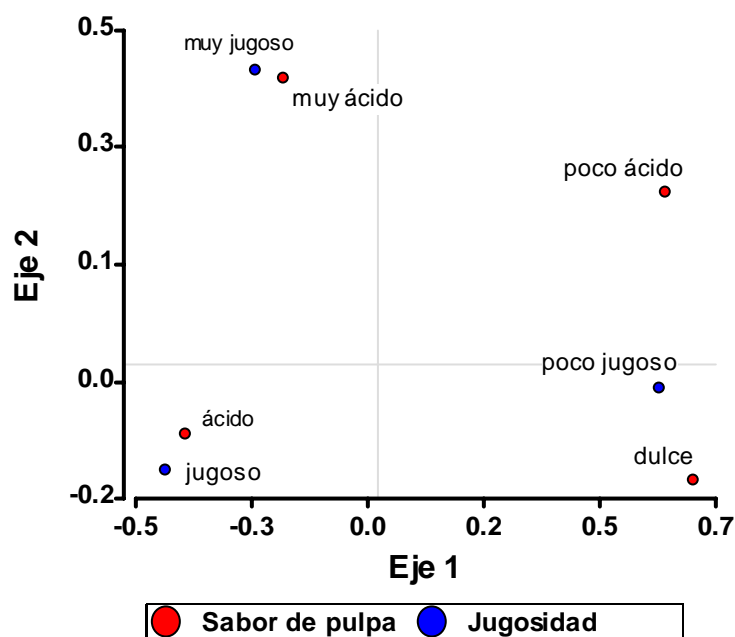


**Figura 5. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma de la copa y el color del pericarpio de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

También existe dependencia entre el sabor de pulpa y la jugosidad. De los árboles evaluados, el 42.11% corresponden a frutos jugosos y poco jugosos (39.47%). Solo el 18.42% se trataron de frutos muy jugosos. El 50.00% de los frutos evaluados son ácidos y el 23.68% son dulces (Cuadro 8). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos con pulpas jugosas con sabores ácidos, pulpas muy jugosas con sabores muy ácidos y poco jugosos con sabores dulces y poco ácidos (Figura 6). De acuerdo a Escribano et ál. (2006) y el IVIA (2006) el sabor de pulpa de las frutas se correlaciona positivamente con la jugosidad.

**Cuadro 8. Frecuencias relativas al total para la relación entre sabor de pulpa y jugosidad. CATIE - 2007**

Jugosidad	Sabor de pulpa				Total
	Dulce	Poco ácido	Ácido	Muy ácido	
Poco jugoso	17.11	7.89	10.53	3.95	<b>39.47</b>
Jugoso	5.26	1.32	30.26	5.26	<b>42.11</b>
Muy jugoso	1.32	2.63	9.21	5.26	<b>18.42</b>
<b>Total</b>	<b>23.68</b>	<b>11.84</b>	<b>50.00</b>	<b>14.47</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>				<b>0.0016</b>	

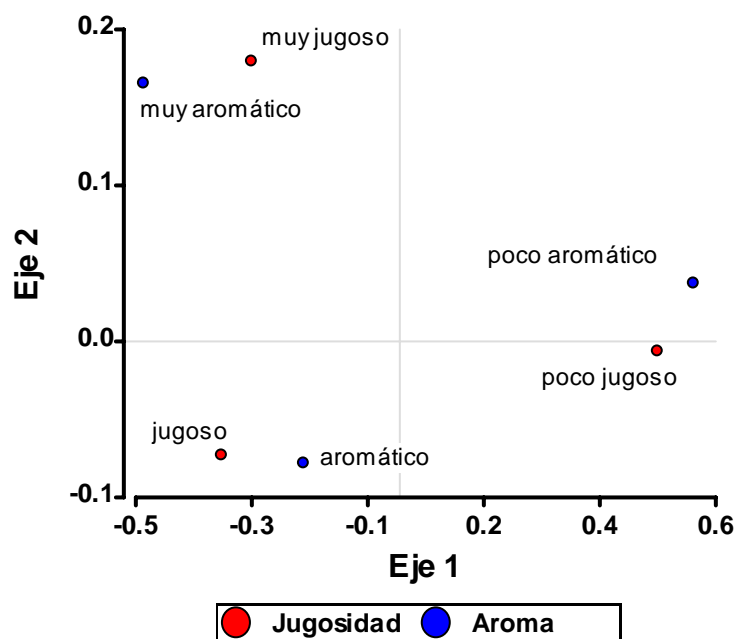


**Figura 6. Biplot del análisis de correspondencia simple entre el sabor y la jugosidad de la pulpa de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

Se registra dependencia entre el aroma y la jugosidad. El 42.11% de los árboles de *A. muricata* evaluados presentan frutos jugosos, el 39.47% poco jugosos y el 18.42% son muy jugosos (Cuadro 9). El 82.90% de los frutos evaluados son aromáticos y muy aromáticos. En la Figura 7 del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos muy jugosos con fragancias muy aromáticas, frutos jugosos y aromáticos y frutos poco jugosos con fragancias poco aromáticos. Estos resultados concuerdan con lo manifestado por Elergonomista (2006) que señala que la jugosidad es la cantidad de agua en el fruto y ésta se relaciona directamente con el aroma.

**Cuadro 9. Frecuencias relativas para la relación entre el aroma y la jugosidad. CATIE - 2007**

Jugosidad	Aroma			Total
	Poco aromático	Aromático	Muy aromático	
Poco jugoso	21.05	15.79	21.05	<b>39.47</b>
Jugoso	6.58	26.32	6.58	<b>42.11</b>
Muy jugoso	3.95	9.21	3.95	<b>18.42</b>
<b>Total</b>	<b>31.58</b>	<b>51.32</b>	<b>31.58</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0127</b>			

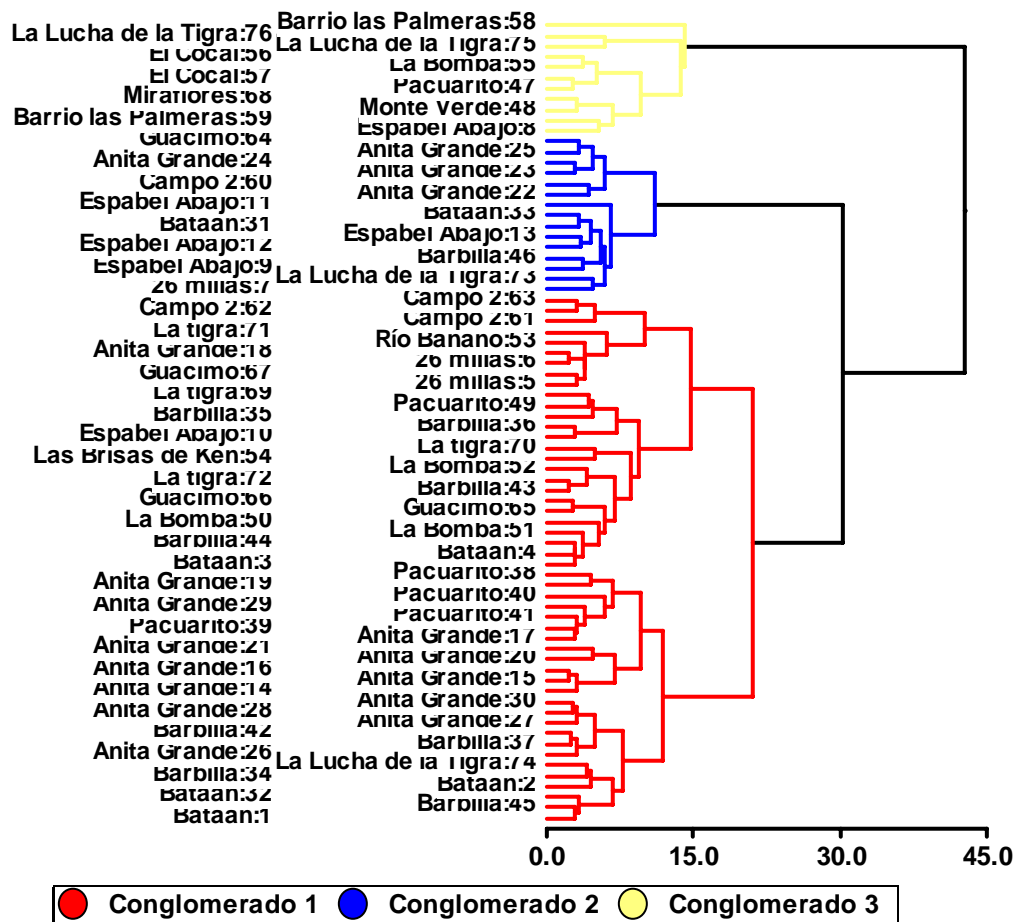


**Figura 7. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la jugosidad y el aroma de la pulpa de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007.**

#### 4.1.1.2 Evaluación de características cuantitativas

##### 4.1.1.2.1 Agrupamiento de árboles

Se empleó el análisis de conglomerados para formar los grupos. Para ello se utilizaron los 22 caracteres agromorfológicos evaluados, las cuatro variables de manejo y los dos criterios de clasificación (las localidades y el número de identificación que se asignó a cada árbol) (Figura 8 y ver Anexo 6). Se definieron tres grupos en función al grado de parentesco fenotípico entre los materiales evaluados.



**Figura 8.** Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de los 76 árboles de *A. muricata* en condiciones in situ, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similitud de Gower (1967). CATIE – 2007.

Las entradas del grupo 1 (rojo) corresponden en total a 50 árboles de cinco cantones, destacándose el cantón Matina y Pococí con 16 árboles cada cantón. En el grupo 2 (azul) se agrupan 15 árboles de los cantones Matina, Pococí, San Carlos y Siquirres. Finalmente en el grupo 3 (verde) se agrupan 11 árboles correspondientes a cinco cantones (ver Anexo 7).

De los 22 descriptores cuantitativos 17 contribuyen en la diferenciación de grupos. Cinco descriptores (No. de ejes secundarios, No. de ramas terciarias, diámetro del árbol a 50 cm de altura, No. de frutos por árbol y peso de una semilla) no aportan en la separación de materiales (Cuadro 10). Además, de las cuatro variables de manejo tres ayudan a separar

los grupos (podas, embolsado y control fitosanitario) y la variable fertilización es no significativo por lo cual no interviene en la separación de los grupos.

**Cuadro 10. ANOVA para 22 características en cuatro grupos genéticos de *A. muricata* en condiciones in situ. CATIE - 2007**

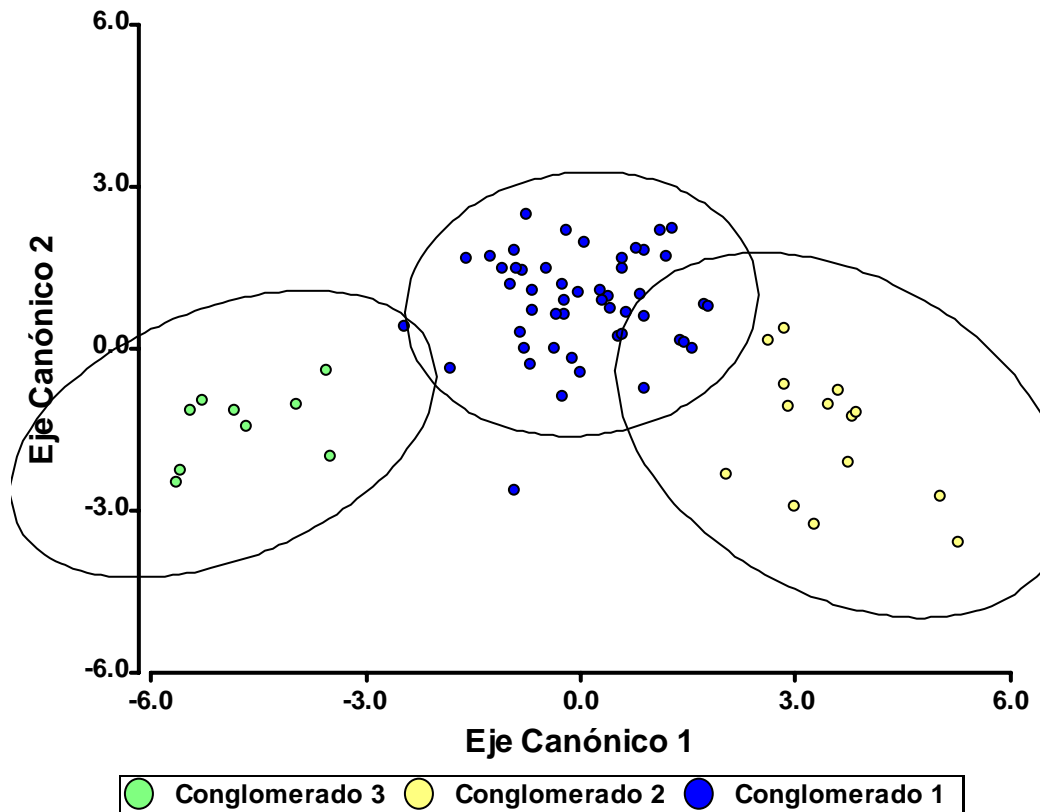
Características	P-valor	Promedio		
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Altura del árbol	0.0003	4.15 b	4.64 b	6.51 a
Nº. de ejes principales	0.0236	1.40 ab	1.60 a	1.00 b
No. de ejes secundarios	0.3771	5.46	5.73	4.36
No. de ramas terciarias	0.2809	19.90	16.93	18.45
Diámetro a 50 cm de altura	0.0749	21.28	19.46	14.88
No. de frutos por árbol	0.0540	46.24	45.07	16.27
Largo de lóbulos	0.0001	3.04 b	3.48 a	2.34 c
Ancho de lóbulos	<0.0001	1.93 b	2.37 a	1.53 c
Distancia entre carpelos	<0.0001	1.94 b	2.27 a	1.45 c
Largo de fruto	<0.0001	23.84 b	29.88 a	17.35 c
Diámetro de fruto	<0.0001	16.15 b	19.29 a	11.39 a
Peso del fruto	<0.0001	2384.72 b	4394.00 a	981.82 c
Peso del pericarpio	<0.0001	257.20 b	381.84 a	142.48 c
Peso de receptáculo de la pulpa	0.0001	71.19 b	103.94 a	54.81 b
Peso pulpa	<0.0001	1726.15 b	3352.93 a	706.96 c
Grados Brix	0.0279	12.70 ab	14.07 a	11.42 b
pH	0.0028	3.80 b	3.70 b	4.26 a
Nº. de semillas/fruto	0.0153	146.55 a	150.27 a	82.11 b
Peso de semillas/fruto	0.0002	73.80 a	84.51 a	33.68 b
Peso de una semilla	0.0868	0.55	0.56	0.90
Longitud de la semilla	<0.0001	1.61 a	1.63 a	1.40 b
Diámetro de la semilla	<0.0001	1.03 a	1.03 a	0.87 b
Fertilización	0.0555	0.60	0.73	0.27
Podas	<0.0001	0.76 a	0.93 a	0.09 b
Embolsado	0.0119	0.56 a	0.60 a	0.09 b
Control fitosanitario	<0.0001	0.74 a	0.93 a	0.18 b

*Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba Tukey,  $p \leq 0.05$ )*

#### **4.1.1.2 Valor discriminante para separar grupos**

Los resultados del análisis discriminante señalan que a través de los dos primeros ejes canónicos se explica el 100% de la variación entre grupos (ver Anexo 8). En la primera función discriminante estandarizada, las características que más aportan a la separación de los grupos son: la altura de árbol (-0.72), peso del pericarpio (0.38), diámetro de la semilla (0.34) y número de semillas/fruto (-0.35) (Cuadro 11). En el segundo eje canónico aportan

en la diferenciación los descriptores: número de semillas/fruto (0.95), diámetro del árbol a 50 cm de altura (0.70), distancia entre carpelos (0.68), diámetro de semilla (0.63) y número de ramas terciarias (0.59). En la Figura 9, se observa que a través del primer eje canónico los grupos quedan diferenciados.



**Figura 9.** Representación espacial de los dos primeros ejes canónicos del análisis discriminante. CATIE – 2007.

De los 22 descriptores cuantitativos 16 contribuyen en la diferenciación de grupos de acuerdo a los resultados del análisis de varianza (ANOVA). A través del análisis discriminante ocho descriptores tienen mayor peso en la discriminación de grupos de *A. muricata*. Además, se hizo un análisis de correlación entre todas las características cuantitativas, encontrándose una correlación positiva entre número de semillas fruto con peso de semillas fruto (0.90). La característica peso de semillas por fruto no será necesario evaluar ya que esta correlacionada con número de semillas por fruto. Por lo que al final de la evaluación 15 características son las que diferencian grupos en el ANOVA y en el análisis discriminante siguen siendo ocho características (Cuadro 12).

**Cuadro 11. Funciones discriminantes. Datos estandarizados con las varianzas comunes de los descriptores de *A. muricata*. CATIE - 2007**

Características	Funciones	
	1	2
Altura del árbol	<b>-0.72</b>	-0.26
Nº. de ejes principales	0.05	0.17
Nº. de ejes secundarios	-0.07	-0.24
Nº. de ramas terciarias	0.28	<b>0.59</b>
Diámetro a 50 cm de altura	0.26	<b>0.70</b>
Nº. de Frutos por árbol	-0.20	-0.25
Largo de lóbulos	0.29	0.04
Ancho de lóbulos	0.22	-0.43
Distancia entre carpelos	-0.18	<b>0.68</b>
Largo de fruto	<b>0.30</b>	-0.09
Diámetro del fruto	0.25	-0.02
Peso del pericarpio	<b>0.38</b>	0.21
Peso de receptáculo de la pulpa	-0.06	-0.37
Peso pulpa	0.24	0.16
Grados Brix	0.13	0.03
pH	-0.22	-0.35
Nº. de semillas/fruto	<b>-0.35</b>	<b>0.95</b>
Peso de semillas/fruto	0.14	-0.24
Peso de una semilla	-0.23	-0.49
Longitud de la semilla	-0.03	0.03
Diámetro de la semilla	<b>0.34</b>	<b>0.63</b>

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los análisis estadísticos.



**Cuadro 12. Comparación de la importancia de los descriptores *A. muricata* de acuerdo al ANOVA y al análisis discriminante. CATIE – 2007**

Características	ANOVA	A. Discriminante
Altura del árbol	<b>x*</b>	<b>x</b>
Nº. de ejes principales	x	
Nº. de ramas terciarias		x
Diámetro a 50 cm de altura		x
Largo de lóbulos	x	
Ancho de lóbulos	x	
Distancia entre carpelos	<b>x</b>	<b>x</b>
Largo de fruto	<b>x</b>	<b>x</b>
Diámetro del fruto	x	
Peso del fruto	x	
Peso del pericarpio	<b>x</b>	<b>x</b>
Peso de receptáculo de la pulpa	x	
Peso pulpa	x	
Grados Brix	x	
pH	x	
Nº. de semillas/fruto	<b>x</b>	<b>x</b>
Longitud de la semilla	x	
Diámetro de la semilla	<b>x</b>	<b>x</b>

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los análisis estadísticos.

#### **4.1.1.3 Evaluación de características cualitativas ex situ**

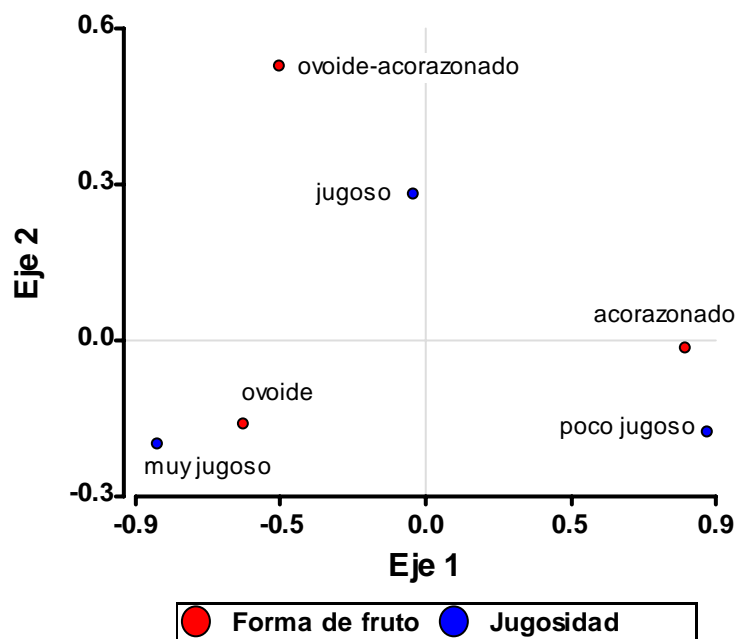
##### ***4.1.1.3.1 Análisis de contingencia y correspondencia***

En las accesiones conservadas en el Jardín Botánico del CATIE, los resultados del análisis de contingencia señalan que existe dependencia entre la forma del fruto y la jugosidad (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0153$ ). El 40% de los árboles de *A. muricata* evaluados tienen frutos jugosos (Cuadro 13).

En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos muy jugosos con la forma de fruto ovoide, frutos jugosos con la forma ovoide - acorazonada y poco jugosos con la forma acorazonada (Figura 10). Esto concuerda con las observaciones realizadas en campo donde los frutos de forma acorazonada se trataban de frutos pequeños y poco jugosos. En cambio que los frutos ovoides eran más grandes y jugosos.

**Cuadro 13. Frecuencias relativas para la relación entre la forma del fruto y jugosidad. CATIE – 2007**

Jugosidad	Forma del fruto			Total
	Acorazonado	Ovoide	Acorazonado-ovoide	
Poco jugoso	62.50	11.11	0.00	<b>30.00</b>
Jugoso	37.50	33.33	66.67	<b>40.00</b>
Muy jugoso	0.00	55.56	33.33	<b>30.00</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0153</b>			



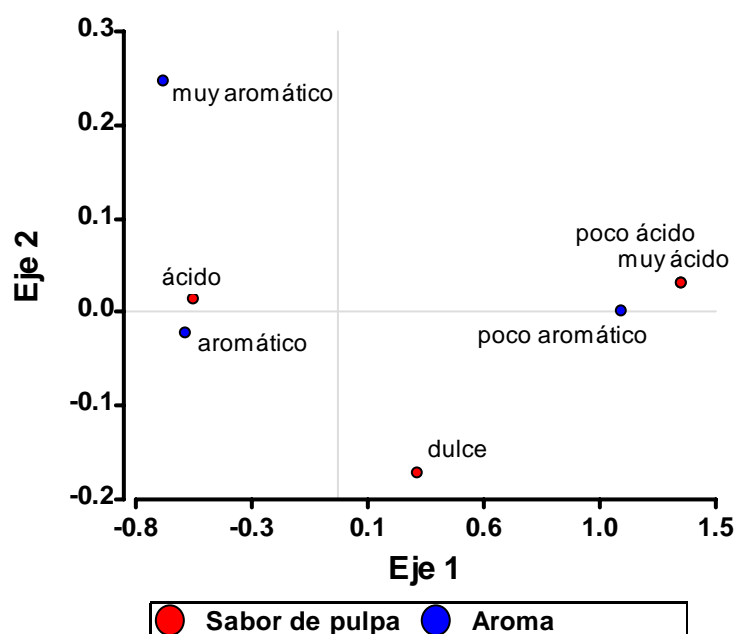
**Figura 10. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre la forma del fruto y la jugosidad de *A. muricata*. CATIE – 2007.**

De igual forma, se registra dependencia entre el sabor de pulpa y el aroma (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0125$ ). El 60% de árboles evaluados presentaron frutos aromáticos (Cuadro 14). En el gráfico biplot, del análisis de correspondencias simples, se observa la asociación entre frutos aromáticos y muy aromáticos con sabor de pulpa ácida y frutos poco aromáticos con pulpa muy ácida y poco ácida. (Figura 11). Esta relación se vuelve a presentar al igual que en condiciones in situ. Algunos autores manifiestan que estos parámetros tienen mayor influencia en los criterios de calidad del fruto en el mercado (sabor y aroma) (Elizondo 1989, Elergonomista 2006). Por ser características que definen

calidad, éstas deberían ser consideradas al momento de caracterizar germoplasma de *A. muricata* con el propósito de satisfacer necesidades del mercado.

