

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



TRABAJO DE TESIS

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR *IN SITU*
DE 69 ACCESIONES DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) EN LA REGIÓN
DEL PACIFICO Y NORTE DE NICARAGUA**

AUTORES:

Br. CLAUDIO CARLOS TÓRREZ GARCÍA
Br. EVERTH JOSE URIARTE SILES

ASESOR:

Ing. Agr. ALVARO BENAVIDES GONZÁLEZ

**Tesis presentada a la consideración del
Honorable Tribunal Examinador como requisito
para optar al grado de *Ingeniero Agrónomo*
con orientación en Fitotecnia**

MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2003

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle con todo humildad y respeto al *Ing. Alvaro Benavides González*
Por su valiosa asesoría, técnica-científica y ayuda desinteresada para hacer posible la
elaboración de este Trabajo de Tesis

Al *Ing. MSc. Reynaldo Laguna Miranda* por su revisión y sugerencias finales de este
Trabajo de Diploma

A todos aquellos profesores que a lo largo de mi carrera contribuyeron mostrando
dedicación, voluntad y responsabilidad con mi enseñanza y la de los compañeros de clases.

También quiero dejar plasmado el profundo agradecimiento que guardo por aquellas
personas que a lo largo de mis años colaboraron de una u otra forma para la culminación de
de mis estudios

Asimismo, expreso el máximo agradecimiento al Programa Recursos Genéticos
Nicaragüenses (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria (UNA) por los equipos y
materiales facilitados para la realización del presente trabajo

Claudio Carlos Tórrez García

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo muy especialmente a mis Padres Maria Salomé García Narvárez y Domingo Tórrez Pichardo, que siempre han estado presente en mis pensamientos para iluminarme y guiarme sobre el buen camino.

A mi hija Helen Tórrez Avendaño que ha servido de motivación para poder seguir luchando y esforzándome cada día más.

Claudio Carlos Tórrez García

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a *Dios* nuestro señor por haberme permitido hacer realidad los sueños de mis padres y el tiempo que me permitió para poder realizar mis estudios y el Trabajo de Tesis

Ing. Alvaro Benavides González

Sin lugar a duda reconozco su magnífica labor y esfuerzo que dedicó como asesor para que se hiciera posible este Trabajo de Tesis

Ing. MSc. Reynaldo Laguna Miranda

Por su colaboración, revisión y sugerencias sobre este Trabajo de Tesis

A mi tíos

Dr. Iván Uriarte Baltodano y Erlinda Tenorio de Uriarte

Por haberme dado su apoyo incondicional, tanto moral como económico

También agradezco especialmente a la Universidad Nacional Agraria y a las personas que colaboraron de alguna u otra forma proporcionando información para que se hiciera posible este Trabajo de Tesis

Everth José Uriarte Siles

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a *Dios* por haberme guiado e iluminado y colmado de bendiciones durante mis años de estudios universitarios y en la elaboración e investigación del Trabajo de Tesis.

A mis padres

Adelina Siles López y Alvaro Uriarte Baltodano

Por su amor, sacrificio y abnegación en la formación profesional, quienes por sus sabios consejos me guiaron por el sendero de la vida.

A mis hermanos

Alvaro, Manolo, Margarita, Iván y Fátima

Que siempre estuvieron a mi lado apoyándome de alguna u otra forma durante mis años de estudios.

A mi Novia

Juana Angélica Castro Obregón

Por ser una persona especial en mi corazón

Everth José Uriarte Siles

ÍNDICE GENERAL

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
ÍNDICE GENERAL	<i>i</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Origen y dispersión	3
2.2. Botánica	3
2.2.1. Taxonomía	3
2.2.2. Descripción botánica	4
2.3. Polinización	5
2.3.1. Polinización natural	5
2.3.2. Polinización artificial	6
2.4. Ecología	7
2.5. Propagación	7
2.5.1. Propagación sexual	7
2.5.2. Propagación asexual	8
2.6. Mejoramiento y variedades	9
2.7. Insectos y enfermedades	10
2.8. Productos obtenidos del fruto	11

III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Ecología de las regiones estudiadas	13
3.2. Materiales y equipos	14
3.3. Muestreo y material experimental	15
3.4. Análisis de la información	17
3.4.1. Análisis de estadísticos descriptivos y correlación simple	17
3.4.2. Análisis multivariado	17
3.5. Variables evaluadas	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Características del sitio de muestreo	21
4.2. Información etnobotánica	21
4.3. Comercio y limitaciones	24
4.4. Algunos aspectos sobre la erosión genética	26
4.5. Variación de las características cuantitativas y cualitativas	27
4.6. Correlación fenotípica de caracteres cuantitativos	28
4.7. Análisis de Componentes Principales en características cualitativas y cuantitativas	30
4.8. Análisis de Agrupamientos	35
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u>	<u>Página</u>
1. Las Anonaceas y sus características fenológicas y de rendimiento	6
2. Las Anonaceas y sus requerimientos ecofisiológicos	9
3. Composición química de algunos frutales (100 g de la parte comestible)	12
4. Promedios de precipitación y temperatura del año 2001 en los departamentos muestreados INETER (2002)	15
5. Información de pasaporte y recolección de las accesiones estudiadas	16
6. Variables cuantitativas y cualitativas medidas en la caracterización	20
7. Lugares de muestreo e información sobre floración y cosecha de la guanábana en el Pacífico y Norte de Nicaragua	22
8. Uso etnobotánico de la guanábana en el Pacífico y Norte de Nicaragua	23
9. Intervalos de confianza en caracteres cuantitativos y moda en caracteres cualitativos en los conglomerados conformados	28
10. Matriz de correlación de caracteres cuantitativos	29
11. Componentes principales, variación explicada y características cualitativas y cuantitativas evaluadas	30
12. Intervalos de confianza en caracteres cuantitativos y moda en caracteres cualitativos en los conglomerados conformados	36

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Características botánicas de la guanábana. Salas (1993)	4
2. Ciclo de floración de la guanábana. Pohlan J. (2001)	5
3. Propagación y manejo del injerto en las Anonáceas. Pohlan J (2001)	8
4. Muestreo de germoplasma de guanábana en Nicaragua	16
5. Fenograma de la asociación de variables cuantitativas utilizando el método UPGMA y el coeficiente de correlación de Pearson como distancia	29
6. Distribución de las accesiones a través del primer y segundo CP utilizando variables cualitativas y cuantitativas	32
7. Distribución bidimensional de las variables cualitativas y cuantitativas a través del primer y segundo CP	32
8. Distribución de las accesiones a través del primer y tercer CPI utilizando variables cualitativas y cuantitativas.	34
9. Distribución bidimensional de las variables cualitativas y cuantitativas a través del primer y tercer CP	34
10. Fenograma general de las accesiones de guanábana de variables cualitativas y cuantitativas utilizando el método Ward	36
11. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster I	37
12. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster II	38
13. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster III	39
14. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster IV	40

INDICE DE ANEXOS

<u>Anexo</u>	<u>Página</u>
I. Ficha ecogeográfica de inventario de Anonáceas	44
II. Ficha etnobotánica de Anonáceas	47
III. Pasos para la conformación de los clusteres según el método Ward	49
IV. Coeficientes de relación de variables y clusteres (centroides de los clusteres)	50
V. Partición final, conformación y distancia de centroides según el método Ward y de distancia de Pearson	50
VI. Descripción de las variables de la Base de Datos del germoplasma de guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)	51
VII. Base de datos del germoplasma de guanábana (<i>Annona muricata</i> L.)	52

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló durante el período de mayo-2001 a septiembre-2002 con el objetivo de establecer la relación del germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L) en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Rivas, Matagalpa y Jinotega, mediante taxonomía numérica. La matriz estuvo conformada por 69 accesiones y 20 variables cuantitativas y cualitativas. Esta especie florece todo el año, la mayor producción se obtiene entre agosto y septiembre en la región norte, y entre mayo y aen la región del Pacífico. La fruta se consume fresca, las hojas tienen uso medicinal, y las semillas poseen propiedades insecticidas. El comercio es más frecuente en Masaya, Granada y Managua, siendo estos frutos de buena calidad (dulces, aromáticos y jugosos). La erosión genética está condicionada principalmente por la competencia con otros frutales, avance de la frontera agrícola, industrialización incipiente, entre otras. El análisis de componentes principales determinó que el 50.5 % de la variación total la aportan los 3 primeros componentes (28.6 %, 12.9 % y 9.0 %, respectivamente), éstos conformados por caracteres de frutos y semilla. Asimismo, a través del análisis de agrupamiento según el método Ward y el coeficiente de correlación Pearson como distancia resultó un fenograma de 2 grandes grupos, los cuales a una distancia de 16.5 formaron 4 clusteres que presentan características comunes y varianzas mínimas; de éstos se logró agrupar los materiales de los departamentos de Chinandega y León, Matagalpa y Jinotega, Masaya, Granada y Managua, y un cuarto grupo por accesiones que presentan los mayores promedios en los caracteres de frutos.

L INTRODUCCIÓN

Los frutales forman parte de la diversidad de plantas comestibles, muchas de ellas todavía silvestres y localizadas principalmente en las regiones tropicales; sin embargo, la investigación y el desarrollo de la agricultura en el mundo se han limitado a unas 150 especies, dejando a un lado otras con potencial económico. Muchos de estos cultivos proporcionan alimentos a las comunidades que las mantienen, pero de ser aprovechados podrían diversificar la dieta y constituir ingresos para los pequeños agricultores. Los parientes silvestres de éstas especies, poseen genes de resistencia a factores adversos útiles para elevar el rendimiento y calidad nutricional; algunos se adaptan a ambientes marginales y podrían mejorar ambientes degradados (IPGRI, 2000). Uno de éstos grupos es la familia de las Anonáceas, autóctonas del continente americano y con gran capacidad de crecer en diferentes condiciones tropicales y subtropicales.

En Nicaragua, las Anonáceas están representadas por el género comestible *Annona* integrado por *A. muricata* (guanábana), *A. reticulata* (anona corazón), *A. squamosa* (anona) y *A. purpurea* (sincoya), entre otras. Aunque se desconoce el grado de erosión genética, algunos materiales están en su mayoría relegados a ciertas áreas: *A. muricata* se encuentra en el Pacífico y Norte, *A. reticulata* en el Occidente, *A. squamosa* en Rivas y *A. purpurea* en Chontales y Matagalpa (Benavides y Loáisiga, 2000).

La guanabana es poco conocida fuera del trópico, pero está lista para integrarse como fruta fresca y con sus derivados en los mercados internacionales (Polhan, 2001). Tomando en cuenta lo anterior, se hace necesario conservar *in situ* y *ex situ* este germoplasma para su uso actual y futuro. Para esto es de suma importancia la prospección, colecta, caracterización y evaluación de este recurso genético. El presente trabajo trata de recopilar y ampliar información para que sirva de base a las futuras investigaciones en el país, por tal razón se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Caracterizar y evaluar *in situ* preliminarmente el germoplasma de guanábana (*A. muricata* L) muestreado en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Rivas, Matagalpa y Jinotega, mediante técnicas de análisis multivariados.

Objetivos específicos:

- Determinar aspectos etnobotánicos y de erosión genética de los materiales de guanábana a través de la información recopilada.
- Definir las características morfológicas que en mayor proporción determinan similitud y variabilidad entre los diferentes materiales de guanábana mediante el análisis de componentes principales.
- Determinar la relación y agrupación de las accesiones de guanábana en función de sus características morfológicas utilizando análisis de agrupamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen y dispersión

La guanábana se considera originaria de América tropical, se encuentra dispersa en Mesoamérica, Antillas y Brasil. En los Estados Unidos únicamente crece en el sur de la Florida (Can Pech, 1981). Cuando los Españoles llegaron al nuevo mundo ya esta fruta se encontraba creciendo en la zona., y fue descrita en el año 1526 por Hernández de Oviedo (Toro, 1989) en su historia natural de las Indias. Según Salas (1993), en Nicaragua esta especie se encuentra distribuida en todo el país, tanto en estado silvestre como cultivada.

2.2. Botánica

2.2.1. Taxonomía

Las Anonáceas son dicotiledóneas relativamente primitivas, presentan más de 40 géneros, de éstos sólo *Annona*, las especies *Rollinia deliciosa* y la *Asimina triloba* producen frutos comestibles. El género *Annona* comprende alrededor de 120 especies de clima caliente, principalmente de la América tropical y sub-tropical, de las cuales entre 8 y 10 tienen importancia agronómica. La especie que ha alcanzado mayor desarrollo es la chirimoya (*A. cherimola*), le sigue en importancia *A. squamosa* y a este la guanábana (*A. muricata*), la cual es muy apreciada en América Central por su excelente sabor y fuerte aroma, que se presta especialmente para la elaboración de jugos y helados (Baraona, 1989).

Sistemática de la guanábana

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae
Orden	Ranae
Familia	Annonaceae
Genero	<i>Annona</i>
Especie	<i>Muricata</i>

2.2.2. Descripción botánica

El árbol presenta altura hasta de 6 metros y 15 cm de diámetro, la corteza externa es de color castaña un poco liza y la parte interna es de color rosado y sin sabor. El follaje es siempre verde con características aromáticas y gustativas muy agradables (Larshminarayana, 1974). Las hojas son alternas oblongas u ovadas, de punta corta en ambos extremos, ligeramente gruesas y de color verde lustroso en el haz, el envés es de color verde pálido con diminutos orificios redondos que despiden un olor fuerte al estrujarse. Las flores son solitarias, grandes, carnosas de color amarillo pálido, en 3 ángulos debidos a los 3 pétalos exteriores cóncavos y acorazonados (Figura 1). El fruto es una baya colectiva o sincarpio; son grandes, cónicos aromáticos, carnosos y con la cáscara cubierta de espinas carnosas y cóncavas, la pulpa es blanca, jugosa, comestibles, ligeramente agria, contiene muchas semillas de color negro lustroso a castaño, y de forma oblongas; cada semilla se desarrolla de un pistilo (Salas, 1993).



Figura 1. Características botánicas de la guanábana. Salas (1993)

2.3. Polinización

2.3.1. Polinización natural

Schwarzenberg (1946); citado por Barahona (1998), comenta la existencia de la dicogamia o protogénesis en las Anonáceas, ésta consiste en la maduración no sincronizada de las partes femeninas y masculinas de una flor hermafrodita. Las flores se abren al amanecer cuando las anteras están iniciando la expulsión del polen, los pétalos externos se caen algunas horas después y los internos duran unos días más, o a veces todos los pétalos caen juntos; el mismo autor, cita que otros investigadores han observado que la mayoría de las flores de *A. muricata* se abren entre las 12 m. y las 8 p.m., y de 4 a.m. a 8 a.m., y la dehiscencia de las anteras ocurrió entre las 4 a.m. a 8 a.m., los estigmas permanecen receptivos por 2 a 3 horas solamente y durante este corto período no se produce dehiscencia de las anteras de la misma flor. Cuando el estigma toma una coloración café, ya no es receptivo y no tiene condiciones para recibir los granos de polen. Es por esto que la importancia de la polinización cruzada entre diferentes flores del mismo árbol o de otros árboles, la que debe ser realizada por insectos (Cuadro 1). La Figura 2 sintetiza las etapas de la floración en la guanábana.

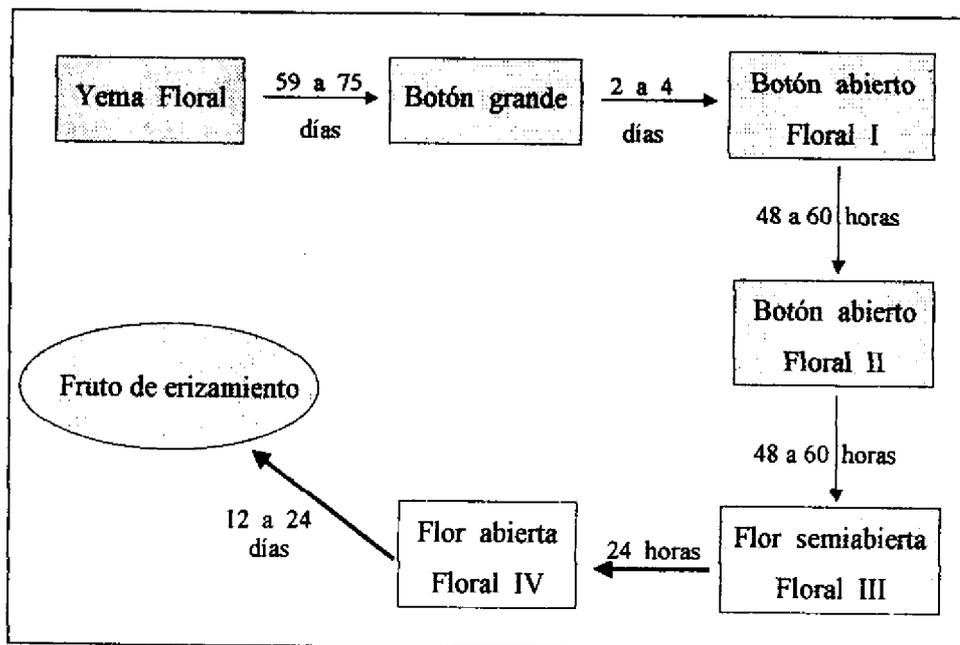


Figura 2. Ciclo de floración de la guanábana. Pohlen J. (2001)

2.3.2. Polinización artificial

Debido al fenómeno de dicogamia, las Anonáceas exhiben una producción escasa y errática. Para la polinización artificial o manual se procede de la siguiente forma: cuando la masa de pistilos ya se ha escurecido y secado, la flor se abre totalmente y comienza la liberación del polen, éste se recoge con un pincel y se deposita en un pequeño frasco, posteriormente una vez recogido suficiente polen, se procede a transferirlo con el mismo pincel a las flores frescas que están recién abriéndose y con los pistilos y estigmas receptivos. Se recomienda realizar esta práctica por la mañana debido a que se obtiene mejor fecundación (Escobar *et al.*, 1986; citados por Baraona, 1998).

