

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES



## TRABAJO DE DIPLOMA

UTILIZACIÓN DE CARACTERES CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS  
DETERMINANTES EN LA VARIACION FENOTIPICA DE PITAHAYA  
(*Hylocereus undatus* BRITT & ROSSE), QUE PERMITEN PROPONER  
UNA GUÍA DE DESCRIPTORES

**AUTORES:**

*Bra.* Silvia Elena González Espino  
*Bra.* Johanna del Carmen Alvarado Ruíz

**ASESORES:**

*Ing. Agr.* Juan José Avelares Santos  
*Ing. Agr.* Alvaro Benavides González

MANAGUA, NICARAGUA  
ENERO, 2004



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
PROGRAMA RECURSOS GENÉTICOS  
NICARAGÜENSES

## TRABAJO DE DIPLOMA

UTILIZACIÓN DE CARACTERES CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS  
DETERMINANTES EN LA VARIACION FENOTIPICA DE PITAHAYA  
(*Hylocereus undatus* BRITT & ROSSE), QUE PERMITEN PROPONER  
UNA GUÍA DE DESCRIPTORES

### AUTORES:

*Bra.* Silvia Elena González Espino  
*Bra.* Johanna del Carmen Alvarado Ruíz

### ASESOR:

*Ing. Agr.* Juan José Avelares Santos  
*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  
ENERO, 2004

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza de seguir adelante y pasar por todos los obstáculos que se cruzaron en mi camino y de tener siempre la fe que necesitaba para culminar mi carrera profesional de Ingeniería Agronómica.

A mis padres Norma del Carmen Ruiz Canizalez y José Luis Alvarado Calero, por ser dos seres muy importantes a los que agradezco por darme la vida por sus penas y sacrificios e inculcar en mí todos sus valores de honestidad y responsabilidad para forjarme y ser una persona de bien.

A mi hijo Jimmy José Cárdenas Alvarado, que es parte de mi vida, valiosa inspiración que me dio seguridad y valor para culminar mis estudios. Con este trabajo quiero incentivarlo en esta etapa de su vida para que siga adelante en su preparación académica y llegue a culminar su propia carrera.

A mi hermano Pedro José Alvarado Ruiz, por formar parte de mi familia y motivarlo a seguir adelante.

A mis abuelos, abuelas, por sus consejos sabios que son ejemplos para ponerlos en prácticas en mi vida. Mis tíos, tías y primos que me han brindado su apoyo incondicional.

A mis amigos y amigas que han estado en todo momento conmigo apoyándome y a todas aquellas personas que de una u otra manera me han brindado su amistad sincera.

*Johanna del Carmen Alvarado Ruiz*

## DEDICATORIA

A Jehová Dios por brindarme sabiduría y discernimiento desde el principio de mi educación espiritual y académica. Como la Biblia aconseja **“Con sabiduría se edifica la casa y con discernimiento resulta firmemente establecida.”** Estas palabras siempre están presente en mi corazón y me dieron fuerza para culminar mi carrera de Ingeniería Agronómica y seguir de frente en mi vida. Confío en Jehová con todo mi corazón que esté siempre en mi camino y que me ayude a guiar mis sendas.

A mi Madre Damaris Espino por inculcarme buenos principios que me han ayudado a salir adelante en mi vida y por su ayuda incondicional y su confianza a mi persona, logrando de esta manera culminar mi carrera.

A mi padre Ing. Claudio Arsenio González Calero por su ayuda incondicional en mi preparación académica desde primaria, secundaria y formación profesional, siendo mi mejor amigo por estar siempre presente en mi vida.

A mis hermanos Harold E., Claudio J., Néstor D. y Claudia D. González Espino, que de una u otra forma siempre me han ayudado y han traído alegrías a mi vida.

A mis abuelos y abuelas por sus consejos que son fuente de sabiduría, tíos, tías y primos que siempre me han apoyado para salir adelante.

A mis amigos y amigas que me han ofrecido su amistad incondicionalmente, que a pesar de las distancias que nos separan seguiré conservando esa amistad sincera.

*Silvia Elena González Espino*

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos de manera especial al Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), quien de manera especial nos apoyó en la realización del presente estudio.

Agradecemos de la forma más sincera a nuestros asesores:

Ing. Agr. Juan José Avelares Santos, por haber confiado en nosotras y brindarnos su apoyo incondicional, paciente y cuidadoso en la conformación de este trabajo.

Ing. Agr. Alvaro Benavides González, por su ayuda en la interpretación de los análisis estadísticos, así como la conformación de este trabajo de tesis.

Ing. Agr. MSc. Digno Marvin Fornos Reyes, por habernos ayudado de manera desinteresada en el préstamo del equipo computarizado para la realización del escrito de este trabajo.

Nuestro agradecimiento a todos los profesores, que nos brindaron sus conocimientos llegando así a culminar la carrera, al personal de la biblioteca (CENIDA) por la ayuda brindada en la recopilación bibliográfica.

En particular agradecemos a las instituciones como es el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) y al Proyecto de Vigilancia Fitosanitario en Cultivos No Tradicionales de Exportación (VIFINEX), que sin su apoyo no hubiese sido posible este trabajo de tesis.

Finalmente expresamos nuestra sincera gratitud por habernos brindado la oportunidad de realizar este estudio.

*Silvia Elena González Espino  
Johanna del Carmen Alvarado Ruiz*

## INDICE GENERAL

| <b><u>Sección</u></b>                               | <b><u>Página</u></b> |
|---|----------------------|
| <b>DEDICATORIA</b>                                  | <b>i</b>             |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>                               | <b>ii</b>            |
| <b>INDICE GENERAL</b>                               | <b>iii</b>           |
| <b>INDICE DE TABLAS</b>                             | <b>iv</b>            |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>                            | <b>v</b>             |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b>                             | <b>vi</b>            |
| <b>RESUMEN</b>                                      | <b>vii</b>           |
| <br>  |                      |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>                              | <b>1</b>             |
| <br>  |                      |
| <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>                   | <b>3</b>             |
| 2.1 Antecedentes                                    | 3                    |
| 2.2 Origen  | 4                    |
| 2.3 Disponibilidad de la producción de pitahaya     | 5                    |
| 2.4 Descripción morfológica                         | 5                    |
| 2.4.1 Raíz  | 5                    |
| 2.4.2 Tallo   | 6                    |
| 2.4.3 Espinas                                       | 6                    |
| 2.4.4 Flor  | 5                    |
| 2.4.5 Fruto   | 7                    |
| 2.4.6 Semilla                                       | 7                    |
| 2.5 Fisiología                                      | 8                    |
| 2.6 Requerimientos edafoclimáticos                  | 8                    |
| 2.7 Guía de descriptores                            | 9                    |
| 2.8 Caracteres Cuantitativos                        | 9                    |
| 2.9 Caracteres Cualitativos                         | 9                    |
| <br>  |                      |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>                    | <b>10</b>            |
| 3.1 Lugares de Colecta                              | 10                   |
| 3.2 Descripción ecológica de los lugares de colecta | 10                   |
| 3.3 Descriptores evaluados                          | 11                   |
| 3.3.1 Descriptores Cuantitativos                    | 11                   |
| 3.3.1.1 Descriptores de la flor                     | 11                   |
| 3.3.1.2 Cáliz                                       | 11                   |
| 3.3.1.3 Corola                                      | 11                   |
| 3.3.1.4 Androceo                                    | 11                   |
| 3.3.1.5 Gineceo                                     | 11                   |
| 3.3.2 Descriptor del fruto                          | 11                   |
|   | <b>lii</b>           |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 3.3.3      | Descriptor del cladodio                | 11        |
| 3.3.4      | Descriptores Cualitativos              | 11        |
| 3.3.4.1    | Cáliz                                  | 12        |
| 3.3.4.2    | Corola                                 | 12        |
| 3.3.4.3    | Androceo                               | 12        |
| 3.3.4.4    | Gineceo                                | 12        |
| 3.3.5      | Descriptor del fruto                   | 12        |
| 3.3.6      | Descriptor del cladodio                | 12        |
| <b>3.4</b> | <b>Metodología</b>                     | <b>12</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Análisis de la información</b>      | <b>14</b> |
| <b>IV.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>          | <b>17</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Descriptores de la flor</b>         | <b>17</b> |
| 4.1.1      | Peso de la flor (PESFLO)               | 17        |
| 4.1.2      | Longitud de la flor (LONFLO)           | 17        |
| 4.1.3      | Diámetro medio de la flor (DIAMEF)     | 18        |
| 4.1.4      | Diámetro basal de la flor (DIABAF)     | 18        |
|            | <b>Cáliz</b>                           | <b>18</b> |
| 4.1.5      | Número de brácteas de la flor (NUMBRF) | 19        |
| 4.1.6      | Ancho de brácteas de la flor (ANCBRF)  | 19        |
|            | <b>Corola</b>                          | <b>19</b> |
| 4.1.7      | Números de pétalos (NUMPET)            | 20        |
| 4.1.8      | Longitud de pétalos (LONPET)           | 20        |
| 4.1.9      | Ancho de pétalos (ANCPET)              | 21        |
|            | <b>Androceo</b>                        | <b>21</b> |
| 4.1.10     | Longitud de filamentos (LONFIL)        | 21        |
| 4.1.11     | Diámetro de filamento (DIAFIL)         | 22        |
| 4.1.12     | Longitud de antera (LONANT)            | 23        |
| 4.1.13     | Ancho de antera (ANCANT)               | 23        |
|            | <b>Gineceo</b>                         | <b>24</b> |
| 4.1.14     | Diámetro de estigma (DIAESTI)          | 24        |
| 4.1.15     | Número de estigma (NUMEST)             | 24        |
| 4.1.16     | Longitud del estilo (LONEST)           | 25        |
| 4.1.17     | Diámetro del estilo (DIAEST)           | 25        |
| <b>4.2</b> | <b>Descriptor del fruto</b>            | <b>25</b> |
| 4.2.1      | Forma del fruto (FORFRU)               | 26        |
| 4.2.2      | Longitud del fruto (LONFRU)            | 26        |
| 4.2.3      | Diámetro del fruto (DIAFRU)            | 27        |
| 4.2.4      | Volumen del fruto (VOLFRU)             | 28        |
| 4.2.5      | Densidad del fruto maduro (DENFRM)     | 28        |
| 4.2.6      | Volumen de la pulpa (VOLPUL)           | 29        |
| 4.2.7      | Peso del fruto (PESFRU)                | 29        |
| 4.2.8      | Peso de la pulpa (PESPUL)              | 30        |
| 4.2.9      | Peso de la cáscara (PESCAS)            | 30        |