**Cuadro 14. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE – 2007**

Aroma	Sabor de pulpa				Total
	Dulce	Poco ácido	Ácido	Muy ácido	
Poco aromático	50.00	100.00	7.69	100.00	35.00
Aromático	50.00	0.00	84.62	0.00	60.00
Muy aromático	0.00	0.00	7.69	0.00	5.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0125</b>				



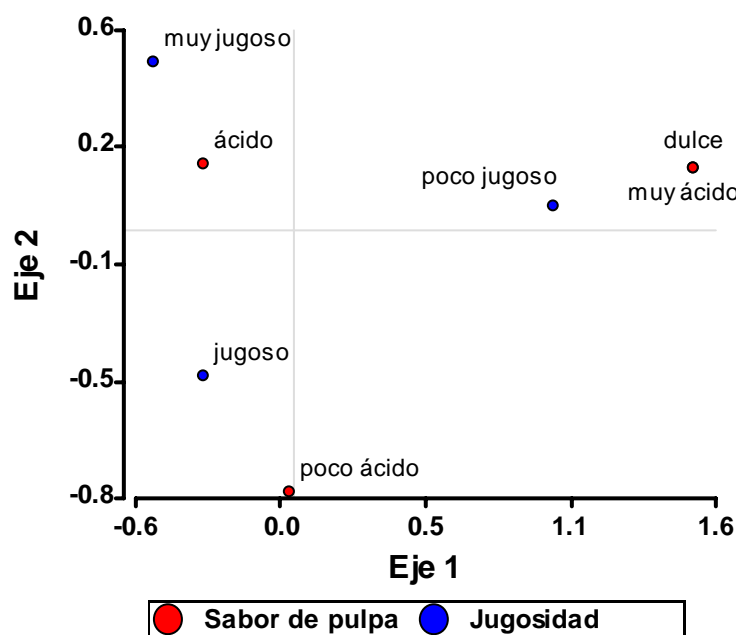
**Figura 11. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre el sabor de la pulpa y el aroma de *A. muricata*. CATIE -2007.**

También existe dependencia entre el sabor de pulpa y la jugosidad (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0474$ ). En el Cuadro 15, se aprecia que el 70% de los frutos evaluados son muy jugosos y jugosos. El 30% son poco jugosos. En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre el sabor de pulpa ácido con frutos jugosos y muy jugosos. Los frutos de pulpa dulce se asocian con sabores muy ácidos y poco jugosos (Figura 12). Sobre este aspecto algunos autores como Escribano et ál. (2006) y el IVIA (2006), señalan que en las frutas el sabor de pulpa se correlaciona positivamente

con la jugosidad. Por ello, para la caracterización de germoplasma se deben observar estas dos características que se relacionan con la calidad que demanda el mercado de *A. muricata*.

**Cuadro 15. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y jugosidad. CATIE – 2007**

Jugosidad	Sabor de pulpa				Total
	Dulce	Poco ácido	Ácido	Muy ácido	
Poco jugoso	100.00	25.00	15.38	100.00	<b>30.00</b>
Jugoso	0.00	75.00	38.46	0.00	<b>40.00</b>
Muy jugoso	0.00	0.00	46.15	0.00	<b>30.00</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>				<b>0.0474</b>	



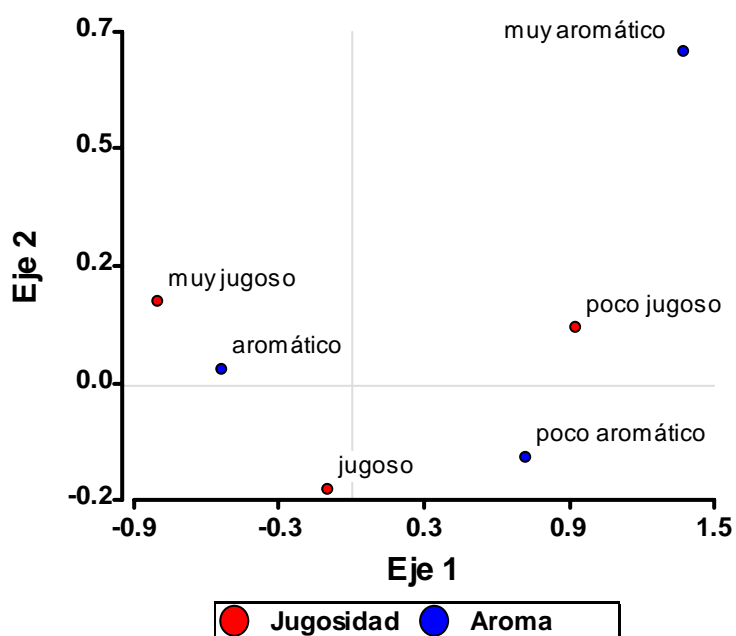
**Figura 12. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre las características sabor de pulpa con jugosidad de *A. muricata*. CATIE – 2007.**

Finalmente, existe dependencia entre el aroma y la jugosidad (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0177$ ). El 70% de los árboles de *A. muricata* evaluados son frutos muy jugosos y jugosos. El 30% restante corresponde a frutos poco jugosos (Cuadro 16). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa que los frutos muy jugosos y jugosos son también frutos aromáticos, en tanto que frutos poco jugosos son poco

aromáticos (Figura 13). El ergonómico (2006) manifiesta que la jugosidad es la cantidad de agua en el fruto.

**Cuadro 16. Frecuencias relativas para la relación entre aroma y jugosidad. CATIE – 2007**

Jugosidad	Aroma			Total
	Poco aromático	Aromático	Muy aromático	
Poco jugoso	57.14	8.33	100.00	<b>30.00</b>
Jugoso	42.86	41.67	0.00	<b>40.00</b>
Muy jugoso	0.00	50.00	0.00	<b>30.00</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>				<b>0.0177</b>



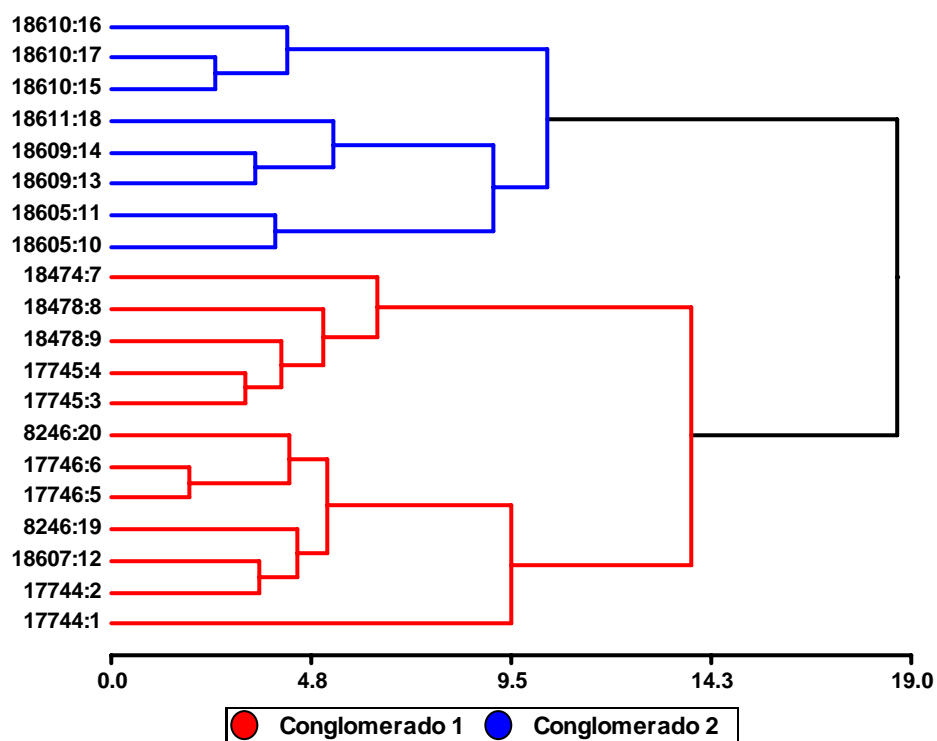
**Figura 13. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre las características jugosidad con aroma de *A. muricata*. CATIE - 2007**

#### 4.1.1.4 Evaluación de características cuantitativas ex situ

##### 4.1.1.4.1 Agrupamiento de entradas

Se utilizó el análisis de conglomerados para formar grupos. Para ello se utilizaron las 21 características agromorfológicas evaluados y dos criterios de clasificación (las codificaciones de cada una de las accesiones y el número de identificación que se asignó a

cada árbol) (Figura 14 y ver Anexo 10). Se definieron dos grupos en función del grado de parentesco genético entre los materiales evaluados.



**Figura 14. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de las 11 accesiones de *A. muricata* de la colección de CATIE, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similaridad de Gower (1967). CATIE – 2007.**

Las entradas del conglomerado 1 (rojo) corresponden en total a 12 árboles de siete accesiones. En el conglomerado 2 (azul) agrupa a ocho árboles de cuatro accesiones (ver Anexo 13). De los 21 descriptores cuantitativos diez contribuyen en la diferenciación de grupos (largo de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto, peso del pericarpio, peso del receptáculo de la pulpa, peso de pulpa, pH, número de semillas/fruto, peso de semillas/fruto y longitud de la semilla (Cuadro 17).

**Cuadro 17. ANOVA para 21 características en tres grupos genéticos de la colección del CATIE de *A. muricata*. CATIE - 2007**

Características	P-valor	Promedio	
		Grupo 1	Grupo 2
Altura del árbol	0.1559	2.99	4.31
Nº. de ejes secundarios	0.8813	2.33	2.38
Nº. De ramas terciarias	0.7909	24.38	25.42
Diámetro a 50 cm de altura	0.2592	27.89	33.27
Nº. de frutos por árbol	0.2261	1.13	1.38
Largo de lóbulos	0.4596	3.29	3.51
Ancho de lóbulos	0.9925	2.15	2.16
Distancia entre carpelos	0.9303	2.05	2.07
Largo de fruto	0.0057	24.71 b	30.78 a
Diámetro del fruto	0.0066	16.29 b	20.50 a
Peso del fruto	<0.0001	2845.00 b	7567.50 a
Peso del pericarpio	<0.0001	246.27 b	510.07 a
Peso de receptáculo de la pulpa	0.0094	93.71 b	145.87 a
Peso pulpa	<0.0001	2167.08 b	5981.25 a
Grados Brix	0.1466	11.32	12.75
pH	0.0256	3.69 b	3.98 a
No. de semillas/fruto	0.0007	137.50 b	243.25 a
Peso de semillas/fruto	<0.0001	73.50 b	170.57 a
Peso de una semilla	0.2534	0.55	0.61
Longitud de la semilla	0.0067	1.65 b	1.82 a
Diámetro de la semilla	0.5463	1.04	1.06

*Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba Tukey,  $p \leq 0.05$ )*

#### **4.1.1.4.2 Valor discriminante para separar grupos**

Los resultados del análisis discriminante señalan que a través del primer eje canónico se explica el 100% de la variación entre grupos (ver Anexo 11). En la primera función discriminante estandarizada, las características que más aportan a la separación de los grupos son: peso de pulpa (11.77), altura de árbol (-9.97) y número de ramas terciarias (6.86) (Cuadro 18).

**Cuadro 18. Función discriminante. Datos estandarizados con las varianzas comunes, de los descriptores de *A. muricata*. CATIE - 2007**

Características	Función 1
Altura del árbol	<b>-9.97</b>
Nº. de ejes secundarios	-0.09
Nº. de ramas terciarias	<b>6.86</b>
Diámetro a 50 cm de altura	1.84
Nº. de frutos por árbol	-1.61
Largo de lóbulos	2.62
Ancho de lóbulos	-3.60
Distancia entre carpelos	0.06
Largo de fruto	-0.10
Diámetro del fruto	-1.43
Peso del pericarpio	2.61
Peso de receptáculo de la pulpa	-0.37
Peso pulpa	<b>11.77</b>
Grados Brix	-1.71
pH	4.59
Nº. de semillas/fruto	-3.17
Peso de semillas/fruto	2.80
Peso de una semilla	0.30
Longitud de la semilla	2.36
Diámetro de la semilla	0.98

\*En negrilla se resaltan los descriptores que tiene mayor peso para identificar variabilidad.

De los 21 descriptores cuantitativos diez contribuyen en la diferenciación de grupos en el análisis de varianza (ANOVA) y con el análisis discriminante tres características. Además, se hizo un análisis de correlación entre todas las características cuantitativas, encontrándose una correlación positiva entre largo de fruto y diámetro de fruto (0.89), peso de pulpa y peso de pericarpio (0.86) y número de semillas por fruto y peso de semillas por fruto (0.85). Con lo cual las características diámetro de fruto, peso de pericarpio y peso de semillas por fruto ya no serán tomadas en cuenta para futuros trabajos de caracterización. Por lo que al final de la evaluación siete características son las que diferencian grupos en el ANOVA y en el análisis discriminante siguen siendo tres características (Cuadro 19).

De las dos características indicadas en el párrafo anterior, el peso del fruto promedio en fincas de agricultores es de 2578.24 g y para ex situ es de 4734.00 g. Existe diferencia por lo reportado por Quesada (2004) que indica un promedio de 3349.4 g. Esta diferencia



se debió porque la colección mantenida en CATIE, tiene baja producción de frutos ya que el número de frutos maduros fisiológicamente que llegan a la cosecha es mínimo, en un promedio de 2 frutos por árbol, por efecto de plagas y enfermedades que no permiten que los frutos alcancen su madurez fisiológica. Por lo que los frutos que llegan a madurar tienen suficientes nutrientes para llegar a pesar más de los promedios obtenidos.

**Cuadro 19. Comparación de dos análisis estadísticos de 21 características de *A. muricata* de la colección del CATIE. CATIE – 2007**

Características	Análisis	
	ANOVA	Discriminante
Altura del árbol		X
Nº. de ramas terciarias		X
Largo de fruto	X	
Diámetro del fruto	X	
Peso del fruto	<b>X</b>	
Peso del pericarpio	X	
Peso de receptáculo de la pulpa	X	
Peso pulpa	<b>X</b>	<b>X</b>
pH	X	
No. de semillas/fruto	X	
Peso de semillas/fruto	X	
Longitud de la semilla	X	

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los análisis estadísticos.

Como un comentario final, la variabilidad en fincas de agricultores es superior en comparación con la colección del CATIE. Para determinar la variabilidad de *A. muricata* en fincas de agricultores se utilizaron 22 características cuantitativas con los cuales se conformaron tres conglomerados. Del análisis de varianza (ANOVA), 16 características ayudan a separar los grupos y finalmente con el análisis discriminante 8 características son las que tienen mayor peso. En tanto que para la colección de CATIE se conformaron solo dos conglomerados. Del ANOVA, 10 características contribuyen para separar grupos y por último, tres son las características discriminantes que nos permitieron identificar la variabilidad (Cuadro 20 y ver Anexo 13).

**Cuadro 20. Comparación del número de descriptores útiles para la diferenciación de materiales de *A. muricata* en condiciones ex situ e in situ. CATIE - 2007**

Características	in situ		ex situ	
	ANOVA	Discriminante	ANOVA	Discriminante
Altura del árbol	<b>x</b>	<b>x</b>		x
No. de ejes principales	x			
No. de ramas terciarias		x		x
Diámetro a 50 cm de altura		x		
Largo de lóbulos	x			
Ancho de lóbulos	x			
Distancia entre carpelos	<b>x</b>	<b>x</b>		
Largo de fruto	<b>x</b>	<b>x</b>	x	
Diámetro del fruto				
Peso del fruto	x		x	
Peso del pericarpio	<b>x</b>	<b>x</b>		
Peso de receptáculo de la pulpa	x		x	
Peso pulpa	x		<b>x</b>	<b>x</b>
Grados Brix	x			
pH	x		x	
No. de semillas/fruto	<b>x</b>	<b>x</b>	x	
Longitud de la semilla	x		x	
Diámetro de la semilla	<b>x</b>	<b>x</b>		

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los dos análisis estadísticos.

#### ***4.1.2 Evaluación de la situación actual del cultivo de chirimoya (*A. cherimola*) en condiciones in situ***

Las superficies para el cultivo de *A. cherimola* en cada uno de los cinco cantones es muy variable según el análisis de frecuencias de las 30 encuestas (Cuadro 21). En el cantón de Desamparados el 100% de los productores entrevistados señalan que la superficie con *A. cherimola* es menor a 0.02 ha. En el cantón de Dota el 80% de productores mencionan tener superficies de cultivo menores a 0.32 ha. En el cantón del Guarco, los productores tienen un promedio de 0.07 ha. En León Cortés el 94% de fincas tienen superficies menores a 0.18 ha. Finalmente en el cantón Tarrazú, los agricultores tienen un promedio de 0.03 ha.

**Cuadro 21. Distribución de frecuencias para la superficie con cultivo de *A. cherimola* en cinco cantones. CATIE 2007**

Cantón	Superficie						
	n	Media	Clase	LI	LS	MC	FR
Desamparados	2	0.01	1	0.01	0.02	2	1.00
Dota	5	0.15	1	0.00	0.32	4	0.80
			2	0.32	0.63	1	0.20
Guarco	1	0.07	1	0.07	0.07	1	1.00
			1	0.00	0.18	15	0.94
León Cortés	16	0.10	2	0.18	0.36	0	0.00
			3	0.36	0.54	0	0.00
			4	0.54	0.72	1	0.06
Tarrazú	1	0.03	1	0.03	0.03	1	1.00

\*LI: limite inferior; LS: limite superior; MC: marca de clase y FR: frecuencia relativa.

#### 4.1.2.1 Evaluación de características cualitativas

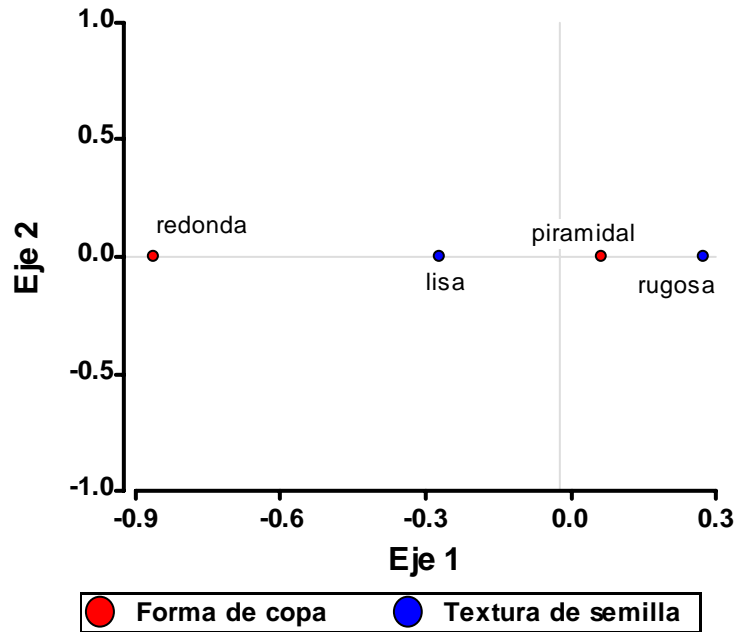
##### 4.1.2.1.1 Análisis de contingencia y correspondencia

El análisis de contingencia señala que existe dependencia entre la forma de la copa y textura de semilla (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0054$ ). El 90.63% de los árboles de *A. cherimola* evaluados tienen forma de copa piramidal y apenas con el 9.38% tienen forma redonda (Cuadro 22).

En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre forma de copa piramidal con textura de semilla lisa y rugosa (Figura 15). Estadísticamente existe diferencia entre forma de la copa de árbol y textura de la semilla, pero no se tiene argumentos que respalden científicamente los resultados obtenidos de esta relación en esta investigación.

**Cuadro 22. Frecuencias relativas para la relación entre la forma de la copa y textura de semilla. CATIE – 2007**

Forma de la copa	Textura de semilla		Total
	Lisa	Rugosa	
Piramidal	82.86	100.00	<b>90.63</b>
Redonda	17.14	0.00	<b>9.38</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>		<b>0.0054</b>	

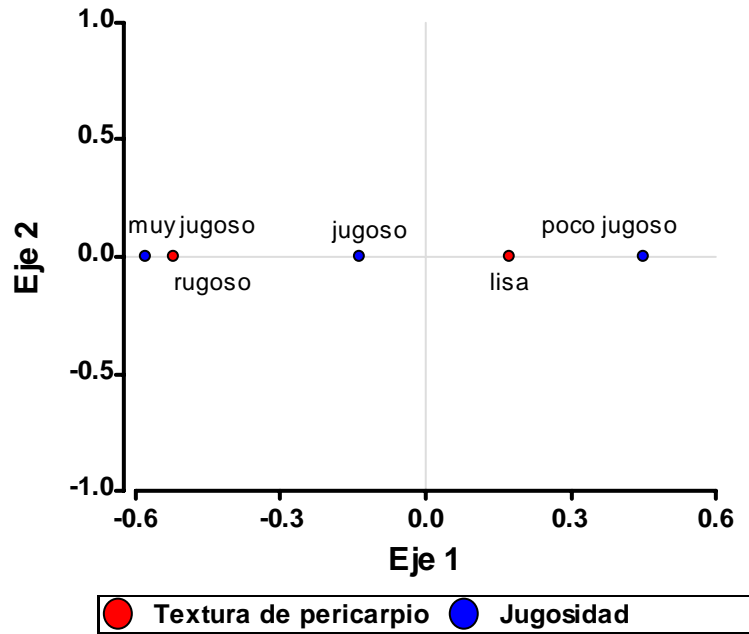


**Figura 15. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la forma de la copa y la textura de la semilla de *A. cherimola*. CATIE – 2007.**

De igual forma se registra dependencia entre la jugosidad con la textura del pericarpio. De los árboles evaluados el 75% son de textura del pericarpio lisa y el 25% de textura rugosa (Cuadro 23). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos de textura del pericarpio rugosa con muy jugoso y los frutos de textura lisa con poco jugosos y jugosos (Figura 16). En *A. cherimola*, como en todas las especies de anonas se desea una piel lisa. De acuerdo a los datos obtenidos, según el análisis estadístico, se registró una influencia de los frutos de textura del pericarpio lisa con los tres estados de jugosidad (poco jugoso, jugoso y muy jugoso), en tanto que los frutos de textura rugosa registran una menor influencia con los estados de jugosidad.

**Cuadro 23. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y jugosidad. CATIE – 2007**

Textura del pericarpio	Jugosidad			Total
	Poco jugoso	Jugoso	Muy jugoso	
Lisa	94.44	69.05	50.00	<b>75.00</b>
Rugoso	5.56	30.95	50.00	<b>25.00</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>		<b>0.0344</b>		

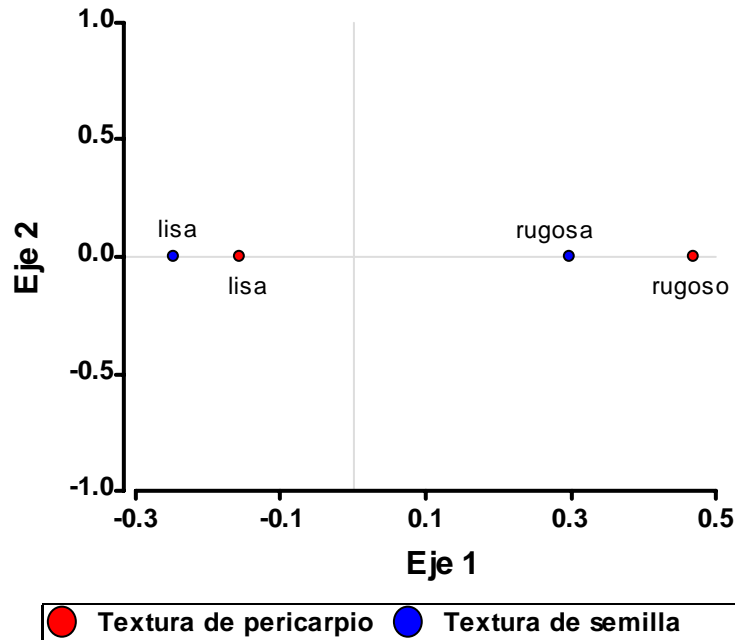


**Figura 16. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la textura del pericarpio y la jugosidad de *A. cherimola*. CATIE - 2007.**

También existe dependencia entre la textura del pericarpio y la textura de semilla. En el Cuadro 24, se puede apreciar que el 54.69% de los frutos evaluados son de textura de semilla lisa y frutos de textura de semilla rugosa con el 45.31%. En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos de semillas lisa con pericarpio liso y frutos de semilla rugosa con pericarpio rugoso (Figura 17). Esta relación entre estas dos características no se pudo respaldar con otras investigaciones. Según lo encontrado en los materiales analizados en Costa Rica (Quesada 2005), un 82%, poseen piel lisa o lisa-impresa (textura del pericarpio), con lo que se puede fundamentar el resultado obtenido en esta investigación ya que se obtuvo un 75% de frutos de textura lisa (piel lisa).