Cuadro 1. Las Anonáceas y sus características fenológicas y de rendimiento

	<i>Annona muricata</i>	<i>Annona cherimola</i>	<i>Annona diversifolia</i>	<i>Annona squamosa</i>	<i>A. cherimola</i> X <i>A. squamosa</i>	<i>Annona reticulata</i>
Polinización	Insectos, manual y viento	Artificial	Viento e insectos	Viento e insectos	Artificial	Viento e insectos
Fructificación	Todo el año	Julio-Oct.	¿?	Junio-Sep.	Todo el año	Marzo-Mayo
Fruto	Muy variado, Color verde claro a verde intenso	Sincárpico ovoide a ovoideo esférico, carpelos bien visibles, color blanco marmoleado, 10 a 15 semillas	Ovoide, elipsoidal, verde claro a rosado oscuro	Sincárpico ovoide, carpelos muy prominentes, color verde oscuro, amarillo o rojo, 15 a 40 semillas, en Cuba existe una variedad sin semillas	10 a 40 semillas	Sincárpico ovoide, superficie casi liso, color rojo sangre o verde bronceado, 55 a 75 semillas
Peso de fruto (g)	500-5500	150-2700	450-700	300-700	225-2200	Hasta 2000
Número de frutos/árbol	15-150	25-40	25-50	-	50-150	-
Rendimiento (t/ha)	6-25	-	6-10	-	4.5-20	-
Calidad	Transportable con cuidado	Frutos frágiles	-	No transportable	-	Frutos frágiles

Fuente: Pohlan J. (2001).

2.4. Ecología

De todas las Anonáceas la guanábana es la de requerimiento más tropical, prefiere los climas cálidos y húmedos con precipitación media anual de 1000 a 1400 mm y sin estación seca, altitudes no mayores a los 1000 msnm, las temperaturas de 7 °C provocan caídas de hojas y de frutos, de igual manera la temperatura bajo cero dañan las maderas. Es sensible a vientos fuertes, manifestando quemaduras en las partes tiernas de la planta, y en la etapa productiva provoca caída de frutos y favorece la ruptura de ramas con cosecha, además no es muy exigente en cuanto al suelo. Las Anonáceas en general tienen arraigamiento poco profundo y de todas ellas la guanábana es la que presenta el mayor desarrollo radical, se desarrolla mejor en suelos profundos, fértiles bien drenados y ligeramente ácidos (pH 5.5-6.5). Aunque prefiere suelos con buen drenaje parece relativamente tolerante a suelos compactos (Baraona, 1989).

2.5. Propagación

2.5.1. Propagación sexual

La guanábana usualmente no presenta problemas en la propagación por semilla sexual; sin embargo, debido a que la germinación es relativamente lenta y las plántulas son susceptibles a *Phytophthora* sp. es que se recomienda colocarla en agua a 42 °C por 15 minutos y luego en una solución de Benomil (Benlate) de un gramo por litro por 24 horas. Se ponen a germinar en eras previamente desinfectadas, colocando la semilla en forma horizontal. Entre los 15 y 22 días comienza la germinación cuando las plantas tienen de 3 a 4 hojas se transplantan a bolsas de polietileno. El principal problema en vivero es el ataque de antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides*), por lo que se recomienda las atomizaciones preventivas (Baraona, 1998).

2.5.2. Propagación asexual

La utilización de un método vegetativo de propagación se justifica sólo si previamente se seleccionan árboles de alta productividad, ya que el árbol de guanábana injertado será más precoz que el obtenido a través de semilla. En diversas fuentes bibliográficas se reporta que este frutal se puede propagar por injertos, acodos y estacas (Baraona, 1998).

Por lo general la guanábana se reproduce por semillas sexuales, la cual puede producir aproximadamente al cuarto año y la propagación por estaca, púas e injertos entre 27 y 36 meses (MAG, 1991). La Figura 3 presenta un esquema de la propagación por semillas e injerto de las Anonáceas.

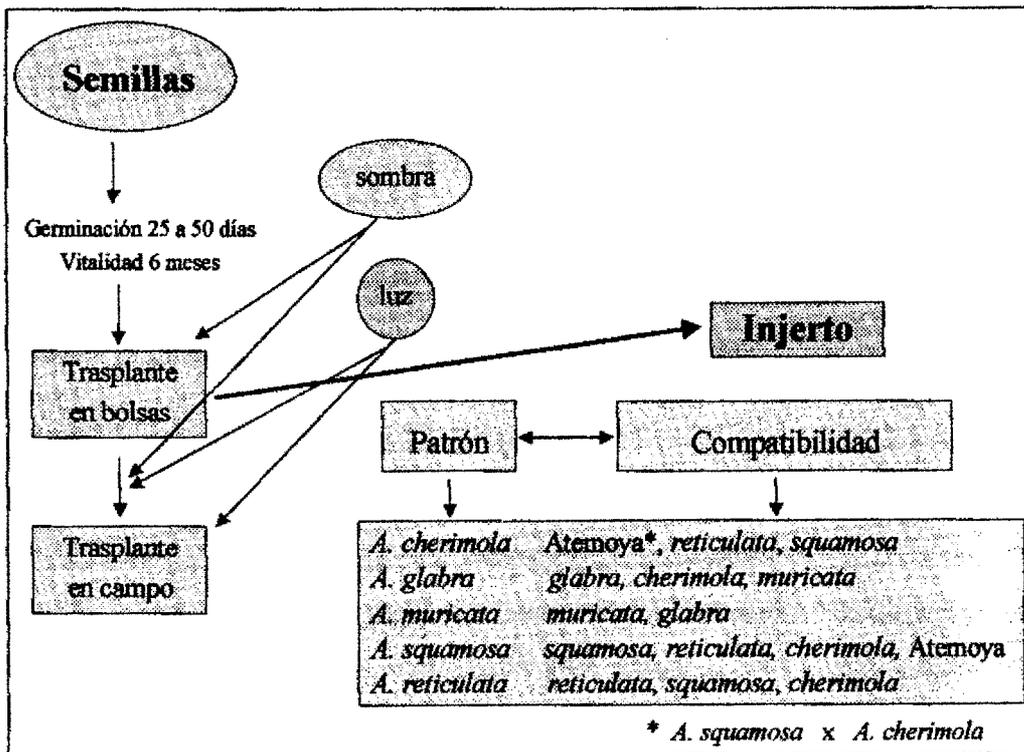


Figura 3. Propagación y manejo del injerto en las Anonáceas. Pohlen J. (2001)

Cuadro 2. Las Anonáceas y sus requerimientos ecofisiológicos

	<i>Annona muricata</i>	<i>Annona cherimola</i>	<i>Annona diversifolia</i>	<i>Annona squamosa</i>	<i>A. cherimola</i> X <i>A. squamosa</i>	<i>Annona reticulata</i>
Nombre común	Guanábana Soursop	Chirimoya Cherimola Cherimoya	A. Guatemala Ilama Papaúce	A. blanca Sugar apple Sweetsop	Atcmoya (híbrido)	A. corazón
Origen	Caribe	Alturas del Perú y Ecuador	Sur de México y Centroamérica	Caribe	Florida 1908	Centroamérica y Antillas
Hábito	Corona densa, 4 a 9 m de alto, ramificación abundante	Corona abierta, 5 a 8 m de alto, ramillas cilíndricas	Corona cónica y erecta, 6 a 7 m de alto	Corona abierta, 3 a 6 m de alto, bien ramificada	Corona abierta, 4 a 8 m de alto, bien ramificada	Corona abierta, 4 a 7 m de alto, ramillas cilíndricas
Temperatura (°C)	Tolerancia hasta 15°C, 23-32 °C, < 38 °C	Tolerancia hasta 5°C, 16-27 °C, < 32 °C	Tolerancia hasta 5 °C, 25-34 °C, < 37 °C	Tolerancia a sequía, 26-32 °C, < 34 °C	Tolerancia hasta 10°C, 22-27 °C, < 32 °C	Tolerancia a sequía, 24-32 °C, < 38 °C
Altitud (msnm)	Hasta 1250	200-2500	100-3000	500-1400	500-1400	500-1400
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Pocos exigentes en cuanto a fertilidad de suelo • Suelos arenosos, andosoles, ferralíticos, vertisoles • Drenados y profundos (manto friático bajo obstaculiza encharcamiento) • Ideal los de textura arcillo-arenosa • pH de 4.3-8.4 (<i>A. diversifolia</i> es tolerante a suelos calcáreos) 					
Precipitación (mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Faltan conocimientos amplios • Humedad relativa > 80 % estimula la polinización y fructificación • De 1000 a 3000 mm • Época seca es requerida 					

Fuente: Pohlman J. (2001)

2.6. Mejoramiento y variedades

Dado el escaso desarrollo a nivel mundial de este cultivo, se mencionan pocas variedades. En Puerto Rico, la guanábana se clasifica en 3 tipos: dulces, subácidas y ácidas; éstas a su vez se subdividen según su forma (redondas, forma de corazón, oblonga o angulares), y consistencia de la pulpa (suaves, jugosas y relativamente secas). Investigadores citados por Baraona (1998), describen 2 tipos de guanábana: la de azúcar, que presenta pulpa blanda y dulce; y la guanábana gigante, de pulpa ligeramente carnosa, acidulada, de buena calidad y gran tamaño. También mencionan una variedad "sin fibra" originada en Cuba, la cual no se propaga satisfactoriamente en injertos sobre guanábana, pero sí en *A. montana*; según Morton (1966), citado por el mismo autor, se introdujo a EE.UU. púas de una selección de guanábana encontrada en Costa Rica y a la que llamó "Bennet".

La mayoría de árboles y plantaciones que existen en la actualidad se han originado de semillas sexuales. En diferentes países de América se están desarrollando programas de mejoramientos y selección de la guanábana. En México la selección individual de una población se realiza con base a calidad y rendimiento; se considera como producción sobresaliente aquel árbol con producciones mayores de 40 kilogramos por árbol y por año (Baraona, 1998).

2.7. Insectos y enfermedades

Según el MAG (1991), las plagas insectiles y enfermedades de mayor importancia son las siguientes:

Polilla de la guanábana (*Tecla ortygnus*). Las larvas de esta mariposa se comen las flores y los frutos muy pequeños, por lo que su combate debe hacerse apenas se inicia la floración. La larva oviposita en pecíolos, ramas y frutos; y cuando ésta emerge, emigra y penetra en el fruto. El orificio de entrada se distingue por los excrementos que expulsa afuera y por la apariencia de aserrín, además destruye las flores. La producción es diezmada por esta plaga, debido a la destrucción de las flores, a la paralización del crecimiento de los frutos afectados y al aumento de la incidencia de antracnosis.

Perforador de la semilla (*Bephrata* sp.). También se le llama avispita de la guanábana. Deposita sus huevos bajo la epidermis de los frutos pequeños. Apenas nacidas las larvas comienzan a avanzar hasta alojarse en la semilla, donde terminan su desarrollo. Emergen de la semilla y fruto a través de una serie de orificios que deterioran el fruto, paralizan su crecimiento o se momifican por causa de las enfermedades antracnosis y mildiú polvoriento.

Taladrador del tallo (*Cratosomus* sp.). Las larvas de este gorgojo perforan ramas y tallos, aunque es una plaga secundaria, los árboles jóvenes muy afectados pueden morir.

Chinche de encaje (*Corythuca gossypii*). Los adultos y jóvenes de este chinche se localizan en el envés de las hojas y se alimentan de la savia que chupan. Actualmente es una plaga de poca importancia. Estos pequeños insectos viven agrupados y adheridos a hojas, ramas y frutos y su población aumenta en la época seca.

Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* Penz). Es la enfermedad más importante de la guanábana en los climas de humedad relativa alta. Causa una pudrición negra en los frutos y ataca en todas las etapas de desarrollo, principalmente los tejidos tiernos. Los frutos se momifican y caen. En el vivero provoca necrosis en el cuello del tallo y en las ramas terminales. Se ha observado que los árboles que crecen en condiciones poco favorables como mal drenaje, plagas, etc., son más afectadas por la antracnosis, por lo que se recomienda un manejo adecuado de la plantación. Se ha determinado una relación estrecha entre el ataque de *Cerconota* y la antracnosis, principalmente durante la época lluviosa, por lo que combatir la plaga conlleva la disminución de la enfermedad.

Diplodia (*Diplodia* sp.). Esta enfermedad es de poca importancia en este cultivo. Ocasiona necrosis en las ramas terminales y posteriormente secamiento de las mismas.

Scolecotrichum sp. Invade las hojas y producen manchas de color rojizo que se convierten en numerosas áreas necróticas.

2.8. Productos obtenidos del fruto de la guanábana

En México la guanábana se procesa para licor, también se exporta la pulpa a los Estados Unidos, Puerto Rico y Filipinas. En Hawaii se comprobó que la guanábana es una fuente de vitaminas B y C, asimismo se sabe que es una de las frutas tropicales que contiene mayor porcentaje de pectina (2.07 %). El Cuadro 3 establece la comparación química de la pulpa de la guanábana y otros frutos.

Cuadro 3. Composición química de algunos frutales (100 g de la parte comestible)

Componentes	Guanábana	Pitahaya	Zapote	Papaya	Banano	Naranja	Mango	Piña
Agua (g)	80.10	84.0	63.0	87.0	71.3	86.1	80.0	86.0
Energía (KJ)	247	-	112	192	418	222	301	218
Proteína (g)	0.69	1.40	1.30	0.40	1.08	1.00	0.55	0.50
Grasa (g)	0.39	0.40	0.20	0.10	0.13	0.20	0.20	0.20
Carbohidratos (g)	18.23	11.80	25.00	10.50	26.56	11.90	18.90	13.50
Fibra (g)	0.95	1.40	2.30	0.58	0.11	0.80	0.70	0.50
Ceniza (g)	0.58	-	1.10	0.57	0.90	-	0.40	0.30
Vitaminas								
Acido Ascórbico (mg)	16.40	8.00	24	70	5.10	50	15	10
Tiamina (mg)	0.07	0.04	0.05	0.03	0.044	0.09	0.08	0.09
Riboflavina (mg)	0.12	-	0.02	0.04	0.045	0.04	0.06	0.04
Niacina (mg)	1.52	-	2.40	0.40	0.690	0.40	0.46	0.24
Minerales								
Calcio	9	10	52	30	5	42	6	18
Hierro	0.82	1.30	1.40	0.40	0.49	0.4	0.16	0.30
Magnesio	22	-	-	40	40	14	12	12
Fósforo	29	26	28	15	18	22	15	12
Potasio	320	-	-	200	494	189	126	98
Sodio	22	-	-	3	1	1	3	1

Fuente: Pohlan J. (2001)

Por sus cualidades aromáticas excepcionales y su aptitud para soportar los tratamientos industriales de exportación, la pasteurización en este cultivo es un buen rubro para exportarse en formas de pulpas, néctares y jalea (Can Pech, 1981), se pueden consumir como refrescos, yogures, sorbetes, champolias, postres (Olaya, 1998). De igual manera, se extrae un concentrado utilizado como jugo, al cual se le adiciona agua. En Trinidad y Tobago, y Jamaica se utilizan diferentes partes de la planta para combatir algunos males. El emplasto de guanábana se recomienda para la tifa, la infusión de las hojas se utiliza para combatir la hipertensión, cefálea, palpitations, fiebre, influenza e insomnio, y las hojas molidas y utilizadas en inhalaciones para la pérdida del conocimiento (Olaya, 1998).

TERRANOBA (1995) reporta que las hojas contienen alcaloides, aceites volátiles, resinas y alcoholes. En la corteza se aisló un alcaloide impuro que usados en conejos tuvo un efecto cardíaco depresivo y estimulante respiratorio. La madera es apta para fabricar pipas y toneles, las hojas se emplean en té como astringente; del mismo modo, la guanábana es una planta con propiedades insecticidas contenidas en los frutos inmaduros, semillas, hojas y raíces (CATIE/GTZ, 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ecología de las regiones estudiadas

Nicaragua cuenta con un clima muy complejo en sus manifestaciones y constituye para el país un marco ambiental de suma importancia en cuanto al tipo de flora, fauna, su valor científico y productivo (Incer y Jerez, 1992). Se encuentra cerca de la línea ecuatorial, entre las latitudes 10° 45' y 15° 15' Norte, y longitud de 83° 00' y 88° 00' Oeste, sus regiones son permanentemente calurosas y estacionalmente húmeda y lluviosas determinándose 2 estaciones, una relativamente seca y otra lluviosa, pero siempre cálida.

La presente caracterización fue desarrollada *in situ* en los departamentos (Deptos.) de Chinandega (Chi), León (Leo), Managua (Man), Masaya (Mas), Granada (Gra), Rivas (Riv), Matagalpa (Mat) y Jinotega (Jin).

La zona de Masaya y Granada presenta bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas, también bosques medianos o altos perennifolios de zonas frescas y húmedas. El relieve se caracteriza por presentar altura entre 100 y 500 msnm, siendo el Mombacho la montaña más alta con 1345 metros. El clima es característico de la zona del Pacífico en donde predominan los arbustos y árboles caducifolios propio de las zonas áridas (Salas, 1993).

Rivas se caracteriza por presentar formaciones vegetales de bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semihúmedas. En cuanto al relieve, el espinazo de Rivas es una serie de cerros y colinas ubicados al centro de la faja de la tierra entre el Océano Pacífico y el Lago de Nicaragua, y frontera con Costa Rica. Estas tierras están entre los 100 y 455 msnm, y desde un punto de vista geológico corresponden a sedimentos y rocas volcánicas del eoceno con la intrusión del algunas tierras con rocas del terciario. En los meses de septiembre y octubre de cada año son generalmente muy húmedos debido a que este periodo los vientos del Océano Pacífico hacia tierra adentro son más frecuentes e intensos, llevando consigo grandes masas de aire húmedo, las cuales originan copiosas lluvias llamadas "temporales" (Salas, 1993).