|                            |  |    |
|----------------------------|--|----|
| 4.2.10                     | Espesor de la cáscara (ESPCAS)               | 31 |
| 4.2.11                     | Número de brácteas (NUMBRA)                  | 31 |
| 4.2.12                     | Grados Brix (GRABRI)                         | 32 |
| 4.2.13                     | Tamaño de semilla (TAMSEM)                   | 33 |
| 4.2.14                     | Peso de semilla (PESSEM)                     | 33 |
| 4.3                        | <b>Descriptor del cladodio</b>               | 36 |
| 4.3.1                      | Número de cladodios vegetativos (NUMCLV)     | 36 |
| 4.3.2                      | Distancia entre areola (DISARE)              | 36 |
| 4.3.3                      | Altura de arista (ALTARI)                    | 37 |
| 4.3.4                      | Longitud de cladodio (LONCLA)                | 38 |
| 4.3.5                      | Número de arista (NUMARI)                    | 38 |
| 4.3.6                      | Ancho de cladodio (ANCCLA)                   | 38 |
| 4.3.7                      | Espesor de arista (ESPARI)                   | 39 |
| 4.3.8                      | Número de espina (NUMESP)                    | 39 |
| 4.3.9                      | Longitud de espina (LONESP)                  | 40 |
| 4.4                        | <b>Caracteres Cualitativos</b>               | 40 |
| 4.4.1                      | Color de cáliz (COLCAL)                      | 40 |
| 4.4.2                      | Color de brácteas (COLBRA)                   | 42 |
| 4.4.3                      | Forma de brácteas inferior (FORBRI)          | 42 |
| 4.4.4                      | Forma de brácteas superior (FORBRS)          | 42 |
| 4.4.5                      | Color de pétalos (COLPET)                    | 43 |
| 4.4.6                      | Forma de pétalos (FORPET)                    | 43 |
| 4.4.7                      | Tipos de anteras por su inserción (TIPANT)   | 44 |
| 4.4.8                      | Tipos de estigmas (TIPEST)                   | 44 |
| 4.4.9                      | Color de estigma (COLEST)                    | 45 |
| 4.4.10                     | Color del fruto maduro (COLFRM)              | 45 |
| 4.4.11                     | Color del fruto verde (COLFRV)               | 46 |
| 4.4.12                     | Color primario del cladodio (COLPCL)         | 46 |
| 4.4.13                     | Color secundario del cladodio (COLSCL)       | 46 |
| 4.4.14                     | Uniformidad de espinas (UNIFES)              | 47 |
| 4.4.15                     | Forma de borde del cladodio (FORBCL)         | 47 |
| 4.5                        | <b>Correlación Fenotípica</b>                | 47 |
| 4.6                        | <b>Análisis de Agrupamiento en variables</b> | 48 |
| 4.7                        | <b>Análisis de Componentes Principales</b>   | 49 |
| <b>V. CONCLUSIONES</b>     |  | 54 |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b> |  | 56 |
| <b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>   |  | 57 |



## INDICE DE TABLAS

| <b><u>Tabla N°</u></b>   | <b><u>Página</u></b> |
|--|----------------------|
| 1 Descriptores de la flor (cáliz y corola) de los caracteres cuantitativos de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse)  | 22                   |
| 2 Descriptores de la flor (androceo y gineceo) de los caracteres cuantitativos de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse)  | 27                   |
| 3 Descriptores de fruto de los caracteres cuantitativos de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse)   | 34                   |
| 4 Descriptores de cladodio de los caracteres cuantitativos de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse)  | 41                   |
| 5 Vectores propios y varianza explicada en los primeros seis componentes principales (CP) de las variables estudiadas en germoplasma de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Brit & Rosse) muestreado en Nicaragua | 50                   |

## INDICE DE FIGURAS

| <b><u>Figura N°</u></b>   | <b><u>Página</u></b> |
|---|----------------------|
| 1 Características botánicas de la pitahaya. León, 2000  | 7                    |
| 2 Número de casos del descriptor color de cáliz y brácteas de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya  | 42                   |
| 3 Número de casos del descriptor forma de brácteas inferior y superior de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya                                    | 43                   |
| 4 Número de casos del descriptor color y forma de pétalos de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya   | 44                   |
| 5 Número de casos del descriptor tipo de antera, estigma y color de estigma en la caracterización del cultivo de la pitahaya  | 45                   |
| 6 Número de casos del descriptor color de fruto verde y fruto maduro en la caracterización del cultivo de la pitahaya   | 46                   |
| 7 Agrupamiento de características cuantitativas y cualitativas en germoplasma de pitahaya utilizando el método Ward y el coeficiente de Pearson como distancia        | 48                   |
| 8 Distribución bidimensional de las variables originales en germoplasma de pitahaya sobre el primer y segundo CP utilizando 30 variables cuantitativas y cualitativas | 52                   |
| 9 Distribución bidimensional del germoplasma de pitahaya sobre el primer y segundo CP utilizando 30 variables cuantitativas y cualitativas                            | 53                   |

## INDICE DE ANEXO

| Nº |  | página |
|----|--|--------|
| 1  | Metodología de clasificación del grado de expresión, nivel expresión y estado del descriptor   | 61     |
| 2  | Diccionario de clasificación de descriptores cualitativos  | 63     |
| 3  | Claves y medidas para descriptores cuantitativos y cualitativos  | 65     |
| 4  | Catálogos de los caracteres cuantitativos de la estructura floral y vegetativa del cultivo de la pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse) | 67     |
| 5  | Matriz de correlación de caracteres cuantitativos en germoplasma de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Brit & Rosse)                               | 68     |
| 6  | Guía de descriptores de pitahaya ( <i>Hylocereus undatus</i> Britt & Rosse)  | 69     |

## RESUMEN

La pérdida de diversidad genética es un proceso que transcurre a gran velocidad, para preservar y conservar estos recursos genéticos vegetales, se hace necesario el inventario y caracterización (agronómica, morfológica, genética, bioquímica, etc), con el propósito de describir y diferenciar el material genético. Las estrategias de conservación del germoplasma deben basarse en la preservación de las poblaciones en su hábitat (*in situ*) y la preservación fuera de su hábitat (*ex situ*). El presente estudio se desarrolló durante el período de octubre (2002) a noviembre (2002), muestreado en la zona del pacífico en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas con el objetivo de proponer una guía de descriptores del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse), definir descriptores que determinen similitud y relación entre los diferentes materiales genéticos y la realización de un catálogo de los caracteres cuantitativos de la estructura floral y vegetativa de esta especie, mediante análisis de estadística descriptiva, análisis de correlación y técnicas de taxonomía numérica como análisis de componentes principales (ACP) y análisis de agrupamiento (AA). Se encontró que esta especie florece con las primeras lluvias de mayo a junio, el periodo de producción es de mayo a noviembre, obteniendo mayores rendimientos entre agosto y septiembre. El cultivo de la pitahaya tiene amplia distribución en el país, cultivado en huertos familiares y de forma comercial, abasteciendo al mercado local de Masaya principalmente y en menor proporción a los otros departamentos, localizando los mejores frutos en La Concepción (cerro San Ignacio), debido a las condiciones ambientales y de adaptación del material genético en la zona. Tiene usos múltiples como fruta fresca, alimento para el ganado, uso medicinal. Se determinó que la variable diámetro del estilo presentó un C.V de 83.11% y el peso de la cáscara un C.V de 61.24%, siendo estas dos las que presentan mayor variación. Las variables diámetro basal de la flor y número de pétalos presentaron un C.V de 10.60% y 9.37% respectivamente, siendo las de menor variación. Asimismo las variables forma de brácteas inferior y superior al igual que el color primario y secundario presentaron semejanzas. El análisis de componentes principales determinó que el 46.83% de la variación total que la aportan los 3 primeros componentes y las variables que la integran son VOLFRU, PESFRU, LONFRU, PESCAS, VOLPUL y DIAFRU para discriminar un 19.24% en el primer componente; las variables COLFRU, UNIFES, DIAESTI, LONESP aislaron un 14.81% en el segundo componente y un 12.78% para el tercer componente conformado por NUMBRF, DIAEST y DIAFLO, estas variables pueden ser utilizadas para evaluar materiales de pitahayas.

## I. INTRODUCCION

En los últimos años los cultivos no tradicionales han adquirido gran importancia para el país como alternativa rentable para sustituir en algunas zonas a los granos básicos (Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1991), dentro de ellos el cultivo de la pitahaya ocupa un lugar importante para el sector agrícola.

La pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse) pertenece a la familia *Cactaceae*, es una planta perenne que crece de forma silvestre sobre árboles, piedras y muros (López, 1996). Son plantas suculentas, generalmente con muchas espinas, el carácter xerofítico permite que se adapte bien a zonas secas. Prácticamente todas las partes de la planta se pueden utilizar para diversos fines: el fruto para el consumo humano; las semillas que se consumen con la pulpa mejora el sistema digestivo; la pulpa contiene una sustancia llamada captina que actúa como tonificante del corazón y como calmante de los nervios (Proyecto CEE - ALA, 1994).

Según Ríos (1998), actualmente se estima que existen alrededor de 560 hectáreas del cultivo de pitahaya en todo el territorio nacional, con una producción de 2520 toneladas métricas anuales de fruta fresca, considerando un rendimiento promedio de 900 docenas de 3.5 kg / mz cultivada, esta producción ocurre en años normales en el período de mayo a octubre.

Entre los principales países consumidores de pitahaya están Estados Unidos, Europa, Japón y Canadá, según estadísticas tienen demanda semanal de 50, 30, 20 y 20 toneladas respectivamente (APENN, 1994). En cambio históricamente el mercado nacional consume más del 95% de la oferta nacional, lo que indica el alto grado de familiaridad y aceptación que tiene la pitahaya entre la población (Ríos, 1998).

La comercialización de pitahaya en la actualidad se basa en seis clones, los que son manejados por los agricultores, por otro lado la información disponible sobre el mejoramiento genético es limitada y pocas instituciones están vinculadas a este tipo de actividad, limitando el aprovechamiento de la variabilidad genética existente en el país y

con ello el desarrollo del cultivo (González y Guardado, 1998). Nicaragua posee diversidad genética de pitahayas, encontrándose plantas en estado silvestre o cultivado, se puede reproducir de forma sexual y asexual (Alemán, 1995).

Uno de los problemas que se ha venido dando hasta la fecha es que el material vegetativo del que se está obteniendo producción no ha sido caracterizado, técnicamente, y sólo existe información general de la experiencia de los agricultores (López, 1996).