**Cuadro 24. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y textura de semilla. CATIE – 2007**

Textura de semilla	Textura del pericarpio		Total
	Liso	Rugoso	
Lisa	62.50	31.25	<b>54.69</b>
Rugosa	37.50	68.75	<b>45.31</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0289</b>		

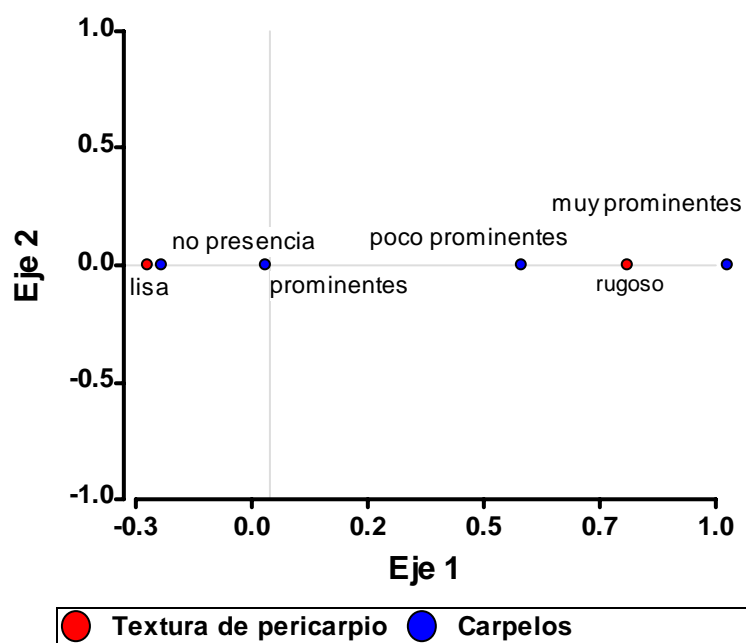


**Figura 17. Biplot del análisis de correspondencia simple entre la textura del pericarpio y la textura de la semilla de *A. cherimola*. CATIE – 2007.**

El análisis de contingencia señala que existe dependencia entre la prominencia de carpelos y textura del pericarpio. El 74.6% de los árboles de *A. cherimola* evaluados tienen textura del pericarpio lisa y el 25.4% tienen textura rugosa (Cuadro 26). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre textura del pericarpio lisa con no presencia de carpelos y carpelos prominentes y entre textura del pericarpio rugosa con carpelos poco y muy prominentes (Figura 18). Los tipos de textura del pericarpio en *A. cherimola* se clasifican en función de las protuberancias que presentan en su superficie, en lisa, impresa, umbonada, tuberculada y mamilada (Schoeder 1945 citado por Pérez de Oteyza 2002). Pero en este estudio se los clasificó en forma general en textura del pericarpio lisa y rugosa y de forma separa la prominencia de carpelos (ausencia, prominentes y muy prominentes). Según Guirado et ál. (2003), el fruto ideal debería tener la piel lisa o con leves concavidades. Lo cual respalda los resultados de esta relación entre estos dos caracteres ya que el 63.49% de los frutos evaluados son de textura del pericarpio lisa y no tienen presencia de carpelos.

**Cuadro 25. Frecuencias relativas para la relación entre textura del pericarpio y prominencia de carpelos. CATIE – 2007**

Textura del pericarpio	Prominencia de carpelos				Total
	No presencia	Poco prominentes	Prominentes	Muy prominentes	
Liso	85.11	50.00	75.00	30.00	<b>74.60</b>
Rugoso	14.89	50.00	25.00	70.00	<b>25.40</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>				<b>0.0063</b>	

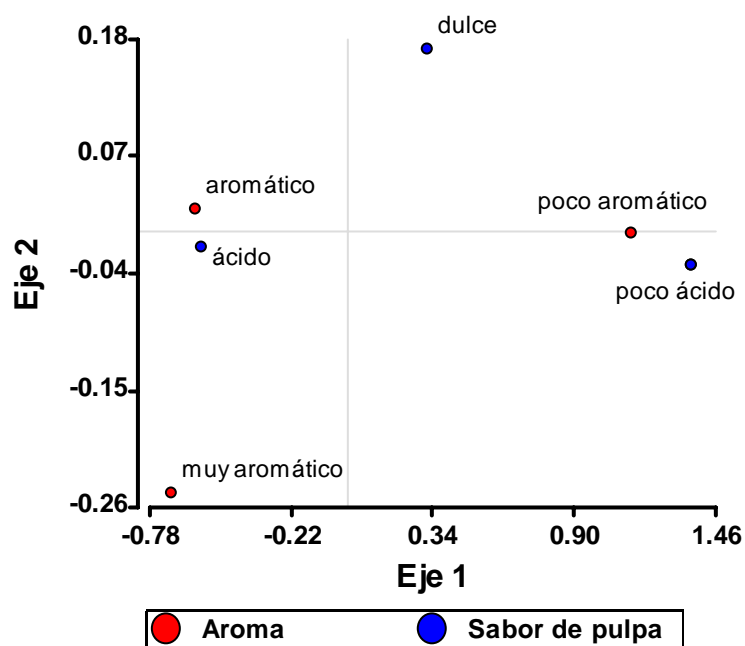


**Figura 18. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre textura del pericarpio con prominencia de carpelos de *A. cherimola* en fincas de agricultores. CATIE – 2007.**

De igual forma se registra dependencia entre el sabor de pulpa y el aroma. De los árboles evaluados el 60% produjeron frutos de pulpas aromáticas, el 35% poco aromáticos y frutos de pulpa muy aromáticos con el 5% (Cuadro 28). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos de pulpa aromática con sabor de pulpa ácido, frutos de pulpa poco aromáticos con sabor dulce y frutos de pulpa muy aromáticos con pulpa muy dulce (Figura 19).

**Cuadro 26. Frecuencias relativas para la relación entre sabor de pulpa y aroma. CATIE – 2007**

Aroma	Sabor de pulpa				Total
	Dulce	Poco ácido	Ácido	Muy ácido	
Poco aromático	50.00	100.00	7.69	100.00	<b>35.00</b>
Aromático	50.00	0.00	84.62	0.00	<b>60.00</b>
Muy aromático	0.00	0.00	7.69	0.00	<b>5.00</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>			<b>0.0125</b>		



**Figura 19. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre sabor de pulpa con aroma de *A. cherimola* in situ. CATIE - 2007.**

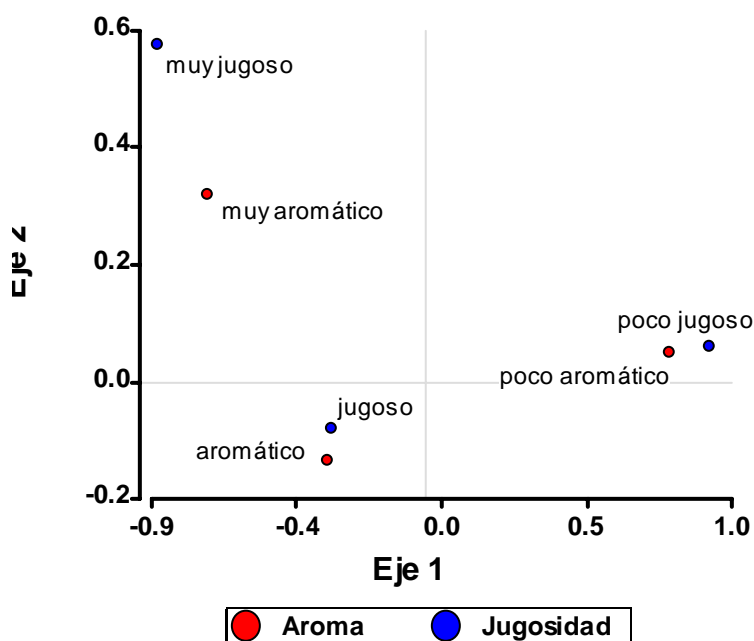
También existe dependencia entre el aroma y la jugosidad. En el Cuadro 27, se puede apreciar que el 50% de los frutos evaluados son frutos de pulpa aromática, el 34.38% son frutos de pulpa poco aromáticos y frutos de pulpa muy aromáticos con el 15.63%. En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos de pulpa muy aromáticos con frutos muy jugosos, pulpas aromáticas con jugosas y pulpas poco aromáticas con pulpas poco jugosas (Figura 20). En zapote (*Calocarpum sapota*), CENTA (2002) obtuvieron como resultados relaciones entre frutos poco jugosos y aromáticos, y frutos jugosos y aromáticos. Esto respalda lo reportado, de que la jugosidad



es directamente proporcional con el aroma, es decir entre más jugoso es más aromático el fruto.

**Cuadro 27. Frecuencias relativas para la relación entre jugosidad y aroma. CATIE – 2007**

Aroma	Jugosidad			Total
	Poco jugoso	Jugoso	Muy jugoso	
Poco aromático	77.78	19.05	0.00	<b>34.38</b>
Aromático	22.22	61.90	50.00	<b>50.00</b>
Muy aromático	0.00	19.05	50.00	<b>15.63</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>&lt;0.0001</b>			



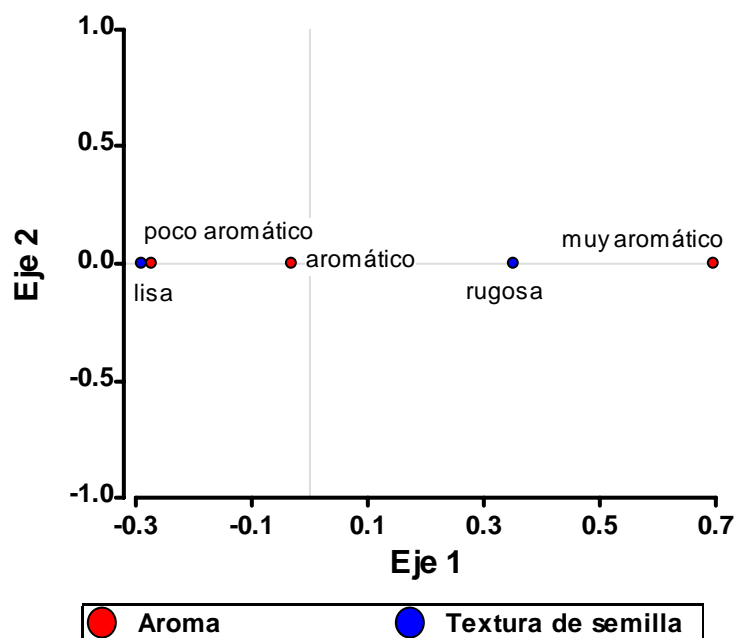
**Figura 20. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma con jugosidad de *A. cherimola* in situ. CATIE - 2007.**

Existe dependencia entre la textura de semilla y el aroma (Prueba Chi Cuadrado,  $p = 0.0339$ ). El 54.69% de los árboles de *A. cherimola* evaluados, los frutos presentan semillas con textura lisa y en el 45.31% los frutos tienen semillas de textura rugosa (Cuadro 28). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre textura de semilla lisa con pulpa poco aromática y aromática y entre textura de semilla rugosa con pulpa muy aromática (Figura 21). Esta relación no tiene soporte científico para

validar los datos obtenidos, pero se indicar que no existe una relación directa entre textura de semilla y aroma, ya que los porcentajes obtenidos son bajos.

**Cuadro 28. Frecuencias relativas para la relación entre textura de semilla y aroma. CATIE – 2007**

Textura de semilla	Aroma			Total
	Poco aromático	Aromático	Muy aromático	
Lisa	68.18	56.25	20.00	<b>54.69</b>
Rugosa	31.82	43.75	80.00	<b>45.31</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0339</b>			



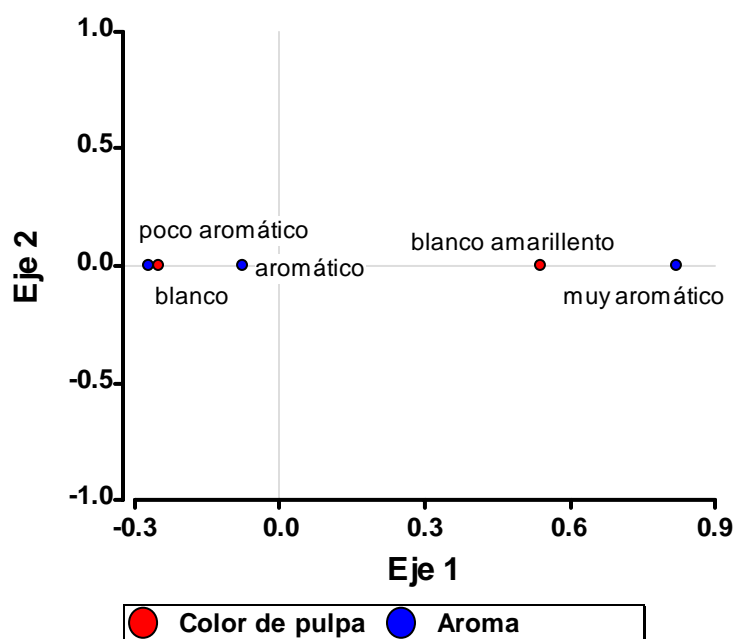
**Figura 21. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma con textura de semilla de *A. cherimola* in situ. CATIE - 2007.**

Finalmente, se registra dependencia entre el color de pulpa y el aroma. De los árboles evaluados el 68.25% son frutos de pulpas de color blanco (MHC: 4A1) y frutos de pulpa blanco amarillento (MHC: 4A2) con el 31.75% (Cuadro 29). En el gráfico biplot del análisis de correspondencias simples se observa la asociación entre frutos de pulpa blanca con aroma de pulpa poco aromáticos y aromáticos y frutos de pulpa blanco amarillentos con pulpa de frutos muy aromáticos (Figura 22). En investigaciones de CENTA (2002) evaluaron 3 variedades de zapote (*Calocarpum sapota*); en dos de las variedades evaluadas

reportaron color de pulpa anaranjado y aromáticos, en tanto que una sola variedad tuvo color de pulpa rojo y poco aromático. Esto respalda lo reportado en esta investigación de que los colores de pulpa clara son más aromáticos que los de pulpa más oscura.

**Cuadro 29. Frecuencias relativas para la relación entre aroma y color de pulpa. CATIE – 2007**

Color de pulpa	Aroma			Total
	Poco aromático	Aromático	Muy aromático	
Blanco	80.95	71.88	30.00	<b>68.25</b>
Blanco amarillento	19.05	28.13	70.00	<b>31.75</b>
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Chi Cuadrado (valor de p)</b>	<b>0.0179</b>			



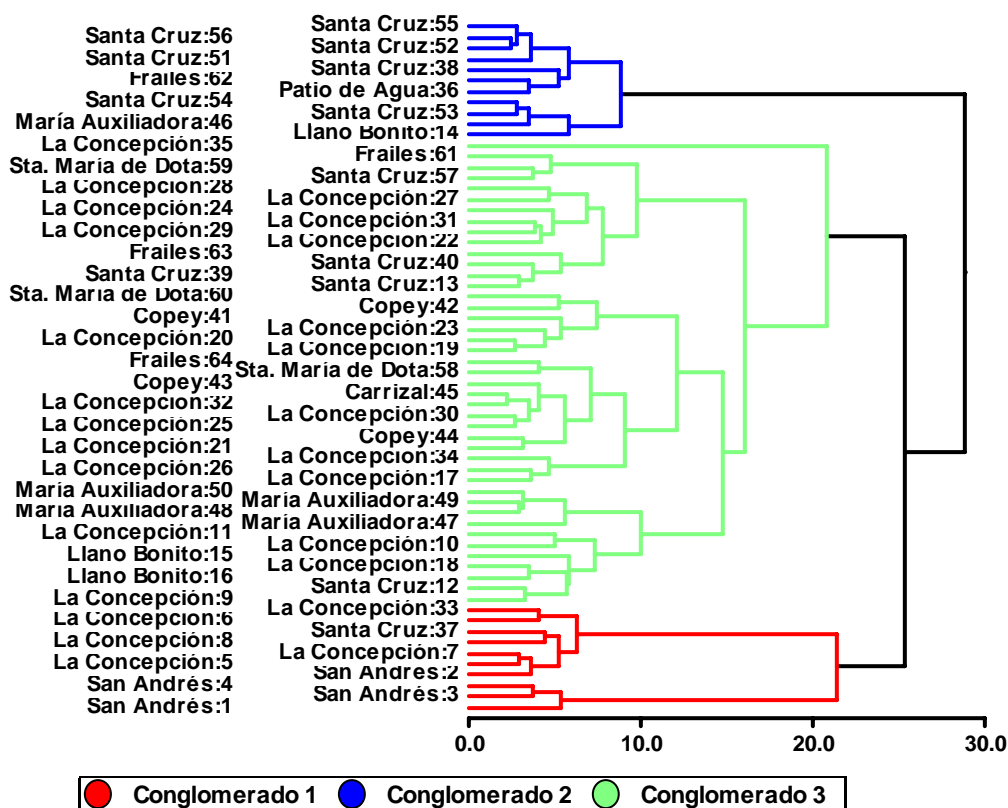
**Figura 22. Biplot del análisis de correspondencia simple de la relación entre aroma y color de pulpa de *A. cherimola* in situ. CATIE – 2007.**

#### 4.1.2.2 Evaluación de características cuantitativas

##### 4.1.2.2.1 Agrupamiento de árboles

Se utilizó el análisis de conglomerados para formar los grupos. Para ello se utilizaron los 23 caracteres agromorfológicos evaluados y los dos criterios de clasificación (las localidades y el número de identificación que se asignó a cada árbol) (Figura 23 y ver

Anexo 14). Se definieron tres grupos en función del grado de parentesco fenotípico entre los materiales evaluados.



**Figura 23. Fenograma obtenido por el agrupamiento jerárquico de Ward de los 64 árboles de *A. cherimola* en condiciones in situ, basado en distancias obtenidas a partir del índice de similitud de Gower (1967). CATIE – 2007.**

Las entradas del grupo 1 (rojo) corresponden en total a diez árboles de un solo cantón (León Cortés). En el grupo 2 (azul) agrupa a 11 árboles de los cantones Desamparados, Guarco, León Cortés y Tarrazú. Finalmente en el grupo 3 (verde) es el que cuenta con el mayor número de árboles con un total de 43, correspondientes a cuatro cantones, en donde el cantón León Cortés aporta 20 árboles (ver Anexo 20). De los 23 descriptores cuantitativos 20 contribuyen en la diferenciación de grupos. Cuatro descriptores (No. de ramas terciarias, grados Brix y pH) no aportan en la separación de grupos (Cuadro 33).

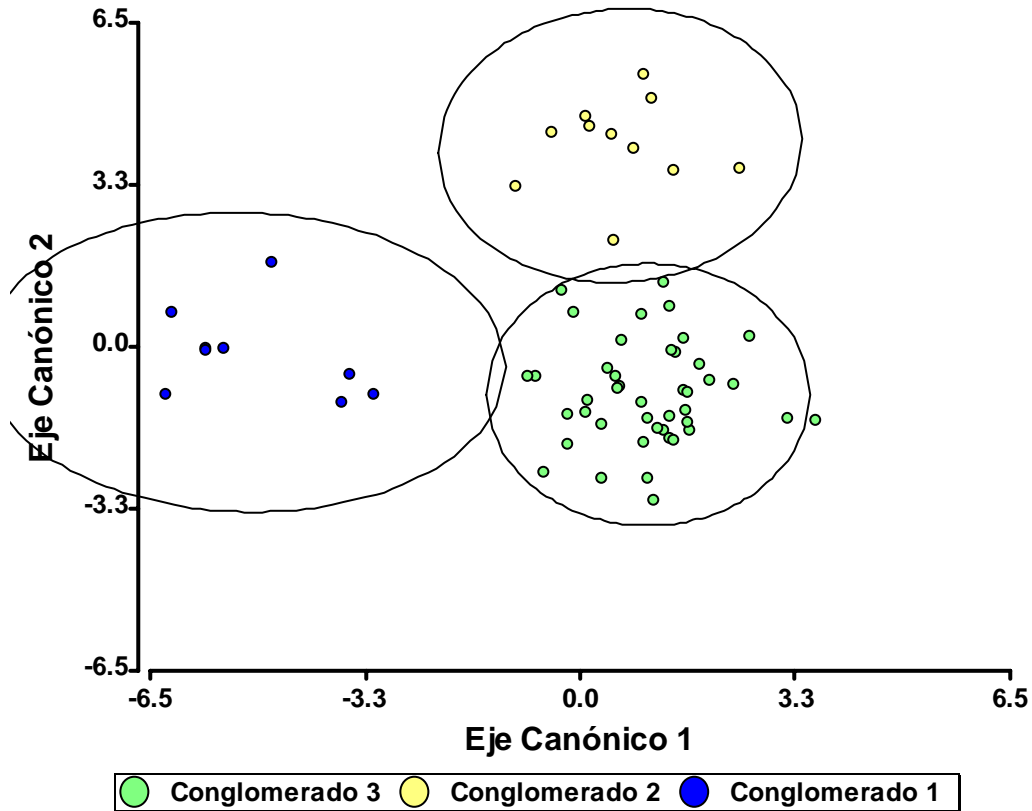
**Cuadro 30. ANOVA para 23 características en tres grupos fenotípicos de *A. cherimola* en condiciones in situ. CATIE - 2007**

Características	P-valor	Promedio		
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Altura del árbol	0.0002	7.83 a	6.41 b	5.92 b
Nº. de ejes principales	<0.0001	3.60 a	1.72 b	1.36 b
Nº. de ejes secundarios	<0.0001	8.90 a	4.58 b	3.18 b
Nº. de ramas terciarias	0.1838	61.00	64.55	55.81
Diámetro a 50 cm de altura	0.0304	28.67 a	23.41 a b	22.36 b
Nº. de frutos por árbol	<0.0001	321.00 a	163.64 b	156.05 b
Largo de lóbulos	0.0064	2.69 ab	2.54 b	2.95 a
Ancho de lóbulos	0.0010	1.78 a	1.90 a	1.48 b
Largo de fruto	0.0003	9.82 a	6.89 b	10.21 a
Diámetro del fruto	<0.0001	9.17 a	7.51 b	9.68 a
Peso del fruto	0.0031	415.00 ab	206.82 b	520.70 a
Grosor del pericarpio	0.0113	0.28 a	0.20 b	0.30 a
Peso del pericarpio	0.0003	151.87 a	62.33 b	155.64 a
Peso del receptáculo de la pulpa	0.0144	6.43 ab	4.35 b	7.83 a
Peso pulpa	0.0134	228.49 ab	126.27 b	327.72 a
Grados Brix	0.4067	15.78	16.80	14.78
pH	0.8773	5.56	5.68	5.61
No. de semillas/fruto	0.0029	46.25 a	25.41 b	42.63 a
Peso de semillas/fruto	0.0007	28.22 a	13.88 b	29.50 a
Peso de una semilla	0.0008	0.98 a	0.54 b	0.73 b
Longitud de la semilla	0.0049	1.61 ab	1.57 b	1.77 a
Diámetro de la semilla	0.0001	0.98 b	1.03 b	1.14 a
Grosor de la semilla	0.0067	0.70 b	0.72 ab	0.76 a

*Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba Tukey,  $p \leq 0.05$ )*

#### **4.1.2.2 Valor discriminante para separar grupos**

Los resultados del análisis discriminante señalan que a través de los dos primeros ejes canónicos se explica el 100% de la variación entre grupos (ver Anexo 18). En la primera función discriminante estandarizada, las características que más aportan a la separación de los grupos son: largo de fruto (0.67), peso de pulpa (-1.04) y peso de semillas por fruto (1.09). En el segundo eje canónico aportan en la diferenciación los descriptores: diámetro de fruto (0.74), número de semillas por fruto (0.56), peso de semillas por fruto (-1.52) y peso de una semilla (0.72) (Cuadro 34 y Figura 24).



**Figura 24. Representación espacial de los dos primeros ejes canónicos del análisis discriminante. CATIE - 2007.**

De las 23 características cuantitativas evaluadas, 20 contribuyeron en la diferenciación de grupos en el análisis de varianza (ANOVA) y con el análisis discriminante seis características. Además, se hizo un análisis de correlación entre todas las características cuantitativas, encontrándose correlación positiva entre número de ejes principales y número de ejes secundarios (0.91), largo de fruto y peso de la pulpa (0.85) y número de semillas por fruto y peso de semillas por fruto (0.90). Con lo cual las características número de ejes secundarios, peso de la pulpa y peso de semillas por fruto ya no serán tomadas en cuenta para futuros trabajos de caracterización. Por lo que al final de la evaluación 17 características son las que diferencian grupos en el ANOVA y en el análisis discriminante cuatro características (Cuadro 31).

**Cuadro 34. Funciones discriminantes. Datos estandarizados con las varianzas comunes de los descriptores de *A. cherimola*. CATIE - 2007**

Características	Funciones	
	1	2
Altura del árbol	-0.50	-0.32
Nº. de ejes principales	0.48	0.06
Nº. de ejes secundarios	0.40	0.28
Nº. de ramas terciarias	-0.16	-0.19
Diámetro a 50 cm de altura	0.28	-0.01
Nº. de frutos por árbol	-0.50	0.34
Largo de lóbulos	0.27	-0.08
Ancho de lóbulos	-0.16	0.58
Largo de fruto	<b>0.67</b>	0.09
Diámetro del fruto	0.30	<b>0.74</b>
Grosor del pericarpio	0.08	0.48
Peso del pericarpio	-0.51	0.14
Peso del receptáculo de la pulpa	0.34	-0.21
Peso de la pulpa	<b>-1.04</b>	-0.37
Grados Brix	-0.25	-0.39
pH	-0.28	0.45
No. de semillas/fruto	0.31	<b>0.56</b>
Peso de semillas/fruto	<b>1.09</b>	<b>-1.52</b>
Peso de una semilla	-0.46	<b>0.72</b>
Longitud de la semilla	-0.18	0.03
Diámetro de la semilla	0.45	0.43
Grosor de la semilla	0.41	3.4E-03

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los análisis estadísticos.

Con respecto al peso del fruto, el valor promedio encontrado en la población de estudio en Costa Rica es de 450.23 g. Este valor concuerda con el promedio de peso de fruto (496.2 g) de reportado por Quesada (2005) y 453.0 g reportado por Cruz (2000). Según Quesada (2004) los frutos alcanzan longitudes promedios de 10.20 cm y diámetros de 9.80 cm. Los valores encontrados en esta investigación son de 9.58 cm para largo del fruto y 9.23 cm para diámetro del fruto. Estos valores se ajustan a los reportados por Quesada. Según INFOAGRO (2007), un fruto de primera calidad tendrá un peso promedio entre 300 y 400 g. El peso promedio de los frutos de *A. cherimola* en las zonas muestreadas es superior al peso del cultivar de referencia comercializado en España “Fino de Jete” (240 g). Los frutos en función del promedio de peso reportado en esta investigación (450.23 g) corresponderían a la categoría extra de acuerdo a la clasificación comercial en España (entre 401-700 g) (Guirado et ál. 2003).