La región norte tiene características tropical y subtropical. La vegetación subtropical seca es matorralosa, predominando árboles espinosos y cactáceas. La vegetación subtropical húmeda es más boscosa; abundan los musgos, helechos, orquídeas y bromeliáceas, dicha vegetación contrasta con los bosques de pinos y otros árboles forestales (Salas, 1993), y frutales silvestres.

El clima de la región Occidental según Köppen corresponde a tropical de sabana que se caracteriza por ser caliente, subhúmedo con lluvias en el verano y otoño astronómico y régimen de temperatura isotérmico (MAG, 1997). La clasificación bioclimática de Holdridge corresponde a zonas de vida subtropical húmeda y caliente en las planicies de Chinandega-León [bh-S (c)]; en la cuenca norte y sur del lago de Managua corresponde a la zona de vida subtropical seco y caliente [bh-S (c)]; las zonas por encima de los 500 msnm corresponden a zonas de vida subtropical húmedo a muy húmedo [bh-S y bmh-S].

Las condiciones climáticas en lo que respecta a temperatura varía de acuerdo a la altitud, las zonas bajas son calientes (27 a 29 °C) y las zonas altas de la Sierra de Managua con frescas (22 a 24 °C), de acuerdo con el MAG (1997), las precipitaciones generalmente son bajas y de tipo irregular en las planicies de la cuenca del lago de Managua y zonas costeras del Océano Pacífico (800 a 1200 mm/año), además presenta períodos caniculares muy prolongados (> 40 días). En el Pie de Monte y Sierra de Managua, la precipitación varía de 1300 a 1700 mm/año, con una distribución regular y períodos caniculares pocos prolongados (< 30 días).

En el Cuadro 4 se registran los datos de temperatura y precipitación promedio del año 2001 en cada uno de los departamentos muestreados.

3.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la prospección y colecta fueron los siguientes: GPS, altímetro, balanza, cinta métrica, regla milimetrada, vernier, tabla de colores Munsell, fichas de registro, cámara fotográfica, mapas y microcomputadora.

Cuadro 4. Promedios de precipitación y temperatura del año 2001 en los departamentos muestreados. INETER (2002)

Depto.	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Chi	0.0	0.0	0.5	0.0	334.6	56.2	138.2	143.0	493.6	226.2	53.9	142.8
	26.5	28.1	27.3	29.8	27.8	27.7	27.3	27.6	26.1	26.5	26.4	27.0
Leo	0.0	0.0	1.8	0.0	343.2	25.0	56.5	99.3	337.0	179.6	93.7	0.9
	27.1	28.2	28.6	30.1	28.1	27.8	27.6	28.0	26.2	26.7	25.9	26.7
Man	1.5	1.6	0.0	0.0	122.7	79.4	103.5	173.4	256.4	102.8	21.2	0.3
	26.5	26.9	27.9	29.2	29.2	27.3	26.9	27.5	26.6	27.0	26.4	27.2
Mas	3.8	3.6	0.8	0.3	174.2	142.2	133.9	269.1	437.5	216.5	63.7	4.2
	25.1	25.9	27.3	28.4	28.5	27.0	26.5	27.0	25.7	26.3	25.4	25.9
Gra	2.6	3.1	0.4	0.0	171.9	144.9	67.5	115.1	202.4	407.8	121.1	3.9
	26.1	26.6	27.5	28.5	28.6	27.0	26.7	27.1	26.3	26.5	26.0	26.6
Riv	2.2	2.5	0.6	0.2	215.1	219.2	173.2	135.6	199.8	216.8	101.4	8.7
	25.5	26.2	27.3	28.2	28.5	27.1	26.9	27.3	26.7	27.0	26.3	26.5
Mat	44.3	49.8	4.3	6.0	208.5	190.6	216.1	260.4	132.7	120.2	19.1	18.9
	23.2	23.4	24.7	26.4	27.0	24.9	24.1	24.8	24.6	24.9	24.4	24.4
Jin	25.1	23.5	1.5	0.4	134.0	88.7	68.2	123.3	154.1	90.8	60.7	30.3
	19.1	19.7	20.6	22.0	22.8	21.5	21.3	21.7	21.4	21.4	20.3	20.1

Nota: La primera y segunda fila corresponden a la precipitación y temperatura, respectivamente.

3.3. Muestreo y material experimental

Durante el período 2000-2001 se llevó a efecto el proyecto regional "Diversidad, Conservación y Uso Sostenible de Especies Priorizadas de Annonaceas en Mesoamérica" con el objetivo de inventariar y caracterizar preliminarmente *in situ* en Centroamérica (IICA/REMERFI), en Nicaragua fue coordinado por la UNA/REGEN, y se registraron 74 muestras de guanábana, de éstas sólo 20 accesiones presentaban información completa. Este estudio fue ampliado a los departamentos del Pacífico y Norte de Nicaragua y se conformó 69 accesiones (Cuadro 5, Anexo VII). Las unidades experimentales estaban constituidas por árboles individuales; el muestreo de éstos árboles se hizo según la prospección, inicialmente se determinó las áreas de distribución tomando a muestrear (Benavides y Loaisiga 2000). Se determinó características fenotípicas y se seleccionó al azar los árboles caracterizados, también se tomó en cuenta la distancia a recorrer. La distribución de la especie se gráfico a través del programa *ArcView* (Figura 4).

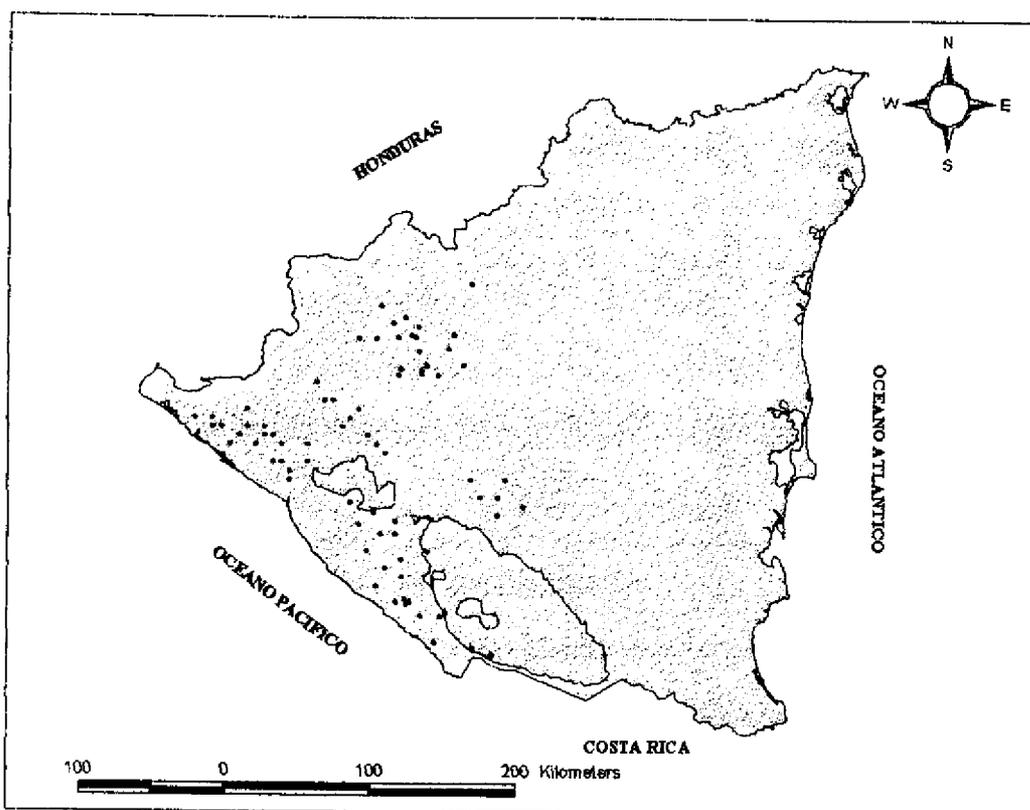


Figura 4. Muestreo de germoplasma de guanábana en Nicaragua

Cuadro 5. Información de pasaporte y recolección de las accesiones estudiadas

Accesión	Ficha	Depto.	Accesión	Ficha	Depto.	Accesión	Ficha	Depto.
1	1	Masaya	24	89	Matagalpa	47	123	Chinandega
2	3	Granada	25	100	Leon	48	124	Chinandega
3	4	Granada	26	102	Leon	49	125	Jinotega
4	5	Granada	27	103	Leon	50	126	Leon
5	7	Granada	28	104	Leon	51	127	Chinandega
6	8	Granada	29	105	Leon	52	128	Chinandega
7	12	Granada	30	106	Leon	53	129	Managua
8	13	Granada	31	107	Leon	54	130	Jinotega
9	15	Granada	32	108	Leon	55	131	Jinotega
10	16	Masaya	33	109	Leon	56	132	Jinotega
11	17	Masaya	34	110	Leon	57	133	Jinotega
12	18	Masaya	35	111	Leon	58	134	Jinotega
13	24	Masaya	36	112	Leon	59	135	Jinotega
14	26	Masaya	37	113	Leon	60	136	Jinotega
15	28	Managua	38	114	Leon	61	137	Jinotega
16	30	Managua	39	115	Leon	62	138	Jinotega
17	58	Rivas	40	116	Chinandega	63	139	Matagalpa
18	64	Rivas	41	117	Chinandega	64	140	Matagalpa
19	67	Rivas	42	118	Chinandega	65	141	Matagalpa
20	71	Jinotega	43	119	Chinandega	66	142	Matagalpa
21	75	Jinotega	44	120	Chinandega	67	143	Matagalpa
22	76	Jinotega	45	121	Chinandega	68	144	Matagalpa
23	80	Matagalpa	46	122	Chinandega	69	111	Matagalpa

3.4. Análisis de la información

La información obtenida de las fichas ecogeográficas de inventario (Anexo I) y etnobotánicas (Anexo II) de Anonáceas se introdujo en su respectivas bases de datos (Anexo VII) en computadora. La base de datos se organizó en caracteres cualitativos y cuantitativos.

3.4.1. Análisis de estadísticos descriptivos y correlación simple

Los caracteres cualitativos fueron procesados y se determinó la moda y frecuencia. En cuanto a los descriptores cuantitativos, éstos fueron sujetos a análisis descriptivos tales como media arimética (μ), desviación estándar muestral (S) y error estándar (S/\sqrt{n}); y en base a dichos parámetros se conformaron intervalos de confianza (IC) mediante la siguiente ecuación:

$$IC = \mu \pm S/\sqrt{n}$$

Según Gutiérrez (2000), los intervalos formados por S/\sqrt{n} , $2S/\sqrt{n}$ y $3S/\sqrt{n}$ en una distribución normal contienen el 68.2%, 95.4% y el 99.9% de las observaciones, respectivamente.

Con respecto al análisis de correlación se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y la ecuación es similar a la empleada para determinar la similitud de los conglomerados (Crisci y López, 1983).

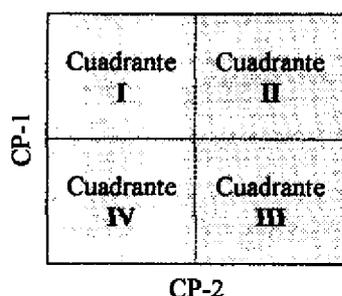
3.4.2. Análisis multivarado

El conjunto de datos (Anexo IV) se organizó en una matriz, de forma tal que las hileras correspondieran a los promedios de las variables de las OTU's (Unidades Taxonómicas Operativas) y las columnas a los caracteres. La matriz de datos (X_{ij}) para cada departamento fue del orden 69 x 20 para caracteres cualitativos y cuantitativos.

La relación del germoplasma se efectuó mediante técnicas de taxonomía numérica: análisis de componentes principales (ACP) y análisis de agrupamientos (AA). Se utilizó SÁS, Minitab y SPSS en los análisis estadísticos y resultados.

Con respecto al ACP, este es una técnica que permite reducir el conjunto de variables correlacionadas a un conjunto menor no correlacionadas denominados componentes principales (CP), estas son combinaciones lineales de las variables originales (Pla, 1986), capaces de retener gran cantidad de información suministrada por las variables originales (Castro, *et al.*, 1993). Dicho de una manera más precisa, el ACP facilita el estudio de las relaciones existentes entre las variables y provee la dispersión de las observaciones (poniendo en evidencia posibles agrupamientos) detectando las variables que son responsables de dicha dispersión (Judez, 1989; citado por Benavides, 2001)

En este trabajo se graficaron en un plano bidimensional los dos primeros CP, tanto para accesiones como de variables, y al final se establecieron cuatros cuadrantes:



Para solucionar en parte el problema que se presenta con las diferencias de escala medida en caracteres, se realizó estandarización para que los nuevos valores tuvieran media cero y varianza uno (Crisci y López, 1983), el cálculo mencionado se expresa de la siguiente manera:

$$X_{ij} = \frac{(X_{ij} - X_i)}{S_i}$$

en que X_{ij} es el valor del carácter i para la OTU j ,

X_i es la media del carácter i , y S_i es la desviación estándar.

El AA se utilizó agrupando las variables con el objetivo de encontrar la mejor manera de describir semejanzas mutuas entre las OTU's separando en grupos preliminares definidos. Se empleó el método Ward's (mínima varianza) propuesto por Ward (1963), basada en que es una técnica del tipo jerárquico y plantea la optimización de una función objetivo: la minimización de la suma de cuadrados dentro de grupos (Wishart, 1969). Por ser jerárquica permite la estimación del número de grupos en el proceso mismo de clasificación; asimismo, la función objetiva está relacionada naturalmente al análisis de varianza univariado y multivariado (Franco y Crossa, 1999), el resultado final se presenta en forma gráfica denominado dendrograma o fenograma. La medida de similitud entre dos grupos se calculó mediante el coeficiente de correlación de Karl Pearson (Crisci *et al.*, 1983) expresado en la siguiente ecuación:

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j) (X_{ik} - \bar{X}_k)}{\left[\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \sum_{i=1}^n (X_{ik} - \bar{X}_k)^2 \right]^{1/2}}$$

de donde,

r_{jk} es el coeficiente de similitud o coeficiente de correlación del momento - producto.

X_{ij} es el valor del carácter i para la OTU j , y X_{ik} es el valor del carácter i en la OTU k .

\bar{X}_j es la media para todos los valores de los estados OTU j

\bar{X}_k es la media para todos los valores de los estados OTU k

En la conformación del fenograma de correlación de variables se empleó el método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method with the arithmetic Averages) que calcula la distancia entre 2 variables como el promedio de las distancias entre todos los pares de variables de los dos grupos (Franco y Crossa, 1999). Las operaciones aritméticas se realizaron a través de la siguiente fórmula:

$$md_{ik} = \left[\sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_{kj})^2 \right]^{1/2}$$

de donde,

md_{ik} es el coeficiente de distancia euclidiana (promedio de OTU i y k) utilizada cuando los elementos de la matriz están representados por caracteres cuantitativos (Judez, 1989; citado por Benavides, 2001).

X_{ij} es el valor del carácter i para la OTU j , y X_{kj} es el valor del carácter i en la OTU k .

3.5. Variables evaluadas

Cada unidad experimental presentó una ficha de inventario (variables de pasaporte, recolección y caracterización preliminar) y ficha de información etnobotánica (Anexos I y II). La medición de las principales variables de árbol se realizó *in situ* y las variables de frutos (2 a 6 unidades) se midieron en árboles de aproximadamente 7 a 10 años y en época de fructificación.

Cuadro 6. Variables cuantitativas y cualitativas medidas en la caracterización

Variable	Código	Medición
Altura de árbol	ALTUR	Metros (m)
Número de ejes	NEJES	Números
Diámetro de árbol	DIAME	Centímetros (cm)
Peso del fruto	PESOF	Gramos (g)
Longitud del fruto	LONGF	Centímetros (cm)
Diámetro del fruto	DIAMF	Centímetros (cm)
Peso de la cáscara	PESOC	Gramos (g)
Grosor de la cáscara	GROSC	Milímetros (mm)
Número de semillas	NUMSE	Números
Peso de la semilla	PESOS	Gramos (g)
Longitud de la semilla	LONGS	Milímetros (mm)
Diámetro de la semilla	DIASE	Milímetros (mm)
Grosor de la semilla	GROSE	Milímetros (mm)
Carpelos	CARPE	1= Prominente 2= No Prominente
Color de la cáscara	CASCO	2=Verde amar. 3=Verde olivo 4=Verde claro
Textura de cáscara	TEXCA	1= Lisa 2= Aspera
Textura de la pulpa	TEXPU	1=Blanda 2=Arenosa 3=Fibrosa
Sabor de la pulpa	SABOR	1=Insípido 2=Acido 3=Dulce. 4=Muy dulce
Aroma de la pulpa	AROMA	1=Ausente. 2=Leve. 3=Fuerte.
Jugosidad	JUGOS	1= Jugoso 2= Semi-jugoso

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características del sitio de muestreo

En las localidades donde se muestrearon árboles de guanábana (Cuadro 7), se encontró que el 97% eran cultivados y el resto (2.8 %) tolerados y silvestres; las características físicas del suelo fueron las siguientes: topografía plana (65.2%), ondulada (31.9%) y accidentada (2.9%). La fertilidad fue media en la mayoría de los casos (88.4%), pobre (10.5%) y alta (1.5%). Con respecto a la humedad del suelo el 73.9% corresponde al estado media, 18.8% baja y 7.3% alta; la textura es media (76.8%), 20.3% fina y 2.9% gruesa y con buen drenaje (97%). La mayoría (99%) de los árboles se ubicaron en lugares sombreados y asociados con frutales de mango, zapotes, musáceas, aguacates, jocotes, nancites, grosedas, cocos, papaya, marañón, cítricos, melocotón, entre otros.

4.2 Información etnobotánica

La especie *A. muricata* L. es conocida como guanábana, aunque algunas personas de Wasaka, La Dalia (Matagalpa) la llaman chirimoya. Florece y produce todo el año, pero la mayor producción se obtiene en agosto y septiembre en la zona norte; mayo, julio, y agosto en el Pacífico (Cuadro 7). Los rendimientos por árbol varían según las condiciones agronómicas y ambientales, la información recopilada sobre este aspecto no es muy confiable debido a que los productores no llevan registros y sólo se puede estimar.