En el estudio realizado se propone la utilización de caracteres cualitativos y cuantitativos capaces de medir la variabilidad fenotípica y con ello elaborar una guía de descriptores morfológicos de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse) que permita garantizar al agricultor la identificación y selección de materiales genéticos adecuados para los sistemas de producción, planteándose los siguientes objetivos:

#### **Objetivo General**

- Proponer una Guía de Descriptores utilizando características cualitativas y cuantitativas de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse) para caracterizar y evaluar materiales genéticos en uso o potencialmente utilizables.

#### **Objetivos Específicos**

- Recopilar información de variables cualitativas y cuantitativas que permitan conformar una Guía de Descriptores para germoplasma de pitahaya.
- Definir características morfológicas que en mayor proporción determinen similitud y relación entre los diferentes materiales genéticos de pitahaya.
- Proponer descriptores que sirvan para evaluar y seleccionar el material genético de pitahaya.
- Conformar un catálogo de variables mediante la recopilación de datos.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes

La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae, que a su vez ha sido clasificada según Maltez (1994) en:

|            |                   |
|------------|-------------------|
| División:  | Angiosperma       |
| Clase:     | Dicotiledoneas    |
| Sub clase: | Caryophyllidae    |
| Orden:     | Caryophyllales    |
| Familia:   | Cactaceae         |
| Género:    | <i>Hylocereus</i> |
| Especie:   | <i>undatus</i>    |
| Autor:     | Britt & Rosse     |

En Nicaragua no existen variedades definidas porque no se han realizado estudios científicos encaminados a describirlas; sin embargo, se pueden apreciar diferencias notables en las características de los cladodios, color, forma y tamaño de los frutos, espesor de la cáscara y número de brácteas (Barbeau, 1990).

Existe una especie cuyos tallos no tienen espinas, también se ha reportado la presencia de un clon importado de pitahaya amarilla, que actualmente se está impulsando la siembra en el Centro Experimental Campos Azules (CECA) ubicado en el municipio de Masatepe. Otros tipos son de floración muy precoz, o muy tardíos, aunque no se ha determinado aún si la causa es de naturaleza genética o ambiental, por lo que se hace necesario emprender un trabajo de identificación y selección de materiales genéticos más adecuados para los propósitos de los agricultores y así producir solamente materiales sanos con alta productividad que respondan a las expectativas de los agricultores y del mercado (Barbeau, 1990). Los genotipos precoces y tardíos pueden permitir que se amplíe el período de producción de frutos.

Desde tiempos remotos en Nicaragua se ha reportado diversidad genética de pitahaya por Oviedo y Valdés en 1527, según Monterrey (1994). El programa Recursos Genéticos Nicaragüenses de la UNA y el Centro Experimental Campos Azules del INTA, realizaron una colecta de Pitahaya en 13 departamentos de Nicaragua, recolectándose material promisorio de pitahaya (232 colectas) en el país, con el fin de disponer de material genético en el Centro Experimental de Campos Azules (CECA). De esta forma se logró detectar diversidad genética en caracteres morfológicos, rendimiento y reacción a enfermedades, así como pitahayas con espinas y sin espinas; muchos de estos materiales se encontraron en condiciones silvestres y pocos en estado cultivado (Avelares J, Marín V, Gómez O y Guido A, 1996) y Marín V, 1997.

La intensificación de este cultivo en el país se debe a la creciente demanda de frutos por el mercado nacional y de exportación, siendo este último exigente en calidad (sabor, apariencia, color y dulzor), por lo que se demanda nuevas variedades que respondan adecuadamente a las exigencias del mercado y de los productores (rendimiento, bajo insumo, resistencia a insectos y enfermedades), por lo que hace necesaria la búsqueda de nuevos materiales genéticos que llenen las expectativas del sector (Contreras y Argüello, 1999).

Desde 1992, el proyecto de la CEE-ALA 86/30 (en ejecución desde 1989) está promoviendo la siembra de pitahaya en la meseta de Carazo, en la que se están utilizando casi exclusivamente 6 clones que son: Campos Azules (Chocoya), Lisa, Rosa, Orejona, Cebra y San Ignacio (Maltez, 1994), lo que demuestra que no se está aprovechando la diversidad de genotipos existentes en el país.

## **2.2 Origen**

Barbeau (1990) cita que el centro de origen de la mayoría de las Cactáceas se sitúa al Sur oeste de los Estados Unidos y Oeste de México. Sánchez (1984), afirma que el género *Hylocereus* comprende de 16 a 18 especies distribuidas en las Antillas, México, América Central y Norte de Sudamérica. Aunque todas ellas producen pitahayas de sabor agradable,



hasta la fecha sólo *Hylocereus undatus* es de importancia económica para Nicaragua.

Rodríguez (1993), comenta que por tratarse de una planta nativa de América Tropical, se encuentra dispersa en estado silvestre y en forma cultivada a nivel de huertos familiares.

### **2.3 Disponibilidad de la producción de pitahaya**

Nicaragua cuenta con una disponibilidad o período de producción más largo que comprende de mayo a noviembre, concentra la mayor producción de pitahaya en el oriente y sur del país en las zonas de Carazo, Masaya y Rivas (San Jorge); otros lugares de importancia son los municipios de la Trinidad, San Juan de Limay y el departamento de Chinandega (Agricultura y Desarrollo, 1995), se obtienen hasta cinco ciclos de cosecha, con mayores rendimientos en los meses de agosto y septiembre, siendo el único país con disponibilidad de ofrecer pitahaya por un período de tiempo tan prolongado (Moncada, 2003). Por su parte, Colombia cuenta con producción en los meses de febrero - abril y julio - agosto y el período de producción de Guatemala es más reducido siendo este únicamente de junio -julio.

### **2.4 Descripción morfológica**

#### **2.4.1 Raíz**

La pitahaya es una planta epífita con raíces primarias y secundarias. Las raíces primarias tienen la función de alimentar a la planta y se encuentra desarrolladas a una profundidad de 5 a 10 cm; las raíces secundarias o adventicias nacen en la parte aérea de la planta, su función es de sostén por lo que se adhieren a la superficie de tutores, piedras y muros (López, 1996).

### **2.4.2 Cladodios**

Los cladodios son del tipo xerofítico, de consistencia suculenta y epidermis gruesa, característica que permite que se desarrollen bien en zonas de baja precipitación. La presencia de mucílago y otras sustancias ayudan a que los tallos regulen las pérdidas de agua en épocas secas.

Tienen hábito trepador, no tienen hojas solamente pequeñas espinas que sirven de protección. El Proyecto CEE - ALA (1997), menciona que los tallos colgantes son mejores porque producen mayor cantidad de flores y frutos, por el contrario los cladodios que no son colgantes producen fruto más pequeños y en menor cantidad.

### **2.4.3 Espinas**

Las espinas son transformaciones foliares que protegen a la planta de la excesiva radiación. La disposición de las espinas en las areolas ayudan en la taxonomía sistemática debido a las particularidades de las especies. Las características de las espinas son afectadas por las condiciones edafoclimáticas aún en la misma especie (López, 2002).

### **2.4.4 Flor**

Las flores de la pitahaya son muy vistosas y aromáticas, nacen en la porción superior de la areola en la parte con mayor exposición a la luz solar, las primeras flores aparecen con las primeras lluvias de mayo a junio, precedida de un período seco (López, 1996). Las flores se abren una sola vez únicamente por las noches. La flor esta compuesta de cáliz, corola, androceo y gineceo (González y Guardado, 1998). Sin embargo se ha notado que a partir de los primeros días de abril puede observarse la floración de pitahayas en zonas de Nandaimé y Chinandega, lo que justifica la presencia de frutos en mayo en los distintos mercados del país (Avelares, 2003 \*).

\* Comunicación personal

La emisión floral de la pitahaya esta relacionada con las condiciones climáticas de humedad, luz, temperatura y estado nutricional de la planta. Si estos factores están equilibrados se produce una buena floración y consecuentemente una buena producción.

#### 2.4.5 Fruto

El fruto es una baya indehisciente de diferentes tamaños y formas: ovoide, redondeado y alargado. La cáscara posee brácteas carnosas y cerosas. La tonalidad de los colores de los frutos, en el caso de Nicaragua, varía desde rosado a rojo intenso y morado claro (López, 1996).

#### 2.4.6 Semilla

El fruto posee gran cantidad de pequeñas semillas de origen sexual de color negro, con alto poder de germinación cuando las condiciones de humedad y temperatura son buenas.

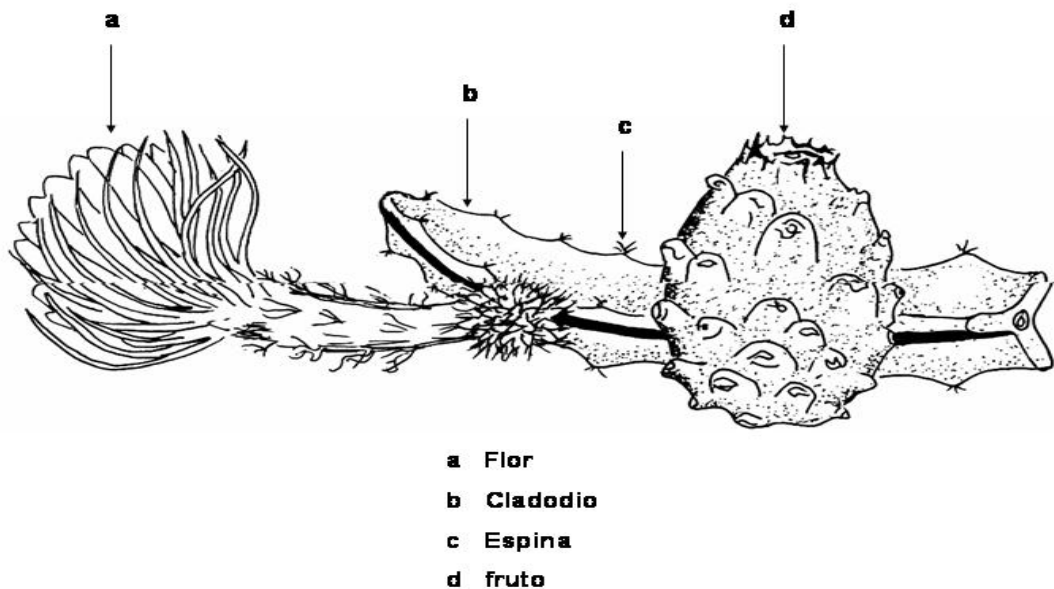


Figura 1. Características botánicas de la pitahaya. León, 2000

## **2.5 Fisiología**

Las cactáceas se caracterizan por su adaptación a lugares áridos y semiáridos debido a que han sufrido una modificación de su anatomía, fisiología y morfología durante su evolución (López, 2002).