**Cuadro 31. Comparación de dos análisis estadísticos de 20 características de *A. cherimola*. CATIE – 2007**

Características	Análisis	
	ANOVA	Discriminante
Altura del árbol	x	
Nº. de ejes principales	x	
Diámetro a 50 cm de altura	x	
Nº. de frutos por árbol	x	
Largo de lóbulos	x	
Ancho de lóbulos	x	
Largo de fruto	<b>x</b>	<b>x</b>
Diámetro del fruto	<b>x</b>	<b>x</b>
Peso del fruto	x	
Grosor del pericarpio	x	
Peso del pericarpio	x	
Peso del receptáculo de la pulpa	x	
No. de semillas/fruto	<b>x</b>	<b>x</b>
Peso de una semilla	<b>x</b>	<b>x</b>
Longitud de la semilla	x	
Diámetro de la semilla	x	
Grosor de la semilla	x	

\*En negrilla se resaltan los descriptores que se repiten en los análisis estadísticos.

El porcentaje promedio de pulpa en los frutos evaluados corresponde al 57.37% de su peso total. Este valor es inferior (en un 3.63% de peso) al peso señalado por Quesada (2004) (61%). Sin embargo comparativamente los resultados del porcentaje del peso de la pulpa de los frutos de *A. cherimola* en Costa Rica son inferiores a la variedad “Fino de Jete” de España (70.7%). También cabe indicar que la mitad de los materiales evaluados presentan porcentajes de pulpa de 68.49% siendo este valor el más cercano a los estándares de calidad para la comercialización.

De acuerdo a Pérez de Oteyza et ál. (1999) el índice de semillas (índice de semilla = número de semillas x 100/peso del fruto), está relacionado con la sensación que el consumidor tiene de la densidad de semillas en el fruto. El mismo autor señala que el rango aceptable por los consumidores oscila entre 4.2 a 24.0. En el presente estudio el promedio de este índice es de 10.45. En el cultivar “Fino de Jete” este índice corresponde a 10.71. Según Guirado et ál. (2003), el fruto ideal debería tener un índice de semilla inferior a seis.



En este trabajo se encontró 14 materiales con índice de semillas menor a seis de los 64 materiales evaluados.

El peso de una semilla es una característica que tiene importancia relativa, ya que, a mayor peso de las semillas, mayor es el porcentaje de desperdicio del fruto. Este cobra más relevancia si además de un alto peso de las semillas, los frutos poseen un alto índice de semillas (Quesada 2005). Para el cultivar “Fino de Jete” el peso promedio de una semilla es de 0.59 g (Pérez de Oteyza et ál. 1999). Según Quesada (2005), en Costa Rica, los materiales analizados presentaron valores promedio de 1.03 g. En el presente estudio el promedio de peso de una semilla es de 0.73 g y solo 16 frutos evaluados presentaron pesos de semilla inferiores al cultivar de referencia. El peso promedio de semillas por fruto es de 26.62. Este valor es inferior al reportado por Quesada (2004) que es de 41.4 g de promedio de peso de una semilla.

## **4.2 Distribución geográfica**

### ***4.2.1 Recopilación de información secundaria***

En esta etapa se procedió a realizar búsquedas por internet de instituciones de educación y conservación en Costa Rica que estén vinculadas de alguna manera con el tema de manejo y conservación de las anonas. El objetivo principal fue obtener información de bases de datos de *A. muricata* y *A. cherimola*. Los insumos compilados son importantes para complementar los objetivos de la presente investigación.

La base de datos proporcionada por la Dra. Patricia Quesada de la Universidad de Costa Rica (UCR), fue creada a través del proyecto regional de la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI) en el año 2001. Corresponde a datos de encuestas realizadas a agricultores y contiene 91 puntos georeferenciados divididos en: 73 puntos para *A. cherimola* y 18 puntos en guanábana *A. muricata* (ver Anexo 5).

Se revisó también las páginas web de INBio<sup>5</sup> y el Jardín Botánico de Missouri<sup>6</sup> sobre colectas realizadas en Costa Rica. De esta forma se obtuvieron 16 registros, de los cuales: 12 corresponden a *A. muricata* y cuatro a *A. cherimola*. Los registros de Missouri Botanical Garden tienen cinco registros, de los cuales, tres son *A. muricata* y dos de *A. cherimola* (ver Anexo 19).

#### **4.2.2 Distribución geográfica de guanábana (*A. muricata*) y chirimoya (*A. cherimola*) en Costa Rica**

En el trabajo de campo se georeferenciaron 55 sitios en total con presencia de las dos especies de anonas (Anexo 20). Se determinó que la *A. muricata* se encuentra presente en huertos familiares. Solamente se localizaron dos plantaciones en el cantón Pococí. *A. cherimola*, se encuentra asociada con cercas vivas, pero principalmente en estado silvestre.

Con la información de los puntos georeferenciados de las especies *A. muricata* y *A. cherimola* se formó una base de datos en el programa DIVA-GIS. En este caso, generó información de la distribución geográfica de las dos especies de anonas, basados en el número de puntos georeferenciados para cada una de las dos especies de anonas, dando como resultado cuadrículas de diferente color que corresponden al número de puntos georeferenciados por sitio.

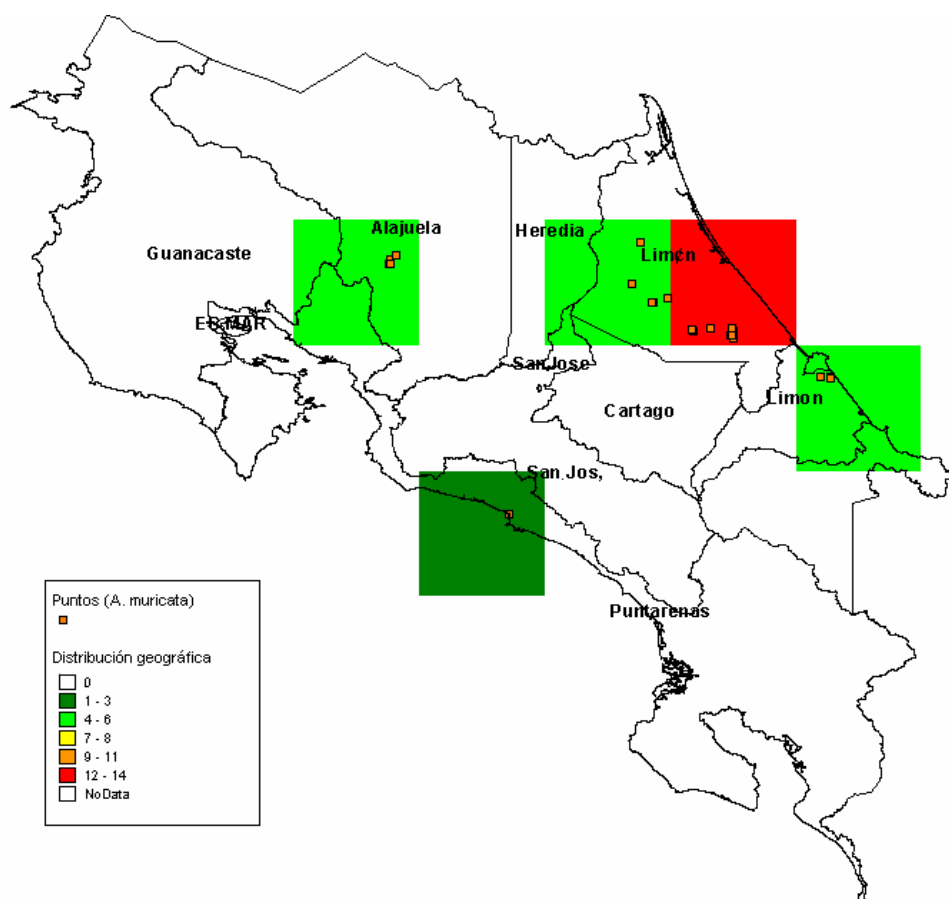
Las zonas de mayor abundancia para *A. muricata*, según el número de sitios con presencia, corresponden a los cantones de Siquirres y Matina (Provincia de Limón). Luego se sitúan los cantones Limón, Pococí, Guácimo (provincia de Limón) y San Carlos (provincia de Alajuela). La tercera zona de mayor abundancia se trata del cantón Quepos (provincia de Puntarenas) (Figura 25). Para *A. cherimola*, según el número de sitios registrados con presencia, se localizaron en los cantones Desamparados, Dota, León Cortés y Tarrazú (provincia de San José) y el cantón el Guarco (provincia de Cartago) (Figura 26).

---

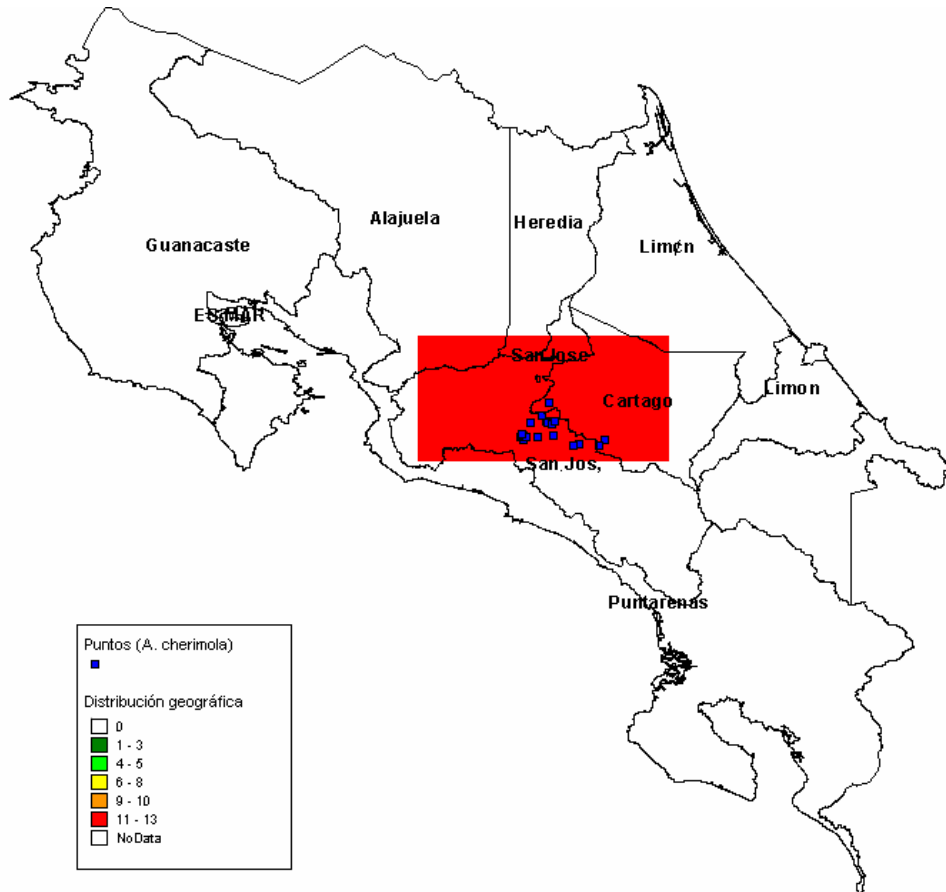
<sup>5</sup>InBio (Instituto Nacional de Biodiversidad). Fuente: <http://www.inbio.ac.cr/es/default.html>

<sup>6</sup>Missouri Botanical Garden. Fuente: <http://www.mobot.org/>

Al realizar un análisis de la información generada por Quesada (2004) con 91 puntos georeferenciados y la información generada en este estudio (55 puntos georeferenciados), se obtuvo una base de datos de 146 puntos georeferenciados (48 de *A. muricata* y 98 de *A. cherimola*) en donde se puede decir que las mismas zonas indicadas con el mayor número de observaciones para las dos especies se vuelven a repetir en las mismas zonas como se puede observar en el Anexo 22. En donde para *A. muricata* la provincia de Limón sigue siendo la más representativa por el número de observaciones y Para *A. cherimola* sigue siendo la provincia de San José.



**Figura 25. Zonas de abundancia de *A. muricata* en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia. CATIE - 2007.**



**Figura 26. Zonas de abundancia de *A. cherimola* en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia. CATIE - 2007.**

#### ***4.2.3 Identificación de zonas de conservación y producción de A. muricata y A. cherimola en Costa Rica***

Se trabajó con la información de los puntos georeferenciados de las especies *A. muricata* y *A. cherimola*, y se formó una base de datos en el programa ArcView. Se generó información extrapolando mapas de temperatura, pH, precipitación, drenaje, textura del suelo, clasificación de uso de suelo y elevación sobre el nivel del mar de las dos especies de anonas, dando como resultado las zonas con potencial para la producción y conservación de las dos especies en Costa Rica.

*A. muricata* se desarrolla en una franja altitudinal entre 9 y 530 msnm, con una temperatura media anual de 22 a 27 °C y una precipitación entre 3049,81 y 3932.55 mm.

En cuanto a la textura del suelo, este demanda suelos francos y franco arenosos con buen drenaje y con un pH entre 4.5 a 6.7 (ver Anexo 21 y Anexo 23). La mayor distribución geográfica se localizó en los cantones de Talamanca, Limón, Matina, Siquirres, Guácimo y Pococí (Provincia de Limón con 154836.72 ha). La provincia de Puntarenas (42539.00 ha), San José (21605.67 ha), Guanacaste (11430.72 ha), Alajuela (9380.70 ha) y finalmente la provincia de Cartago 1435.14 ha. El área potencial para el desarrollo de este cultivo corresponde a 241 228.17 ha, y se representan en el gráfico con polígonos de color azul (Cuadro 33, Figura 27 y ver Anexo 29)

De acuerdo al MAG (1991) los criterios usados para determinar las zonas óptimas para el desarrollo de *A. muricata* son: precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar, viento, nubosidad y altitud. Con estas características óptimas para esta especie se ubican en los cantones San Carlos, Upala, Guácimo, Limón, Matina, Siquirres, Garabito, Parrita, Pococí y Aguirre. De los resultados obtenidos en el presente estudio los cantones que reúnen las condiciones ambientales para el cultivo de *A. muricata* son cinco de los 10 cantones señalados por el MAG (1991) y corresponden a los cantones, Guácimo, Limón, Matina, Siquirres y Pococí.

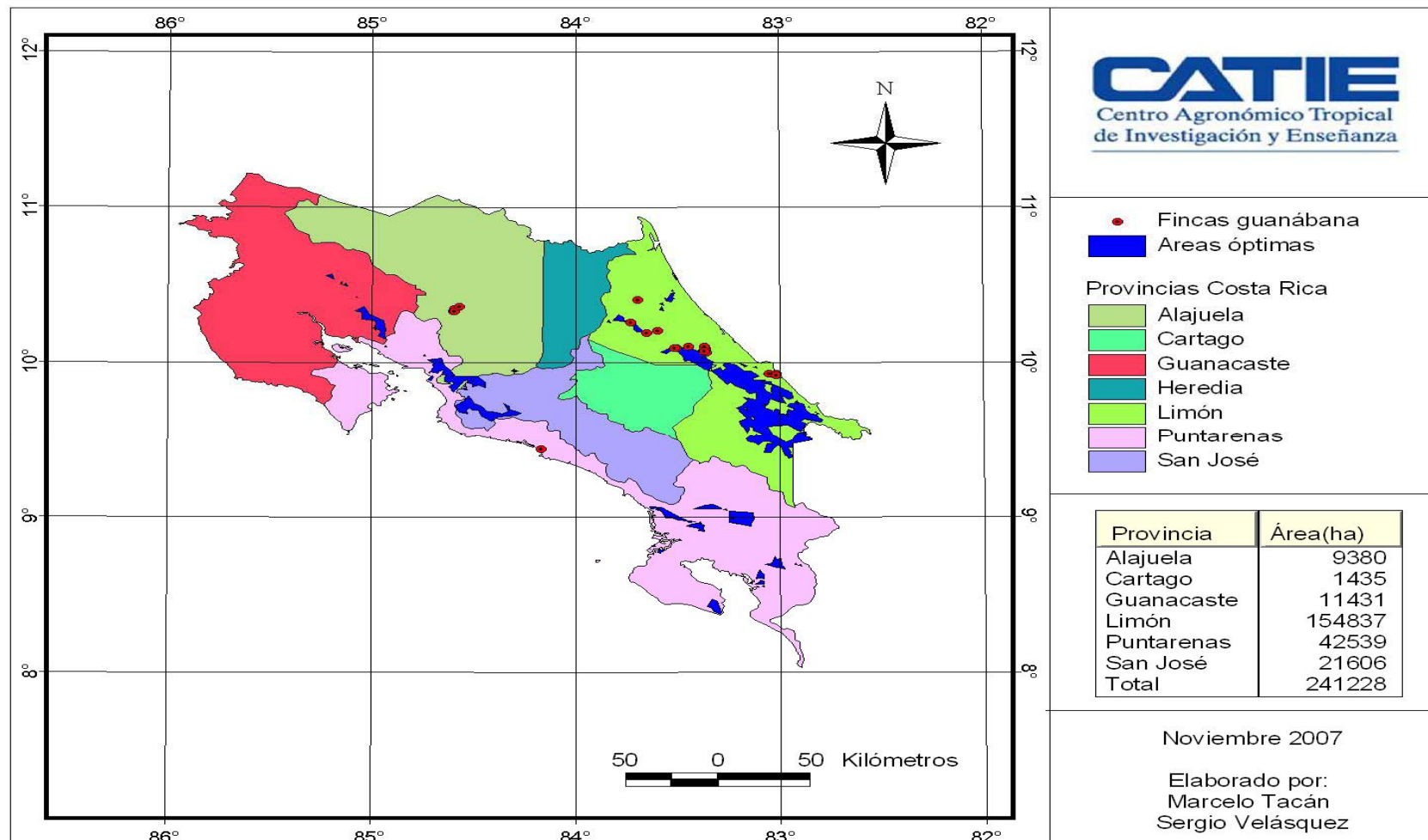
Para *A. cherimola* se registró una menor distribución geográfica en Costa Rica, lo cual, se debió a que ésta es una especie propia de regiones templadas y frías. Las condiciones óptimas para este cultivo son: altitud de 1428 a 2339 msnm, temperatura media anual de 12 a 20 °C, precipitación de 1698 a 3700 mm. En cuanto a requerimientos de suelo se necesitan suelos con textura franco y franco arcilloso con buen drenaje y pH entre 4.3 y 6.5 (ver Anexo 24 y Anexo 25). Las zonas aptas para el desarrollo de este cultivo se encuentra en la provincia de Puntarenas con su cantón Parrita con un área de 280.44 ha., La provincia de San José (28072.89 ha) con los cantones Desamparados, Asserí, León Cortés, Dota, Tarrazú y Perez Zeledón (Cuadro 36). En el gráfico se representa con el polígono de color amarillo (Figura 28 y ver Anexo 27).

Según el MAG (2007), las zonas productoras de la *A. cherimola* son las localidades de Santa Cruz (cantón León Cortés), el cantón Copey de Dota, sitios que fueron recorridos en esta investigación. También se reportan otros lugares importantes de producción como

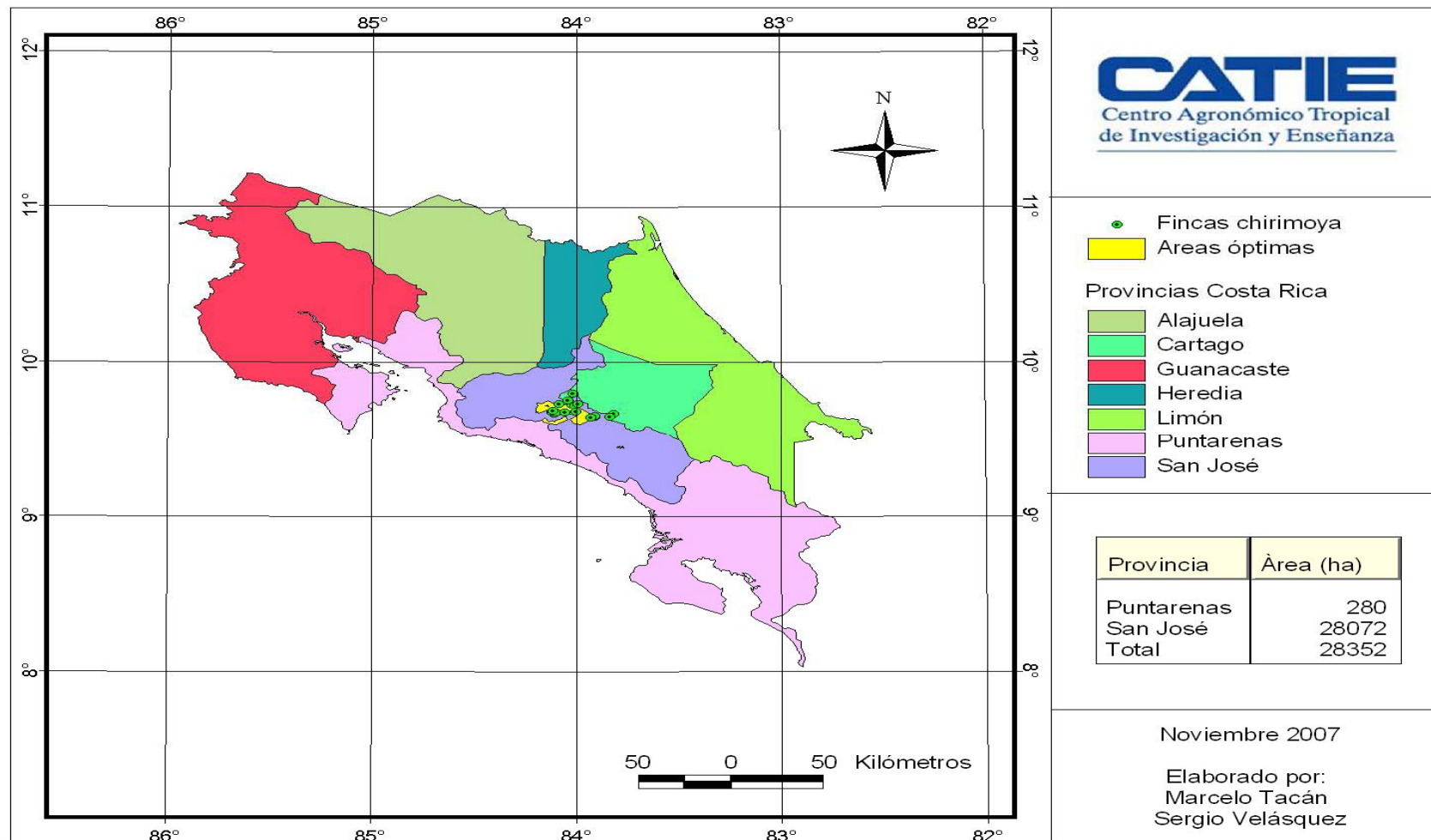
Asserí y San Antonio, sitios que no fueron muestreados en esta investigación. Los resultados de este estudio coinciden en cuanto a las áreas potenciales para el cultivo de *A. cherimola* con los sitios señalados por MAG (2007).

**Cuadro 36. Zonas potenciales de producción y conservación de *A. muricata* y *A. cherimola* en Costa Rica. CATIE – 2007**

Especies	Provincia	hectáreas	Cantón	hectáreas
<i>A. muricata</i>	Alajuela	9380.70	Alajuela	297.45
			San Mateo	1416.96
			Orotina	7666.29
	Cartago	1435.14	Turrialba	1435.14
	Guanacaste	11430.72	Cañas	1864.26
			Bagaces	633.96
			Abangares	8932.50
	Limón	154836.72	Pococí	4782.60
			Guácimo	2350.98
			Siquirres	6182.01
			Matina	20835.90
			Limón	67893.93
			Talamanca	52791.30
	Puntarenas	42539.00	Puntarenas	1328.58
			Esparza	6981.93
Montes de Oro			62.37	
Garabito			1117.17	
Buenos Aires			13301.87	
Osa			8873.82	
Golfito			10132.38	
Coto Brus			1.26	
Corredores			739.62	
San José	21605.67	Turrubares	12814.92	
		Puriscal	8790.75	
<b>Total</b>			<b>241228.17</b>	
<i>A. cherimola</i>	Puntarenas	280.44	Parrita	280.44
	San José	28072.89	Desamparados	57.33
			Asserí	4162.05
			León Cortés	11322.00
			Dota	4821.48
			Tarrazú	7538.94
	Pérez Zeledón	171.09		
<b>Total</b>			<b>28353.33</b>	



**Figura 27. Distribución geográfica de las zonas óptimas para el cultivo de *A. muricata* en Costa Rica con base a seis parámetros climáticos. CATIE - 2007.**



**Figura 28. Distribución geográfica de las zonas óptimas para el cultivo de *A. cherimola* en Costa Rica con base a seis parámetros climáticos. CATIE - 2007.**



## 5. CONCLUSIONES

- *A. muricata* se encuentra ampliamente distribuida en Costa Rica, situación favorecida por el valor comercial de esta fruta. Es una fruta tropical con gran potencial económico y con algunas modificaciones en el manejo agronómico se puede incentivar su conservación en condiciones in situ. En las fincas dedicadas a su producción el área de cultivo supera las dos hectáreas de extensión.
- En Costa Rica se distinguen tres grupos fenotípicos. Los materiales provenientes de los cantones Matina, San Carlos y Siquirres se clasifican en los tres grupos, lo que pone de manifiesto la variabilidad genética de *A. muricata* en esos cantones.
- En condiciones in situ, de los 22 descriptores cuantitativos evaluados en *A. muricata*, 16 contribuyen en la diferenciación de grupos de acuerdo a los resultados del análisis de varianza (ANOVA). En el análisis discriminante ocho descriptores alcanzan el mayor peso en la discriminación de grupos de *A. muricata*. El análisis de correlación de los descriptores cuantitativos determinó que algunos de éstos, están altamente correlacionados.
- En condiciones ex situ de *A. muricata*, de los 21 caracteres evaluados, diez características contribuyeron a identificar la variabilidad con el ANOVA y tres descriptores tienen mayor peso para separar grupos en el análisis discriminante. Algunos de estos descriptores también se encuentran correlacionados positivamente.
- En Costa Rica se disponen de áreas potenciales para la producción de *A. muricata*. Estas zonas óptimas, tanto para la conservación como para la producción, se localizan en la franja altitudinal entre los 9 hasta los 530 msnm.
- La zona de mayor distribución geográfica de *A. muricata*, se localiza en la provincia de Limón (154836.72 ha), principalmente en los cantones Limón (67893.93 ha), Talamanca (52791.30 ha) y Matina (20835.90 ha).
- En cuanto a la abundancia la provincia de Limón también se muestra como la zona de mayor presencia de esta especie, en los cantones Pococí, Guácimo, Siquirres y Matina.