En las zonas cálidas y húmedas de Costa Rica la guanábana florece a los 2 años; en cambio en la India y Hawai es más tardía. En la India este frutal presenta un período de reposo durante el mes de Diciembre en el que vota las hojas, este fenómeno no se ha observado en Costa Rica, aunque presente renovación de follaje en períodos definidos. En la India este frutal presenta 4 períodos máximos de floración; el primero en agosto, y los otros a mediados de diciembre, finales de enero y mediados de marzo. La fructificación se produce en abril y junio; por el contrario, en Costa Rica se presenta producción durante todo el año, con un máximo en los meses de junio y julio (Baraona, 1998).

Cuadro 7. Lugares de muestreo e información sobre floración y cosecha de la guanábana en el Pacífico y Norte de Nicaragua

Departamento	Localidad	Floración	Cosecha
Chinandega	Chinandega, Somotillo, Villanueva, El Viejo, Chichigalpa, El Realejo, Corinto, Posoltega, San Pedro, La Mora	marzo a julio	mayo a septiembre
León	León, El Sauce, Telica, Malpaisillo, Quezalguaque, La Paz Centro, Nagarote, Los Leches, Las Chácaras, La Ceiba	marzo a julio	mayo a septiembre
Managua	Managua, Tipitapa, Ciudad Sandino, Mateare, Ticuantepe, San Rafael del Sur, El Crucero, Satélite de Asososca	abril a julio	junio a septiembre
Masaya	Masaya, Tisma, Catarina, Niquinomo, San Juan de Oriente, Masatepe, La Concepción, Tisma, Pacaya, Ticuantepe, Diriomito	enero a julio	marzo a noviembre
Granada	Granada, Diriomo, Diriá, Nandaime, San Antonio, Tepeyac, Caña Castilla, Guapinol, Guanacaste	febrero a abril	abril a julio
Rivas	Rivas, San Jorge, San Juan del Sur, Tola, Cárdenas, Barrio Nuevo, Sapoá, San Jorge	marzo a mayo	agosto a octubre
Matagalpa	Matagalpa, Tuma-La Dalia, San Ramón, San Dionisio, Sébaco, La Dalia/Wasaca, Los Limones, Tepeyac, Guanuca, Susalí	enero a agosto	marzo a septiembre
Jinotega	Jinotega, San Sebastián de Yalí, San Rafael del Norte, El Cuá, Pabona Central	enero a agosto	mayo a noviembre

La información recopilada determinó que la madera es poco utilizada, los árboles son usados como cercas vivas. El fruto se consume de forma fresca, las hojas tienen uso medicinal, se tratan enfermedades del estómago, riñones (Ficha 3, 13, 18) piel y diabetes, entre otras (Cuadro 8). También se reportó que las semillas tostadas y molidas son utilizadas para controlar zompopos y hormigas (Ficha 13). Estudios realizados por CATIE/GTZ (1999), indican que el polvo de las semillas de guanábana tienen propiedades insecticidas. Olaya (1998), reporta que los emplastos de guanábana son utilizados para la tña, y la infusión de las hojas para combatir la hipertensión, palpitaciones, fiebre, influenza e insomnio; por otro lado agrega que las hojas molidas en inhalaciones son utilizadas para la pérdida del conocimiento.

Cuadro 8. Uso etnobotánico de la guanábana en el Pacífico y Norte de Nicaragua

Parte utilizada	Uso	Forma de uso/Preparación	Localidad
Hojas	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades renales 	<ul style="list-style-type: none"> • Se cortan 3 hojas y se ponen a cocer en 1 litro de agua, después se toma un vaso de esta infusión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya, Granada
		<ul style="list-style-type: none"> • Se seleccionan 7 hojas del cogoyo. Se cocen en 1 litro de agua y se toma con miel de jicote. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya, Granada
		<ul style="list-style-type: none"> • Se ecogen 7 hojas y se hace la cocción en 1 litro de agua, y se toma en ½ vaso en ayunas. • La infusión es preparada con los cogoyos u hojas nuevas. Se utilizan de 5 a 7 hojas y se hace la cocción, y se toma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Granada • Rivas
Hojas	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades de la piel (paños) e intestinales (diarreas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Se cortan 3 hojas y se ponen a cocer en agua (1 litro), después se toma un vaso de esta infusión 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya, Granada
	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes, enfermedades renales ("chistata") 	<ul style="list-style-type: none"> • Se seleccionan 7 hojas. Se cocen en 1 litro de agua y se toma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya, Granada
	Corteza	<ul style="list-style-type: none"> • Para cercas • Leña 	<ul style="list-style-type: none"> • Como cercas vivas y muertas.
Fruto		<ul style="list-style-type: none"> • Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • Fruta fresca • Refresco • Helados
	<ul style="list-style-type: none"> • Los frutos licuados con leche son buenos para la úlcera. Se toma un vaso en ayunas 		<ul style="list-style-type: none"> • Granada
Semilla	<ul style="list-style-type: none"> • Insecticida 	<ul style="list-style-type: none"> • Las semillas se tuéstan (1 libra) y son molidas. El polvo se utiliza para controlar zompopos y hormigas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya, Granada
	<ul style="list-style-type: none"> • Juego 	<ul style="list-style-type: none"> • Los niños la utilizan para jugar. El uso es similar al del frijol "Chonete" (<i>Phaseolus lunatus</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Masaya

Según Salas (1993), la guanábana en estado natural se utiliza para preparar bebidas, helados y conservas. En algunos lugares de Nicaragua las hojas, las flores y las semillas se han usado medicinalmente. De las hojas se ha preparado un insecticida efectivo contra los piojos.

El Cuadro 8 resume información sobre algunos aspectos etnobotánicos recopilados en las localidades muestreadas.

4.3. Comercio y limitaciones

El comercio de la producción de frutos de guanábana está dirigido principalmente a los mercados locales de Masaya, Granada y Managua, y en menor grado Chinandega y León. Esta actividad es similar a lo que ocurre con los frutales de Sapotaceas; según Orozco (1998), el principal movimiento de estos productos se da en los mercados locales y de la capital, y la mayor producción se encuentra en los períodos de marzo-abril y junio-julio.

El mercadeo de los frutos de Anonáceas no es muy buena en la zona de Rivas, los frutos de mayor comercio son los nísperos, zapotes, plátanos, cítricos, entre otros; en Matagalpa y Jinotega esta fruta tiene poco comercio.

En el mercado Rivas se pueden encontrar algunos frutos de guanábanas provenientes de zonas aledañas; las vivanderas entrevistadas (Anexo II) comentan que donde se venden y encuentran con mayor frecuencia en Masaya (La Concha y pueblos cercanos), y Granada (Diriomo y Diriomito).

Los frutos de guanábanas se pueden obtener en los mercados y el precio varía según la época de producción en los departamentos, el tamaño y la calidad física. Los frutos pequeños se pueden comprar entre C\$* 2.00 y C\$ 3.00 la unidad y los frutos más grandes se comercializan entre C\$ 10 y C\$ 20.

* 1 US\$ = C\$14.50

Los frutos de Anonáceas, y principalmente los de guanábana no se pueden conservar por mucho tiempo, muestran tendencia a fermentarse después de su maduración. La cáscara delgada de los frutos dificulta el almacenamiento y transporte; en general son atacados por zompos, mosca del fruto, hormigas, chinches, avispas y hongos; los cuales dañan el tallo, hojas, flores y frutos. El alto contenido de azúcares en los frutos maduros los hace muy apetecidos por las hormigas (Ficha 1). En la localidad de Rivas por ser un zona frutícola existen muchas plagas que atacan a estos cultivos.

En el caso de Masaya y Granada hay un tipo una pequeña avispa negra que se reproduce dentro del fruto, también ataca las flores y éstas oscurecen y caen (Ficha 12). Las hormigas pican el fruto maduro e inmaduro y lo deterioran. Las hormigas y comején también pueden vivir dentro de los árboles; el comején llega a secar los árboles de guanábana y anona. También existe una micropalomilla y un tipo de chinche que orina los frutos y estos caen verdes, y después la parte afectada, oscurece y se pudre.

Se encontró que en los huertos familiares no se les practica ningún manejo agronómico, son pocos los agricultores que utilizan fertilizantes nitrogenados (Ficha 12), los árboles de guanábana crecen en los cafetales cultivados, sirviendo de sombra a dichas plantaciones. Algunos horticultores hacen aplicaciones de insecticidas (Decis) para el control de hormigas y avispa (Ficha 1, 2 y 8). Asimismo, los frutales de Anonáceas son podados cuando las ramas están secas (Ficha 1, 2 y 9). Otro tratamiento es que las plantas se pintan con cal y carburo en la base del tallo.

Los pájaros se comen los frutos maduros, pero esta es una plaga de poca importancia. De todos los problemas en cuanto a plagas se refiere, se concluye que un 80 % (según encuestas) corresponden a daños causados por hormigas.

4.4. Algunos aspectos sobre la erosión genética

Como consecuencia del desconocimiento que tienen los recursos genéticos, y de la importancia que estos representan en el presente y futuro del país, la familia de las Annonaceas al igual que otras especies vegetales y animales, corren el riesgo de perderse en algunas localidades de Nicaragua. En base a la información recopilada, la prospección y colecta de guanábana realizada *in situ* se determinó que la erosión genética está condicionada principalmente por: introducción de especies frutales de mayor rentabilidad (Rivas), en las plantaciones de café las guanábanas pueden ser reemplazadas por especies arbóreas maderables y leguminosas fijadoras de nitrógeno (zona Norte), intensificación de la agricultura y la ganadería, precios altos en el mercado que no estimulan el consumo y desinterés de los pobladores por incluir esta fruta en su dieta (zona Norte), falta de políticas gubernamentales y de interés por incorporar el cultivo de guanábana como un frutal de gran potencial económico, desastres naturales, entre otros.

La destrucción de la vegetación nativa es casi ausente, ya que en su mayoría los productores entrevistados (72.5 %) comentan que no tenían planes de eliminar las plantas de guanábana. En la mayoría de los casos se observan árboles de guanábana y anona a la orilla de cercos o solares baldíos, los cuales en un futuro podrían desaparecer. En las zonas más urbanizadas la erosión genética es acelerada debido a las ampliaciones que se realiza en las casas. La pérdida de estos materiales en un futuro se debe a que están siendo reemplazados por frutales de mayor comercialización. Los pobladores afirman que los aguacates y mangos tienen mayor comercio que las Anonáceas, de éstas la guanábana es la única fruta que tiene comercio. No obstante, algunos productores en Masaya y Granada están dispuestos a realizar actividades de conservación de estas especies, si obtienen algún tipo de ayuda.

4.5. Variación en las características cuantitativas y cualitativas

Los caracteres cuantitativos se utilizan para la mantención de cultivares, ellos pueden ser afectados por el ambiente, la variación es continua y en gran parte determinan la proporción fenotípica de los mismos (CIMMYT, 1995). En este estudio, los caracteres que presentaron mayor variación fueron el peso (PESOF) y número de semillas por fruto (NUMSE). Los frutos de mayor peso se obtuvieron en los departamentos de Granada, Masaya, Jinotega y Matagalpa, con peso promedios de 1332, 1276, 1236 y 1096 gramos, respectivamente; los de menor peso se recolectaron en los departamentos de León, Rivas, Managua, y Chinandega con peso promedios de 746, 663, 598 y 443.2 gramos, respectivamente (Cuadro 9). El resto de las variables cuantitativas se observó que hay poca variación en los diferentes departamentos teniendo un comportamiento similar al peso del fruto.

Con respecto a las variables cualitativas, éstas son usadas para el mantenimiento varietal y caracterización, tienen menos interacción con el medio ambiente que los caracteres cuantitativos, ya que están más influenciados por el genotipo (Beek, 1991); Ortiz (1984), agrega que se heredan de una generación a otra, manteniendo su expresión fenotípica; por lo tanto son más importantes para clasificar individuos en diferentes condiciones ambientales. Durante el estudio, se recolectaron frutos con cáscara verde olivo (73.7%) y verde claro (26.3%), textura de cáscara lisa (21.1%) y áspera (78.9%); frutos con carpelos (89.5%) y sin carpelos (10.5%); textura de pulpa blanda (57.9%), arenosa (5.3%) y fibrosa (36.8%), jugosa (95%) y dulce (89.5%) a muy dulce (10.5%), y con aromas leves (10.5%) y fuerte (89.5%).

Los departamentos de Masaya y Granada presentaron frutos de calidad, ya que presentan una textura de la pulpa blanda y arenosa, sabor dulce y muy dulce con un fuerte aroma, son jugosos y con buen desprendimiento de cáscara.

Cuadro 9. Intervalos de confianza de las variables cuantitativas y moda para las cualitativas

Variable	Chinandega	León	Managua	Masaya	Granada	Rivas	Matagalpa	Jinotega
ALTUR	6.5±0.63	6.3±0.37	05±0.57	6.2±0.28	6.4±0.17	5.7±0.33	4.9±0.38	6.00±0.51
NEJES	1.5±0.16	1.5±0.20	1.3±0.33	2.3±0.33	1.9±0.23	1.7±0.33	1.7±0.47	1.2±0.12
DIAME	49.3±4.29	52.3±4.78	44.7±7.86	44.3±8.44	62.5±2.83	68.3±6.01	44.1±10.5	58.3±6.97
PESOF	443±44.2	746±115	598±164	1276±452	1332±336	663±268	1096±138	1236±128
LONGF	12.9±0.80	16.7±0.94	13.7±0.99	14.9±2.21	17.8±2.11	12.7±1.2	17.2±0.94	18.4±0.94
DIAMF	9.01±0.33	10.22±0.43	9.73±0.97	10.2±1.33	11.76±0.74	11.5±1.26	10.56±0.56	10.59±0.66
PESOC	113.2±9.91	131.8±10.4	117.1±28.2	154.5±50.2	284.4±94.2	190.0±45.8	173.4±38.2	234.0±58.0
GROSC	1.0±0.00	1.0±0.00	2.2±0.73	2.3±0.36	1.96±0.13	2.0±0.00	1.2±0.13	1.2±0.10
NUMSE	60.7±9.19	74.2±9.72	59.7±30.2	61.7±21.2	64.6±15.4	37.0±2.52	69.9±12.7	117.8±17.6
PESOS	0.2±0.02	0.3±0.02	0.3±0.05	0.3±0.06	0.4±0.03	0.4±0.05	0.3±0.04	0.3±0.05
LONGS	12.8±0.71	13.8±0.44	12.7±1.2	15.3±1.45	15.1±0.29	14.7±0.88	16.8±0.52	17.0±0.84
DIASE	8.6±0.15	9.3±0.26	7.7±0.67	9.3±0.72	9.1±0.23	10.7±1.45	10.0±0.47	9.9±0.66
GROSE	5.1±0.21	4.7±0.24	4.7±0.34	5.5±0.34	5.1±0.29	5.3±0.34	5.3±0.24	4.9±0.21
CASCO	4	4	4	3	4	3	3	3
TEXCA	1	1	2	2	2	2	2	2
CARPE	2	2	1	1	1	1	1	1
TEXPU	3	3	2	1	2	3	3	3
SABOR	3	3	3	3	3	3	3	3
AROMA	2	2	2	3	3	3	3	3
JUGOS	2	2	1	1	1	1	1	1

IC = $\mu \pm s/\sqrt{n}$

4.6. Correlación fenotípica de caracteres cuantitativos

La correlación fenotípica determina el grado de asociación que existe entre dos variables (Rodríguez *et al.*, 1981). Cuando se selecciona un determinado carácter, éste incluirá a los demás que están relacionados con dicha variable. En este estudio la matriz de correlación de variables continuas muestra que existe relación significativa (Cuadro 10) entre el peso del fruto (PESOF) y las variables propias del fruto y de semillas (LONGF, DIAMF, PESOC, GROSC, NUMSE, PESOS, LONGS, y DIASE); dicha relación de variables se aprecia también en la Figura 5.

Al poner en práctica el AA a las variables cuantitativas (método UPGMA), se puede observar que a una distancia de 0.55 se aíslan 5 conglomerados, el conglomerado V indica la relación existente entre los caracteres de peso del fruto (PESOF), y las dimensiones éste (LONGF, DIAMF), y caracteres de semillas (NUMSE, LONGS, DIASE).