Estas plantas son capaces de almacenar y conservar el agua debido al desarrollo del parénquima succulento, reducción de la superficie transpiratoria y del número de estomas, desaparición de las hojas o su transformación en otras estructuras (Cruz, 1994).

El tejido externo (epidermis) de los cladodios de las cactáceas está compuesto por una sola capa de células recubiertas de cutinas. La epidermis tiene tres funciones principales (López, 2002):

- Retención de agua dentro del cuerpo de la planta.
- Protección contra insectos, enfermedades y de la luz intensa.
- Controla el intercambio gaseoso.

La mayoría de las cactáceas utilizan el Mecanismo Ácido de las Crasuláceas (CAM), para la fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico (López, 2002).

## **2.6 Requerimientos edafoclimáticos**

El cultivo de la pitahaya prefiere suelos francos arenosos o pedregosos con buen drenaje y con un pH de 5 a 7. Se desarrolla a temperaturas de 28 a 30 °C, siendo la temperatura óptima de 29°C. Durante la floración requiere lluvias moderadas, una alta precipitación causa la caída de las flores, una precipitación adecuada es de 500 a 700 mm/año. Se pueden establecer plantaciones en alturas de 800 msnm, las zonas pitayeras del país se encuentran a una altura de 400 y 600 msnm (Meseta de Carazo) y entre 50 a 250 msnm en Rivas, La Trinidad y Chinandega (López, 1996).

## **2.7 Guía de descriptores**

La guía de descriptores es una serie de parámetros medibles, que permiten el registro de la información de caracterización, en este caso del cultivo de la pitahaya, para discriminar fácil y rápidamente los distintos fenotipos. Estos caracteres por lo general son altamente heredables, fácilmente detectables a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes ( IPGRI, 1995).

## **2.8 Caracteres Cuantitativos**

La variabilidad de los caracteres cuantitativos, está limitado a mediciones como peso del fruto, longitud de la flor o conteos (Marini, 1990). Los caracteres cuantitativos están regulados por muchos genes y su expresión fenotípica está determinada por el genotipo, el medio ambiente y la interacción de estos (Márquez, 1976).

## **2.9 Caracteres Cualitativos**

Los caracteres cualitativos están regulados por pocos pares de genes y generalmente son pocos modificados por el medio ambiente (Rodríguez, 1981). Los diferentes fenotipos pueden reconocerse sin necesidad de medirse y solo se hace necesario la simple observación, estos caracteres presentan herencia discontinua. Según Ortiz (1984) la expresión de estos caracteres se hereda de una generación a otra, manteniendo su expresión fenotípica, por lo tanto, los valores permanecen válidos para clasificar una población en diferentes condiciones ambientales.

Las frecuencias relativas de los caracteres cualitativos en una población permanecen constantes si no intervienen factores de selección, introgresión y deriva genética (Poehlan, 1981; citado por Benavides, 1990).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

El estudio es de tipo no experimental, basándose en la observación de fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después ser analizados (Hernández R, Fernández C y Baptista L, 1991). La información se obtuvo en forma transversal porque se recolectaron los datos en un sólo momento que correspondió al de fructificación y cosecha, y en un tiempo único, correspondiendo al final del ciclo de fructificación, con el propósito de definir descriptores (Hernández R, Fernández C y Baptista L, 1991).

#### **3.1 Lugares de Colecta**

El presente estudio se efectuó en la región del Pacífico en los departamentos de León (Telica, Malpaisillo, Quezalaguaque y La paz Centro), Chinandega (Tonalá, El Viejo, Israel, La Bolsa, Las Rojas, Chichigalpa y Posoltega), Managua (Ticuantepo y Tipitapa), Masaya (Masaya, Las Flores, El Comején, Pacaya, Pacayita, La Poma, La Concepción, Nindirí, Masatepe, San Juan de Oriente y Niquinohomo), Granada (Diriomo, Diriá y Nandaime), Carazo (San Marcos, Diramba, La Paz de Carazo y La Conquista) y Rivas (San Jorge, Belén, Potosí, Buenos aires, Popoyoapa, Tola, Cárdenas, La Virgen e Isla de Ometepe), donde se recolectaron muestras vegetativas y reproductivas de pitahaya para estudiar distintos descriptores y determinar la variación o similitud en las características cuantitativas y cualitativas en el material estudiado.

#### **3.2 Descripción Ecológica de los lugares de colectas**

Los materiales estudiados se encuentran ubicados dentro de la región ecológica I representada por la región del Pacífico, la más seca y caliente del país, cuenta con una extensión de 28,042 Km<sup>2</sup>. Comprende diferentes categorías de vegetación (formaciones forestales caducifolias, subcaducifolias y perennifolias) y una gran diversidad de especies vegetales nativas y asociaciones vegetales, cuya presencia en cada localidad responde a factores ecológicos de clima, geológicas, topográficas, suelo y actividad humana. Las zonas ecológicas y el relieve de las tierras están comprendidas entre 0 y 1,745 msnm (Salas, 1993).

### **3.3 Descriptores evaluados**

Para efectos de análisis se estudiaron características cuantitativas y cualitativas de los caracteres morfológicos de cladodios, flor y fruto que se registraron al momento de la producción; se consideró la ántesis o apertura floral para datos de floración; madurez fisiológica o fruto maduro para datos de fruto y cladodios desarrollados para datos de cladodio.

#### **3.3.1 Descriptores Cuantitativos**

##### **3.3.1.1 Descriptor de la flor**

Peso de la flor  
Longitud de la flor  
Diámetro medio de la flor  
Diámetro basal de la flor

##### **3.3.1.2 Cáliz**

Número de brácteas  
Ancho de brácteas

##### **3.3.1.3 Corola**

Número de pétalos  
Longitud de pétalos  
Ancho de pétalos

##### **3.3.1.4 Androceo**

Longitud de filamento  
Diámetro de filamento de estandarte  
Longitud de antera  
Ancho de antera

##### **3.3.1.5 Gineceo**

Diámetro de estigma  
Número de estigma  
Longitud de estilo  
Diámetro de estilo

##### **3.3.2 Descriptor Fruto**

Forma del fruto  
Longitud del fruto  
Diámetro del fruto  
Volumen del fruto  
Densidad del fruto maduro  
Volumen de pulpa  
Peso de fruto  
Peso de pulpa  
Peso de cáscara  
Espesor de la cáscara  
Número de brácteas  
Grados Brix  
Tamaño de semillas  
Peso de mil semillas

##### **3.3.3 Descriptor Cladodios**

Número de cladodios vegetativos  
Distancia entre areola  
Altura de arista  
Longitud de cladodio  
Número de arista  
Ancho de cladodio  
Espesor de la arista  
Número de espina  
Longitud de espinas

##### **3.3.4. Descriptores Cualitativos**

###### **3.3.4.1 Cáliz**

Color del cáliz

Color de brácteas  
Forma de brácteas inferior  
Forma de brácteas superior

#### **3.3.4.2 Corola**

Color de pétalos  
Forma de pétalos

#### **3.3.4.3 Androceo**

Tipos de anteras por su inserción

#### **3.3.4.4 Gineceo**

### **3.4 Metodología**

Para una mejor comprensión de los descriptores evaluados se definieron los siguientes términos:

- Grado de expresión: Es una categoría del reflejo de las unidades de medida y representa un atributo de los descriptores cuantitativos estudiados.
- Nivel de expresión: Es el valor en número, asignado al grado de expresión.
- Estado del descriptor: IPGRI (Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos) citado por Utrera (1994); dice que a cada descriptor se le asigna una escala de valores que se le llama estado del descriptor. El IPGRI señala que los estados del descriptor usualmente podrían ser registrado como códigos (letras o números) antes que palabras, siempre es posible si una característica es estable en diferentes ambientes, se debe registrar el valor actual del descriptor cuantitativamente.

Para la obtención de cada grado de expresión y estado del descriptor de los descriptores cuantitativos evaluados, se utilizó los parámetros estadísticos de mínima y máxima con los datos evaluados en campo, interpretado de la manera siguiente:

Tipos de estigmas  
Color del estigma

#### **3.3.5 Descriptor Fruto**

Color de fruto maduro  
Color de fruto verde

#### **3.3.6 Descriptor Cladodios**

Color primario  
Color secundario  
Uniformidad de espina  
Forma del borde del cladodio



Cuando hubo tres niveles de expresión (1, 2 y 3) se efectuó el cálculo del rango (valor máximo menos el valor mínimo); el nivel 1 correspondió a valores por debajo del mínimo con respecto al rango registrado, el nivel 2 a todos los valores dentro del rango, y el nivel 3 los valores por encima del valor máximo (Anexo 1).

En el caso de cuatro niveles de expresión (1, 2, 3 y 4) se calculó el rango (valor máximo menos valor mínimo) y se divide entre dos, al resultado se le suma el mínimo y constituye el grado de expresión dos, encontrando también el estado del descriptor, a este valor se le suma el cociente y forma el grado de expresión tres y el estado de este descriptor; los niveles de expresión 1 y 4 corresponden como en el caso de 3 niveles (por debajo y por encima de los valores del rango) Anexo 1.

Cuando encontró con cinco niveles de expresión (1, 2, 3, 4 y 5) se calculó de igual forma que en los casos anteriores y se divide entre tres, al resultado se le suma el mínimo y es el grado de expresión dos encontrando también el estado del descriptor, a este valor se le suma el cociente y es el grado de expresión 3 y el estado del descriptor, a este valor se le suma el cociente y forma el grado de expresión 4 y estado del descriptor; los niveles 1 y 5 corresponden como en los casos anteriores (Anexo 1).

Los niveles de expresión conformados anteriormente se determinaron en forma discrecional, basándose en la experiencia de expertos de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Los descriptores cualitativos fueron evaluados para su identificación con la ayuda de las tablas Munsell y Köpper, describiendo aquellos colores que predominaban más en los diferentes descriptores de flor, fruto y cladodio.

El nivel de expresión, estado del descriptor y grado de expresión de los caracteres cualitativos basándose en el color se determinó con la agrupación de las muestras de cada uno de los descriptores evaluados, se visualizó del color de la muestra o estado del descriptor, posteriormente se comparó con las tonalidades de las tablas de Munsell y

Köpper y se identificó el código que aparece en las tablas de color, el grado de expresión se determinó a través de la variabilidad que se observa en los diferentes colores que tiene la tabla.