- En Costa Rica se identifican tres grupos fenotípicos de *A. cherimola*. Los materiales provenientes del cantón León Cortés se encuentran distribuidos en los tres grupos. De esta forma se observa la presencia de variabilidad genética de *A. cherimola* en el cantón indicado.
- De las 23 características cuantitativas evaluadas en *A. cherimola*, 20 contribuyeron en la diferenciación de grupos en el análisis de varianza (ANOVA) y seis con el análisis discriminante. El análisis de correlación de los descriptores cuantitativos determinó que algunos de éstos, están altamente correlacionados.
- En Costa Rica, las áreas potenciales para la producción de *A. cherimola* son limitadas. Las zonas óptimas para la producción y conservación se localizan entre los 1428 y 2339 msnm.
- La distribución de *A. cherimola* es restringida en Costa Rica debido a las condiciones agroclimáticas que demanda este cultivo. Se localiza principalmente en las zonas altas de la provincia de San José (28072.89 ha), en los cantones León Cortés (11322.00 ha), Tarrazú (7538.94 ha) y Dota (4821.48 ha). La zona con mayor abundancia de *A. cherimola* se localiza en el cantón León Cortés de la provincia de San José.

## 6. RECOMENDACIONES

- En futuros trabajos de caracterización y selección para *A. muricata* en Costa Rica se deben emplear los descriptores altura de árbol, peso del pericarpio, diámetro de la semilla, número de semillas por fruto, número de semillas por fruto, diámetro del árbol a 50 cm de altura, distancia entre carpelos y número de ramas terciarias) y para *A. cherimola* la altura del árbol, número de ramas terciarias y peso de pulpa.
- Para *A. muricata* no utilizar las características peso de semillas fruto, diámetro de fruto y peso de pericarpio, ya que se encuentran correlacionadas con otras características. Para *A. cherimola* de igual manera no se deben evaluar las características número de ejes secundarios, peso de pulpa y peso de semillas fruto.
- La colección del CATIE presenta poca variabilidad genética, es decir no está cumpliendo con los objetivos de conservar la mayor variabilidad genética de *A. muricata*, por lo menos para Costa Rica. Por ello, se sugiere introducir la variabilidad encontrada in situ para ampliar la base genética de la colección
- El CATIE debería promover programas de conservación in situ para *A. muricata* y *A. cherimola* en las zonas donde se registra variabilidad genética, los cantones Matina, San Carlos y Siquirres para *A. muricata* y el cantón León Cortés para *A. cherimola*. Esto debido a que en esos cantones se localizó la mayor variabilidad genética en Costa Rica, además que poseen las condiciones edafoclimáticas óptimas para el desarrollo de estas anonáceas. En el caso de *A. cherimola* la sustitución por otros cultivos como el aguacate (*Persea americana*), hace que esta especie esté en peligro de desaparecer y la conservación in situ se constituye en una gran alternativa.
- Debido a que *A. muricata* tiene valor comercial en Costa Rica, la disponibilidad de zonas aptas para su producción y el potencial mercado nacional e internacional, el CATIE podría desarrollar planes de mejoramiento genético considerando los criterios de calidad que demanda el mercado. De esta forma contribuiría con el mejoramiento productivo de esta anonácea, incentivar la diversificación productiva y dotar de una alternativa económica para los productores.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Abadie, A; Berretta F. 2003. Caracterización y Evaluación de Recursos Fitogenéticos. (en línea). Montevideo, UY. Consultado oct. 2004 Disponible en: [http// www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/ Caracterización y evaluación derecursos- fitogenéticos.pdf](http://www.Fagro.edu.uy/dptos/bioveg/fitotecnia/Documentos/Caracterización_y_evaluación_derecursos-fitogenéticos.pdf).
- Alimentación Sana. 2006. La Graviola cura el Cáncer. Consultado oct. 2006. Disponible en: <http://www.alimentacionsana.com.ar/Portal%20nuevo/compresano/plantillas/graviola.htm#1>
- Asociación Bananera Nacional y Centro de Investigación de Productos Naturales 1988. Guanábana, San José, Costa Rica. 166 p.
- Avilán, L.; Leal, F.; Bautista, D. 1992. Manual de fruticultura. Segunda Edición, Tomo I. Editorial América S.A. Caracas, Venezuela. 178 p.
- Baraona, M. 2000. Jocote, anona, cas: tres frutas campesinas de América. Heredia, Costa Rica. 151 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2006. Identificación de áreas con potencial agroecológico para el desarrollo de cultivos de frutas, en la región del Plan Puebla-Panamá (PPP). Elaborado por: Sergio Velásquez Mazariegos. Turrialba, Costa Rica. 27 p.
- CDB (Convención sobre Diversidad Biológica). 2000. Los recursos genéticos en el convenio de diversidad biológica (en línea). Consultado oct. 2006. Disponible en: [http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/recursos\\_geneticos/convenio\\_rec\\_gen/](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/recursos_geneticos/convenio_rec_gen/)
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2002. El cultivo del zapote. (en línea). Consultado nov. 2007. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/documentos/frutales/boletines/zapote.pdf>.

- Cervantes, M. 1968. El chirimoyo. Serie Técnica No. 31. Madrid. 41 p.
- CNRF (Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos). 1995. Costa Rica: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos (Leipzig 1996). Elaborado por: CNRF. San José, Costa Rica. 345. p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1991. *Annona muricata* L. Disponible en línea. Consultado oct. 2006. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/árboles/doctos/5-annon2m.pdf#search=%22ORIGEN%20Y%20DISTRIBUCION%20DE%20LA%20GUANABANA%22](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/árboles/doctos/5-annon2m.pdf#search=%22ORIGEN%20Y%20DISTRIBUCION%20DE%20LA%20GUANABANA%22)
- CONAN (Consejo Nacional del Ambiente). 2006. Centro de conservación ex situ (en línea) Consultado 28 nov. 2006. Disponible en: [http://www.conam.gob.pe/modulos/CHM/chm\\_exsitu.asp](http://www.conam.gob.pe/modulos/CHM/chm_exsitu.asp)
- Domínguez, V. 2003. En la Guanábana, arma mortal contra el mosquito del dengue (en línea). Consultado 14 oct. 2006. Disponible en: <http://www.uv.mx/universo/195/index.htm>.
- Elergonomista. 2006. Frutas y verduras. (en línea) Consultado octubre. 2007. Disponible en: [http://www.elergonomista.com/alimentos/27jun\\_t06.htm](http://www.elergonomista.com/alimentos/27jun_t06.htm)
- Elizondo, R. 1989. Consideraciones Agroeconómicas del Guanábano (*Annona muricata* L) en Costa Rica. San José, Costa Rica. 208 p.
- Engels, J. 1983. A systematic description of cacao clones. 1. The discriminative value of quantitative characteristics, *Euphytica* (Holanda) 32:387-396
- Enríquez, G. 1997. Descripción y evaluación de los recursos genéticos. In técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Castillo, R.; Tapia, C. Ed Porvenir. Quito, Ecuador. p. 16-160.
- Enríquez, G. 1966. Selección y estudio de las características de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, IICA. 97 p.

- Escobar, T. 1986. Biología Floral y polinización artificial del Guanábano (*Annona muricata* L.) en condiciones del Valle del Cauca, Colombia. Acta Agronómica (Colombia) 36(7):7-20.
- Falcao, M.; Lleras, E.; Conte, A. 1982. Aspectos fenológicos ecológicos de e de productividade da graviola (*Annona muricata* L.) na regio. Acta Amazónica (Brasil) 12(1):27-32.
- Falconer, D. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, New York. 340 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Productos frescos y procesados. Chirimoya (*Annona cherimola*). (en línea) Consultado julio. 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/CHIRIMOYA.A.HTM>.
- Fernandes, J; Lederman, I. 1997. Propagação vegetativa de anonáceas por enxertia. In: Rebouças, A; Boas, I; Magalhães, O; Hojon, T. (eds.) Anonáceas Produção e mercado. Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia. Vitória da Conquista. Bahia, Brasil. Pp. 68-74.
- Gardiazabal, F.; Pavez, M.L.; Sainte-Marie, M.L. 1985. Floración del chirimoyo. Rev. Frutícola. Chile 6(2):35-39.
- Gazit, S.; Galon, I.; Podales, H. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of annona in Israel. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5):849-852.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). 2007. Data Portal. (en línea). Consultado agosto. 2007. Disponible en: [http://www.europe.gbif.net/portal/ecat\\_root.jsp](http://www.europe.gbif.net/portal/ecat_root.jsp)
- Gower, J. 1967. A comparison of some methods of cluster analysis. Biometrics 23:623-637.

- Guarino, L. 1995. Geographic information System and Remote Sensing for Plant Germplasm Collectors. En: Collecting Plant Genetic Diversity. Eds. L. Guarino, V. Ramanatha Rao y R. Reid. Pp. 317-328. CABI, IPGRI con FAO, IUCN, UNEP. Cambridge Un Press. UK.
- Guirado, E; Hermoso, M; Pérez, M; Farré, J. 2003. Introducción al cultivo del chirimoyo. Caja Rural de Granada. Granada, España. 78 p.
- IVIA (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias). 2006. Análisis sensorial de variedades tradicionales del melón de Villaconejos. (en línea). Consultado octubre. 2007. Disponible en: <http://www.ivia.es/mejora2006/apdf/cucurbitaceas/041MelonANALISIS%20SENSORIAL%20DEL%20MELON%20DE%20VILLACONEJOS-corr.pdf>
- Hijmans, R; Cruz, M; Rojas E; Guarino, L. 2001. DIVA-GIS. Versión 1.4. A Geographic information System for the Management and Analysis of Genetic Resources data. Manual Internacional Potato Center (CIP). Lima, Perú. 432 p.
- Huaman, Z; Schmiediche, P. 1991. La importancia de la conservación ex situ de Recursos Genéticos de Papa. En: biodiversity.
- INFOAGRO (Sistema de Información del Sector Agropecuario). 2007. El cultivo del chirimoyo. (en línea). Consultado octubre. 2007. Disponible en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/chirimoyo2.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/chirimoyo2.htm)
- ISIG (Infografía Sistemas de Información Geográfica). 2006. Aplicaciones de la tecnología SIG. (en línea). Consultado julio. 2007. Disponible en: <http://mipagina.cantv.net/dolmary/Pagina/InfografiaSIG.htm>
- León, J. 1987. Anonáceas. In Botánica de los cultivos tropicales. Segunda Edición rev. San José, C.R. Ed. IICA. pp. 425-431.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Manual de manejo poscosecha de Anona (*Annona cherimola*, Mill). Universidad de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 67 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.
- Mahden, 2001. La Agricultura Mesoamericana. anonas. (en línea). Consultado oct. 2006. Disponible en: [http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom\\_/rec\\_nat/INFORME%20ESTUDIO%20ECOGEOGRAFICO%20DE%20ANONACEAS%20311204.pdf](http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/rec_nat/INFORME%20ESTUDIO%20ECOGEOGRAFICO%20DE%20ANONACEAS%20311204.pdf)
- Nobre, R.; Fernández, P.; Raj, H.; Tavares, M. 2003. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 38 (12): 1365-1371.
- Orellana, A; Martínez, E. 2001. Distribución Geográfica de Anonáceas en Guatemala (en línea). Consultado oct. 2006. Disponible en: [http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom\\_/rec\\_nat/INFORME%20ESTUDIO%20ECOGEOGRAFICO%20DE%20ANONACEAS%20311204.pdf](http://www.icta.gob.gt/fpdf/recom_/rec_nat/INFORME%20ESTUDIO%20ECOGEOGRAFICO%20DE%20ANONACEAS%20311204.pdf)
- Pérez de Oteyza, M. 2002. El banco español de germoplasma de chirimoyo. Un poco de historia y situación actual. In: Resúmenes Tercer Congreso Internacional de Anonáceas. Quillota, Chile.
- Pérez de Oteyza, M; Farré, M; Hermoso, M; Ruíz, A. 1999. El banco español de germoplasma de chirimoyo. Parámetros estudiados y su variabilidad. Actas de Horticultura 25(2): 7-12.



- Quesada, P. 2005. Calidad de frutos de anona (*Annona cherimola*) caracterizados en Costa Rica. Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia, C.R. Rev. de Agricultura Tropical 35:69-76.
- Quesada, P. 2004. Inventario y caracterización de algunas especies de Annona en Costa Rica. Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia, C.R. Rev. de Agricultura Tropical 34:61-72.
- Rifkin, J. 1999. El siglo de la biotecnología: el comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz. Barcelona, Crítica: Marcombo
- Ross, M. 1994. Los frutos del paraíso. The fruits of paradise. San José. Ed. UCR. 238 p
- Schroeder, C.A., 1971. Pollination of cherimoyas. Calif. Avocado Soc. Yearbook. 54, 119-122.
- Sevilla, R; Holle, M. 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Lima, Perú. 4455 p.
- Tapia, M; Rosas, A. 1998. Agrobiodiversidad en La Encañada. Sistematización de las experiencias en conservación in situ de los recursos fitogenéticos (en línea). Consultado nov. 2006. Disponible en: <http://www.condesan.org/memoria/CAJ0598.PDF>.
- Valls, B. 1989. Caracterización morfológica, reproductiva e bioquímica de germoplasma vegetal. In Curso de Tecnología de Semillas para Bancos de Germoplasma. CENARGEN, Brasilia, BR. 23p.
- Vidal, L. 1997. Diagnostico técnico y comercial de la guanábana en México. In: Resúmenes del congreso Internacional de Anonáceas. Chapingo, México. 36 p.
- Villalta, B. 1988. Estudio de la biología floral e identificación de agentes polinizadores de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias. Heredia, C.R. 61 p.
- Zamudio, T. 2005. Regulación jurídica de las biotecnologías (en línea) Consultado 28 nov. 2006. Disponible en: <http://www.biotech.bioetica.org/pcios/bibliogral.htm>.

# ANEXOS

## Anexo 1. Encuesta utilizada para el levantamiento de información en las fincas y/o plantaciones de anonas, CATIE - 2007

<b>DATOS PASAPORTE</b>			
ENCUESTADOR:.....	FECHA: d...../m...../a 2006	ENCUESTA NÚMERO:.....	
GÉNERO:.....	ESPECIE:.....		
NOMBRE LOCAL:.....			
PROVINCIA:.....	ESTADO:.....	MUNICIPIO:.....	CANTON:.....
LOCALIDAD:.....	NOMBRE DEL PREDIO:.....	PROPIETARIO:.....	TELÉFONO:.....
LOCALIZACIÓN DEL SITIO (km) - Norte / Sur:.....		DESDE:.....	
HASTA:.....			
LATITUD:.....N/S	LONGITUD:.....E/W	ALTITUD:.....msnm	
<b>ESTADO DEL GERMOPLASMA:</b>	1. cultivar mejorado.....	2. material agricultor.....	3. silvestre.....
			4. otros:.....
<b>FUENTE DE GERMOPLASMA:</b>	1 Hábitat silvestre	2 Campo cultivado	4 Instituto de investigación
	5 Otro		
	1.1 bosque/arboleda.....	2.1 finca.....	4.1 línea de mejoramiento.....
	1.2 matorral.....	2.2 huerto.....	4.2 material avanzado.....
	1.3 pastizal.....	2.3 jardín.....	4.3 variedad obsoleta.....
	1.4 desierto / tundra.....	2.4 barbecho.....	
		2.5 pastura.....	
<b>EDAD DE LAS PLANTAS:</b> .....	<b>MÉTODO DE PROPAGACIÓN</b> semilla..... injerto.....		
<b>USOS</b>	1. bebida (pulpa).....	2. fruto.....	3. medicinal.....
	4. fibra.....	6. artesanal.....	7. madera.....
		8. construcción.....	9. otro.....
<b>PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA:</b>	1. tallo.....	2. rama.....	3. hoja.....
	4. corteza.....	5. rizoma.....	6. flor/ inflorescencia.....
	7. fruto.....	8. semilla.....	9. raíz.....
	10. tubérculo.....	11. otro.....	
<b>FOTOGRAFÍA:</b>	SI ..... NO.....		

**Anexo 2. Encuesta para toma de información sobre prácticas culturales. CATIE - 2007**

<b>PRÁCTICAS CULTURALES</b>																																										
Cultivo	CICLO DEL CULTIVO																																									
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic																														
Guanábana																																										
Chirimoya																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Códigos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Fertilización</td></tr> <tr><td>2</td><td>Podas</td></tr> <tr><td>3</td><td>Floración</td></tr> <tr><td>4</td><td>Embolsado de frutos</td></tr> <tr><td>5</td><td>Cosecha (producción)</td></tr> <tr><td>6</td><td>Control fitosanitario</td></tr> <tr><td>7</td><td>otros</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td rowspan="8" style="width: 10%; text-align: center;">Control</td> <td>6.1 Plagas</td> <td>manual.....</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">6.2 Enfermedades</td> <td>químico.....</td> </tr> <tr> <td>ambas.....</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">6.3 Malezas</td> <td>manual.....</td> </tr> <tr> <td>químico.....</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">6.4 Epifitas</td> <td>ambas.....</td> </tr> <tr> <td>manual.....</td> </tr> <tr> <td>químico.....</td> </tr> <tr> <td>ambas.....</td> </tr> </table>													Códigos		1	Fertilización	2	Podas	3	Floración	4	Embolsado de frutos	5	Cosecha (producción)	6	Control fitosanitario	7	otros	Control	6.1 Plagas	manual.....	6.2 Enfermedades	químico.....	ambas.....	6.3 Malezas	manual.....	químico.....	6.4 Epifitas	ambas.....	manual.....	químico.....	ambas.....
Códigos																																										
1	Fertilización																																									
2	Podas																																									
3	Floración																																									
4	Embolsado de frutos																																									
5	Cosecha (producción)																																									
6	Control fitosanitario																																									
7	otros																																									
Control	6.1 Plagas	manual.....																																								
	6.2 Enfermedades	químico.....																																								
		ambas.....																																								
	6.3 Malezas	manual.....																																								
		químico.....																																								
	6.4 Epifitas	ambas.....																																								
		manual.....																																								
		químico.....																																								
ambas.....																																										
Superficie y producción <input style="width: 60%; border: 1px solid black;" type="text"/>																																										
Superficie total del lote <input style="width: 60%; border: 1px solid black;" type="text"/>																																										
Cultivo	CICLO 2005/2006				CICLO 2006/2007																																					
	Superficie utilizada		Cantidad (kg/unidad)		Superficie utilizada		Cantidad (kg/unidad)																																			
Guanábana																																										
Chirimoya																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Códigos para superficie</th> <th colspan="2">Códigos para producción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Hectárea</td><td>1</td><td>unidad</td></tr> <tr><td>2</td><td>Cuadra</td><td>2</td><td>kg/ha</td></tr> <tr><td>3</td><td>m<sup>2</sup></td><td>3</td><td>kg</td></tr> <tr><td>4</td><td>otros</td><td>4</td><td>otros</td></tr> </tbody> </table>													Códigos para superficie		Códigos para producción		1	Hectárea	1	unidad	2	Cuadra	2	kg/ha	3	m <sup>2</sup>	3	kg	4	otros	4	otros										
Códigos para superficie		Códigos para producción																																								
1	Hectárea	1	unidad																																							
2	Cuadra	2	kg/ha																																							
3	m <sup>2</sup>	3	kg																																							
4	otros	4	otros																																							
No. Plantas Productivas <input style="width: 60%; border: 1px solid black;" type="text"/>																																										
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="width: 25%;">Modo de venta</td> <td>intermediarios</td> </tr> <tr> <td>feria de productores</td> </tr> <tr> <td>mercados centrales</td> </tr> </table>													Modo de venta	intermediarios	feria de productores	mercados centrales																										
Modo de venta	intermediarios																																									
	feria de productores																																									
	mercados centrales																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="width: 30%;">No. De árboles en la parcela</td> <td>1. un individuo.....</td> </tr> <tr> <td>2. dos a 10 individuos.....</td> </tr> <tr> <td>3. más de 10 individuos.....</td> </tr> </table>													No. De árboles en la parcela	1. un individuo.....	2. dos a 10 individuos.....	3. más de 10 individuos.....																										
No. De árboles en la parcela	1. un individuo.....																																									
	2. dos a 10 individuos.....																																									
	3. más de 10 individuos.....																																									
Distancia de plantacion del lote <input style="width: 60%; border: 1px solid black;" type="text"/>																																										
El cultivo se encuentra en asocio con otros cultivos <input style="width: 60%; border: 1px solid black;" type="text"/>																																										

**Anexo 3. Encuesta para toma de información de características. CATIE - 2007**

<b>DESCRIPTORES</b>				
<b>Características del árbol</b>	1. ALTURA (m).....			
	2. NÚMERO DE EJES PRINCIPALES.....			
	3. NÚMERO DE RAMAS PROMEDIO.....			
	4. DIAMETRO A 50 cm A PARTIR DEL SUELO.....			
	5. NÚMERO ESTIMADO DE FRUTOS POR ÁRBOL.....			
	5. FORMA DE COPA		5.1 redonda.....	5.2 piramidal.....
<b>Color del pericarpio</b>	1. café amarillento.....		6. amarillo.....	
	2. verde amarillento.....		7. rojo amarillo.....	
	3. verde olivo.....		8. rojo.....	
	4. verde claro.....		9. grisáceo.....	
	5. rosado.....			
<b>Carpelos</b>	1. prominentes.....	TEXTURA DE LA PERICARPIO	1. liso.....	
	2. no prominentes.....		2. áspero.....	
<b>Fruto</b>	FORMA:		1. acorazonada..... 3. otra..... 2. redonda.....	
	PRESENCIA DE FRUTOS DEFORMES		1. ninguno..... 3. mayor de 10%..... 2. menor de 10%.....	
	LARGO (cm).....		DIAMETRO (cm).....	
	PESO (g).....		GROSOR DEL PERICARPIO (mm).....	
	<b>Pulpa</b>	COLOR		1. blanco - crema..... 2. rosada..... 3. anaranjada..... 4. roja.....
		TEXTURA		1. blanda..... 2. arenosa..... 3. fibrosa..... 4. otra.....
SABOR		1. insípido..... 2. ácido..... 3. dulce..... 4. muy dulce.....		
AROMA		1. ausente..... 2. leve..... 3. fuerte.....		
JUGOSIDAD		1. jugoso..... 2. semi-jugoso..... 3. seca.....		
PESO/PULPA (g)				

### Anexo 3. Continuación

DESCRPTORES			
<b>Grados BRIX</b>			
<b>Semilla</b>	No. de semillas/fruto		
	Peso total: semillas/fruto (g)		
	Peso: una semilla (g)		
	Longitud de semilla (cm)		
	Diámetro de semilla (cm)		
	Color de semilla		
<b>Profundidad del suelo (cm)</b>			
<b>Topografía</b>	plana(0-5%).....	ondular (5-10%).....	accidentada (>15%).....
<b>Asistencia técnica</b>	NO.....		
	SI.....		
	¿Quién ?		
	¿Con qué frecuencia?		

## **Anexo 4. Protocolo para la toma de información. CATIE - 2007**

### **➤ ÁRBOL**

Para la toma de información de estas características se tomarán 3 a 6 árboles, para luego sacar un promedio.

✓ **Altura de árbol (m)**

Se toma la altura en metros desde la base del arbusto con una vara telescópica, hasta la punta de la copa.

✓ **Número de ejes principales**

Se cuenta el número de ejes principales que tiene el árbol.

✓ **Número de ramas promedio**

Se cuenta el número de ramas en cada uno de los ejes principales que tiene el árbol.