Cuadro 10. Matriz de correlación de caracteres cuantitativos

	Coeficiente de correlación (ρ)											
	ALTUR	NEJES	DIAME	PESOF	LONGF	DIAMF	PESOC	GROSC	NUMSE	PESOS	LONGS	DIASE
NEJES	0.025											
DIAME	0.560	0.050										
PESOF	0.148	0.112	0.275									
LONGF	0.057	-0.047	0.174	0.737								
DIAMF	0.184	0.119	0.284	0.706	0.694							
PESOC	0.257	0.066	0.381	0.725	0.614	0.721						
GROSC	0.067	0.269	0.157	0.245	0.069	0.328	0.314					
NUMSE	0.093	-0.177	0.066	0.438	0.507	0.373	0.315	-0.093				
PESOS	0.092	0.124	0.261	0.371	0.314	0.565	0.537	0.508	0.109			
LONGS	0.025	-0.046	0.017	0.366	0.342	0.413	0.271	0.163	0.359	0.472		
DIASE	0.055	-0.013	0.222	0.285	0.317	0.361	0.323	0.034	0.296	0.411	0.521	
GROSE	0.008	-0.049	0.021	0.111	0.016	0.178	0.020	0.144	-0.101	0.186	0.192	0.157

Existe relación significativa si $\rho \geq 0.250$ y $p \geq 0.350$ cuando $\alpha=0.05$ y $\alpha=0.01$, respectivamente

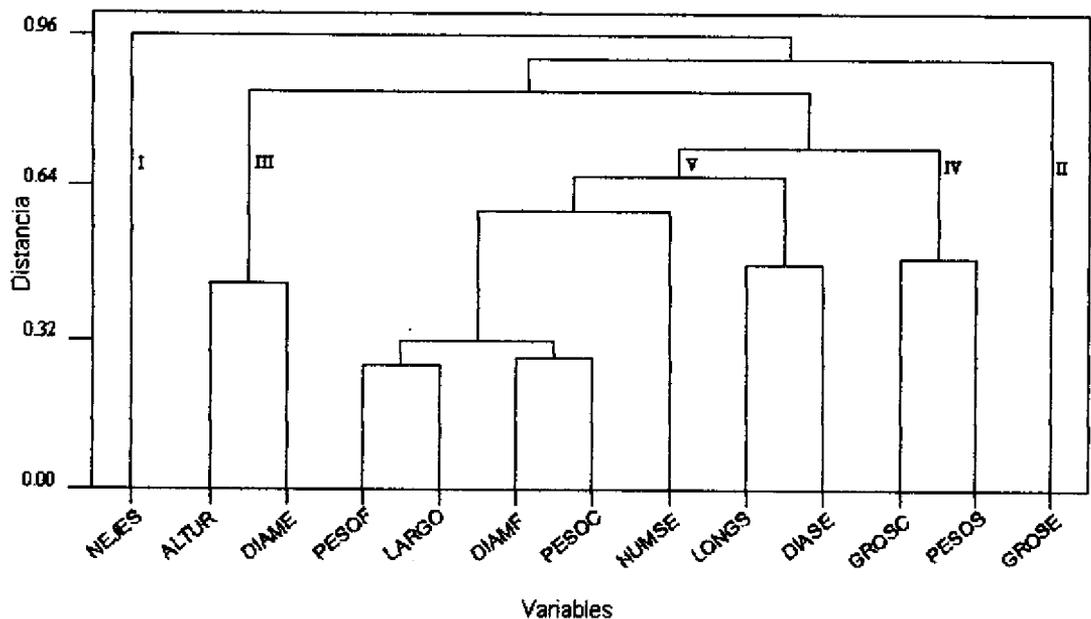


Figura 5. Fenograma de la asociación de variables cuantitativas utilizando el método UPGMA y el coeficiente de correlación de Pearson como distancia

4.7. Análisis de Componentes Principales en características cualitativas y cuantitativas

El ACP describió variables e interrelacionó materiales que tienen características similares. Los 3 primeros CP explicaron el 50.50% de la variación total; el CP-1 aísla el 28.60% de la variación general y está conformado por caracteres que presentan mayor coeficiente de relación: peso de fruto, diámetro de fruto, aroma, jugosidad, peso de cáscara y peso de semilla. Asimismo, en el Cuadro 11 se puede apreciar que el CP-2 quedó conformado por 3 variables las cuales aportan el 12.90%. El CP-3 define el 9.00% y lo integran la textura de pulpa y número de ejes.

Cuadro 11. Componentes principales, variación explicada y características cualitativas y cuantitativas evaluadas

Componente Principal (CP)	Proporción de la variación Total explicada (%)		Aporte de variación	
	Absoluta	Acumulada	Descriptor	%
CP-1	28.60	28.60	Peso de fruto	10.69
			Diámetro de fruto	10.30
			Aroma	9.86
			Jugosidad	9.18
			Peso de cáscara	8.47
			Peso de semilla	7.95
CP-2	12.90	41.50	Longitud de fruto	9.73
			Peso de cáscara	8.82
			Aroma	8.18
CP-3	9.00	50.50	Textura de pulpa	15.76
			Número de ejes	15.60
CP-4	7.50	58.00	Diámetro de árbol	21.25
			Sabor	16.48
CP-5	6.20	64.20	Peso de semilla	21.07

Benavides (2001) demostró que las variables asociadas al fruto sirvieron para relacionar germoplasma de Sapotaceas, y concluyó que los 3 primeros CP aportaban el 37% en níspero (*Manilkara zapota* L.), 46% en zapote rojo (*Pouteria sapota* Jacquin), 57% en zapote verde (*Pouteria viridis* Pittier), 58% en zapote amarillo (*Poteria campechiana* H.B.K.) y el 44% en caimito (*Chrysophyllum cainito* L.); también Contreras y Argüello (1999) encontraron que en cultivares de pitahaya (*Hylocereus* spp.) las características de fruto aportaban el 60% en los 3 primeros CP.

Los resultados obtenidos del estudio gráfico de los 3 primeros CP sugieren que existen evidencias de agrupamientos y relación de las 69 accesiones en los 8 departamentos estudiados, del mismo modo el AA señala la posición de las observaciones en los conjuntos conformados.

Las Figuras 6 y 7, así como la 8 y 9, tienen una estrecha relación en ellas se han graficado los coeficientes de relación de cada CP. Las accesiones ubicadas en cada uno de los cuadrantes conformados por los CP están correlacionadas con las variables posicionadas en dichos cuadrantes; cuanto más cerca estén la variables de determinada accesión o grupo de accesiones existe una mayor asociación de éstos en los cuadrantes observados. Si no existen variables en algún cuadrante, caso específico del C-IV de la Figura 7, indicará que las accesiones estacionadas en ese cuadrante presentan poco o menor valor de la mayoría de las características medidas en los primeros CP.

Cabe señalar que el ACP interesa para la selección de accesiones con características que determine el usuario. Las Figuras 6 y 8 presentan en el cuadrante I y II las accesiones recolectadas en el departamento de Matagalpa, Jinotega, Masaya, Granada; Managua y Rivas, León y Chinandega forman un gran grupo en los cuadrantes III y IV y presentan características similares.

Las variables correlacionadas se graficaron en un par de ejes ortogonales que representan el CP-1 y el CP-2 (Figuras 7 y 9); las que se agrupan cerca del centro son las que tienen menos asociación con los CP. Según Pla (1986), las variables mejor explicadas se ubicarán alrededor de los extremos del plano y las menos explicadas contiguo al origen de las coordenadas, esto es debido a que la proporción de la variación de los 2 primeros CP son la suma de sus correlaciones al cuadrado.

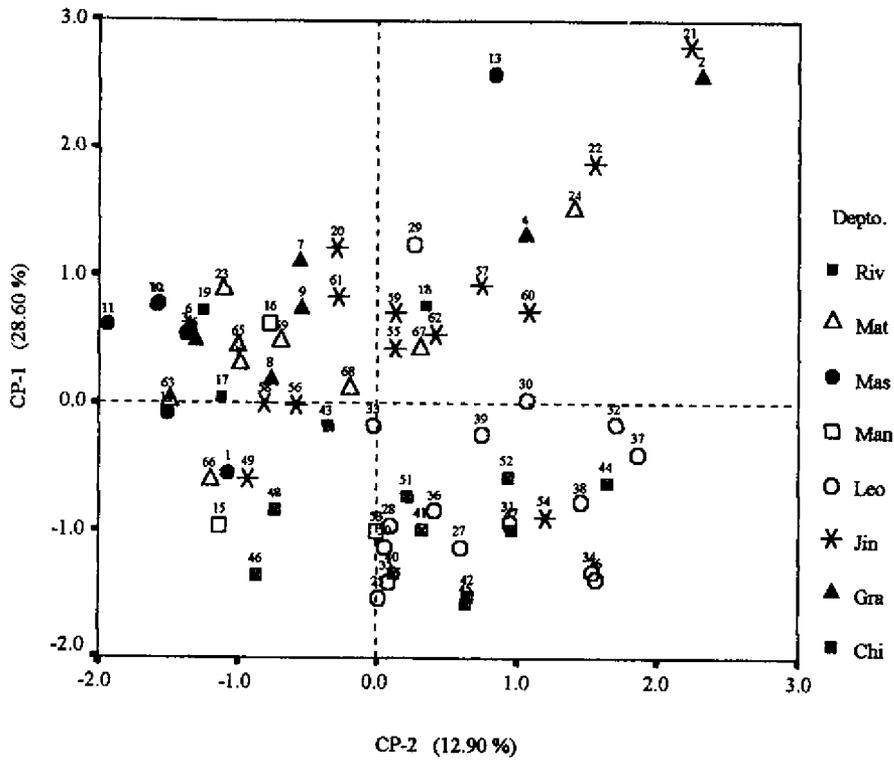


Figura 6. Distribución de las accesiones a través del primer y segundo CP utilizando variables cualitativas y cuantitativas.

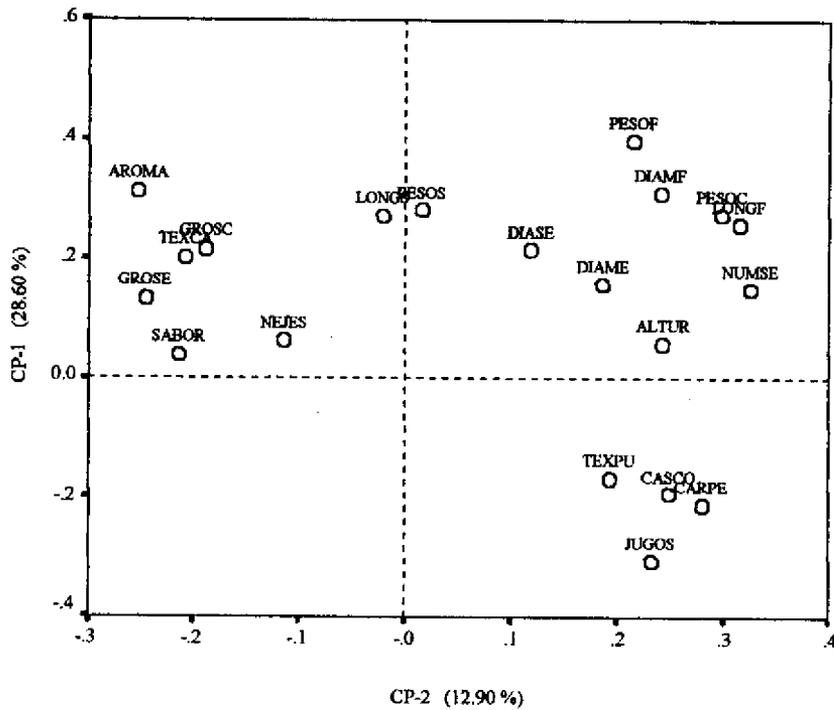


Figura 7. Distribución bidimensional de las variables cualitativas y cuantitativas a través del primer y segundo CP

En la Figura 6 se puede observar que las accesiones de Matagalpa (23, 65, 64, 68, 63), Jinotega (58, 56, 61, 20), Granada (3, 5, 8, 7, 9) y Masaya (19, 11, 14), se ubican en el I cuadrante, dichos materiales están relacionados con la calidad de pulpa (aroma y sabor), y cáscara del fruto (sabor y textura), así como la longitud de la semilla (Figura 7).

En el cuadrante II se aglutinan otras accesiones de Jinotega (21, 22, 57, 60, 62, 55, 59), Granada (2, 4), Matagalpa (24, 67); éstos materiales presentan características de frutos que las hacen diferenciarse.

La jugosidad y textura de la pulpa están relacionadas con las accesiones ubicadas en el cuadrante III, en este extremo se encontraron los materiales de Chinandega y León; los frutos de estas localidades presentan los menores valores de las variables relacionadas con el cuadrante II (Figura 6). Las accesiones del último cuadrante presentan los valores más bajos de las variables que conforman los primeros CP.

La zonificación o delimitación del área de distribución de las accesiones con base en la agrupación dada por dendrogramas, puede ser una forma útil para analizar la existencia de subgrupos de poblaciones y las relaciones existentes entre éstas. Tomando como criterio que el mejor fenograma (Figura 10) es aquel que produce subgrupos con menor traslape en el área de distribución, se puede considerar que existen subgrupos unos mejores delimitados que otros, tal es el caso del cluster I, III y IV, cuyas poblaciones forman los subgrupos más claramente definidos en el fenograma y en el área de distribución (Figuras 6 y 8), el cual se asocian a un mayor nivel de similitud las accesiones de cada cluster.

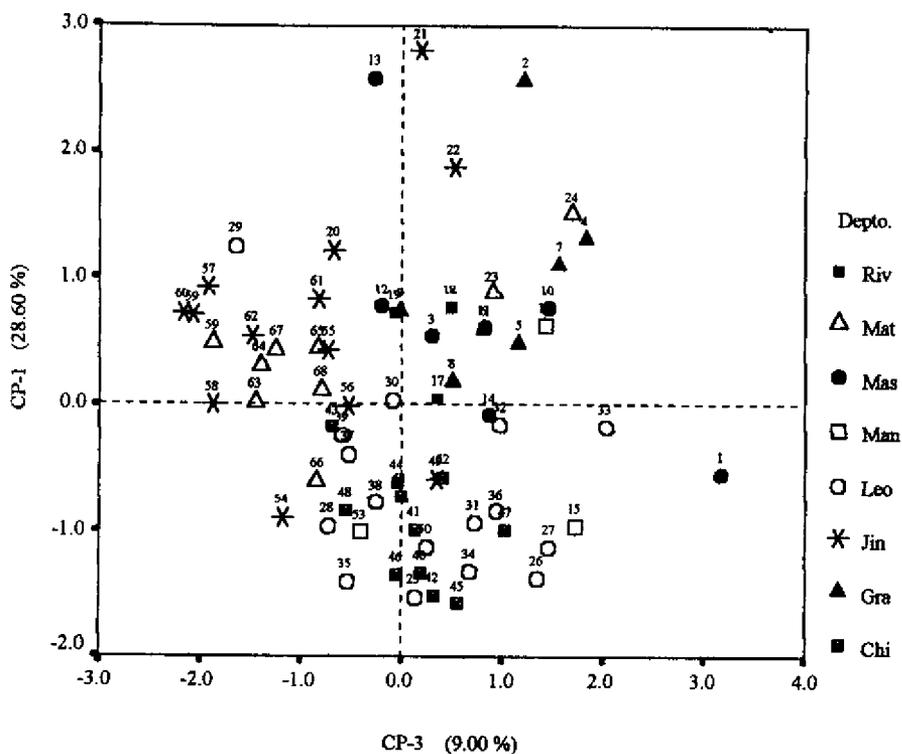


Figura 8. Distribución de las accesiones a través del primer y tercer CP utilizando variables cualitativas y cuantitativas.

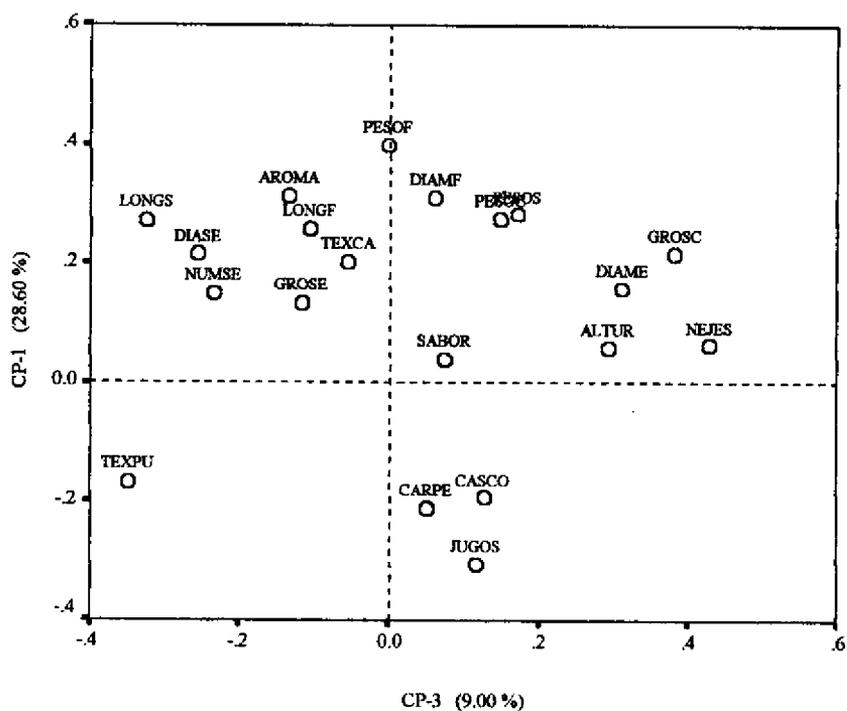


Figura 9. Distribución bidimensional de las variables cualitativas y cuantitativas a través del primer y tercer CP

4.8. Análisis de Agrupamientos

En AA definió 4 grupos a una distancia de 16.5 de acuerdo con la máxima varianza entre grupos (Anexos III, IV y V). La estructura taxonómica obtenida mediante la aplicación de dichas técnicas con la matriz de similitud se representó gráficamente a través de un fenograma. El dendrograma muestra la relación y el grado de similitud existente entre los árboles caracterizados. Los valores de similitud obtenidos mediante el cálculo de coeficiente de distancia se expresa en la escala ubicada en el eje vertical izquierdo de la Figura 10 y las observaciones se colocaron en el eje horizontal inferior, los ejes verticales de cada observación se unieron mediante ejes horizontales que expresan en relación con la escala el valor de similitud existente entre grupos o núcleos.

El método Ward es una técnica del tipo jerárquico que minimiza la suma de cuadrados dentro de grupos, y permite la estimación del número de grupo en el proceso de clasificación (Franco y Crossa, 1999), según Abadie *et al.*, (1998), el fenograma resultante identifica tanto subgrupos como accesiones que representan al grupo y esto es complementado con los gráficos obtenidos de los CP.

El comportamiento de las variables se debe sobre todo a las condiciones ambientales y adaptación de los materiales genéticos en las zonas muestreadas. Las precipitaciones medias anuales de 1000 a 3000 mm bien distribuida son necesarias para el establecimiento y la producción del cultivo; siendo los departamentos de Masaya, Granada, Matagalpa y Jinotega los que se aproximan a estos rangos de precipitación. La importancia comercial que tiene esta fruta en Masaya, Granada y Managua, hace que los productores se interesen por mejorar este cultivo, a través de selección de árboles con frutos de calidad (grandes, dulces y aromáticos, entre otras características).

En la Figura 10 se puede observar la relación que existe entre las accesiones muestreadas en las diferentes localidades, dicha relación está determinada por las condiciones antes mencionadas.