En los descriptores cuantitativos y cualitativos de cladodio y fruto el número de muestras recopiladas fue de 398; en el caso de variables de flor las muestras fueron reducidas a 130 registros, ya que los productores no permitían que sus flores fueran cortadas.

### **3.5 Análisis de la información**

La información proveniente de estudios anteriores, Fornos D, Loaisiga C y Marín (1997); González y Guardado (1998); Contreras y Argüello (1999) y las muestras recolectadas y medidas en este trabajo fueron organizadas en bases de datos para su posterior análisis estadístico. Se utilizó Excell, Minitab, SPSS y SAS en el manejo y análisis estadísticos. Se estableció un análisis de estadística descriptiva: mínima, máxima, media, desviación estándar y coeficiente de variación para los descriptores cuantitativos con el objetivo de observar la variación entre las muestras; basándose en estos parámetros se conformaron intervalos de confianza (IC) mediante la siguiente ecuación:

$$IC = x \pm s$$

en donde:

x = media muestral

s = desviación estándar muestral

Gutiérrez (2000), los intervalos formados por  $x \pm s$ ,  $x \pm 2s$  y  $x \pm 3s$  en una distribución normal contienen el 68%, 95% y 99% de las observaciones, respectivamente.

A los descriptores cualitativos se les realizó distribución de frecuencia, para obtener los caracteres más predominantes.

La relación del germoplasma de pitahaya se efectuó mediante estadísticos descriptivos, análisis de correlación y técnicas de taxonomía numérica: análisis de componentes

principales (ACP) y análisis de agrupamientos (AA). El análisis multivariado fue aplicado a 130 registros de pitahaya que presentaron información completa en variables de flor y fruto. Las variables fueron las siguientes: forma del fruto (FORFRU), longitud del fruto (LONFRU), diámetro del fruto (DIAFRU), relación de la longitud y diámetro del fruto (LONDIA), peso del fruto (PESFRU), volumen del fruto (VOLFRU), peso de la cáscara (PESCAS), espesor de la cáscara (ESPCAS), peso de la pulpa (PESPUL), volumen de la pulpa (VOLPUL), peso de mil semillas (PESMSE), grados brix (GRABRI), longitud de la flor (LONFLO), diámetro basal de la flor (DIABAF), diámetro medio de la flor (DIAMEF), número de brácteas en la flor (NUMBRF), ancho de brácteas en la flor (ANCBRF), número de pétalos (Numpet), longitud de pétalos (LONPET), ancho de pétalo (ANCPET), ancho de antera (ANCANT), longitud de antera (LONANT), diámetro del estilo (DIAEST), número de estigmas (NUMEST), longitud de estigma (LONESTI), diámetro del estigma (DIAESTI), longitud de las espinas (LONESP), color del fruto maduro (COLFRM), número de brácteas en el fruto (NUMBRA) y uniformidad en las espinas (UNIFES).

Según Pla (1986), el ACP es una técnica que permite disminuir el conjunto de variables correlacionadas a un menor grupo no correlacionado conocido como componentes principales (CP), los cuales son arreglos lineales que conservan la información suministrada por las variables originales. El ACP determina la relación que existe entre las variables, detecta las variables de mayor variación y que son responsables en la agrupación de los individuos (Judez, 1989).

Durante el proceso de análisis estadístico, las variables fueron estandarizadas para que los nuevos valores tuvieran media cero y varianza uno (Crisci y López, 1983), el cálculo se realizó a través de la siguiente fórmula:

$$X_{ij} = \frac{(X_{ij} - \bar{X}_i)}{S_i}$$

en donde  $X_{ij}$  es el valor del carácter  $i$  para el individuo  $j$ , y  $\bar{X}_i$  es la media de la variable  $i$ .  $S_i$  es la desviación estándar.

El AA fue utilizado para agrupar y correlacionar las variables. Fue empleado el método Ward como una técnica del tipo jerárquico que permite la estimación del número de grupos de variables en el proceso de clasificación, su objetivo es agrupar las variables que presenten menor varianza dentro de los individuos (Franco y Crossa, 1999), el resultado final se presenta en forma gráfica denominado dendrograma.

La medida de similitud entre variables se determinó mediante el coeficiente de correlación de Karl Pearson (Crisci y López, 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,  $\bar{X}_j$  es la media para todos los valores de los estados del clon  $j$ ,  $\bar{X}_k$  es la media para todos los valores de los estados del clon  $k$ .

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1 Descriptor de la flor**

La flor de la pitahaya esta compuesta de cáliz, corola, androceo y gineceo (González y Guardado, 1998).

#### **4.1.1 Peso de la flor (PESFLO)**

Basándose en la información registrada el descriptor peso de flor presentó un valor mínimo de 75 g y un máximo de 186 g, dentro de este rango se determinaron 5 grados de expresión: muy liviana, liviana, peso mediano, pesada, muy pesada. De acuerdo a estas categorías, los valores menores al mínimo se consideran pesos muy livianos y valores mayores al máximo se consideran muy pesados, los niveles 2, 3 y 4 se consideran liviana, peso mediano y pesada respectivamente (Tabla 1 y Anexo 1).

Esta variable presentó una media general y desviación estándar de  $122.71 \pm 34.28$ , estos valores están comprendidos en un 68% de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla 1) y un C.V de 27.93% (Anexo 4).

Estos valores son aceptables para otras poblaciones que no han sido estudiadas, pero que sean de la misma especie de pitahaya (silvestres y cultivadas).

#### **4.1.2 Longitud de la flor (LONFLO)**

Esta variable presentó un valor de 18 cm y 32 cm, se determinó 4 grados de expresión: pequeña, mediana, grande, muy grande. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se consideran pequeños y valores superiores al máximo son muy grandes, los niveles 2 y 3 se consideran mediana y grande respectivamente (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

La longitud de la flor presentó una media general y desviación estándar de  $25.67 \pm 4.84$ , estos valores están incluidos en el intervalo de confianza del 68% de las observaciones individuales en la distribución normal (Tabla 1), con un C.V de 18.85% (Anexo 4).

#### **4.1.3 Diámetro medio de la flor (DIAMEF)**

El diámetro medio de la flor presentó un valor mínimo de 4 cm y un valor máximo de 10 cm, se determinaron 4 grados de expresión: pequeño, mediano, grande y muy grande. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión de pequeño y los superiores al máximo al grado de expresión de muy grande, los niveles de expresión 2 y 3 se consideran mediano y grande respectivamente (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

Este carácter presentó una media general y desviación estándar de  $6.16 \pm 1.87$ , estos valores están dentro de una distribución normal con un intervalo de confianza de 68% (Tabla 1) y C. V de 30.32% (Anexo 4).

#### **4.1.4 Diámetro basal de la flor (DIABAF)**

Este descriptor obtuvo un valor de 3 cm y 4 cm, para determinar 3 grados de expresión: delgada, media y gruesa. Los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión delgada y los superiores al máximo de expresión gruesa, el nivel de expresión 2 se considera media (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

El 68% de las observaciones individuales presentó una media general y desviación estándar de  $3.40 \pm 0.36$  (Tabla 1), este descriptor obtuvo un C.V de 10.60% (Anexo 4).

#### **Cáliz**

El cáliz representa el primer verticilio floral y es la envoltura más externa (Fuentes, 1998). Está formado por brácteas que en pitahaya persiste durante toda la vida de la flor e incluso

en el fruto, al que acompaña una vez cosechado, lo que le da un aspecto atractivo en cuanto a su presentación, su función es de protección y apoyo a los verticilios florales (Calderón, 1990, González y Guardado, 1998).

#### **4.1.5 Número de brácteas de la flor (NUMBRF)**

Esta variable presentó un valor mínimo de 71 brácteas y un valor máximo de 101 brácteas, se determinó 3 grados de expresión: pocas, media y alta. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión pocas y valores mayores al máximo con grado de expresión alta, el nivel de expresión 2 se considera media (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar del número de brácteas es de  $84.78 \pm 11.23$ , comprendidos en el 68% de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla 1) y C.V de 13.25% (Anexo 4)

#### **4.1.6 Ancho de brácteas de la flor (ANCBRF)**

Este descriptor se caracterizó por presentar un valor mínimo de 7 mm y un valor máximo de 16 mm, se determinaron 3 grados de expresión: angosta, mediana y ancha. Según las categorías, los valores inferiores al mínimo son de expresión angosta y valores superiores al máximo son de expresión ancha, el nivel de expresión 2 se considera mediana (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

En la tabla 1 se presentan los intervalos comprendidos en el 68% de las observaciones individuales de la distribución normal con una media general y desviación estándar de  $12 \pm 2.60$  y un C.V de 21.65% (Anexo 4).

## **Corola**

La corola representa el segundo verticilio floral, está formado por hojas modificadas denominadas pétalos de colores muy variados, tiene la función de protección de los órganos reproductores, cumple en cada caso distintas funciones de apoyo al proceso de la reproducción, tal es el caso de la polinización entomófila (Calderón, 1990 y Fuentes 1998)

### **4.1.7 Números de pétalos (NUMPET)**

Presentó un valor mínimo de 18 y un valor máximo de 24 pétalos, se determinaron 3 grados de expresión: poco, medio y alto. Los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión poco y superiores al máximo se clasifican dentro del grado de expresión alto, el nivel de expresión 2 es considerado medio (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

El número de pétalos presentó una media general y desviación estándar de  $20.67 \pm 1.94$ , comprendidas dentro de un intervalo del 68% de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla1) y un C.V de 9.37% (Anexo 4).

### **4.1.8 Longitud de pétalos (LONPET)**

Este carácter presentó un valor de 6 cm y 14 cm, se determinaron 3 grados de expresión: poco, medio y alto. Los valores menores al mínimo se encuentra dentro del grado de expresión poco y valores mayores al máximo son de expresión alto, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

El 68% de las observaciones de una distribución normal están comprendidas dentro de la media general y desviación estándar de  $9.82 \pm 2.94$ , (Tabla 1) y un C.V de 29.96% (Anexo 4).



#### **4.1.9 Ancho de pétalos (ANCPET)**

Esta variable obtuvo un valor mínimo de 0.5 cm y un máximo de 4.50 cm, se agruparon 4 grados de expresión: muy angosto, angosto, medio y ancho. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy angosto y valores superiores al máximo son de expresión ancho, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran angosto y medio respectivamente (Tabla 1 y Anexo 1 y 3).

El ancho de pétalos presentó una media general y desviación estándar de  $2.28 \pm 1.07$ , estas medidas indican que hay intervalos de valores en un 68% de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla 1) y un C. V de 47.12% (Anexo 4).