✓ **Diámetro a 50 cm del suelo**

Se mide a la altura de 50 cm, a partir del suelo y se toman las medidas en cm

✓ **Número estimado de frutos/árbol**

Se cuenta el número de frutos que posee cada árbol al momento de la evaluación (se incluirán todos los frutos, independientemente del grado de desarrollo de los mismos).

✓ **Forma de copa**

Se define de acuerdo a la forma geométrica que presenta cada individuo (redonda, piramidal y otras).

### **➤ FRUTO**

Para la toma de información de estas características se tomarán 2 a 3 frutos por árbol de los 3 a 6 árboles seleccionados ya que para obtener la información se destruirá el fruto.

✓ **Color de pericarpio**

Según la tabla de colores (Mathuen Handbook of Color), a los frutos que se consideran maduros por su consistencia al tacto, la cual es semiblanda y el pericarpio es de fácil remoción, o a partir del momento en que se palpe suave el extremo distal o punta de la guanábana (Elizondo 1989).

Color de pericarpio: verde claro = MHC 2D8; verde = 2D8; verde oscuro = 2F8

✓ **Ancho de los carpelos**

Se mide el ancho de los carpelos con ayuda de un vernier o regla y la medición será en cm

✓ **Prominencia de los carpelos**

Se observa la prominencia de los carpelos y se los clasificara en prominentes y no prominentes.

#### **Anexo 4 (continuación). Protocolo para la toma de información. CATIE - 2007**

✓ **Textura del pericarpio**

Se determina mediante el tacto del fruto y se lo clasificará en liso y rugoso.

✓ **Forma del fruto**

Se calificará los frutos observados con la clasificación acorazonada, redonda y otras.

✓ **Largo del fruto (cm)**

Se toma la longitud de los frutos con ayuda de un vernier o regla y la medición será en cm

✓ **Diámetro del fruto (cm)**

Se mide los frutos, con vernier o regla y la medición será en cm

✓ **Peso del fruto (g)**

Se pesa en una balanza en gramos y la medición será en g.

✓ **Grosor del pericarpio (mm)**

Se mide, con vernier o regla y la medición será en cm

#### **➤ PULPA**

Para la toma de información de estas características se tomarán 2 a 3 frutos por árbol de los 3 a 6 árboles seleccionados ya que para obtener la información se destruirá el fruto.

✓ **Color**

Se determina con la tabla de colores (Mathuen Handbook of Color).

Color de pulpa: blanco = 4A1; blanco amarillento = 4A2; blanco rosado = 5A2

✓ **Textura**

Se determina por tacto en fibroso, poco fibroso y muy fibroso.

✓ **Sabor**

Se determina por el gusto en ácido, poco ácido y muy ácido.

✓ **Aroma**

Se determina por el olfato en aromático, poco aromático y muy aromático.

✓ **Jugosidad**

Se determina por la cantidad de agua que contiene la pulpa en poco jugoso, jugoso y muy jugoso.

#### **Anexo 4 (continuación). Protocolo para la toma de información. CATIE - 2007**

✓ **Peso/pulpa (g)**

Se extrae y se toma la pulpa de 2 a 3 frutos y se los pesará en una balanza en gramos y la medición será en g, para luego sacar un promedio.

✓ **Grados BRIX**

Se determina por medio del Brixómetro

➤ **SEMILLA**

Para la información de estas características se toman 2 a 3 frutos por árbol, ya que para todas las variables se procede con la destrucción del fruto.

✓ **No. Semillas/fruto**

Se procede a contar las semillas para luego sacar un promedio.

✓ **Peso total de semillas por fruto**

Se pesa en una balanza en gramos y la medición será en g, para luego sacar un promedio.

✓ **Peso: una (1) semilla (g)**

Se seleccionan al azar 10 semillas/fruto y se pesan en una balanza en gramos y la medición será en g, para luego sacar un promedio.

✓ **Longitud de semilla (cm)**

Se mide longitud de 10 semillas/fruto con ayuda de un vernier o regla y la medición será en cm , para luego sacar un promedio.

✓ **Diámetro de semilla**

Se toma el diámetro de 10 semillas/fruto con ayuda de un vernier o regla y la medición será en cm , para luego sacar un promedio.

✓ **Color de semilla**

Se determina con la tabla de colores (Mathuen Handbook of Color).

Color de semilla: Café claro = 6D7; café oscuro = 6F7



**Anexo 5. Base de datos de las especies *A. muricata* y *A. cherimola*, en el estudio realizado por Quesada (2004). CATIE - 2007**

<b>Especie</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 07"	83° 36' 24"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 43"	83° 36' 33"	40
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 38"	83° 36' 25"	35
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 37"	83° 36' 01"	50
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 37"	83° 36' 10"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10 ° 06' 35"	83° 36' 07"	25
<i>muricata</i>	Puntarenas	Paquera-Sta. Lucía	9° 45' 41"	84° 58' 58"	50
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 06' 343"	83° 36' 055"	15
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres- Escabel	10° 07' 458"	83° 38' 057"	45
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Limón	Matina-Batán	10° 07' 458"	83° 38' 057"	30
<i>muricata</i>	Alajuela	San Ramón-San Rafael	11° 23' 520"	85° 35' 180"	185
<i>muricata</i>	Puntarenas-Osa	Puerto Jiménez	8° 32' 175"	83° 18' 385"	5
<i>muricata</i>	Puntarenas-Osa	Puerto Jiménez	8° 34' 819"	83° 24' 429"	20
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 298"	84° 01' 406"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 42' 555"	84° 00' 712"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 030"	84° 00' 240"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 030"	84° 00' 240"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 452"	84° 00' 811"	1670
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 431"	84° 00' 815"	1660
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 530"	84° 00' 856"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 593"	84° 00' 948"	1590
<i>cherimola</i>	San José	Dota El Quemado	9° 41' 044"	83° 52' 103"	1770
<i>cherimola</i>	San José	Dota El Quemado	9° 41' 044"	83° 52' 103"	1770
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes Sta. Cruz	9° 43' 749"	84° 02' 417"	1560
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes La Cuesta.	9° 44' 187"	84° 02' 988"	1435
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes La Cuesta.	9° 44' 199"	84° 02' 724"	1415
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes La Cuesta.	9° 44' 199"	84° 02' 724"	1406
<i>cherimola</i>	San José	León Cortes La Cuesta.	9° 44' 162"	84° 02' 855"	1425
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Frailes	9° 44' 911"	84° 04' 998"	1310
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Frailes	9° 44' 491"	84° 05' 043"	1400
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Frailes	9° 44' 800"	84° 04' 912"	1400
<i>cherimola</i>	San José	Dota Santa Maria	9° 38' 733"	83° 28' 274"	1510
<i>cherimola</i>	San José	Dota Santa Maria	9° 37' 967"	83° 58' 260"	1590
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú San Marcos	9° 40' 572"	84° 01' 130"	1575
<i>cherimola</i>	Alajuela	Grecia San Francisco	10° 07' 599"	84° 15' 944"	1350
<i>cherimola</i>	Alajuela	Grecia Santa Gertrudis	10° 08' 433"	84° 14' 902"	1600
<i>cherimola</i>	Alajuela	Grecia Santa Gertrudis	10° 08' 451"	84° 14' 872"	1620
<i>cherimola</i>	Alajuela	Poas San Pedro	10° 05' 487"	84° 13' 943"	1200
<i>cherimola</i>	Alajuela	Poas San Pedro	10° 06' 270"	84° 13' 623"	1350
<i>cherimola</i>	Alajuela	Poas San Pedro	10° 06' 270"	84° 13' 623"	1300
<i>cherimola</i>	San José	Asserí La Legua	9° 44' 934"	84° 08' 605"	1400

**Anexo 5 (continuación). Base de datos de las especies *A. muricata* y *A. cherimola*, en el estudio realizado por Quesada (2004). CATIE - 2007**

Especie	Provincia	Cantón	Latitud	Longitud	Altitud
<i>cherimola</i>	San José	Asserí La Legua	9° 44' 934"	84° 08' 605"	1400
<i>cherimola</i>	San José	Asserí La Legua	9° 45' 074"	84° 08' 631"	1450
<i>cherimola</i>	San José	Asserí La Legua	9° 44' 996"	84° 08' 591"	1440
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés San Andrés	9° 43' 822"	84° 05' 000"	1350
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés San Andrés	9° 43' 734"	84° 05' 139"	1400
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés San Andrés	9° 43' 812"	84° 04' 913"	1350
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés San Andrés	9° 43' 812"	84° 04' 913"	1300
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés S. Francisco	9° 40' 702"	84° 06' 844"	1675
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés S. Francisco	9° 40' 700"	84° 06' 844"	1670
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés S. Francisco	9° 40' 716"	84° 06' 826"	1670
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés S. Francisco	9° 40' 799"	84° 06' 870"	1645
<i>cherimola</i>	San José	Dota camino a Copey	9° 39' 369"	83° 56' 740"	1675
<i>cherimola</i>	San José	Dota camino a Copey	9° 39' 369"	83° 56' 740"	1675
<i>cherimola</i>	San José	Dota camino a Copey	9° 39' 223"	83° 57' 391"	1565
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés La Cuesta.	9° 43' 590"	84° 00' 220"	1550
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés Santa Cruz	9° 43' 020"	84° 02' 447"	1540
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú El Rodeo	9° 40' 959"	84° 00' 159"	1525
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú El Rodeo	9° 40' 959"	84° 00' 159"	1525
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú San Marcos	9° 40' 833"	84° 00' 186"	1545
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés Ojo Agua	9° 43' 645"	84° 05' 750"	1600
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés Ojo Agua	9° 43' 645"	84° 05' 750"	1600
<i>cherimola</i>	Alajuela	Zarcelero La Palmita	10° 10' 354"	84° 22' 817"	1610
<i>cherimola</i>	Alajuela	Zarcelero Llano Bonito	10° 10' 344"	84° 23' 504"	1595
<i>cherimola</i>	Alajuela	Zarcelero Llano Bonito	10° 10' 429"	84° 23' 569"	1565
<i>cherimola</i>	Alajuela	Grecia	10° 08' 451"	84° 14' 872"	1620
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9° 43' 593"	84° 00' 940"	1590
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú San Pedro	9° 40' 112"	83° 59' 768"	1605
<i>cherimola</i>	San José	Dota Copey	9° 38' 964"	83° 56' 561"	1720
<i>cherimola</i>	San José	Copey centro, Dota	9° 38' 545"	83° 54' 315"	1730
<i>cherimola</i>	San José	Dota Copey	9° 38' 964"	83° 56' 000"	1728
<i>cherimola</i>	San José	Dota Copey	9° 38' 760"	83° 56' 030"	1720
<i>cherimola</i>	San José	Dota Copey	9° 38' 760"	83° 56' 035"	1720
<i>cherimola</i>	San José	Dota Copey	9° 38' 767"	83° 56' 035"	1720
<i>cherimola</i>	San José	Dota, Copey	9° 38' 212"	83° 55' 551"	1770
<i>cherimola</i>	San José	Dota, Copey	9° 38' 241"	83° 55' 509"	1780
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 807"	84° 04' 506"	1530
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 807"	84° 04' 506"	1550
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 741"	84° 04' 539"	1550
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 807"	84° 04' 506"	1550
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 807"	84° 04' 506"	1550
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados Guadarama	9° 48' 807"	84° 04' 506"	1550
<i>cherimola</i>	San José	Copey La Estrella	9° 39' 394"	83° 36' 725"	1675
<i>cherimola</i>	San José	Dota La Estrella	9° 39' 229"	83° 56' 483"	1550
<i>cherimola</i>	San José Dota	Quebrada Grande	9° 38' 175"	83° 56' 374"	1840
<i>cherimola</i>	San José Dota	Río Blanco	9° 38' 922"	83° 54' 759"	1800

**Anexo 6. Medias de las 22 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para *A. muricata* en fincas de agricultores. CATIE - 2007**

No. finca/ árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1/1	3.20	2	9	20	9.55	15	2.46	1.95	1.57	22.60	14.33	1875	236.43	92.27	1425	9.00	3.75	167.00	73.64	0.47	1.54	1.01
1/2	2.84	1	5	20	7.58	13	2.36	1.80	1.77	18.80	13.40	1650	185.38	23.23	850	10.00	3.80	106.00	59.61	0.66	1.75	1.15
1/3	2.52	1	5	15	9.17	20	3.12	1.86	1.97	23.20	15.40	2300	205.37	38.99	1700	14.00	3.60	152.00	84.95	0.59	1.68	1.05
1/4	2.84	1	5	25	10.70	20	3.14	2.08	2.24	25.20	16.20	3050	260.08	95.07	2350	13.00	3.60	160.00	84.36	0.54	1.60	1.05
2/5	5.22	2	6	16	30.88	30	2.47	1.90	1.88	26.00	16.50	3315	324.49	84.31	1816	12.00	3.60	241.50	126.17	0.54	1.52	1.01
2/6	5.22	1	6	20	21.58	30	2.33	2.17	1.90	24.00	15.80	3290	247.94	114.10	2500	13.50	3.70	220.00	110.22	0.54	1.63	1.03
2/7	2.97	2	8	18	16.23	25	3.33	2.16	2.43	31.20	18.00	4240	306.20	99.11	3690	17.50	4.80	99.00	101.01	0.51	1.59	1.06
3/8	4.86	1	14	22	10.15	16	2.10	1.30	1.16	15.20	9.00	550	18.00	75.80	300	5.50	3.80	35.00	22.35	0.46	1.47	0.90
3/9	5.94	1	6	20	13.05	15	3.50	2.55	2.37	33.40	19.20	4900	339.89	108.05	3620	12.00	3.60	151.00	98.05	0.59	1.73	1.01
3/10	4.95	1	7	18	10.19	22	4.37	2.10	2.15	24.30	17.60	2640	200.05	82.00	1920	13.00	3.50	84.00	39.70	0.46	1.47	1.05
4/11	5.94	3	6	15	16.84	40	3.78	3.05	2.76	34.00	19.00	5900	447.38	196.00	4800	14.00	3.60	158.00	91.99	0.57	1.57	1.10
4/12	4.86	2	11	18	19.10	25	4.05	2.42	2.16	28.00	16.00	3400	448.20	56.70	2490	12.00	3.90	177.00	88.22	0.60	1.66	1.10
4/13	4.05	2	12	25	19.39	50	3.30	2.52	2.42	31.10	17.80	4600	331.89	106.05	3550	12.00	3.60	151.00	91.39	0.62	1.75	1.07
5/14	5.31	1	6	13	32.47	65	2.74	1.74	2.06	23.80	14.50	2255	243.96	77.50	1280	11.50	3.45	99.50	49.00	0.58	1.60	1.05
5/15	4.77	1	6	15	38.83	93	2.83	2.07	1.90	26.80	14.67	2366	170.94	48.14	1463	11.50	3.43	134.33	78.07	0.64	1.71	1.02
5/16	3.96	1	6	20	38.83	90	2.78	1.74	1.77	26.60	16.80	3060	206.17	86.15	1946	11.83	3.43	185.00	106.67	0.61	1.74	1.01
5/17	4.50	1	7	25	27.72	55	3.03	2.00	1.65	22.40	19.65	2040	158.65	80.81	1595	11.50	3.45	81.00	61.07	0.47	1.51	1.02
5/18	4.41	1	5	20	27.57	50	2.93	2.10	2.00	22.60	16.30	3250	276.00	116.26	2290	10.75	3.40	183.50	95.17	0.56	1.68	1.05
5/19	4.77	2	10	30	30.24	50	2.72	1.83	1.68	24.90	26.30	2590	211.98	85.68	1855	12.00	3.50	233.50	97.49	0.45	1.52	0.94
5/20	4.50	2	5	15	47.11	140	2.80	1.76	1.87	23.70	29.80	2370	221.91	77.23	1590	10.25	3.40	131.50	61.53	0.52	1.54	1.03
5/21	4.05	3	7	20	41.06	135	2.85	1.67	1.83	25.00	15.90	2635	215.46	75.69	1885	11.00	3.50	80.00	37.26	0.48	1.55	1.01
5/22	4.14	2	5	20	31.51	100	3.12	1.82	2.03	30.40	19.40	4380	337.47	111.00	3260	14.00	3.40	87.00	103.85	0.59	1.70	1.05
5/23	3.42	1	5	10	23.55	60	2.85	2.17	1.92	28.00	21.60	4790	406.73	74.02	2960	14.50	3.60	198.00	87.50	0.52	1.56	0.91
5/24	3.15	1	3	10	23.87	50	3.22	2.02	1.85	27.60	28.60	4000	328.72	65.90	3154	12.50	3.40	209.00	83.94	0.44	1.39	0.93
5/25	4.14	1	2	13	28.01	50	3.74	2.29	2.30	28.40	18.80	4390	358.32	80.74	3180	15.50	3.40	137.00	71.12	0.53	1.58	0.99
5/26	3.78	2	9	15	24.00	60	3.03	2.49	2.00	24.10	14.60	1780	259.20	57.17	1290	12.00	3.50	78.00	41.29	0.58	1.50	1.09
5/27	4.23	3	7	15	19.10	50	2.75	1.91	2.40	23.00	16.80	2780	209.74	52.57	1930	14.50	3.40	92.00	54.91	0.74	1.52	0.98
5/28	3.96	2	9	17	19.48	50	3.01	2.17	2.32	26.70	17.70	3230	276.08	54.64	2335	13.25	3.45	94.50	49.00	0.57	1.66	1.03
5/29	4.05	1	5	20	27.37	95	2.43	1.42	1.63	21.50	16.90	1870	185.83	31.94	1500	13.00	3.50	85.00	39.08	0.47	1.43	1.00
5/30	4.41	2	6	19	31.51	94	2.91	2.17	2.25	24.73	16.33	2763	201.82	68.49	2250	13.33	3.33	139.67	69.36	0.51	1.55	1.01
6/31	3.24	2	4	14	18.08	40	3.78	2.38	2.22	26.25	16.20	3260	371.44	112.30	2260	12.00	3.60	170.00	93.17	0.59	1.65	1.08
6/32	3.24	2	4	12	15.02	20	2.94	1.98	1.88	20.20	17.10	2400	221.30	98.09	1800	11.00	3.80	175.00	76.18	0.48	1.53	1.00
6/33	4.59	2	6	25	17.13	25	3.66	2.77	2.40	26.60	19.00	3780	371.35	175.08	2700	13.00	3.70	195.00	95.33	0.52	1.73	1.04
7/34	4.14	2	7	25	15.22	50	2.76	1.87	1.46	16.60	13.40	1230	85.00	27.00	960	11.50	3.50	103.00	43.42	0.49	1.66	0.91
7/35	3.96	1	4	20	13.69	35	3.18	1.76	1.82	25.00	15.80	2541	312.00	106.00	1850	9.00	4.70	159.00	62.29	0.56	1.48	1.00
7/36	5.49	1	6	30	15.47	35	5.37	2.20	2.27	25.40	16.80	2580	197.00	79.00	1892	13.00	3.60	79.00	37.34	0.48	1.48	1.04

**Anexo 6 (continuación). Medias de las 22 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para *A. muricata* en fincas de agricultores. CATIE - 2007**

No. finca/ árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7/37	5.40	2	9	25	17.00	40	2.92	1.96	1.83	22.00	16.00	2060	201.00	59.00	1654	11.50	3.70	76.00	36.85	0.55	1.48	1.00
8/38	4.95	2	11	40	18.59	60	3.25	2.01	2.00	25.50	15.80	2910	262.07	82.23	2150	11.15	3.60	183.50	91.99	0.66	1.72	1.09
8/39	4.77	1	7	30	16.42	70	2.84	1.71	1.92	20.60	14.50	1975	176.57	90.97	1395	13.00	3.60	166.00	64.76	0.40	1.57	0.99
8/40	4.23	1	8	40	20.94	30	3.23	1.32	1.36	22.00	13.80	1450	136.78	24.21	1200	14.00	4.80	120.00	46.87	0.42	1.50	1.03
8/41	5.04	1	8	30	22.15	30	3.16	1.80	2.12	24.30	15.40	2600	249.00	47.39	2040	13.75	3.60	83.50	49.90	0.64	1.63	1.05
9/42	5.04	2	10	24	15.92	30	3.53	2.42	2.31	23.00	14.00	1870	189.00	41.30	1300	11.50	3.60	46.00	26.76	0.57	1.42	1.02
9/43	3.87	1	3	20	18.97	15	3.02	2.11	2.07	22.60	14.40	1830	245.30	58.10	1390	15.50	4.60	116.00	54.50	0.50	1.51	1.04
9/44	4.50	1	3	18	17.51	15	3.30	2.17	2.33	28.20	15.60	2420	328.70	57.20	1790	13.50	3.60	136.00	72.42	0.55	1.77	1.04
10/45	2.97	2	11	20	11.84	20	2.76	1.98	2.27	22.60	15.60	2250	210.00	91.20	1655	11.50	3.60	183.00	78.67	0.51	1.72	0.97
10/46	3.33	1	5	16	17.57	26	3.95	2.95	2.84	34.00	17.80	5400	501.30	116.60	4150	15.50	3.60	146.00	69.87	0.67	1.82	1.09
11/47	5.04	1	3	8	7.70	25	2.92	1.73	1.84	18.50	12.70	1395	120.60	88.05	1025	11.75	3.70	146.50	53.01	0.40	1.57	0.90
12/48	6.75	1	1	25	10.06	25	1.96	1.20	1.13	13.60	8.80	455	18.12	78.95	290	6.00	3.90	31.00	11.25	0.47	1.48	0.92
13/49	8.28	1	2	20	15.15	20	3.40	2.01	2.18	25.60	15.40	2200	225.10	134.70	1680	12.00	3.55	113.50	50.55	0.49	1.58	1.00
14/50	4.86	1	3	14	12.67	8	3.54	2.10	2.22	29.20	18.40	1425	303.72	136.59	840	17.00	3.70	270.00	115.72	0.47	1.54	1.03
14/51	5.40	1	4	15	18.91	25	3.20	1.87	1.91	23.10	16.80	1175	303.82	52.83	705	12.75	3.70	145.00	69.27	0.53	1.55	0.99
15/52	3.15	1	3	13	10.82	10	3.29	2.13	2.28	27.00	18.60	1050	281.07	64.62	1100	15.50	4.80	143.00	101.69	0.70	1.73	1.04
16/53	5.49	1	4	20	22.28	6	2.64	2.71	1.64	23.70	14.40	2365	314.32	85.80	1550	14.75	4.05	261.00	130.97	0.51	1.64	0.99
17/54	5.76	1	3	13	16.68	5	2.77	1.89	1.89	22.40	17.40	2700	425.69	93.17	1800	7.00	3.70	188.00	121.81	0.63	1.91	1.18
18/55	4.23	1	3	10	11.20	10	2.38	2.30	1.53	15.40	12.60	800	154.29	32.37	630	15.00	4.80	84.00	36.03	0.41	1.36	0.92
19/56	6.84	1	0	13	7.13	4	1.55	1.42	1.55	16.40	12.20	830	154.83	40.51	580	16.50	4.30	53.00	26.43	0.53	1.39	0.92
20/57	4.59	1	2	15	7.00	5	2.42	1.58	1.40	17.30	12.10	1215	142.53	35.68	900	11.50	3.85	135.00	52.43	0.41	1.55	0.91
21/58	4.16	1	4	12	18.24	12	2.60	1.58	1.73	15.80	11.80	1150	215.67	73.17	710	13.50	.90	222.00	84.98	4.60	1.56	1.03
22/59	8.64	1	12	20	20.18	25	2.33	1.74	1.57	20.40	12.00	1230	186.86	88.98	750	8.00	4.90	152.00	62.30	0.47	1.51	1.03
23/60	3.51	1	3	20	14.83	150	3.52	2.50	2.37	29.80	18.20	3720	358.70	98.26	2780	17.00	3.80	173.00	102.04	0.56	1.59	1.06
23/61	3.06	1	3	18	13.62	140	2.82	1.60	1.52	25.40	14.20	2300	499.40	85.18	1700	16.00	.80	168.00	119.92	0.69	1.85	1.10
23/62	2.97	1	4	17	16.04	120	3.13	1.86	2.04	26.80	16.00	3300	319.33	85.52	2600	15.00	3.90	300.00	134.99	0.47	1.65	0.93
23/63	2.97	1	5	17	18.46	170	3.17	1.80	1.64	17.20	14.80	2920	325.39	65.96	2250	16.00	3.90	333.00	144.76	0.47	1.57	0.96
24/64	5.31	1	4	10	16.74	15	3.09	1.93	1.95	29.00	18.60	3650	297.70	62.07	3200	16.00	3.70	56.00	34.51	0.60	1.54	1.04
24/65	6.03	2	5	14	22.60	18	3.20	1.63	1.73	26.00	17.40	3490	385.90	50.51	2200	16.00	4.10	137.00	74.02	0.60	1.77	1.13
24/66	4.68	2	4	14	22.47	20	3.30	1.83	1.68	25.00	14.40	2550	259.30	51.92	2100	13.00	4.10	188.00	92.65	0.47	1.69	1.04
24/67	5.67	1	4	17	23.43	18	2.43	1.63	1.63	26.80	13.00	2420	273.60	59.08	2000	12.50	3.90	238.00	109.89	0.47	1.60	1.02
25/68	6.75	1	2	18	11.71	25	2.23	1.32	1.35	18.20	12.20	1000	150.93	33.11	800	7.00	4.20	15.00	9.36	0.40	1.41	0.91
26/69	8.64	1	2	20	19.29	20	2.89	1.91	2.09	26.40	17.00	3310	352.61	59.23	2600	12.00	4.50	30.00	13.80	0.43	1.44	0.89
26/70	7.29	1	3	10	32.79	15	3.05	1.70	2.13	22.20	16.40	2230	468.57	45.76	1700	10.50	4.70	46.00	40.61	0.93	1.94	1.17
27/71	8.91	1	2	30	35.01	70	3.18	1.87	2.01	30.10	14.60	3730	383.79	112.29	2410	11.75	3.95	299.50	153.66	0.54	1.61	1.03
28/72	4.23	1	4	15	20.94	15	2.89	1.86	1.91	22.20	13.25	1665	274.23	46.60	1225	17.50	5.25	71.50	41.44	0.57	1.50	1.08
29/73	3.60	2	6	20	16.04	5	3.33	1.97	2.09	30.40	21.20	5500	522.31	97.16	4500	13.50	3.80	147.00	55.65	0.56	1.52	0.88
29/74	3.33	2	5	16	19.35	5	3.65	2.07	2.05	15.20	12.00	1180	152.84	25.60	1000	15.00	3.70	22.00	13.54	0.63	1.63	1.02
30/75	10.98	1	5	30	25.91	12	2.34	1.65	1.72	23.10	10.70	1350	247.84	23.31	1110	16.75	4.60	16.50	7.36	0.45	1.14	0.76
30/76	8.73	1	2	30	34.38	20	2.92	1.06	0.98	16.91	11.22	825	157.57	32.99	681	14.08	3.92	13.23	4.97	1.26	0.98	0.40