Cuadro 12. Intervalos de confianza en caracteres cuantitativos y moda en caracteres cualitativos en los conglomerados conformados

Variable	Cluster I	Cluster II	Cluster III	Cluster IV
ALTUR	6.22 ± 0.30	7.0 ± 0.68	6.06 ± 0.21	5.19 ± 0.33
NEJES	1.55 ± 0.14	1.67 ± 0.21	2.00 ± 0.24	1.19 ± 0.14
DIAME	50.45 ± 2.98	79.2 ± 13.3	55.19 ± 3.53	46.5 ± 5.15
PESOF	620.4 ± 71.1	2368.0 ± 289	760.50 ± 58	1201.6 ± 90.5
LONGF	14.53 ± 0.65	23.67 ± 1.45	14.44 ± 0.58	18.07 ± 0.67
DIAMF	9.45 ± 0.28	14.5 ± 0.56	10.73 ± 0.36	10.17 ± 0.41
PESOC	121.56 ± 6.77	605 ± 62.9	159.50 ± 17.2	133.08 ± 9.04
GROSC	1.06 ± 0.04	1.97 ± 0.13	2.12 ± 0.17	1.00 ± 0.00
NUMSE	66.87 ± 7.10	108.7 ± 24.8	54.63 ± 9.09	99.6 ± 14.0
PESOS	0.24 ± 0.01	0.47 ± 0.02	0.38 ± 0.03	0.24 ± 0.01
LONGS	12.94 ± 0.41	16.67 ± 0.80	15.87 ± 0.48	17.06 ± 0.35
DIASE	8.71 ± 0.21	11 ± 0.86	9.50 ± 0.34	9.94 ± 0.38
GROSE	4.74 ± 0.14	5.17 ± 0.31	5.37 ± 0.15	5.19 ± 0.23
CASCO	3, 4	3, 4	4, 9	3, 4
TEXCA	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2
CARPE	1, 2	1, 2	1, 2	1
TEXPU	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 3	2, 3
SABOR	3, 4	2, 3	2, 3, 4	3
AROMA	2, 3	3	1, 2	3
JUGOS	1, 2	1	1, 2	1

IC = $\mu \pm s/\sqrt{n}$

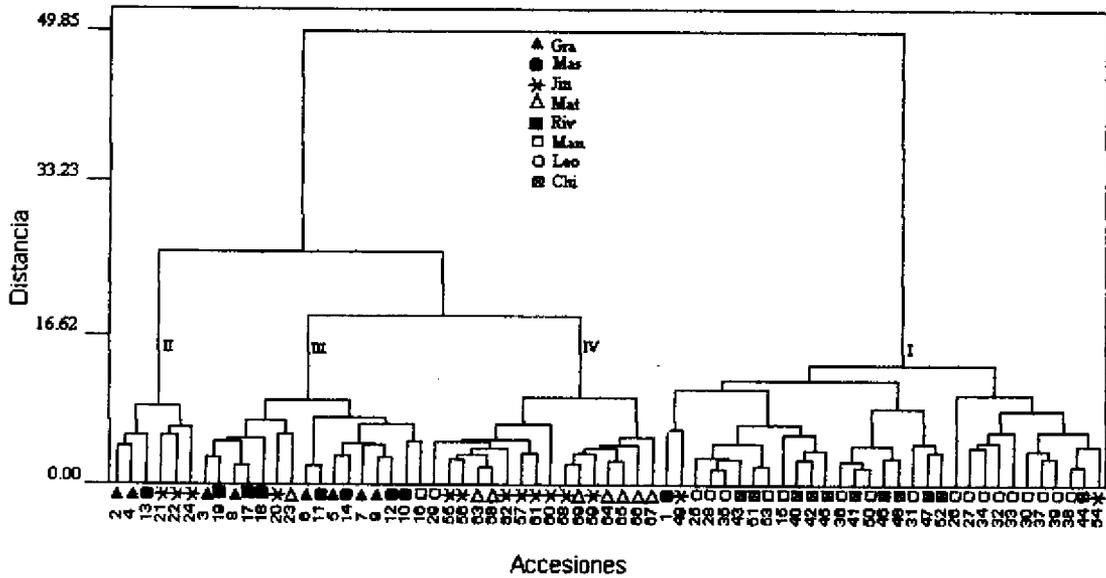


Figura 10. Fenograma general de las accesiones de guanábana utilizando variables cualitativas y cuantitativas

Cluster I. Este grupo fue el más numeroso, y está integrado por 31 accesiones, el 50% por materiales de León el 37% por accesiones de Chinandega (Figura 11). En León fueron recolectadas 15 accesiones (25, 28, 35, 36, 50, 31, 26, 27, 34, 32, 33, 30, 37, 39 y 38), 11 en Chinandega (43, 51, 40, 42, 45, 41, 46, 48, 47, 52 y 44), 2 en Managua (53, 15), 2 en Jinotega (54, 49) y Masaya (1). Las características más comunes en este grupo son: peso de fruto (PESOF), diámetro de fruto (DIAMF) y peso de cáscara (PESOC), con promedios de 620.4 g, 9.45 cm y 121.26 g, respectivamente; asimismo las semillas de los frutos promediaron los menores valores.

Las características cualitativas que presenta este cluster: son: cáscara color verde olivo, de textura áspera y carpelos no prominentes, pulpa de textura arenosa, sabor dulce, con un aroma fuerte y jugosas.

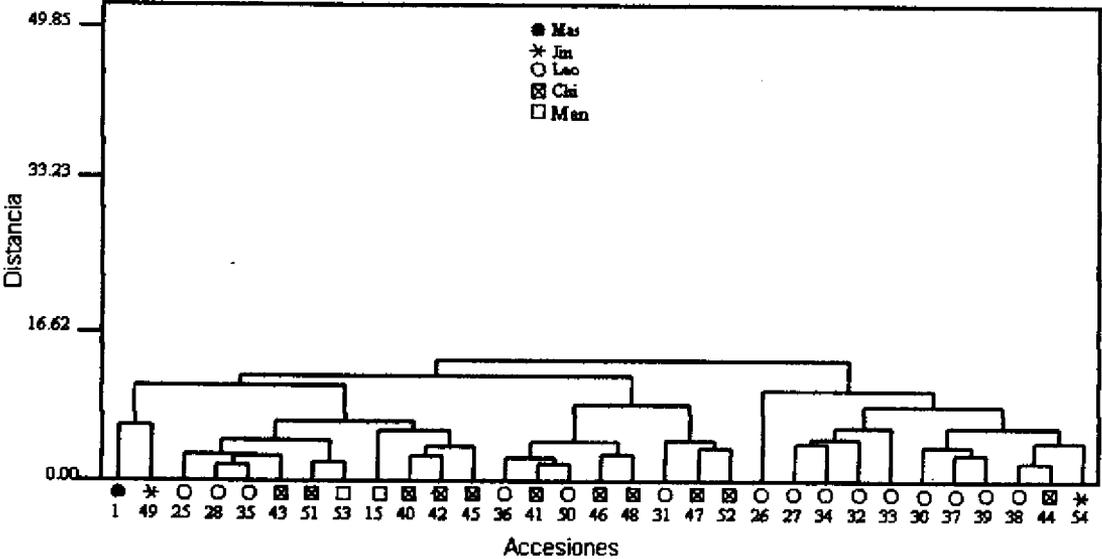


Figura 11. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster I

Cluster II. Lo conforman 6 accesiones que corresponde a las unidades experimentales ubicados en los departamentos de Granada (2, 4), Jinotega (21, 22), Masaya (13) y Matagalpa (24).

Este grupo se muestra en la Figura 12 y presenta características relevantes que las hacen diferenciarse de los otros grupos: altura y diámetro de planta (ALTUR, DIAMF) con promedios de 7.0 m y 79.2 cm, respectivamente. De igual manera el peso (PESOF), longitud (LONGF), diámetro (DIAMF), peso de la cáscara del fruto (PESOC), peso (PESOS) y longitud de semilla (LONGS) presentaron los mayores promedios (Cuadro 12 y Anexo VII).

Las características cualitativas que presentan estas accesiones son las siguientes: los frutos presentaron color de cáscara (CASCO) verde olivo, con una textura (TEXCA) lisa con carpelos (CARPE) prominentes; de textura (TEXPU) blanda, sabor dulce, aromáticos y jugosos.

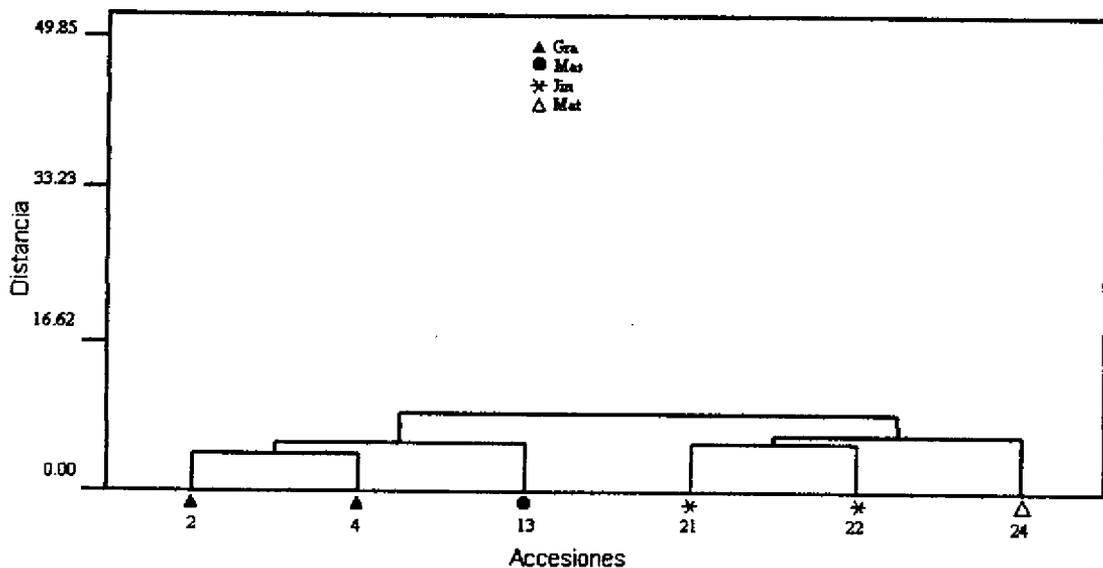


Figura 12. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster II

Cluster III. Esta formado por 16 accesiones recolectadas en los departamentos de Masaya (14, 12, 11, 10), Jinotega (20), Granada (3, 5, 7, 8, 9, 6), Rivas (19, 18, 17) Matagalpa (23) y Managua (16), el cual presentan las siguientes características promedio ALTUR de 6.06 m, PESOF de 760 g y número promedio de semillas (NUMSE) de 54.63 siendo éste último el menor en comparación con el resto de grupos (Cuadro 12 y Fig. 13)

Las características cualitativas que presenta este cluster según la moda son: cáscara con un color verde olivo y verde claro con un 50 % cada uno, una textura áspera y con carpelos prominentes la pulpa presenta una textura blanda, sabor dulce aroma fuerte y jugosa.

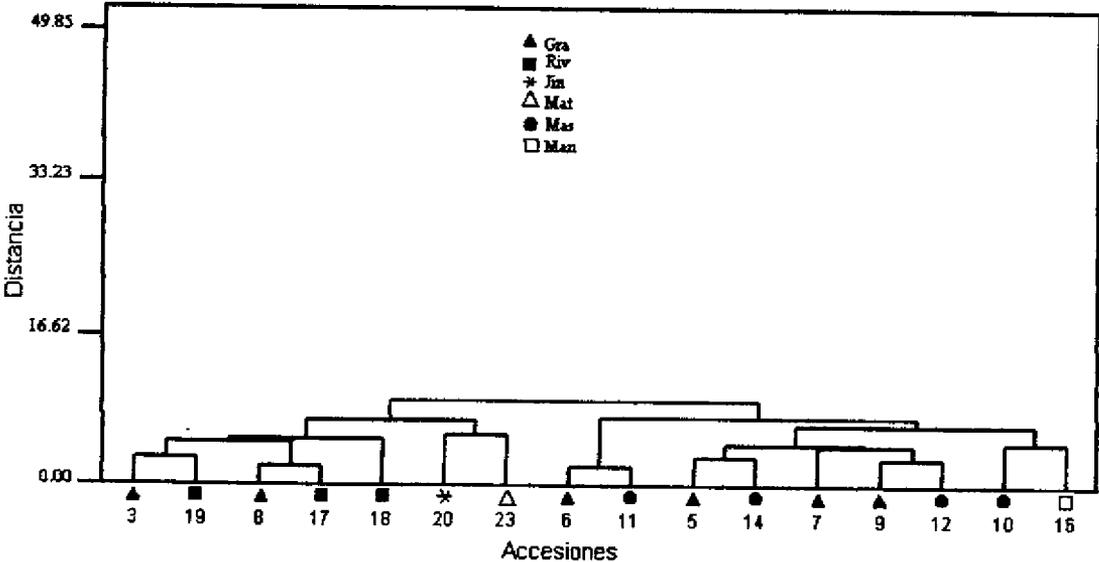


Figura 13. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster III

Cluster IV. Esta conformado por 17 accesiones localizadas 7 en el departamento de Matagalpa (67, 64, 65, 66, 69, 63, 68), 8 en Jinotega (58, 59, 60, 57, 61, 55, 62, 56,) y en León (29). Este grupo presenta características relevantes (Cuadro 12 y Figura 14) que las hace diferenciar del resto de los grupos las cuales son: altura y diámetro de planta con 5.19 m y 46.5 cm, respectivamente. Los frutos mostraron peso promedio de 1201.6 g.

Las características cualitativas que presenta este grupo son: cáscara color verde claro con una textura lisa y los carpelos no son prominentes la pulpa tiene textura fibrosa, un sabor dulce, aroma leve y semi jugosa según la moda.

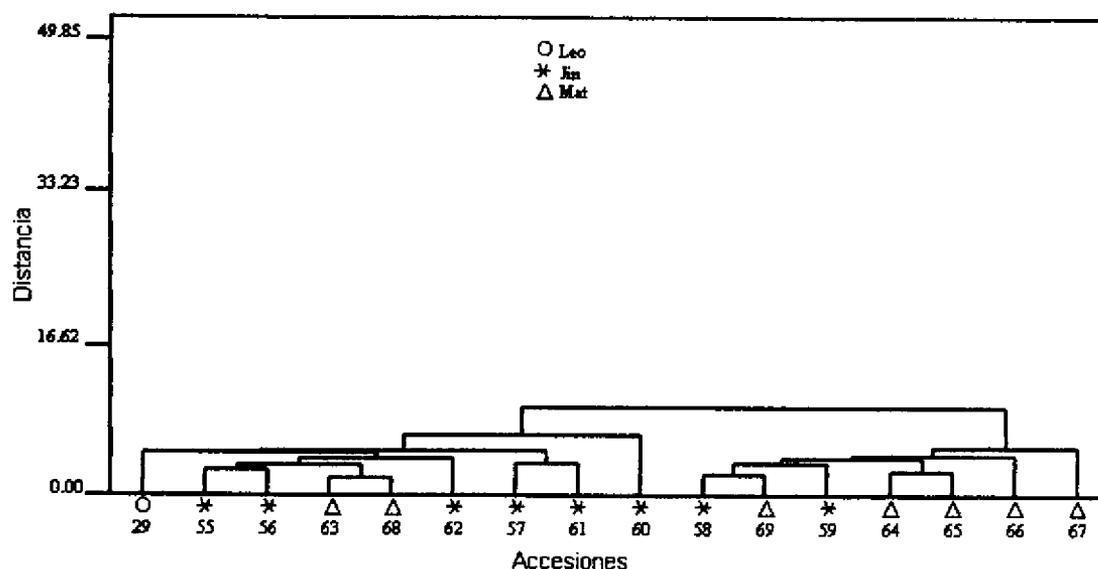


Figura 14. Fenograma de las accesiones de guanábana que conforman el Cluster IV

V. CONCLUSIONES

En base a la información recopilada y procesada en el presente estudio, se concluye lo siguiente:

1. El cultivo de guanábana tiene amplia distribución en Nicaragua, se muestrearon árboles desde los 15 hasta 1335 msnm. Son cultivados en huertos familiares y los frutos se consumen como fruta fresca, la industrialización es incipiente; generalmente están asociados con zapotes, mangos, cítricos, musaceas y café. La madera es poco utilizada, pero los árboles sirven como cercas vivas; las hojas y semillas tienen uso medicinal e insecticida, respectivamente.
2. El manejo agronómico de este cultivo es deficiente, pocos son los agricultores que podan y hacen aplicaciones de agroquímicos. Los frutos son atacados por zompopos, mosca del fruto, hormigas, chinches, avispas y hongos, los cuales dañan el tallo, hojas, flores y frutos.
3. La mayor producción de frutos es dirigida a los mercados locales de Masaya, Granada, Managua y en menor proporción Chinandega y León; los materiales de Matagalpa y Jinotega no tienen mucha importancia comercial.
4. La erosión genética en guanábana es muy variable, en la región norte, Masaya y Granada esta especie crece en medio de cafetales aprovechándose como sombra, en el caso de Rivas esta fruta no tiene mucha importancia debido a la competencia de otros frutales. En la zona urbana la especie está en peligro debido a que se encuentra a la orilla de cercos, y otros son talados cuando se amplían las viviendas.
5. El grupo de variables que explican la mayor variabilidad existente están asociadas con características del fruto y semilla, siendo estas características de mucha importancia para la evaluación de germoplasma de guanábana.
6. Los materiales de guanábana se agruparon en tres grandes núcleos que presentan características comunes y varianzas mínimas; se lograron separar los cultivares de Occidente, del sur del Pacífico y norte del país. Estos grupos se asocian a las áreas de adaptación, ecología y grado de selección por parte de los productores.
7. Es posible agrupar y relacionar el germoplasma de guanábana de Nicaragua utilizando técnicas de taxonomía numérica con información de descriptores morfológicos poco afectados por el medio ambiente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios de Anonaceas en Nicaragua, evaluar rendimientos, plagas y enfermedades, así como problemas fisiológicos, tecnológicos y erosión genética.
2. Se debe de ampliar la prospección y caracterización de materiales, evaluar otras variables agronómicas y fenológicas, y establecer colecciones núcleos en la guanábana para su uso actual y futuro.
3. Es de mucha importancia realizar análisis y caracterización química de la guanábana, con el objetivo de clasificar materiales con buenas propiedades organolépticas y variabilidad genética.
4. Establecer un banco de germoplasma de guanábana para estudiar técnicas de reproducción y de mejoramiento, así como fomentar la conservación y consumo de la guanábana en huertos familiares.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abadie T., Magalhães J., Cordeiro C., Parentoni S., R. Andrade.** 1998. Obtenção e tratamento analítico de dados para organizar Coleção Nuclear de milho. EMBRAPA, Brasília D.F. No. 20. P 1-8.
- Baraona C. M.,** 1989. La Guanábana. Heredia, Costa Rica. 58 pp.
- Baraona C. M., Sancho B.,** 1998. Fruticultura Especial. Heredia, Costa Rica. 88 pp.
- Beek D.,** 1991. Manejo de campos de semillas. Curso Internacional de semillas. CIMMYT, México D.F., 5 pp.
- Benavides G. A., C. H. Loáisiga,** 2000. Informe de prospección y colecta de Anonáceas en Managua, Masaya, Granada, Rivas, Matagalpa y Jinotega. Proyecto Anonáceas, 30 pág.
- Benavides G. A.,** 2001. Prospección y caracterización preliminar *in situ* de cinco especies de Sapotaceas en Nicaragua. Revista LA CALERA, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Pp. 12-21
- Can Pech V.** 1981. Colecta y caracterización de la guanábana (*Annona muricata* L.) en el trópico húmedo de México. Anteproyecto de Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia. 27 pág.
- Castro R. J., Marta F., L. S. Riveiro, S. Campos, P. R. Curi,** 1993. Agrupamentos de divisões regionais em relação ao valor porcentual da produção agropecuaria no estado de São Paulo. CIENTIFICA 21 (2): 287-294.
- CATIE/GTZ,** 1999. Plantas con sustancias insecticidas, Familia Annonaceas. Fomento de productos fitosanitarios no-químicos. Brochure. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- CIMMYT,** 1985. Guía de descriptores para caracterizar maíz. CIMMYT, México D.F., 31 pp.
- Contreras E. S. y D. A. Argüello,** 1999. Caracterización preliminar de 16 accesiones de pitahaya (*Hylocereus* spp.) recolectadas en el Pacífico y Norte de Nicaragua. Trabajo e Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 74 pp.
- Crisci J. V., M. F. López A.,** 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Monografía No. 26. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de Desarrollo Científico y tecnológico, Washington, D.C., 93 pp.
- Franco J., J. Crossa.** 1999. Clasificación de accesiones para la selección de grupos núcleos. Quinto Curso Internacional sobre Muestreo y Colecciones Nucleares. Santiago, Chile, 40 pág.
- Gutiérrez E. E.,** 2000. Métodos estadísticos para las ciencias biológicas. 1ra. Edición. Heredia, Costa Rica. 175 pp.
- Larshminarayana S.** 1974. Investigación preliminar sobre fisiología de Post-cosecha e industrialización de la guanábana. Edit. CONAFRUT-SAG.
- Incer J., P. Jeréz,** 1992. Árboles forestales útiles para su propagación, Managua, Nicaragua, 262 pág.

- INETER**, 2002. Datos climatológicos de las estaciones Meteorológicas de Nicaragua. Managua.
- IPGRI**, 2000. Frutales del trópico americano, de la información a la investigación. Boletín de las Américas. Cali, Colombia. V. 6, No. 1. pp. 4-8.
- MAG**, 1991. Aspectos técnicos de 45 Cultivos de Costa Rica. Sunii @ ns. Mag. Go. cr.
- MAG**, 1997. Nicaragua, Potencialidades y Limitaciones de sus Territorios. Gobierno de Nicaragua. 170 pp.
- Olaya, C. I.** 1998. Frutas de Emérita Tropical y Subtropical, Historia y uso. Editorial NORMA. Colombia. pp 52 – 61.
- Orozco G. S.**, 1998. Prospección y caracterización preliminar *in situ* de *Manilkara zapota* L. y *Chrysophyllum cainito* L. en Nicaragua. Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Agraria. 108 pp.
- Ortíz J.**, 1984. cambios en las características morfológicas y fisiológicas por efecto de la selección *in situ* y rotativa en el rendimiento del grano. Capingo, México D. F., 75 pp.
- Pohlen J.** 2001. La Fruticultura Orgánica en el Cauca, Colombia – Un manual para el Campesino. Colombia. pp 219 – 226.
- Pla L. E.**, 1986: Análisis multivariado: método de componentes principales. Monografía No. 27. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C., 93 pp.
- Rodríguez F. C., J. P. Ponce, A. Fuchs**, 1981. Genética y mejoramiento de las plantas. Editorial Pueblo y Educacion. Habana, Cuba. 128 – 139 Pp.
- Salas E.**, 1993. Árboles de Nicaragua, MARENA, Managua, Nicaragua, 390 pág
- Schawarzenberg C.**, 1946. Polinización artificial del chirimoyo. Agricultura Técnica (Chile). Pp 156- 172.
- TERRANOBA**. 1998. Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 1. Santafé de Bogota D. C. Colombia. pp 200 – 203.
- Toro E.**, 1989. La Guanábana. Universidad de Puerto Rico. Colegio de Ciencias Agrícolas. Puerto Rico. 34 pp.
- Venkataratnam L.**, 1959. Floral morphology and blossom biology studies on some Annonaceae. Indian Journal Agricultural Science. Pp 69-76.
- Ward Jr., J. H.**, 1963. Hierarchical grouping to optimize and objective function. Journal of the American Statistical Association (USA) 58: 236-244.
- Wishart D.**, 1969. An algorithm for hierarchical classifications. Biometrics (USA), 22 (1): 165-170.

Anexos
Anexos

Anexo I
Ficha ecogeografica de Inventario de Anonáceas
Universidad Nacional Agraria
Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses

Fecha: _____ / _____ / _____
 Día Mes Año

Número de Inventario: _____

1. PASAPORTE

Género: _____ Especie: _____ Autor: _____ Variante: _____

Estado de la muestra (1) cultivado (2) silvestre (3) tolerado

Nombre (s) Local (s): _____

2. RECOLECCION

Institución apoyando la recolección: _____ Donante: _____

Número del recolector: _____ Código de recolector: _____

Fecha de recolección: _____ / _____ / _____ País de recolección: _____

Departamento: _____ Municipio: _____

Sitio de recolección (dirección): _____

Latitud del sitio (°) _____ Longitud del sitio (°) _____ Altitud del sitio (msnm) _____

Nombre y número de la muestra de herbario: _____

Tamaño de la población en el sitio (1) un individuo (2) dos individuo (3) más de 10 individuos

2.1- CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

Prácticas agronómicas: _____

Topografía (1) plana (2) ondulada (3) accidentada (incluir en el descriptor)

Fertilidad del suelo (1) pobre (2) media (3) alta

Textura del suelo (1) fina (2) media (3) gruesa

Drenaje (1) pobre (2) bueno Iluminación (1) soleado (2) sombreado

Especies asociadas: _____

2.2. CARACTERIZACION EN EL SITIO DE RECOLECCION

Altura (m): _____ Numero de ejes: _____ Edad de la planta: _____

Diámetro (m): a 50 cm a partir del suelo: _____ Epoca de floración: _____

Forma de la copa (1) redonda (2) piramidal

3. CARACTERISTICA DEL FRUTO EN MADUREZ FISIOLÓGICA

Color de la cáscara: _____ (Munsell)

(1) café amarillento (2) verde amarillento (3) verde olivo (4) verde claro (5) rosado
(6) amarillo (7) rojo amarillento (8) grisáceo (9) Otro _____

Textura de la cáscara (1) lisa (2) áspera

Carpelos (1) prominentes (2) no prominentes

Forma del fruto (dibujar corte longitudinal del fruto)

Presencia de fruto deformes (1) ninguno (2) menor de 10 % (3) mayor de 10 %

Agrietamiento del fruto (0) ausente (1) presente

Peso de fruto (g) Largo del fruto (cm)

Diámetro del fruto (a la mitad) (cm): _____ Peso de la cáscara (g): _____

Grosor de la cáscara (mm): _____ Color de la pulpa (Munsell): _____

Textura de la pulpa (1) blanda (2) arenosa (3) fibrosa (4) otra

Sabor de la pulpa (1) insípido (2) ácido (3) dulce (4) muy dulce

Aroma de la pulpa (1) ausente (2) leve (3) fuerte

Jugosidad de la pulpa (1) jugoso (2) semi-jugoso

Usos del fruto: _____

Número de semillas por fruto (con base en el fruto más representativo): _____

Peso de semillas (g) (promedio de 10 semillas): _____ Color semilla (Munsell): _____

Longitud de semilla (mm) (promedio de 10 semillas): _____

Diámetro de semilla (mm) (promedio de 10 semillas): _____

Grosor semilla (mm) (promedio de 10 semillas): _____

Usos de la madera: _____

Plagas y enfermedades que afectan su cultivo: _____

Ha visto insectos visitando las flores Sí () No ()

4. EVALUACION DEL RIESGO

Destrucción de la vegetación nativa (0) Ausente (1) intermedia (2) inminente

Reemplazo de especies por otras (1) ausente (2) intermedia (3) inminente

Destrucción por madera (1) ausente (2) intermedia (3) inminente

Anexo II
Ficha Etnobotánica de Anonáceas
Universidad Nacional Agraria
Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses

1. No. Ficha: _____ 2. No. de colección botánica: _____
3. Identificación científica: _____ 4. Nombre común: _____
5. Otros nombres comunes: _____
6. Nombres de otras variantes: _____
7. Variantes que cultiva Usted: _____
- 7.1 ¿ Donde se cultivan las variantes ? _____
8. ¿ Existen parientes silvestre de esta plantas ? Si _____ No _____ Nombre: _____
- 8.1 ¿ Dónde existen estos parientes silvestres ? _____
- 9 ¿ quién sembró los árboles que hoy poseé ? _____
- 10 ¿ Cómo sembró los árboles que utilizó ? (1) semillas (2) estacas (3) injerto
(4) Otros (especifique) _____
- 11 ¿ Quién consiguió los árboles que tiene ? _____
- 12 ¿ Dónde obtuvo los árboles que tiene ? _____
- 13 ¿ Con qué otros árboles con plantas siembra Usted este cultivo ? _____
- 14 ¿ Está reemplazando su árboles por otros árboles o cultivos ? Si () No ()
¿ Cuáles árboles o cultivos ? _____
- 15 ¿ Porque razón los reemplazó ? _____
- 16 ¿ Qué problema hay con la producción de este cultivo ? _____
- 17 ¿ Quién consume más esta fruta en su casa ? _____
- 18 ¿ Cómo la consumen ? _____
- 19 ¿ Qué proporción están consumiendo en la casa ? _____
- 20 ¿ Qué proporción se regala a vecino o familia ? _____
- 21 ¿ Qué proporción de la cosecha se vende ? _____
- 22 ¿ Quién vende ? _____
- 23 ¿ Quién compra y dónde ? _____
- 24 ¿ A qué precio vende ? _____
- 25 ¿ Este árbol tiene usos medicinales ? _____
- 26 ¿ Qué parte del árbol se usa para medicina ? _____
- 27 ¿ Cómo se prepara ? _____
- 28 ¿ Cómo se toma o se aplica ? _____

- 29 ¿ Otros usos que tiene el árbol ? _____
- 30 ¿Cuál es el área total de la propiedad ? _____
- 31 ¿ Cuántos árboles tiene en total ? _____
- 32 ¿ Cuántos frutos producen por árbol de acuerdo a su criterio ? _____
- 33 ¿ Época de la cosecha ? _____
- 34 ¿ Porqué siembra Usted árboles frutales en su terreno ? _____
- 35 ¿ Cuáles son los 5 frutales que más cultiva ? _____

Nombre	No./árboles	Cosecha	Cantidad vendida	Valor unitario
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
Otros				

37 ¿ Razones por su preferencias ?

38 ¿ Porqué siembra Usted el árbol de guanábana ? _____

39 ¿ Porqué no siembra más guanábana ? _____

40 ¿ Prácticas culturales tradicionales de manejo (especificar) ?

41 Nombre persona encuestada: _____ Edad: _____ Género: _____

42 Relación con el propietario: _____

43 Nombre de su pareja: _____ Edad: _____ Género: _____

44 Cuantos hijos tiene: _____ niñas: _____ niños: _____

45 Localidad: _____

Anexo III. Pasos para la conformación de los clusteres según el método Ward

Paso	No. de Cluster	Similitud	Distancia	Cluster unidos	Nuevo Cluster	No. observaciones	Paso	No. de Cluster	Similitud	Distancia	Cluster unidos	Nuevo Cluster	No. observaciones		
1	68	84.78	1.82	28	35	28	2	35	34	62.61	4.47	25	51	25	6
2	67	84.05	1.91	41	50	41	2	36	33	61.71	4.57	5	7	5	5
3	66	83.83	1.93	63	68	63	2	37	32	60.68	4.68	3	8	3	4
4	65	82.20	2.13	38	44	38	2	38	31	60.76	4.69	10	16	10	2
5	64	81.94	2.16	6	11	6	2	39	30	60.49	4.72	27	32	27	3
6	63	81.70	2.19	51	53	51	2	40	29	60.21	4.75	29	55	29	6
7	62	81.62	2.20	8	17	8	2	41	28	59.90	4.79	29	27	29	8
8	61	80.28	2.36	58	69	58	2	42	27	57.33	5.10	3	18	3	5
9	60	78.35	2.59	64	65	64	2	43	26	55.92	5.27	58	67	58	7
10	59	77.55	2.68	36	41	36	3	44	25	54.71	5.41	21	22	21	2
11	58	77.14	2.73	28	43	28	3	45	24	54.41	5.45	2	13	2	3
12	57	76.36	2.82	55	56	55	2	46	23	53.76	5.52	20	23	20	2
13	56	75.74	2.90	40	42	40	2	47	22	52.76	5.64	15	40	15	4
14	55	75.26	2.96	3	19	3	2	48	21	50.51	5.91	30	38	30	6
15	54	75.21	2.96	46	48	46	2	49	20	50.14	5.96	27	33	27	4
16	53	75.00	2.99	9	12	9	2	50	19	49.68	6.01	1	49	1	2
17	52	74.75	3.02	25	28	25	4	51	18	47.07	6.32	21	24	21	3
18	51	74.30	3.07	37	39	37	2	52	17	45.06	6.56	15	25	15	10
19	50	73.84	3.13	5	14	5	2	53	16	44.41	6.64	29	60	29	9
20	49	72.27	3.31	55	63	55	4	54	15	44.39	6.64	5	10	5	7
21	48	70.77	3.49	57	61	57	2	55	14	39.88	7.18	3	20	3	7
22	47	70.61	3.51	58	59	58	3	56	13	37.48	7.75	5	6	5	9
23	46	69.57	3.64	47	52	47	2	57	12	29.73	8.39	27	30	27	10
24	45	68.40	3.78	40	45	40	3	58	11	29.52	8.42	31	36	31	8
25	44	68.36	3.78	30	37	30	3	59	10	28.23	8.57	2	21	2	6
26	43	66.30	4.03	58	64	58	5	60	9	22.41	9.27	3	5	3	16
27	42	65.88	4.08	55	62	55	5	61	8	18.98	9.68	29	58	29	16
28	41	65.27	4.15	27	34	27	2	62	7	16.02	10.03	26	27	26	11
29	40	65.03	4.18	2	4	2	2	63	6	11.34	10.59	1	15	1	12
30	39	64.11	4.29	7	9	7	3	64	5	3.34	11.55	1	31	1	20
31	38	64.03	4.30	38	54	38	3	65	4	-11.22	13.29	1	26	1	31
32	37	63.78	4.33	58	66	58	6	66	3	-55.66	18.60	3	29	3	32
33	36	63.36	4.38	36	46	36	5	67	2	-114.82	25.66	2	3	2	38
34	35	62.78	4.45	31	47	31	3	68	1	-317.26	49.85	1	2	1	69

Anexo IV **Coefficientes de relación de variables y cluster (centroides de los clusters)**

Variable	Cluster-I	Cluster-II	Cluster-III	Cluster-IV
ALTUR	0.1380	0.6570	0.0338	-0.5477
NEJES	-0.0390	0.1070	0.7177	-0.4831
DIAME	-0.1320	1.2830	0.1014	-0.3267
CASCO	0.5820	-0.1860	-0.5671	-0.4908
TEXCA	-0.5300	0.3450	0.7590	0.1385
CARPE	0.6260	-0.3240	-0.4129	-0.6792
PESOF	-0.5200	2.2440	-0.2815	0.4117
LONGF	-0.3840	1.8180	-0.4060	0.4681
DIAMF	-0.4380	2.0160	0.1857	-0.0907
PESOC	-0.1362	2.9120	-0.1055	-0.2844
GROSC	-0.5030	0.9640	1.2219	-0.6083
TEXPU	0.3480	-0.6020	-0.5533	0.1049
SABOR	-0.1560	-0.4750	0.4352	0.0452
AROMA	-0.9790	0.8480	0.7703	0.8483
JUGOS	0.9170	-0.7483	-0.7483	-0.7483
NUMSE	-0.1740	0.6939	-0.4286	0.5061
PESOS	-0.4970	1.6493	0.5990	-0.4534
LONGS	-0.7320	0.6593	0.3638	0.8070
DIASE	-0.4320	1.0510	0.0798	0.3630
GROSE	-0.3570	0.1713	0.4304	0.1972

Anexo V. **Partición final, conformación y distancia de centroides según el método Ward y distancia de Pearson**

• Conformación de Cluster	Cluster-I	Cluster-II	Cluster-III	Cluster-IV
Número de observaciones	31	6	16	16
Suma de cuadrados dentro de cada cluster	430.075	91.358	184.084	141.216
Distancia promedio del centroide	3.575	3.883	3.309	2.901
Máxima distancia del centroide	6.724	4.628	4.668	4.336
• Distancia entre los centroides de los cluster				
Cluster-I	0.000	7.262	4.313	3.961
Cluster-II	7.262	0.000	5.482	5.717
Cluster-III	4.313	5.482	0.000	3.172
Cluster-IV	3.961	5.717	3.172	0.000

Anexo VI

Descripción de las variables de la base de datos del germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) evaluado

Código	Descripción
DEPTO.	Departamento
ACCES	Accesión
CLUS	Número de Cluster
FICHA	Número de Ficha (REGEN)
ESTMU	Estado de la muestra
TOPO	Topografía del sitio de muestreo
FERTI	Fertilidad del sitio de muestreo
HUMED	Humedad del sitio de muestreo
TEXTU	Textura del suelo del sitio de muestreo
DRENA	Drenaje del sitio de muestreo
ILUM	Iluminación del sitio de muestreo
ALTUR	Altura del árbol (m)
NEJES	Número de ejes del árbol (cm)
DIAMF	Diámetro del árbol (cm). Perímetro de la base
COPAF	Forma de la copa del árbol
CASCO	Color de la cáscara
TEXCA	Textura de la cáscara
CARPE	Carpelos en el fruto
PESOF	Peso del fruto (g)
LARGO	Longitud del fruto (cm)
DIAMF	Diámetro del fruto (cm)
PESOC	Peso de la cáscara (g)
GROSC	Grosor de la cáscara (mm)
TEXPU	Textura de la pulpa
SABOR	Sabor de la pulpa
AROMA	Aroma de la pulpa
JUGOS	Jugosidad del fruto
NUMSE	Número de semilla por fruto
PESOS	Peso de la semilla (g)
LONGS	Longitud de la semilla (mm)
DIASE	Diámetro de la semilla (mm)
GROSE	Grosor de la semilla
DVN	Destrucción de la vegetación nativa
REO	Reemplazo de especies por otra
DPM	Destrucción por madera

Anexo VII

Base de datos del germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.)