#### **Androceo**

El androceo representa el aparato reproductor masculino, constituye el tercer verticilio floral formado por estructuras denominadas estambres, cada estambre consta de dos partes principales, el filamento se encuentra inserto en la base de la flor y la antera tiene formas variadas (Calderón, 1990).

#### **4.1.10 Longitud del filamento (LONFIL)**

El descriptor presentó un valor mínimo de 6 cm y un máximo de 22 cm, se determinaron 4 grados de expresión: muy corto, corto, medio y largo. Según estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy corto y los superiores al máximo se encuentra dentro del grado de expresión largo, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran corto y medio respectivamente (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $12.02 \pm 5.23$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están determinadas dentro del intervalo mostrado en la tabla 2, con un C.V de 43.50% (Anexo 4).

**Tabla 1.** Descriptores para flor, cáliz y corola de los caracteres cuantitativos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse)

| CODIGO | GRADO DE EXPRESION | NIVEL DE EXPRESION | ESTADO DEL DESCRIPTOR | IC 68%           |
|--------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| PESFLO | Muy liviana        | 1                  | Menos de 75 g         | 88.43 - 156.99 g |
|        | Liviana            | 2                  | Entre 75 y 112 g      |                  |
|        | Peso mediano       | 3                  | Entre 112 y 149 g     |                  |
|        | Pesada             | 4                  | De 149 a 186 g        |                  |
|        | Muy pesada         | 5                  | Más de 186 g          |                  |
| LONFLO | Pequeña            | 1                  | Menos de 18 cm        | 4.84 - 20.83 cm  |
|        | Mediana            | 2                  | De 18 a 25 cm         |                  |
|        | Grande             | 3                  | Entre 25 a 32 cm      |                  |
|        | Muy grande         | 4                  | Más de 32 cm          |                  |
| DIAMEF | Pequeño            | 1                  | Menos de 4 cm         | 4.29 - 8.03 cm   |
|        | Mediano            | 2                  | De 4 a 7 cm           |                  |
|        | Grande             | 3                  | Entre 7 a 10 cm       |                  |
|        | Muy grande         | 4                  | Más de 10 cm          |                  |
| DIABAF | Delgada            | 1                  | Menos de 3 cm         | 3.04 - 3.76 cm   |
|        | Media              | 2                  | De 3 a 4 cm           |                  |
|        | Gruesa             | 3                  | Más de 4 cm           |                  |
| NUMBRF | Pocas              | 1                  | Menos de 71           | 11.23 - 73.55 cm |
|        | Medianamente       | 2                  | De 71 a 101           |                  |
|        | Alta               | 3                  | Más de 101            |                  |
| ANCBRF | Angostas           | 1                  | menos de 7 mm         | 9.4 - 14.6 mm    |
|        | Medianas           | 2                  | Entre 7 a 16 mm       |                  |
|        | Anchas             | 3                  | Más de 16 mm          |                  |
| NUMPET | Pocos              | 1                  | Menos de 18           | 18.73 - 22.61    |
|        | Medios             | 2                  | Entre 18 a 24         |                  |
|        | Altos              | 3                  | Más de 24             |                  |
| LONPET | Pocos              | 1                  | Menos de 6 cm         | 6.88 - 12.76 cm  |
|        | Medios             | 2                  | Entre 6 y 14 cm       |                  |
|        | Altos              | 3                  | Más de 14 cm          |                  |
| ANCPET | Muy angosto        | 1                  | Menos de 0.5 cm       | 1.21 - 3.35 cm   |
|        | Angosto            | 2                  | Entre 0.5 y 2.5 cm    |                  |
|        | Medio              | 3                  | De 2.5 a 4.5 cm       |                  |
|        | Ancho              | 4                  | Más de 4.5 cm         |                  |

#### 4.1.11 Diámetro de filamento (DIAFIL)

El diámetro de filamento de estandarte se caracteriza por presentar un valor mínimo de 4 mm y un máximo de 8 mm de diámetro, se determinaron 3 niveles de expresión: delgado, medio y grueso. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión delgado y valores superiores al máximo son de expresión grueso, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

El descriptor presentó una media general y desviación estándar de  $5.3 \pm 0.12$ , apreciando intervalos en un 68% de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla 1) y C.V de 22.96% (Anexo 4).

#### **4.1.12 Longitud de antera (LONANT)**

Esta variable presentó un valor mínimo de 4.5 mm y un máximo de 10 mm, se determinaron 3 grados de expresión: corta, media y larga. Los valores inferiores al mínimo se encuentra dentro el grado de expresión corta y los superiores al máximo son de expresión larga, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

El descriptor presentó una media general y desviación estándar de  $7.50 \pm 2.05$ , consideradas dentro de los intervalos de tabla 1, en un 68% de las observaciones individuales y un C.V de 27.28% (Anexo 4).

#### **4.1.13 Ancho de antera (ANCANT)**

El ancho de antera presentó un valor mínimo de 0.40 mm y un máximo de 1.50 mm, se determinaron 3 grados de expresión: corta, media y larga. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se consideran dentro del grado de expresión cortos y valores mayores al máximo se consideran dentro del grado de expresión largas y el nivel de expresión 2 se considera medio. (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

El 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro una media general y desviación estándar de  $1.01 \pm 0.36$ , determinando un intervalo de confianza mostrado en la tabla 2, con un C.V de 35.47% (Anexo 4).

## **Gineceo**

El gineceo representa el aparato reproductor femenino y cuarto verticilio floral, está formado por hojas llamadas carpelos, que forman el pistilo (Fuentes, 1998). El gineceo es constituido por 3 partes principales el ovario, estilo y estigma, este último es un ensachamiento cuya superficie se encuentra cubierta de una mucosa con sustancia pegajosa a las cuales deben quedar adheridos los granos de polen, una vez que éstos salgan de las anteras y sean movidos por los insectos (Calderón 1990).

### **4.1.14 Diámetro de estigma (DIAESTI)**

Este carácter diámetro de estigma presentó un valor de 1.8 cm y 4.20 cm, se determinaron 3 grados de expresión: angosto, medio y ancho. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se consideran dentro del grado de expresión angosto y los mayores al máximo se consideran anchos, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $3.08 \pm 0.90$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro de los intervalos presentados en la tabla 2, con un C.V de 29.19% (Anexo 4).

### **4.1.15 Número de estigma (NUMEST)**

El número de estigma presentó un mínimo de 17 estigmas y un máximo de 25 estigmas, se determinaron 3 grados de expresión: pocos, medio y muchos. Según estas categorías los valores inferiores al mínimo se consideran pocos y superiores al máximo se considera muchos, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

En la tabla 2 se encuentran los intervalos con un 68% de confianza de las observaciones individuales determinadas por la media general y desviación estándar de  $21.67 \pm 3.35$ , con un C.V de 15.48% (Anexo 4).

#### **4.1.16 Longitud del estilo (LONEST)**

Esta variable obtuvo valores de 13 cm y 26 cm de longitud, se determinaron 3 grados de expresión: corto, medio y largo. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión corto y valores superiores al máximo son de expresión largo, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

Presentó una media general y desviación estándar de  $20.60 \pm 4.77$ , comprendidas dentro de un intervalo de confianza del 68% de las observaciones individuales de una distribución normal (Tabla 2) y C.V de 23.16% (Anexo 4).

#### **4.1.17 Diámetro del estilo (DIAEST)**

Diámetro del estilo se caracterizó por presentar un valor mínimo de 0.50 cm y un máximo de 7 cm, se determinaron 3 grados de expresión: angosto, medio y ancho. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión angosto y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión ancho, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 2 y Anexo 1 y 3).

Esta variable presentó una media general y desviación estándar de  $3.72 \pm 3.09$ , estos valores están distribuidos dentro del intervalo mostrado en la tabla 2, con un 68% de las observaciones individuales y un C.V de 83.11% (Anexo 4).

#### **4.2 Descriptor de fruto**

El fruto es una baya indehisciente de diferentes tamaños y formas: ovoide, redondeado y alargado, según la especie el fruto puede ser rojo o amarillo, la envoltura externa tiene brácteas que son carnosas y cerosas (López, 1996).

#### **4.2.1 Forma del fruto (FORFRU)**

La forma del fruto es un carácter de mucha importancia para la identificación de variedades Stubert & Mojica (1997). Este descriptor es la razón de la longitud del fruto entre su diámetro, obteniendo un valor mínimo de 0.73 cm y un máximo de 1.89 cm; permitiendo la determinación de 3 grados de expresión: redondo, alargado y achatado. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión redondo y los valores mayores al máximo achatado, el nivel de expresión 2 se considera alargado (Tabla 3 y Anexo 3).

La forma del fruto presentó una media general y desviación estándar de  $1.17 \pm 0.20$ , con un 68% de confianza las observaciones individuales de una distribución normal (Tabla 3) y C.V de 17.50% (Anexo 4).

#### **4.2.2 Longitud de fruto (LONFRU)**

Este descriptor está asociado con el tamaño del fruto. Se registro en la madurez fisiológica del fruto donde presentó un mínimo de 4.50 cm y un máximo de 14 cm, obteniendo 4 grados de expresión: pequeño, mediano, grande y muy grande. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión pequeñas y mayores al máximo con grado de expresión muy grandes, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran mediano y grande (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $8.97 \pm 1.58$ , estos valores están comprendidos dentro de intervalos con un 68% de las observaciones individuales (tabla 3) y C.V de 17.63% (Anexo 4).