**Anexo 6 (continuación). Códigos de las 22 características cuantitativas de *A. muricata* en fincas de agricultores. CATIE - 2007**

<b>Código</b>	<b>Características</b>
1	Altura de árbol
2	No. de ejes principales
3	No. de ejes secundarios
4	No. de ramas terciarias
5	Diámetro a 50 cm de altura
6	No. de frutos por árbol
7	Largo de lóbulos
8	Ancho de lóbulos
9	Distancia entre carpelos
10	Largo de fruto
11	Diámetro de fruto
12	Peso del fruto
13	Peso del pericarpio
14	Peso de receptáculo de la pulpa
15	Peso pulpa
16	Grados Brix
17	pH
18	Nº. de semillas/fruto
19	Peso de semillas/fruto
20	Peso de una semilla
21	Longitud de la semilla
22	Diámetro de la semilla

**Anexo 7. Resumen de la distribución de las 76 árboles de *A. muricata* por grupo en condiciones in situ, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

<b>Cantón</b>	<b>Grupo 1 (rojo)</b>	<b>Grupo 2 (azul)</b>	<b>Grupo 3 (amarillo)</b>	<b>Total</b>
Limón	5		1	<b>6</b>
Matina	16	8	1	<b>25</b>
Pococí	16	5		<b>21</b>
Quepos			2	<b>2</b>
San Carlos	5	1	2	<b>8</b>
Siquirres	8	1	5	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>76</b>

**Anexo 8. Distribución de árboles por grupo de los 76 árboles de *A. muricata* en condiciones in situ con 22 características, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

Grupo 1 (rojo)		Grupo 2 (azul)	Grupo 3 (amarillo)
Campo 2: 63	Bataan: 3	Guácimo: 64	Las palmeras:58
Campo 2: 62	Pacuarito: 38	Anita Grande: 25	La lucha de la Tigra:76
Campo: 61	Anita Grande: 19	Anita Grande: 24	La Lucha de la Tigra: 75
La Tigra: 71	Pacuarito: 40	Anita Grande: 23	El Cocal: 56
Río Banano: 53	Anita Grande: 29	Campo 2: 60	La Bomba: 55
Anita Grande: 18	Pacuarito: 41	Anita Grande: 22	El Cocal: 57
26 Millas: 6	Pacuarito: 39	Escabel Abajo: 11	Pacuarito: 47
Guácimo: 67	Anita Grande: 17	Bataan: 33	Miraflores: 68
26 Millas: 5	Anita Grande: 21	Bataan: 31	Monte Verde: 48
La Tigra: 69	Anita Grande: 20	Escabel Abajo: 13	Las Palmeras: 59
Pacuarito: 49	Anita Grande: 16	Escabel Abajo: 12	Escabel Abajo: 8
Barbilla: 35	Anita Grande: 15	Barbilla: 46	
Barbilla: 36	Anita Grande: 14	Escabel Abajo: 9	
Escabel Abajo: 10	Anita Grande: 30	La Lucha de la Tigra: 73	
La Tigra: 70	Anita Grande: 28	26 Millas: 7	
Las Brisas de Ken: 54	Anita Grande: 27		
La Bomba: 52	Barbilla: 42		
La Tigra: 72	Barbilla: 37		
Barbilla: 43	Anita Grande: 26		
Guácimo: 66	La Lucha de la Tigra: 74		
Guácimo: 65	Barbilla: 34		
La Bomba: 50	Bataan: 2		
La Bomba: 51	Bataan: 32		
Barbilla: 44	Barbilla: 45		
Bataan: 4	Bataan: 1		
	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>11</b>

**Anexo 9. Autovalores del análisis discriminante de los descriptores de *A. muricata* en condiciones in situ, CATIE - 2007**

Autovalores	Porcentaje (%)	% Acumulado
6.48	82.52	82.52
1.37	17.48	100.00

**Anexo 10. Medias de 21 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para *A. muricata* de la colección del jardín botánico de CATIE. CATIE - 2007**

No. accesión/ árbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
17744/1	1.64	2	15	25.35	2	2.01	1.20	1.12	15.30	9.10	580	23.00	77.80	410	5.50	3.80	36	22.65	0.46	1.47	0.90
17744/2	1.64	2	15	25.35	1	4.27	2.01	2.12	24.40	17.70	2670	205.05	84.00	1920	13.00	3.50	85	39.90	0.46	1.47	1.05
17745/3	6.30	3	40	33.65	2	3.68	2.28	2.18	26.35	16.30	3290	376.44	114.30	2260	12.00	3.60	171	93.47	0.59	1.65	1.08
17745/4	6.30	3	40	33.65	1	3.56	2.67	2.36	26.70	19.10	3790	376.35	177.08	2700	13.00	3.70	196	95.63	0.52	1.73	1.04
17746/5	3.42	2	20	24.98	1	3.40	2.26	2.41	27.70	17.70	3430	292.09	117.66	2550	11.30	3.60	167	93.88	0.67	1.77	1.10
17746/6	3.42	2	20	24.98	1	3.30	2.15	2.37	25.90	16.90	3150	275.00	98.50	2520	12.00	3.50	145	83.87	0.60	1.65	1.03
18474/7	5.40	4	30	53.00	2	2.59	1.58	2.06	23.90	15.70	2430	190.20	83.10	1820	11.50	3.70	127	64.95	0.58	1.75	1.04
18478/8	7.68	2	35	50.27	1	4.22	3.50	2.70	27.40	21.00	4780	361.76	104.57	4000	13.00	3.80	185	125.82	0.61	1.68	1.14
18478/9	7.68	2	35	50.27	1	3.76	2.34	2.14	23.00	17.00	2910	221.90	92.74	2300	12.50	3.85	112	70.98	0.65	1.80	1.06
18605/10	1.76	2	25	22.38	1	3.90	2.78	2.65	34.40	22.00	7190	548.67	147.20	5220	14.50	3.80	226	246.73	0.41	1.76	1.11
18605/11	1.76	2	25	22.38	1	4.31	2.29	2.30	37.00	26.00	7500	566.85	148.19	5900	14.50	3.80	119	134.25	0.43	1.60	0.99
18607/12	3.24	2	15	21.05	1	3.48	2.19	2.06	30.40	16.00	3150	229.68	61.42	2525	9.00	3.80	129	47.47	0.43	1.67	1.00
18609/13	1.71	2	20	20.57	1	3.30	1.92	1.62	31.00	21.00	6550	502.83	125.21	5500	13.00	3.90	308	177.78	0.61	1.94	1.06
18609/14	1.71	2	20	20.57	1	3.07	2.07	1.58	27.00	18.20	4400	330.78	90.12	3450	10.00	4.00	185	108.15	0.60	2.01	1.12
18610/15	4.45	3	30	36.94	1	3.30	1.97	2.20	30.00	17.20	10200	437.91	160.15	8500	12.50	3.80	280	152.40	0.63	1.81	1.01
18610/16	4.45	3	30	36.94	1	3.29	2.07	2.25	35.80	23.00	8300	640.22	221.02	6480	13.00	3.90	325	222.70	0.79	1.82	1.02
18610/17	4.45	3	30	36.94	1	3.86	2.03	2.23	22.50	17.30	11900	608.90	189.90	9000	12.50	3.70	302	181.66	0.68	1.73	1.04
18611/18	3.66	2	15	26.40	2	3.05	2.10	1.60	28.50	19.30	4500	444.38	85.18	3800	12.00	4.90	201	140.92	0.70	1.88	1.13
8246/19	2.51	2	20	28.36	1	2.23	1.93	1.40	22.20	13.50	1630	193.44	72.34	1300	9.00	3.80	144	58.28	0.44	1.50	1.04
8246/20	2.51	2	20	28.36	2	3.02	1.76	1.93	23.30	15.50	2330	210.37	40.99	1700	14.00	3.60	153	85.05	0.59	1.68	1.05

**Anexo 10 (continuación). Códigos de 21 características cuantitativas de *A. muricata* de la colección del jardín botánico de CATIE. CATIE - 2007**

Código	Características
1	Altura de árbol
2	No. de ejes secundarios
3	No. de ramas terciarias
4	Diámetro a 50 cm de altura
5	No. de frutos por árbol
6	Largo de lóbulos
7	Ancho de lóbulos
8	Distancia entre carpelos
9	Largo de fruto
10	Diámetro de fruto
11	Peso del fruto
12	Peso del pericarpio
13	Peso de receptáculo de la pulpa
14	Peso pulpa
15	Grados Brix
16	pH
17	Nº. de semillas/fruto
18	Peso de semillas/fruto
19	Peso de una semilla
20	Longitud de la semilla
21	Diámetro de la semilla

**Anexo 11. Distribución por grupo de las 11 accesiones de *A. muricata* de la colección del jardín botánico de CATIE, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

Grupo 1 (rojo)	Grupo 2 (azul)	Grupo 3 (amarillo)
8246-2: 20	18610: 16	18478: 8
8246-2: 19	18610: 17	18478: 7
17746: 6	18610: 15	18478: 9
18607: 12	18611: 18	17745: 4
17746: 5	18609: 14	17745: 3
17744: 2	18609: 13	
17744: 1	18605: 11	
	18605: 10	
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>5</b>



**Anexo 12. Resumen de la distribución de las 11 accesiones de *A. muricata* de la colección de CATIE, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

Accesión	Grupo 1 (rojo)	Grupo 2 (azul)	Total
8246	2		2
17744	2		2
17745	2		2
17746	2		2
18474	1		1
18478	2		2
18605		2	2
18607	1		1
18609		2	2
18610		3	3
18611		1	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>20</b>

**Anexo 13. Comparación del número de descriptores útiles para la diferenciación de materiales de *A. muricata* en condiciones ex situ e in situ. CATIE - 2007**

Características	Promedio in situ			Promedio ex situ	
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2
Altura del árbol	4.15 b	4.64 b	6.51 a	2.99	4.31
Nº. de ejes principales	1.40 ab	1.60 a	1.00 b		
No. de ejes secundarios	5.46	5.73	4.36	2.33	2.38
No. de ramas terciarias	19.90	16.93	18.45	24.38	25.42
Diámetro a 50 cm de altura	21.28	19.46	14.88	27.89	33.27
No. de frutos por árbol	46.24	45.07	16.27	1.13	1.38
Largo de lóbulos	3.04 b	3.48 a	2.34 c	3.29	3.51
Ancho de lóbulos	1.93 b	2.37 a	1.53 c	2.15	2.16
Distancia entre carpelos	1.94 b	2.27 a	1.45 c	2.05	2.07
Largo de fruto	23.84 b	29.88 a	17.35 c	24.71 b	30.78 a
Diámetro de fruto	16.15 b	19.29 a	11.39 a	16.29 b	20.50 a
Peso del fruto	2384.72 b	4394.00 a	981.82 c	2845.00 b	7567.50 a
Peso del pericarpio	257.20 b	381.84 a	142.48 c	246.27 b	510.07 a
Peso de receptáculo de la pulpa	71.19 b	103.94 a	54.81 b	93.71 b	145.87 a
Peso pulpa	1726.15 b	3352.93 a	706.96 c	2167.08 b	5981.25 a
Grados Brix	12.70 ab	14.07 a	11.42 b	11.32	12.75
pH	3.80 b	3.70 b	4.26 a	3.69 b	3.98 a
Nº. de semillas/fruto	146.55 a	150.27 a	82.11 b	137.50 b	243.25 a
Peso de semillas/fruto	73.80 a	84.51 a	33.68 b	73.50 b	170.57 a
Peso de una semilla	0.55	0.56	0.90	0.55	0.61
Longitud de la semilla	1.61 a	1.63 a	1.40 b	1.65 b	1.82 a
Diámetro de la semilla	1.03 a	1.03 a	0.87 b	1.04	1.06

**Anexo 14. Medias de las 23 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para *A. cherimola* en fincas de agricultores. CATIE - 2007**

No. finca/ árbol	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1/1	7.30	3	8	60	28.33	300	10.70	8.50	390	0.30	71.53	4.54	267.07	14.50	4.90	65.00	46.86	1.81	1.12	0.72	0.63
1/2	8.50	4	12	70	30.24	350	12.00	9.50	600	0.22	210.47	9.20	358.20	15.00	5.60	55.00	22.13	0.50	1.55	1.01	0.76
1/3	7.00	1	3	25	27.69	350	9.05	7.80	275	0.15	109.41	5.31	137.46	16.25	5.25	30.50	22.83	1.88	1.22	0.75	0.64
1/4	7.00	2	5	30	24.51	300	9.00	9.65	390	0.30	169.85	6.01	188.70	18.25	4.90	50.50	25.45	1.73	1.10	0.70	0.62
2/5	7.20	4	10	60	30.08	280	8.80	9.55	385	0.33	152.99	5.63	204.87	13.00	5.90	33.00	21.53	0.65	1.76	1.15	0.76
2/6	8.70	5	12	65	28.27	350	9.80	9.00	400	0.25	157.88	9.50	198.21	20.00	6.40	59.00	34.41	0.61	1.82	1.00	0.71
3/7	8.40	5	12	70	27.92	380	10.50	9.50	510	0.30	158.79	7.91	317.38	17.50	5.70	42.00	25.92	0.71	1.94	1.14	0.74
3/8	7.80	4	9	60	24.92	350	10.05	10.80	470	0.28	208.42	4.48	237.24	9.25	5.50	41.50	19.88	0.49	1.73	0.99	0.68
4/9	3.80	4	8	45	18.33	100	8.75	7.00	420	0.17	123.11	6.88	277.48	11.25	6.15	15.00	12.54	0.84	1.81	1.16	0.84
4/10	4.20	4	10	60	19.26	150	7.80	10.20	310	0.30	69.41	7.60	208.95	13.00	4.40	30.00	24.04	0.84	1.90	1.22	0.80
4/11	4.10	4	10	50	18.59	180	11.65	9.05	480	0.38	177.81	5.94	268.23	12.25	5.00	54.50	28.04	0.55	1.57	0.99	0.72
5/12	4.80	3	8	40	24.29	200	10.75	8.55	362	0.31	128.10	4.94	212.84	16.25	6.05	19.50	16.63	0.92	1.90	1.21	0.82
6/13	6.20	1	3	50	24.13	150	9.30	9.30	410	0.45	158.52	7.25	227.20	11.00	4.75	21.50	17.05	0.85	1.88	1.14	0.79
7/14	6.50	1	2	40	16.62	250	7.60	6.50	120	0.13	44.05	1.60	51.31	9.50	4.40	29.00	23.04	0.70	1.72	1.04	0.80
7/15	3.50	2	4	20	17.57	200	8.50	8.70	350	0.25	143.18	7.52	150.32	17.00	5.70	57.00	48.98	0.81	1.93	1.04	0.89
7/16	5.30	1	4	30	18.40	200	7.80	8.60	340	0.28	122.27	5.44	193.89	19.00	5.50	25.00	18.40	0.84	1.65	1.17	0.80
8/17	4.80	1	2	60	17.25	200	11.65	9.80	610	0.16	175.67	10.47	384.79	18.50	5.50	64.00	39.07	0.56	1.70	1.16	0.72
9/18	5.50	1	4	40	20.28	120	6.50	8.50	200	0.22	68.14	3.38	114.78	24.00	5.70	17.00	13.70	0.80	1.91	1.28	0.84
9/19	7.20	2	5	40	24.73	120	10.70	11.90	650	0.40	177.51	5.12	454.11	18.50	5.50	20.00	13.26	0.73	1.66	1.17	0.82
9/20	6.30	3	8	50	27.47	150	10.30	10.70	525	0.34	170.72	6.02	324.51	19.00	5.70	27.50	23.76	0.83	1.86	1.16	0.81
10/21	5.40	2	4	50	24.13	150	10.60	8.50	340	0.23	127.12	6.71	169.87	23.00	5.30	66.00	36.30	0.58	1.72	1.07	0.72
10/22	7.60	2	4	50	18.08	200	11.50	10.40	540	0.30	188.10	7.55	315.19	6.50	5.10	47.00	29.16	0.69	1.67	1.06	0.77
10/23	5.50	2	4	50	17.63	150	11.25	11.20	610	0.16	164.94	6.55	414.92	16.50	5.55	27.00	23.59	0.88	1.90	1.28	0.81
11/24	7.20	1	3	60	27.44	200	9.60	8.45	387	0.22	106.90	4.66	243.83	17.75	5.95	51.00	32.12	0.74	1.21	1.08	0.79
11/25	6.80	2	4	60	19.19	180	10.55	9.05	570	0.20	153.43	9.53	364.46	15.00	5.95	48.50	42.59	0.93	1.85	1.19	0.85
11/26	7.90	1	2	60	21.29	200	12.40	10.80	860	0.22	176.55	13.02	617.47	17.25	5.60	69.00	52.97	0.80	1.90	1.15	0.76
12/27	7.50	1	2	60	22.35	250	12.20	10.50	600	0.37	199.78	12.36	368.56	6.00	4.90	54.00	19.30	0.39	1.51	0.93	0.62
12/28	6.70	2	4	60	20.85	200	11.10	11.20	620	0.55	309.54	9.02	262.38	8.00	5.10	55.00	39.06	0.61	1.96	1.06	0.68
12/29	6.80	1	2	60	22.35	200	5.10	10.65	505	0.37	150.62	8.22	320.07	14.25	4.40	41.50	26.09	0.76	1.39	1.10	0.74
13/30	5.50	2	6	60	19.16	180	11.10	9.55	490	0.39	181.88	8.53	260.56	15.00	5.95	50.50	39.04	0.84	1.93	1.26	0.80
13/31	7.40	1	4	50	19.16	200	10.10	9.50	500	0.28	159.41	7.69	319.03	13.50	5.40	28.00	13.87	0.49	1.51	1.01	0.73
13/32	5.80	3	7	60	18.84	180	9.60	10.10	485	0.30	140.32	5.87	305.86	22.00	5.70	44.00	32.95	0.78	1.78	1.23	0.74
13/33	7.20	5	12	70	31.19	250	9.60	8.00	370	0.30	105.10	6.45	209.00	18.50	5.70	59.00	49.45	0.84	2.08	1.26	0.76
13/34	6.50	2	4	60	20.94	200	16.70	11.90	1025	0.17	261.17	18.22	708.59	12.00	5.75	60.50	37.03	0.64	1.80	1.07	0.68

**Anexo 14 (continuación). Medias de las 23 características cuantitativas por número de finca y por número de árbol para *A. cherimola* en fincas de agricultores. CATIE – 2007**

No. finca/ árbol	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13/35	7.20	1	3	50	19.19	180	21.50	13.40	2200	0.30	507.39	27.02	1624.74	14.00	4.90	60.00	40.85	0.73	1.96	1.16	0.72
14/36	7.20	1	2	60	27.98	150	8.05	7.80	240	0.27	89.48	2.92	140.73	16.75	6.15	18.50	6.89	0.40	1.35	0.93	0.65
15/37	9.20	3	6	100	33.58	300	8.70	9.40	360	0.37	174.25	5.24	166.75	15.50	5.70	27.00	13.76	0.55	1.76	1.05	0.69
15/38	8.40	2	4	90	29.06	150	8.50	9.50	410	0.18	82.48	5.63	306.28	27.00	5.20	30.00	15.61	0.49	1.59	1.09	0.67
15/39	6.50	1	2	70	22.38	100	8.55	10.70	430	0.53	181.19	6.93	228.66	14.70	5.45	18.00	13.24	0.68	1.76	1.14	0.73
15/40	7.20	1	2	70	20.94	100	11.40	10.00	690	0.50	228.02	8.08	430.95	13.50	6.00	34.00	22.95	0.72	1.81	1.15	0.81
16/41	5.80	2	10	50	21.71	120	10.20	10.70	530	0.20	93.90	5.10	416.30	16.50	6.70	30.00	14.70	0.49	1.69	1.02	0.68
16/42	7.20	2	8	60	32.79	250	9.60	10.70	550	0.13	117.08	5.66	385.25	18.50	5.10	50.00	42.01	0.87	1.65	1.16	0.77
17/43	6.80	2	7	55	31.26	200	11.05	9.75	535	0.29	166.38	10.93	324.38	16.25	6.55	51.50	33.32	0.65	1.75	1.20	0.69
18/44	6.70	2	8	50	23.27	100	9.80	8.80	355	0.20	95.24	4.54	209.28	19.00	5.60	69.00	45.94	0.66	1.94	1.14	0.66
19/45	5.20	2	4	50	20.79	120	10.35	9.90	500	0.30	140.63	6.95	315.72	18.50	5.80	54.50	36.70	0.70	1.87	1.24	0.75
20/46	4.50	1	3	50	9.61	60	6.10	8.40	225	0.17	69.35	4.21	145.95	12.50	5.70	14.00	5.49	0.51	1.51	1.04	0.72
20/47	4.10	1	2	60	9.42	60	9.50	10.00	410	0.22	81.07	4.93	309.47	9.00	4.70	23.00	14.53	0.63	1.85	1.06	0.71
20/48	3.50	1	2	50	11.59	60	7.60	9.20	360	0.28	99.76	6.74	230.55	15.50	6.30	43.00	22.95	0.60	1.64	1.03	0.66
20/49	3.20	1	3	40	14.07	60	10.40	8.40	500	0.24	158.94	8.16	298.73	12.25	6.30	59.00	34.18	0.60	1.88	1.06	0.67
20/50	3.60	1	4	40	10.95	40	9.60	9.30	315	0.20	124.38	5.92	157.66	16.50	5.80	36.00	27.04	0.81	1.73	1.19	0.73
21/51	5.80	3	6	70	35.01	200	6.05	7.70	180	0.20	51.42	4.14	105.90	19.75	5.25	30.00	18.55	0.65	1.67	1.08	0.75
21/52	6.20	1	3	60	28.14	180	5.35	6.55	112	0.18	34.06	3.22	61.43	22.00	5.90	23.50	13.80	0.56	1.63	1.11	0.73
21/53	6.20	1	2	60	12.67	150	5.40	6.70	125	0.31	55.31	3.62	48.11	10.50	6.15	31.00	17.96	0.58	1.56	1.12	0.75
21/54	5.60	1	2	60	17.95	150	5.10	6.78	137	0.17	39.02	4.66	87.91	16.50	6.20	12.50	5.92	0.54	1.49	1.07	0.73
21/55	6.30	2	5	70	24.76	160	7.55	7.50	240	0.16	88.70	5.72	131.79	18.25	5.65	30.00	13.80	0.47	1.52	0.98	0.68
21/56	6.60	1	4	80	22.31	150	6.90	6.55	160	0.20	43.78	3.70	93.51	20.50	6.40	33.00	19.02	0.52	1.67	0.99	0.72
21/57	7.80	1	4	80	37.56	250	7.45	6.53	140	0.25	52.15	3.54	63.12	9.25	6.00	24.50	21.20	0.80	1.84	1.24	0.79
22/58	5.20	2	4	80	20.79	150	10.85	8.75	425	0.46	149.31	7.04	218.11	11.75	6.00	70.50	50.54	0.69	1.75	1.02	0.88
22/59	6.50	1	4	80	32.79	150	7.25	8.60	320	0.20	96.10	6.98	190.24	14.25	5.50	37.00	26.69	0.72	1.98	1.19	0.71
23/60	6.60	1	2	60	42.65	80	11.20	10.75	790	0.30	147.49	5.66	584.13	24.00	5.30	63.00	52.73	0.86	1.64	1.24	0.82
24/61	7.50	1	4	80	35.01	200	10.15	8.65	470	0.25	162.99	8.43	272.94	7.00	6.05	34.50	25.65	0.85	1.79	1.21	0.79
24/62	7.20	1	2	70	33.42	200	9.20	8.58	325	0.21	87.99	8.47	216.01	11.50	5.45	28.00	12.55	0.53	1.60	0.91	0.67
24/63	6.50	1	4	70	28.65	100	7.30	8.80	260	0.48	107.39	6.86	132.89	5.75	6.75	20.50	12.87	0.65	1.57	1.09	0.77
25/64	5.00	2	4	80	23.79	130	9.60	9.20	420	0.40	149.12	8.93	210.93	13.00	6.00	62.00	51.02	0.79	2.03	1.18	0.74

**Nota:** las características largo lóbulos (código 7) y ancho de de lóbulos (código 8), no se encuentran en el anexo por falta de espacio.