DEPTO	CLUS	ACCES	FICHA	ESTMU	TOPO	FERTI	HUMED	TEXTU	DRENA	ILUM	ALTUR	NEJES	DIAME	OPAF	CASCO	TEXCA	CARPE	PESOF	LARGO	DIAMF	PESOC	FROSC	TEXPU	SABOR	AROMA	JUGOS	NUMSE	PESOS	LONGS	DIASE	GROSE	DVN	REO	DPM
Mas	C1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	6.5	4	70	2	4	1	1	2000.0	9.0	7.0	110.0	2.0	1	3	3	1	48	0.13	9	6	4	1	2	3
Gra	C2	2	3	1	2	2	2	2	2	1	6.0	2	65	2	4	1	1	3200.0	30.0	16.0	800.0	2.5	1	3	3	1	150	0.42	16	10	5	2	2	2
Gra	C1	3	4	1	1	2	2	1	2	1	6.0	2	60	2	3	2	1	670.0	13.5	10.5	100.0	2.0	3	3	3	1	26	0.43	16	9	6	1	2	2
Gra	C2	4	5	1	1	2	2	1	2	1	6.0	2	70	1	4	1	1	2300.0	21.0	13.0	600.0	2.0	1	3	3	1	60	0.40	14	9	4	1	2	2
Gra	C1	5	7	1	1	2	2	2	2	1	7.0	2	75	2	3	2	1	950.0	12.0	11.0	100.0	1.2	1	3	3	1	32	0.37	14	8	6	1	1	1
Gra	C1	6	8	1	1	2	2	1	2	1	6.0	1	50	1	4	2	1	780.0	15.0	10.0	150.0	1.9	1	4	3	1	50	0.49	15	9	5	0	1	1
Gra	C1	7	12	1	2	2	2	1	2	1	7.0	3	55	2	4	2	1	1500.0	20.0	13.0	220.0	2.1	1	3	3	1	42	0.32	15	9	6	0	1	1
Gra	C1	8	13	1	2	1	2	1	2	1	6.5	2	60	2	3	2	1	620.0	12.8	10.0	210.0	2.0	3	3	3	1	45	0.25	15	9	4	1	1	1
Gra	C1	9	15	1	2	2	2	2	2	1	7.0	1	65	1	3	2	1	635.0	18.0	10.6	95.0	2.0	1	3	3	1	112	0.26	16	10	5	0	1	1
Mas	C1	10	16	1	1	2	2	1	2	1	6.5	2	40	2	3	2	2	918.0	15.0	11.2	60.0	4.0	1	3	3	1	21	0.30	16	10	6	0	1	3
Mas	C1	11	17	1	1	2	1	1	2	1	6.0	2	48	2	3	2	1	580.0	13.0	9.5	100.0	2.0	1	4	3	1	46	0.41	16	10	5	2	3	3
Mas	C1	12	18	1	2	2	2	1	2	1	5.0	2	45	1	3	2	1	420.0	15.0	10.0	135.0	2.0	1	3	3	1	73	0.33	19	10	6	2	2	2
Mas	C2	13	24	1	2	2	2	1	2	1	6.0	2	30	2	3	2	1	3205.0	25.0	16.0	400.0	2.0	1	3	3	1	160	0.52	18	11	6	0	2	2
Mas	C1	14	26	1	1	2	2	2	2	1	7.0	2	60	2	3	1	1	535.0	12.5	7.5	122.0	1.5	1	3	3	1	22	0.25	14	9	6	0	0	1
Man	C1	15	28	1	1	2	2	2	2	1	5.0	2	40	2	4	2	1	282.0	11.9	7.8	64.0	2.0	1	3	2	2	32	0.31	12	7	4	1	2	2
Man	C1	16	30	1	2	2	2	2	2	1	6.0	1	60	1	3	2	1	830.0	15.3	10.9	160.0	3.5	1	3	2	1	120	0.37	15	7	5	1	2	2
Riv	C1	17	58	1	2	2	2	2	2	1	6.0	1	60	2	3	2	1	390.0	11.0	10.5	220.0	2.0	3	3	3	1	32	0.30	13	8	5	2	2	2
Riv	C1	18	64	1	1	2	2	2	2	1	6.0	2	65	2	3	1	2	1200.0	15.0	14.0	250.0	2.0	3	3	3	1	40	0.43	16	11	5	1	2	2
Riv	C1	19	67	1	1	2	2	2	2	1	5.0	2	80	2	3	2	1	400.0	12.0	10.0	100.0	2.0	3	3	3	1	39	0.45	15	13	6	1	2	2
Jin	C1	20	71	1	2	2	1	2	2	1	4.0	2	30	2	4	2	1	940.0	16.0	11.0	280.0	2.0	3	3	3	1	137	0.70	20	10	5	2	2	3
Jin	C2	21	75	1	2	2	2	2	2	1	8.0	2	110	2	3	2	1	2200.0	23.0	15.0	680.0	1.5	2	3	3	1	176	0.49	18	15	5	2	2	2
Jin	C2	22	76	1	2	2	2	2	2	1	10.0	1	80	2	3	2	2	1800.0	20.0	14.0	700.0	1.8	3	3	3	1	76	0.49	19	10	6	0	2	2
Mat	C1	23	80	1	2	2	2	2	2	1	6.0	5	30	2	3	2	1	800.0	15.0	12.0	250.0	1.8	3	3	3	1	37	0.38	19	10	5	2	2	2
Mat	C2	24	89	1	2	2	2	2	1	1	6.0	1	120	2	4	2	1	1500.0	23.0	13.0	450.0	2.0	3	2	3	1	30	0.50	15	11	5	2	2	2
Leo	C3	25	100	1	1	2	2	2	2	1	4.5	2	26	2	4	1	2	227.0	19.0	8.3	57.0	1.0	3	3	2	2	21	0.20	11	8	5	0	1	1

DEPTO	CLUS	ACCES	FICHA	ESTMU	TOPO	FERTI	HUMED	TEXTU	DRENA	ILUM	ALTUR	NEVES	DIAME	OPAF	CASCO	TEXCA	CARPE	PESOF	LARGO	DIAMF	PESOC	FROSC	TEXPU	SABOR	AROMA	JUGOS	NUMSE	PESOS	LONGS	DIASE	GROSE	DVN	REO	DPM
Leo	C3	26	101	3	1	2	2	2	2	1	6.0	1	44	1	9	2	2	635.6	17.5	8.6	141.5	1.0	1	3	2	2	59	0.32	12	9	4	0	1	1
Leo	C3	27	102	1	1	2	2	2	2	2	5.0	3	46	1	4	1	2	368.0	15.0	9.6	113.2	1.0	1	3	2	2	85	0.22	12	9	3	0	1	1
Leo	C3	28	103	1	1	2	3	2	2	2	4.0	1	33	1	4	1	2	567.5	14.5	10.1	141.5	1.0	3	3	2	2	36	0.29	15	9	6	0	1	1
Leo	C4	29	104	1	1	2	2	1	2	2	6.0	1	58	1	3	1	1	1816.0	22.0	11.8	169.8	1.0	2	3	3	1	120	0.32	18	12	7	1	1	2
Leo	C3	30	105	1	1	2	3	2	2	2	7.0	1	70	1	4	2	1	1303.2	19.0	12.1	198.1	1.0	3	3	2	2	76	0.27	14	10	5	0	1	1
Leo	C3	31	106	1	1	2	2	2	2	2	6.0	1	45	1	4	1	1	481.1	17.0	8.6	113.5	1.0	3	2	2	2	55	0.31	12	11	4	0	1	1
Leo	C3	32	107	1	1	2	1	3	1	1	6.0	3	60	1	4	1	2	1135.0	24.0	13.4	141.5	1.0	3	3	2	2	62	0.38	15.1	9	4	0	1	1
Leo	C3	33	108	1	1	1	3	1	2	0	7.0	3	80	1	4	1	1	793.6	15.0	11.8	113.2	1.0	1	4	2	2	75	0.28	14	9	5	1	1	1
Leo	C3	34	109	1	1	2	1	2	2	1	6.0	2	82	1	4	1	2	424.5	18.2	8.5	84.9	1.0	3	3	1	2	109	0.17	13	9	4	0	1	1
Leo	C3	35	110	1	3	2	1	2	3	1	3.5	1	30	1	4	1	2	482.3	14.0	9.2	99.1	1.0	3	3	2	2	47	0.23	13	8	5	0	1	1
Leo	C3	36	111	1	1	1	1	2	2	1	9.0	1	85	1	4	1	1	339.6	10.0	9.7	113.2	1.0	3	3	2	2	18	0.30	13	10	5	0	1	1
Leo	C3	37	112	1	1	2	2	2	2	2	7.0	1	48	1	4	2	2	1333.7	18.0	12.3	198.1	1.0	3	3	2	2	167	0.15	14	9	4	0	1	1
Leo	C3	38	113	1	1	2	2	2	2	1	8.0	1	35	1	4	1	2	908.0	18.0	9.6	169.8	1.0	3	3	2	2	91	0.28	16	9	4	0	1	1
Leo	C3	39	114	1	1	2	2	2	2	1	7.0	1	36	1	4	2	2	908.0	16.0	11.9	169.8	1.0	3	3	2	1	108	0.26	14	9	5	0	1	1
Chi	C3	40	115	1	1	2	2	2	2	2	6.0	2	37	1	4	2	2	367.9	10.5	8.4	113.2	1.0	3	3	2	2	67	0.17	13	9	4	0	1	1
Chi	C3	41	116	1	1	2	2	2	2	1	7.0	1	49	1	4	1	1	567.5	14.0	9.9	113.2	1.0	3	3	2	2	57	0.23	13	8	5	0	1	1
Chi	C3	42	117	1	1	1	2	2	2	1	7.3	1	50	1	4	1	2	367.9	12.0	8.9	169.8	1.0	3	3	2	2	18	0.10	13	9	4	0	1	1
Chi	C3	43	118	1	1	2	1	2	2	2	2.0	1	29	1	4	1	2	283.0	10.5	8.0	99.1	1.0	3	3	2	2	56	0.15	11	8	5	0	1	1
Chi	C3	44	119	1	1	2	2	2	2	2	10.0	1	50	1	4	1	2	681.0	18.0	9.4	169.8	1.0	3	3	2	2	126	0.28	16	9	5	0	1	1
Chi	C3	45	120	1	1	2	2	2	2	2	6.0	1	57	1	4	1	2	424.5	14.0	8.3	113.2	1.0	3	3	2	2	84	0.20	7	8	5	0	1	1
Chi	C3	46	121	1	1	2	1	2	2	2	6.0	2	36	1	4	1	1	226.4	11.0	7.0	56.6	1.0	3	3	2	2	16	0.17	14	9	6	0	1	1
Chi	C3	47	122	1	1	2	2	2	2	2	9.0	2	70	1	4	1	1	524.8	16.0	9.2	99.0	1.0	3	2	2	2	46	0.21	12	8	5	0	1	1
Chi	C3	48	123	1	1	3	1	2	2	2	6.0	1	38	1	4	2	1	297.2	9.0	8.9	84.9	1.0	3	3	2	2	53	0.30	15	9	6	0	1	1
Jin	C1	49	124	1	2	2	2	2	2	2	5.5	1	49	1	3	1	1	908.0	18.0	8.9	169.8	1.0	2	3	3	1	50	0.15	8	5	6	0	2	1
Leo	C3	50	125	1	1	1	1	2	2	1	8.0	1	59	1	4	1	1	212.3	9.5	8.1	84.9	1.0	3	3	2	2	58	0.27	14	9	5	0	1	1
Chi	C3	51	126	1	1	1	2	2	2	2	5.0	2	51	1	4	1	2	567.5	13.0	10.7	113.0	1.0	3	3	2	1	68	0.25	14	9	5	0	1	1
Chi	C3	52	127	2	3	2	2	2	2	2	7.5	2	75	1	4	1	2	567.5	14.0	10.5	113.0	1.0	3	2	2	1	77	0.26	13	9	6	0	1	1
Man	C3	53	128	1	1	2	1	1	2	1	4.0	1	34	1	4	1	2	681.0	14.0	10.5	127.4	1.0	3	3	2	1	27	0.23	11	9	5	0	1	1
Jin	C3	54	129	1	1	2	2	2	2	2	6.0	1	50	1	4	1	2	367.9	11.0	8.0	113.2	1.0	3	3	2	2	181	0.26	18	11	4	0	1	1

DEPTO	CLUS	ACCES	FICHA	ESTMU	TOPO	FERTI	HUMED	TEXTU	DRENA	ILUM	ALTUR	NEJES	DIAME	POPAF	CASCO	TEXCA	CARPE	PESOF	LARGO	DIAMF	PESOC	FROSC	TEXPU	SABOR	AROMA	JUGOS	NUMSE	PESOS	LONGS	DIASE	GROSE	DVN	REC	DPM
Jin	C4	55	130	1	2	2	2	2	2	2	6.0	1	62	1	3	1	1	1498.2	20.0	10.5	141.5	1.0	2	3	3	1	50	0.23	19	9	4	0	1	1
Jin	C4	56	131	1	1	2	2	2	2	2	5.0	2	48	1	3	1	1	1135.0	16.0	9.6	113.2	1.0	3	3	3	1	68	0.23	17	8	5	0	1	1
Jin	C4	57	132	1	2	2	2	2	2	2	8.0	1	65	1	3	2	1	1589.0	19.0	11.1	169.8	1.0	2	3	3	1	165	0.25	18	10	4	0	1	1
Jin	C4	58	133	1	2	2	2	2	2	2	4.0	1	21	1	4	2	1	960.0	17.0	8.9	80.0	1.0	3	3	3	1	48	0.28	16	11	5	0	1	1
Jin	C4	59	134	1	2	2	3	2	2	2	4.0	1	50	1	3	2	1	1084.0	20.5	11.1	132.0	1.0	3	3	3	1	105	0.28	18	12	4	0	2	1
Jin	C4	60	135	1	2	2	2	2	2	2	4.5	1	31	1	4	2	1	1086.0	24.0	12.8	222.0	1.0	3	3	3	1	258	0.23	15	9	5	0	1	1
Jin	C4	61	136	1	2	2	3	2	2	2	6.0	1	87	2	3	2	1	1362.0	18.0	10.5	127.4	1.0	2	3	3	1	120	0.26	19	8	6	0	1	1
Jin	C4	62	137	1	2	2	2	2	2	2	7.0	1	75	2	3	1	1	1135.0	16.0	6.4	113.2	1.0	2	3	3	1	98	0.20	16	11	5	0	1	1
Mat	C4	63	138	1	1	1	2	3	2	2	6.0	1	55	1	4	1	1	1589.0	18.0	11.5	141.5	1.0	3	3	3	1	120	0.25	18	10	6	0	1	1
Mat	C4	64	139	1	1	2	2	2	2	1	4.5	1	21	1	3	2	1	510.6	15.2	11.3	113.2	1.0	2	3	3	1	31	0.14	16	9	6	0	1	1
Mat	C4	65	140	1	1	2	2	2	2	2	4.0	1	29	1	3	2	1	1362.0	19.0	9.2	141.5	1.0	2	3	3	1	40	0.25	17	9	5	0	1	1
Mat	C4	66	141	1	1	2	2	2	2	2	5.0	3	33	2	3	2	1	1135.0	17.0	9.2	141.5	1.0	2	3	3	1	95	0.17	14	12	6	0	1	1
Mat	C4	67	142	1	1	2	1	2	2	2	3.0	1	16	1	3	1	1	466.0	13.4	7.8	68.0	1.0	3	3	3	1	58	0.24	18	8	4	0	1	1
Mat	C4	68	143	1	1	2	1	1	2	2	6.0	1	55	1	3	1	1	1362.0	18.0	11.5	141.5	1.0	3	3	3	1	120	0.26	17	9	5	0	1	1
Mat	C4	69	144	1	1	2	2	2	2	2	4.0	1	38	1	4	2	1	1135.0	16.0	9.6	113.2	1.0	2	3	3	1	98	0.27	17	12	6	0	1	1