**Tabla 2.** Descriptores androceo y gineceo de los caracteres cuantitativos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse)

| CODIGO  | GRADO DE EXPRESION | NIVEL DE EXPRESION | ESTADO DEL DESCRIPTOR | IC 68%           |
|---------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| LONFIL  | Muy corto          | 1                  | Menos de 6 cm         | 6.79 - 17.25 cm  |
|         | Corto              | 2                  | De 6 a 14 cm          |                  |
|         | Medio              | 3                  | Entre 14 a 22 cm      |                  |
|         | Largo              | 4                  | Más de 22 cm          |                  |
| DIAFIL  | Delgado            | 1                  | Menos de 4 mm         | 5.18 - 5.42 mm   |
|         | Medio              | 2                  | Entre 4 y 8 mm        |                  |
|         | Grueso             | 3                  | Más de 8 mm           |                  |
| LONANT  | Corta              | 1                  | Menos de 4.5 mm       | 5.45 - 9.55 mm   |
|         | Media              | 2                  | De 4.5 a 10 mm        |                  |
|         | Larga              | 3                  | Más de 10 mm          |                  |
| ANCANT  | Corta              | 1                  | Menos de 0.4 mm       | 0.65 - 1.37 mm   |
|         | Media              | 2                  | De 0.4 a 1.5 mm       |                  |
|         | Larga              | 3                  | Más de 1.5 mm         |                  |
| DIAESTI | Angosto            | 1                  | Menos de 1.8 cm       | 2.18 - 3.98 cm   |
|         | Medio              | 2                  | De 1.8 a 4.2 cm       |                  |
|         | Ancho              | 3                  | Más de 4.2            |                  |
| NUMEST  | Pocos              | 1                  | Menos de 17           | 18.32 - 25.02    |
|         | Medio              | 2                  | Entre 17 y 25         |                  |
|         | Muchos             | 3                  | Más de 25             |                  |
| LONEST  | Corto              | 1                  | Menos de 13 cm        | 15.83 - 25.37 cm |
|         | Medio              | 2                  | Entre 13 y 26 cm      |                  |
|         | Largo              | 3                  | Más de 26 cm          |                  |
| DIAEST  | Angosto            | 1                  | Menos de 0.5 cm       | 0.63 - 6.81 cm   |
|         | Medio              | 2                  | Entre 0.5 y 7 cm      |                  |
|         | Ancho              | 3                  | Más de 7 cm           |                  |

#### 4.2.3 Diámetro del fruto (DIAFRU)

Este carácter es importante para la comercialización en el mercado internacional los frutos según su diámetro se clasifican en dos categorías, la primera con frutos de 6 a 8 cm y la segunda conformadas por frutos de 9 a 12 cm (INTA, 1996).

La variable presentó un valor de 4.70 cm y 10 cm, con 4 grados de expresión: pequeño, mediano, grande y muy grande. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión pequeño y los valores superiores al máximo en el grado de expresión muy grande, los valores 2 y 3 se consideran como mediano y grande (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

Esta variable presentó una media y desviación estándar de  $7.76 \pm 1.29$ , indica que el 68% de las observaciones individuales está comprendida dentro del intervalo de confianza presentados en la tabla 1; con un C.V de 16.65% (Anexo 4).

#### **4.2.4 Volumen del fruto (VOLFRU)**

Este descriptor está influenciado por el peso del fruto a mayor peso habrá mayor volumen. Presentó un valor mínimo de 32 ml y máximo de 645 ml con 5 grados de expresión: muy poco, poco, medio, voluminoso, muy voluminoso. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy poco y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy voluminoso, el nivel de expresión 2, 3 y 4, se consideran poco, medio y voluminoso respectivamente (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El descriptor presentó una media y desviación estándar de  $283.87 \pm 149.03$ , comprendido en un intervalo de confianza de 68% de las observaciones individuales (Tabla 3) y un C.V de 52.50% (Anexo 4).

#### **4.2.5 Densidad del fruto maduro (DENFRM)**

La densidad del fruto presentó un valor mínimo de 0.8 g/ml y un máximo de 1.2 g/ml, se determinaron 3 grados de expresión: poco denso, densidad media y densidad alta. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión poco denso y valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión densidad alta, el nivel de expresión 2 se considera densidad media (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

Presentó una media general y desviación estándar de  $1.06 \pm 0.19$ , estos valores están comprendidos dentro de intervalos de la tabla 3 con un 68% de confianza de las observaciones individuales y un C.V de 18.21% (Anexo 4).



#### **4.2.6 Volumen de la pulpa (VOLPUL)**

Este descriptor presentó un valor mínimo de 70 ml y un valor máximo de 420 ml, con 4 grados de expresión: poco, medio, alto y voluminoso. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro de los grados de expresión pocos y valores superiores al máximo se encuentran dentro de los grados de expresión voluminoso, los niveles de expresión 2 y 3 se consideran medio y alto. (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

Presentó una media y desviación estándar de  $241.09 \pm 102.06$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro del intervalo de la tabla 3 y C.V de 42.33% (Anexo 4).

#### **4.2.7 Peso del fruto (PESFRU)**

Este descriptor tiene importancia en el comercio internacional; agrupándose en dos categorías para la exportación, la primera conformada por frutos que oscilan entre 200 y 400 g y la segunda categoría conformada por frutos con pesos entre 410 y 500 g (INTA, 1996).

Este descriptor presentó un valor mínimo de 130 g y un máximo de 740 g, con 5 grados de expresión: muy liviano, liviano, peso mediano, pesado y muy pesado. De acuerdo a estas categorías valores menores al mínimo se encuentran dentro de los grados de expresión muy liviano y valores mayores al máximo se encuentran dentro de los grados de expresión muy pesado, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran liviano, peso mediano y pesado respectivamente. (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El peso del fruto presentó una media y desviación estándar de  $359.23 \pm 123.62$ , indicando en la tabla 3 los intervalos comprendidos en un 68% de confianza de las observaciones individuales y un C.V de 34.41% (Anexo 4).

Según la agrupación de los grados de expresión para este descriptor los pesos recomendados para la exportación se encuentran dentro de los grados de expresión de liviano que corresponde a la primera categoría de 200 g a 400 g y el grado de expresión peso mediano para la segunda categoría de 410 g a 500 g, encontrándose los mejores frutos en la zona de la Concepción principalmente en el cerro San Ignacio.

#### **4.2.8 Peso de la pulpa (PESPUL)**

La pulpa y el fruto entero es el producto de consumo nacional y de exportación; en el caso de la pulpa de pitahaya se prefieren los frutos de mayor peso (Stubert & Mojica, 1997). El descriptor peso de la pulpa presentó un valor mínimo de 70 g y un máximo de 500 g, con 5 grados de expresión: muy liviana, liviana, peso mediano, pesado y muy pesado. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy liviana y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy pesada, los niveles de expresión 2,3 y 4 se consideran liviana, peso mediano y pesada (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El descriptor peso pulpa presentó una media y desviación estándar de  $238.62 \pm 94.17$ , comprendidas en un intervalo de confianza de 68% de las observaciones individuales (Tabla 3) y un C.V de 39.47% (Anexo 4).

#### **4.2.9 Peso de la cáscara (PESCAS)**

La cáscara parte externa del fruto formada por brácteas u orejas de la pitahaya, de consistencia carnosa y cerosa es aprovechada en la elaboración de tintes y como alimento para el ganado; tiene la función de proteger al fruto (INTA, 1996).

Este carácter presentó un valor mínimo de 17.80 g y un valor máximo de 500.40 g, con 5 grados de expresión: muy liviana, liviana, peso mediano, pesada y muy pesada. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy liviana y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de

expresión muy pesada, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran liviana, peso mediano y pesada respectivamente (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

Presentó una media y desviación estándar de  $156.22 \pm 95.68$ , indica que el 68% de las observaciones individuales alcanzan valores comprendidos dentro de los intervalos presentados en la tabla 3 y un C.V de 61.24 % (Anexo 4).

El peso de la cáscara esta asociado con el peso del fruto, se prefiere frutos que no tengan altos pesos de cáscara, esto reduce el peso y volumen de la pulpa que es el producto principal obtenido del fruto por los consumidores (Contreras y Argüello, 1999).

#### **4.2.10 Espesor de la cáscara (ESPCAS)**

El descriptor espesor de la cáscara presentó un valor mínimo de 0.72 mm y un máximo de 8 mm, con 5 grados de expresión: muy delgada, delgada, media, gruesa y muy gruesa. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy delgada y los valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy gruesa, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran delgada, media y gruesa respectivamente (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El espesor de la cáscara presentó una media y desviación estándar de  $3.71 \pm 1.45$ , con estos valores se determinó intervalos de confianza a partir de un 68% de las observaciones individuales (Tabla 3), obteniendo un C.V de 39.05% (Anexo 4).

#### **4.2.11 Número de brácteas (NUMBRA)**

Las brácteas son formaciones salientes sobre la superficie del fruto de la pitahaya, la forma, tamaño y número son distintos de acuerdo a la variedad (INTA, 1996). El número de brácteas es importante en el mercado de exportación porque exige frutos con pocas brácteas, lo que se debe considerar al momento de seleccionar el material genético para cultivos de exportación; al igual el tamaño y disposición de brácteas deben ser uniformes

no deben estar quebradas ni magullados que son elementos básicos para la comercialización.

Esta variable presentó un valor mínimo de 10 brácteas y un máximo de 55 brácteas, con 5 grados de expresión: lisa, pocas, medianas, orejonas, chirizas. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión lisa y los valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión chirizas, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran pocas, medianas y orejonas (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El número de brácteas presentó una media y desviación estándar de  $31.99 \pm 8.66$ , estos valores están comprendidos dentro del intervalo presentados en la tabla 3 con un 68% de confianza de las observaciones individuales y un C.V de 27.09% (Anexo 4).

#### **4.2.12 Grados Brix (GRABRI)**

El grado brix es el porcentaje de los sólidos en una solución pura de sacarosa. Chen (1991), dice que la sacarosa y sus constituyentes: glucosa y fructuosa, son los azúcares más comunes, encontrándose juntos en la mayoría de las plantas, aunque en diferentes proporciones y cantidades.

Presentó un valor mínimo de 4 grados brix y un valor máximo de 20 grados brix, con 4 grados de expresión: simples, moderadamente dulces, dulces y muy dulces. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión simples y los valores mayores al máximo se encuentran dentro de los grados de expresión muy dulces, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran moderadamente dulces y dulces (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El descriptor grados brix del fruto confirmó una media y desviación estándar de  $11.32 \pm 3.45$ , obteniendo intervalos que están comprendidos en un 68% de confianza de las observaciones individuales de la distribución normal (Tabla 3) y C.V de 30.45% (Anexo 4).

El porcentaje de grados brix es importante debido a las exigencias del mercado externo en cuanto al dulzor de la pitahaya, oscilando los valores entre 13.0 a 15.0 grados brix (Stuber & Mojica, 1997), los frutos con esta característica se encuentran en los departamentos de Carazo, Rivas, Masaya y la Concepción, donde el mercado nacional no es exigente en este carácter.

#### **4.2.13 Tamaño de semillas (TAMSEM)**

En este descriptor se peso 1 g de semillas en una balanza analítica para obtener el número de semillas por gramo, donde presentó un valor mínimo de 161 semillas por gramo y un máximo de 1360 semillas por gramo, con 5 grados de expresión: muy grandes, grandes, medianas, pequeñas, muy pequeñas. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy grandes y mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy pequeña, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran grandes, medianas y pequeñas (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

El descriptor presentó una media y desviación estándar de  $364.74 \pm 142.42$ , con un intervalo de confianza del 68% de las observaciones individuales (Tabla 3), obteniendo un C.V de 39.05% (Anexo 4).