**Anexo 14 (continuación). Códigos de las 223 características cuantitativas de *A. cherimola* en fincas de agricultores. CATIE - 2007**

Código	Características
1	Altura del árbol
2	Nº. de ejes principales
3	Nº. de ejes secundarios
4	Nº. de ramas terciarias
5	Diámetro a 50 cm de altura
6	Nº. de frutos por árbol
9	Largo de fruto
10	Diámetro del fruto
11	Peso del fruto
12	Grosor del pericarpio
13	Peso del pericarpio
14	Peso del receptáculo de la pulpa
15	Peso pulpa
16	Grados Brix
17	pH
18	No. de semillas/fruto
19	Peso de semillas/fruto
20	Peso de una semilla
21	Longitud de la semilla
22	Diámetro de la semilla
23	Grosor de la semilla

**Anexo 15. Autovalores del análisis discriminante de las 11 accesiones de *A. muricata* en condiciones ex situ. CATIE - 2007.**

Autovalores	Porcentaje (%)	% Acumulado
31.19	61.97	61.97
19.14	38.03	100.00

**Anexo 16. Distribución por grupo de los 64 árboles de *A. cherimola*, en fincas de agricultores con 23 características, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

<b>Grupo 1 (rojo)</b>		<b>Grupo 2 (azul)</b>	
La Concepción: 33		Sta. Cruz: 55	
La Concepción: 6		Sta. Cruz: 56	
Sta. Cruz: 37		Sta. Cruz: 52	
La Concepción: 8		Sta. Cruz: 51	
La Concepción: 7		Sta. Cruz: 38	
La Concepción: 5		Frailles: 62	
San Andres: 2		Patio de Agua: 36	
San Andres: 4		Sta. Cruz: 54	
San Andres: 3		Sta. Cruz: 53	
San Andres: 1		María Auxiliadora: 46	
		Llano Bonito: 14	
	<b>10</b>		<b>11</b>
<b>Grupo 3 (verde)</b>			
La Concepción: 35		Copey: 43	
Frailles: 61		Carrizal: 45	
Sta. María de Dota: 59		La Concepción: 32	
Sta. Cruz: 57		La Concepción: 30	
La Concepción: 28		La Concepción: 25	
La Concepción: 27		Copey: 44	
La Concepción: 24		La Concepción: 21	
La Concepción: 31		La Concepción: 34	
La Concepción: 29		La Concepción: 26	
La Concepción: 22		La Concepción: 17	
Frailles: 63		María Auxiliadora: 50	
Sta. Cruz: 40		María Auxiliadora: 49	
Sta. Cruz: 39		María Auxiliadora: 48	
Sta. Cruz: 13		María Auxiliadora: 47	
Sta. María de Dota: 60		La Concepción: 11	
Copey: 42		La Concepción: 10	
Copey: 41		Llano Bonito: 15	
La Concepción: 23		La Concepción: 18	
La Concepción: 20		Llano Bonito: 16	
La Concepción: 19		Sta. Cruz: 12	
Frailles: 64		La Concepción: 9	
Sta. María de Dota: 58			
	<b>43</b>		<b>4</b>

**Anexo 17. Resumen de la distribución de las 64 árboles de *A. cherimola* en fincas de agricultores, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward. CATIE - 2007**

Cantón	Grupo 1 (rojo)	Grupo 2 (azul)	Grupo 3 (verde)	Total
Desamparados		1	3	4
Dota			7	7
Guarco		1		1
León Cortés	10	8	29	47
Tarrazú		1	4	5
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>43</b>	<b>64</b>

**Anexo 18. Autovalores del análisis discriminante de de los 64 árboles de *A. cherimola* en finas de agricultores. CATIE - 2007.**

Autovalores	Porcentaje (%)	% Acumulado
5.03	58.23	58.23
3.60	41.77	100.00

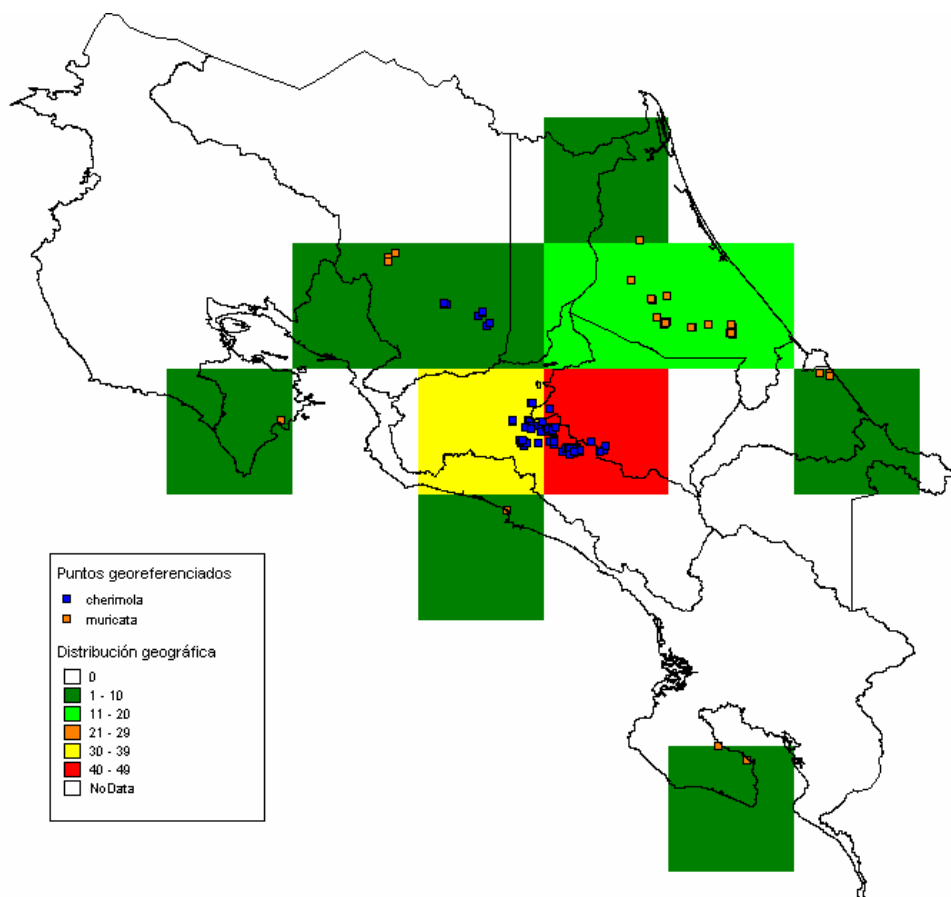
**Anexo 19. Base de datos consultadas por internet de INBio y *Missouri Botanical Garden* de *A. muricata* y *A. cherimola*. CATIE 2007**

Institución	Especie	Provincia	Latitud	Longitud
INBio	<i>muricata</i>	Guanacaste	9 51 40	-85 21 50
	<i>muricata</i>	Guanacaste	9 51 40	-85 21 50
	<i>muricata</i>	Guanacaste	9 51 40	-85 21 50
	<i>muricata</i>	Guanacaste	9 51 40	-85 21 50
	<i>muricata</i>	Heredia	9 59 20	-84 10 58
	<i>muricata</i>	Heredia	9 59 20	-84 10 58
	<i>muricata</i>	Heredia	9 59 20	-84 10 58
	<i>muricata</i>	Limón	9 39 30	-82 46 30
	<i>muricata</i>	Puntarenas	8 32 11	-83 25 31
	<i>muricata</i>	Puntarenas	8 32 11	-83 25 31
	<i>muricata</i>	Puntarenas	8 32 11	-83 25 31
	<i>muricata</i>	Puntarenas	8 32 11	-83 25 31
	<i>cherimola</i>	San José	9 55 00	-84 08 30
	<i>cherimola</i>	San José	9 50 39	-84 06 46
	<i>cherimola</i>	San José	9 55 00	-84 09 20
Missouri Botanical Garden	<i>muricata</i>	Heredia	9 59 20	-84 10 58
	<i>muricata</i>	Limón	9 39 00	-82 46 12
	<i>muricata</i>	Limón	10 06 00	-83 30 00
	<i>cherimola</i>	San Losé	9 54 36	-84 08 24
	<i>cherimola</i>	San José	9 50 24	-84 06 36

**Anexo 20. Base de datos creada durante la fase de campo en fincas de agricultores de  
*A. muricata* y *A. cherimola*. CATIE – 2007**

<b>Especie</b>	<b>Provincia</b>	<b>Cantón</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Altitud</b>
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 06 01	-83 22 11.3	38
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 05 24	-83 21 47.2	36
<i>muricata</i>	Limón	Matina	9 53 28	-83 39 05.9	59
<i>muricata</i>	Limón	Matina	9 53 30	-83 39 15.0	59
<i>muricata</i>	Limón	Pococi	10 15 31	-83 43 40.6	138
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 06 01	-83 22 11.3	38
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 03 57	-83 21 38.5	52
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 03 57	-83 21 38.4	48
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 03 57	-83 21 38.4	48
<i>muricata</i>	Limón	Matina	10 04 18	-83 22 18.0	57
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 04 18	-83 22 03.8	57
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 06 06	-83 26 48.3	54
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 06 08	-83 26 50.9	52
<i>muricata</i>	Limón	Limón	9 55 05	-83 00 58.4	14
<i>muricata</i>	Limón	Limón	9 55 41	-83 03 02.1	14
<i>muricata</i>	Limón	Limón	9 55 41	-83 00 58.4	14
<i>muricata</i>	Limón	Limón	9 55 05	-83 00 57.9	14
<i>muricata</i>	Limón	Limón	9 55 05	-83 00 58.4	14
<i>muricata</i>	Puntarenas	Quepos	9 26 07	-84 10 07.2	24
<i>muricata</i>	Puntarenas	Quepos	9 26 07	-84 10 07.2	24
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 05 30	-83 30 20.1	58
<i>muricata</i>	Limón	Siquirres	10 05 30	-83 30 21.1	58
<i>muricata</i>	Limón	Pococi	10 24 20	-83 41 46.5	60
<i>muricata</i>	Limón	Guácimo	10 12 21	-83 35 52.8	58
<i>muricata</i>	Limón	Miraflores	10 05 37	-83 30 47.5	147
<i>muricata</i>	Alajuela	La Tigra	10 19 50	-84 35 57.4	560
<i>muricata</i>	Alajuela	La Tigra	10 19 47	-84 35 39.0	475
<i>muricata</i>	Alajuela	La Tigra	10 20 35	-84 35 37.6	470
<i>muricata</i>	Alajuela	La Lucha de la Tigra	10 19 47	-84 35 39.0	475
<i>muricata</i>	Alajuela	La Lucha de la Tigra	10 21 33	-84 34 08.4	473
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 43 44	-84 05 05.4	1435
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 40	-84 06 46.3	1750
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 32	-84 07 07.0	1922
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 53	-84 06 53.6	1924
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 44 02	-84 01 35.9	1687
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 43 40	-84 01 20.5	1724
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 39 58	-84 06 30.6	1720
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 50	-84 06 34.5	1636
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 39	-84 07 07.8	1638
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 53	-84 06 43.7	1731
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 53	-84 06 49.3	1789
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 41	-84 06 07.1	1805
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 41 09	-84 07 01.0	1976
<i>cherimola</i>	Cartago	Guarco	9 47 54	-84 01 00.0	1842
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 43 17	-84 01 30.2	1890
<i>cherimola</i>	San José	Dota	9 39 02	-83 54 37.2	1929
<i>cherimola</i>	San José	Dota	9 39 05	-83 54 37.3	1929
<i>cherimola</i>	San José	Dota	9 38 42	-83 55 49.6	1872
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 40 43	-84 03 30.0	1800
<i>cherimola</i>	San José	Tarrazú	9 40 54	-84 00 10.9	1798
<i>cherimola</i>	San José	León Cortés	9 43 58	-84 01 40.4	1716
<i>cherimola</i>	San José	Dota	9 39 56	-83 59 10.5	1715
<i>cherimola</i>	San José	Dota	9 38 48	-83 50 19.7	1860
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados	9 45 17	-84 02 39.0	1630
<i>cherimola</i>	San José	Desamparados	9 45 20	-84 02 39.1	1620

**Anexo 21. Zonas de abundancia de *A. muricata* y *A. cherimola* en Costa Rica con base en el número de sitios con presencia con la información de la Dra. Patricia Quesada y la información generada en este estudio. CATIE - 2007.**



**Anexo 22. Datos de cuatro características climáticas, de 30 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de *A. muricata*. CATIE – 2007**

Características	n	Media	Mínimo	Máximo
Altitud	30	111.87	9.00	530.00
Temperatura media	30	25.13	22.09	27.61
Precipitación	30	3423.03	3049.81	3932.55
pH	30	5.52	4.53	6.69



**Anexo 23. Datos de dos características climáticas categorizadas, de 30 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de *A. muricata*. CATIE – 2007**

Características	Clase	Categoría	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Drenaje	1	Bueno	21	0.70
	2	Moderadamente	9	0.30
	1	Arcilloso limoso	1	0.03
Textura de suelo	2	Arena	2	0.07
	3	Franco	18	0.60
	4	Franco arenoso	9	0.30

**Anexo 24. Datos de cuatro características climáticas, de 25 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de *A. cherimola*. CATIE – 2007**

Características	n	Media	Mínimo	Máximo
Altitud	25	1785.60	1428.00	2338.50
Temperatura media	25	17.77	12.47	20.01
Precipitación	25	2148.97	1697.74	3700.18
pH	25	5.8	4.29	6.53

**Anexo 25. Datos de dos características climáticas categorizadas, de 25 puntos georeferenciados durante la fase de campo en fincas de agricultores de *A. cherimola*. CATIE – 2007**

Características	Clase	Categoría	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Drenaje	1	Bueno	20	0.80
	2	Moderadamente	5	0.20
	1	Arcilloso	3	0.12
Textura de suelo	2	Franco	11	0.44
	3	Franco arcilloso	6	0.24
	4	Franco arenoso	5	0.20

**Anexo 26. Base de datos con parámetro utilizados para la creación de zonas óptimas para *A. muricata*. CATIE – 2007**

No.	Provincia	Cantón	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	pH	Textura suelo	Temp. media anual	Temp. máxima anual	Temp. mínima anual	Precipit. media anual	Drenaje	Elevación	pH	textura
1	Limón	Matina	Bataan	10.101	-83.370	38	5.52	Franco	25.61	31.95	22.35	3357.50	Bueno	15.00	5.30	Franco
2	Limón	Matina	26 Millas	10.090	-83.363	36	5.30	Franco	25.64	31.94	22.34	3354.83	Bueno	17.00	5.30	Franco
3	Limón	Matina	Escabel Abajo	10.191	-83.651	59	4.26	Franco	22.09	29.45	18.97	3057.55	Moderadamente	116.00	4.90	Franco
4	Limón	Matina	Escabel Abajo	10.192	-83.654	59	4.26	Franco	22.12	29.39	18.89	3049.81	Moderadamente	125.00	4.90	Franco
5	Limón	Pococí	Anita Grande	10.259	-83.728	138	5.29	Franco arenoso	25.37	31.53	21.78	3908.15	Bueno	112.00	5.47	Franco
6	Limón	Matina	Bataan	10.101	-83.370	38	5.95	Franco	25.61	31.95	22.35	3357.50	Bueno	15.00	5.30	Franco
7	Limón	Matina	Bataan	10.066	-83.361	52	6.36	Franco arenoso	25.85	31.92	22.31	3297.90	Bueno	22.00	5.30	Franco arenoso
8	Limón	Siquirres	Pacuarito	10.066	-83.361	48	5.85	Franco arenoso	25.85	31.92	22.31	3297.90	Bueno	22.00	5.30	Franco
9	Limón	Matina	Barbilla	10.066	-83.361	48	6.05	Franco arenoso	25.85	31.92	22.31	3297.90	Bueno	22.00	5.30	Franco
10	Limón	Matina	Barbilla	10.072	-83.372	57	6.09	Franco	25.61	31.87	22.24	3377.93	Bueno	34.00	5.32	Franco
11	Limón	Siquirres	Pacuarito	10.072	-83.368	57	6.05	Franco	25.72	31.91	22.31	3359.84	Bueno	23.00	5.30	Franco
12	Limón	Siquirres	Monte Verde	10.102	-83.447	54	5.85	Franco arenoso	26.06	31.89	22.28	3316.40	Bueno	28.00	5.30	Franco arenoso
13	Limón	Siquirres	Pacuarito	10.102	-83.447	52	6.00	Franco	26.06	31.89	22.28	3316.40	Bueno	28.00	5.30	Franco
14	Limón	Limón	La Bomba	9.918	-83.016	14	5.85	Franco arenoso	26.21	32.00	22.42	3234.91	Bueno	4.00	5.05	Franco arenoso
15	Limón	Limón	La Bomba	9.928	-83.051	14	6.78	Franco	26.14	31.95	22.36	3284.14	Bueno	14.00	5.05	Franco
16	Limón	Limón	Río Banano	9.928	-83.016	14	6.78	Franco	26.10	32.00	22.42	3276.60	Bueno	4.00	5.05	Franco
17	Limón	Limón	Las Brisas	9.918	-83.016	14	6.61	Arcillo limoso	26.21	32.00	22.42	3234.91	Bueno	4.00	5.05	Arcillo limoso
18	Limón	Limón	La Bomba	9.918	-83.016	14	6.78	Franco	26.21	32.00	22.42	3234.91	Bueno	4.00	5.05	Franco
19	Puntarenas	Quepos	El Cocal	9.436	-84.169	24	6.50	Arena	27.61	31.94	22.34	3471.64	Moderadamente	17.00	6.60	Arena
20	Puntarenas	Quepos	El Cocal	9.435	-84.169	24	6.50	Arena	27.61	31.90	22.28	3471.64	Moderadamente	27.00	6.60	Arena
21	Limón	Siquirres	Las Palmeras	10.092	-83.506	58	5.26	Franco arcilloso	24.76	31.42	21.64	3579.42	Bueno	136.00	5.30	Franco
22	Limón	Siquirres	Las Palmeras	10.092	-83.506	58	5.00	Franco arcilloso	24.76	31.42	21.64	3579.42	Bueno	136.00	5.30	Franco
23	Limón	Pococí	Campo 2	10.406	-83.696	60	5.69	Franco arenoso	26.15	31.82	22.18	3932.55	Bueno	45.00	5.47	Franco arenoso
24	Limón	Siquirres	Guácimo	10.206	-83.598	58	5.38	Franco arenoso	25.71	31.82	22.18	3549.49	Bueno	45.00	5.47	Franco arenoso
25	Limón	Siquirres	Miraflores	10.094	-83.513	147	5.26	Franco arcilloso	24.21	31.56	21.83	3585.68	Bueno	104.00	5.32	Franco
26	Alajuela	San Carlos	La Tigra	10.331	-84.599	560	5.80	Franco arenoso	22.83	29.83	19.48	3563.92	Moderadamente	500.00	4.80	Franco arenoso
27	Alajuela	San Carlos	La Tigra	10.330	-84.594	475	5.69	Franco arenoso	22.82	30.23	20.03	3559.09	Moderadamente	408.00	4.80	Franco arenoso
28	Alajuela	San Carlos	La Tigra	10.342	-84.594	470	5.85	Franco arenoso	22.92	30.46	20.34	3563.61	Moderadamente	355.00	4.80	Franco arenoso
29	Alajuela	San Carlos	La Lucha	10.330	-84.594	475	5.70	Arcilloso	22.82	30.23	20.03	3559.08	Moderadamente	408.00	4.80	Franco
30	Alajuela	San Carlos	La Lucha	10.359	-84.569	473	5.47	Franco arenoso	23.38	30.99	21.06	3660.18	Moderadamente	234.00	4.80	Franco arenoso

**Anexo 27. Base de datos con parámetro utilizados para la creación de zonas óptimas para *A. cherimola*. CATIE - 2007**

No.	Provincia	Cantón	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	pH	Textura suelo	Temp. media anual	Temp. máxima anual	Temp. mínima anual	Precipit. media anual	Drenaje	Elevación	pH	Textura
1	San José	León Cortés	San Andres	0.729	-84.085	14.35	5.64	Franco	19.47	25.80	14.03	2014.39	Bueno	1421.00	6.50	Franco
2	San José	León Cortés	La Concepción	9.678	-84.113	1750	5.93	Franco arenoso	19.54	24.52	12.30	2112.70	Bueno	1713.00	6.50	Franco
3	San José	León Cortés	La Concepción	9.676	-84.119	1922	5.93	Franco arenoso	19.80	24.32	12.03	2116.37	Bueno	1758.00	6.50	Franco
4	San José	León Cortés	La Concepción	9.681	-84.115	1924	6.09	Franco arcilloso	19.54	24.52	12.30	2112.70	Bueno	1713.00	6.50	Franco
5	San José	León Cortés	Sta. Cruz	9.734	-84.027	1687	4.63	Franco arcilloso	17.37	24.74	12.61	1797.20	Bueno	1661.00	6.50	Franco
6	San José	León Cortés	Sta. Cruz	9.728	-84.022	1724	4.63	Franco arcilloso	17.37	24.74	12.61	1797.20	Bueno	1661.00	6.50	Franco
7	San José	León Cortés	La Concepción	9.666	-84.109	1720	5.93	Franco arenoso	20.10	24.89	12.81	2114.39	Bueno	1627.00	6.50	Franco
8	San José	León Cortés	La Concepción	9.681	-84.110	1636	5.98	Franco	19.26	24.72	12.57	2104.89	Bueno	1667.00	6.50	Franco
9	San José	León Cortés	La Concepción	9.678	-84.119	1638	6.55	Franco arenoso	19.54	24.52	12.30	2112.70	Bueno	1713.00	6.50	Franco
10	San José	León Cortés	La Concepción	9.682	-84.112	1731	5.98	Franco	19.26	24.72	12.57	2104.89	Bueno	1667.00	6.50	Franco
11	San José	León Cortés	La Concepción	9.681	-84.114	1789	5.98	Franco	19.54	24.52	12.30	2112.70	Bueno	1713.00	6.50	Franco
12	San José	León Cortés	La Concepción	9.678	-84.102	1805	5.15	Franco arcilloso	19.15	24.76	12.62	1955.80	Bueno	1658.00	6.50	Franco
13	San José	León Cortés	La Concepción	9.686	-84.117	1976	5.15	Franco arcilloso	19.37	24.08	11.71	1998.49	Bueno	1813.00	6.50	Franco
14	Cartago	Guarco	Patio de Aguas	9.799	-84.017	1842	5.72	Franco	18.77	23.56	11.01	1752.01	Moderadamente	1931.00	4.10	Franco
15	San José	León Cortés	Sta. Cruz	9.721	-84.008	1890	6.42	Franco	16.77	24.01	11.61	1712.38	Bueno	1829.00	6.50	Franco
16	San José	Dota	Copey	9.651	-83.910	1929	5.50	Franco	14.11	23.32	10.68	2446.39	Moderadamente	1987.00	4.10	Franco
17	San José	Dota	Copey	9.652	-83.910	1929	5.50	Franco	14.12	23.02	10.27	2438.04	Moderadamente	2055.00	4.10	Franco
18	San José	Dota	Copey	9.645	-83.930	1872	5.50	Franco	15.23	23.90	11.46	2422.29	Bueno	1855.00	6.50	Franco
19	San José	León Cortés	Carrizal	9.679	-84.058	1800	5.53	Arcilloso	18.25	24.55	12.34	1898.14	Bueno	1706.00	6.50	Franco
20	San José	Tarrazú	María Auxiliadora	9.682	-84.003	1798	5.53	Arcilloso	17.81	24.23	11.91	1947.83	Bueno	1778.00	6.50	Franco
21	San José	León Cortés	Sta. Cruz	9.733	-83.995	1716	5.80	Arcilloso	16.68	23.83	11.36	1697.74	Bueno	1871.00	6.50	Franco
22	San José	Dota	Sta. María de Dota	9.666	-83.820	1715	4.48	Franco	13.19	20.56	6.94	3700.18	Moderadamente	2618.00	4.10	Franco
23	San José	Dota	Sta. María de Dota	9.647	-83.839	1860	4.48	Franco	12.47	20.19	6.45	3274.73	Bueno	2701.00	5.93	Franco
24	San José	Desamparados	Frailles	9.755	-84.044	1630	4.73	Franco arcilloso	18.25	24.66	12.49	1863.66	Moderadamente	1680.00	4.10	Franco
25	San José	Desamparados	Frailles	9.756	-84.040	1625	4.73	Franco arcilloso	18.25	24.66	12.49	1863.66	Moderadamente	1680.00	4.10	Franco