#### **4.2.14 Peso de 1000 semillas (PESMSE)**

El peso de 1000 semillas presentó un valor mínimo de 1.76 g y un máximo de 2.85 g, con 4 grados de expresión: livianas, medias, pesadas y muy pesadas. Con a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión livianas y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy pesados, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran medias y pesadas (Tabla 3 y Anexo 1 y 3).

La media y desviación estándar es  $2.25 \pm 0.30$ , estos valores forman intervalos con un 68% de confianza de las observaciones individuales (Tabla 3) y con C.V de 13.42% (Anexo 4).

**Tabla 3.** Descriptores para fruto de los caracteres cuantitativos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse).

| CODIGO | GRADO DE EXPESION | NIVEL DE EXPRESIÓN | ESTADO DEL DESCRIPTOR | IC 68%            |
|--------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|
| FORFRU | Redondo           | 1                  | De 0.73 a 1.16 cm     |                   |
|        | Alargado          | 2                  | Entre 1.16 y 1.89 cm  | 0.97– 1.37        |
|        | Achatado          | 3                  | Más de 1.89 cm        | cm                |
| LONFRU | Pequeño           | 1                  | Menos de 4 cm         |                   |
|        | Mediano           | 2                  | De 4 a 9 cm           |                   |
|        | Grande            | 3                  | Entre 9 y 14 cm       | 7.39 – 10.55 cm   |
|        | Muy grande        | 4                  | Más de 14 cm          |                   |
| DIAFRU | Pequeño           | 1                  | Menos de 4 cm         |                   |
|        | Mediano           | 2                  | De 4 a 7 cm           |                   |
|        | Grande            | 3                  | Entre 7 y 10 cm       | 6.47 – 9.05 cm    |
|        | Muy grande        | 4                  | Más de 10 cm          |                   |
| VOLFRU | Muy poco          | 1                  | Menos de 32 ml        |                   |
|        | Poco              | 2                  | Entre 32 y 236 ml     |                   |
|        | Medio             | 3                  | Entre 236 y 440 ml    | 134.84 - 432.9    |
|        | Voluminoso        | 4                  | De 440 a 645 ml       | mm                |
|        | Muy voluminoso    | 5                  | Más de 645 ml         |                   |
| DENFRM | Poco denso        | 1                  | Menos de 0.8 g/ml     |                   |
|        | Densidad media    | 2                  | De 0.8 a 1.2 g/ml     | 0.87 – 1.2 g / ml |
|        | Densidad alta     | 3                  | Más de 1.2 g/ml       |                   |
| VOLPUL | Poco              | 1                  | Menos de 70 ml        |                   |
|        | Medio             | 2                  | De 70 a 245 ml        |                   |
|        | Alto              | 3                  | Entre 245 y 420 ml    | 139.03 – 343.15   |
|        | Voluminoso        | 4                  | Más de 420 ml         | ml                |
| PESFRU | Muy liviano       | 1                  | Menos de 130 g        |                   |
|        | Liviano           | 2                  | Entre 130 y 333 g     |                   |
|        | Peso mediano      | 3                  | Entre 333 y 536 g     | 235.6 – 482.55 g  |
|        | Pesado            | 4                  | De 536 a 740 g        |                   |
|        | Muy pesado        | 5                  | Más de 740 g          |                   |

**Tabla 3.** (continuación)

| <b>CODIGO</b> | <b>GRADO<br/>EXPRESIÓN</b> | <b>DE NIVEL<br/>EXPRESIÓN</b> | <b>DE</b> | <b>ESTADO DEL<br/>DESCRIPTOR</b> | <b>IC 68 %</b>         |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|-----------|----------------------------------|------------------------|
| PESPUL        | Muy liviana                | 1                             |           | Menos de 70 g                    | 144.45 – 332.75 g      |
|               | Liviana                    | 2                             |           | Entre 70 y 213 g                 |                        |
|               | Peso mediano               | 3                             |           | Entre 213 y 356 g                |                        |
|               | Pesada                     | 4                             |           | De 356 a 500 g                   |                        |
|               | Muy pesada                 | 5                             |           | Más de 500 g                     |                        |
| PESCAS        | Muy liviana                | 1                             |           | Menos de 17 g                    | 60.54 – 251.9 g        |
|               | Liviana                    | 2                             |           | Entre 17 y 178 g                 |                        |
|               | Peso mediano               | 3                             |           | Entre 178 y 339 g                |                        |
|               | Pesada                     | 4                             |           | De 339 a 500 g                   |                        |
|               | Muy pesada                 | 5                             |           | Más de 500 g                     |                        |
| ESPCAS        | Muy delgada                | 1                             |           | Menos de 3 mm                    | 2.26 – 5.16 mm         |
|               | Delgada                    | 2                             |           | Entre 3 y 5 mm                   |                        |
|               | Mediana                    | 3                             |           | Entre 5 y 6 mm                   |                        |
|               | Gruesa                     | 4                             |           | De 6 a 8 mm                      |                        |
|               | Muy gruesa                 | 5                             |           | Más de 8 mm                      |                        |
| NUMBRA        | Lisa                       | 1                             |           | Menos de 10 brácteas             | 23.33 – 40.65          |
|               | Pocas                      | 2                             |           | Entre 10a 25 brácteas            |                        |
|               | Medianas                   | 3                             |           | Entre 25a 40 brácteas            |                        |
|               | Orejonas                   | 4                             |           | De 40 a 55 brácteas              |                        |
|               | Chirizas                   | 5                             |           | Más de 55 brácteas               |                        |
| GRABRI        | Simples                    | 1                             |           | Menos de 4 grados                | 7.87 – 20 grados       |
|               | Moderadamente              | 2                             |           | Entre 4 a 12 grados              |                        |
|               | Dulces                     | 3                             |           | De 12 a 20 grados                |                        |
|               | Muy dulces                 | 4                             |           | Más de 20 grados                 |                        |
| TAMSEM        | Muy grande                 | 1                             |           | Menos de 161 s/g                 | 222.32 – 507.16<br>s/g |
|               | Grandes                    | 2                             |           | Entre 161 y 560 s/g              |                        |
|               | Medianas                   | 3                             |           | De 560 a 960 s/g                 |                        |
|               | Pequeñas                   | 4                             |           | Entre 960 y 1360 s/g             |                        |
|               | Muy pequeñas               | 5                             |           | Más de 1360 s/g                  |                        |
| PEMSE         | Livianas                   | 1                             |           | Menos de 1.76 g                  | 1.95 – 2.55 g          |
|               | Medias                     | 2                             |           | De 1.76 a 2.3 g                  |                        |
|               | Pesadas                    | 3                             |           | Entre 2.3 y 2.85 g               |                        |
|               | Muy pesadas                | 4                             |           | Más de 2.85 g                    |                        |

### **4.3 Descriptor del cladodio**

Los cladodios son de consistencia succulenta que rodean el tallo leñoso son carnosas y su tamaño y color han servido para identificar los genotipos, según la variedad tienen un número variado de aristas (3, 4 y 5), siendo la más cultivada la de tres aristas; poseen una epidermis de 1 milímetro de grosor constituida por una capa cerosa la que varía en dependencia de la variedad (López, 2002 y González y Guardado 1998).

#### **4.3.1 Número de Cladodio Vegetativo (NUMCLV)**

El proyecto CEE – ALA (1997), afirma que los cladodios colgantes producen más flores y frutos por eso se recomienda el uso de tutores que permita que los cladodios se desarrollen en forma colgante.

Esta variable presentó un valor mínimo de 2 y un máximo de 36 cladodios, se determinaron 4 grados de expresión: pocos, medios, altos y muchos. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión pocos y los valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muchos, los niveles de expresión 2 y 3 se consideran medio y alto (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $12.77 \pm 6.35$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro del intervalo encontrado en la tabla 4, obteniendo un C.V de 49.67% (Anexo 4).

#### **4.3.2 Distancia entre areolas (DISARE)**

Las areolas son los espacios sobre las aristas del cladodio donde están alojadas las espinas (Contreras y Argüello, 1999). En estas estructuras es donde se desarrollan las flores y frutos, también sirve para describir la variabilidad de los materiales genéticos de la pitahaya.



La distancia entre areolas presentó un valor de 1 cm y 3 cm, se determinaron 3 grados de expresión: corta, media y larga. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión corta y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión larga, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

El descriptor presentó una media general y desviación estándar de  $2.05 \pm 0.47$ , estableciendo en la tabla 4 intervalos con estas medidas en un 68% de confiabilidad en la distribución normal y C.V de 22.72% (Anexo 4).

Contreras y Argüello (1999), afirman que con mayor distancia entre las areolas hay una mejor distribución y desarrollo de sus frutos, lo que permite seleccionar materiales con características particulares en este aspecto.

#### **4.3.3 Altura de arista (ALTARI)**

Las aristas son estructuras alojadas a lo largo del cladodio son largas y delgadas con extremidad sutil pero gruesa en su base (Contreras y Argüello, 1999).

Este descriptor mostró un valor de 1 cm y 5 cm de altura, presentando 4 grados de expresión: baja, media, altas y muy altas. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión baja y valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy alta, los niveles de expresión 2 y 3 se consideran media y altas (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $2.62 \pm 0.68$ , comprendidas dentro de un 68% de confianza de las observaciones individuales (Tabla 4) y con un C.V de 25.94% (Anexo 4).

#### **4.3.4 Longitud de Cladodio (LONCLA)**

El descriptor longitud de cladodio presentó un valor mínimo de 15 cm y un valor máximo de 160 cm de longitud, se determinaron 5 grados de expresión: muy cortos, cortos, medianos, largos y muy largos. De acuerdo a estas categorías los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy cortos y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy largos, los niveles de expresión 2, 3 y 4 se consideran cortos, medianos y largos respectivamente (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

Este descriptor presentó una media general y desviación estándar de  $58.88 \pm 28.63$ , con un 68% de confianza de las observaciones individuales (Tabla 4) y C.V de 48.63% (Anexo 4).

#### **4.3.5 Número de aristas (NUMARI)**

El número de arista se caracterizó por presentar un valor mínimo de 3 y un máximo de 9, se determinaron 2 grados de expresión: normal con 3 aristas y múltiple con más de tres aristas (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $3.56 \pm 1.48$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro de los intervalos encontrados en la tabla 4 y con un C.V de 41.57% (Anexo 4).

#### **4.3.6 Ancho de Cladodio (ANCCLA)**

Este carácter presentó un valor de 3 cm y 8 cm, se determinaron 3 grados de expresión: angosto, medio y ancho. Los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión angosto y los valores superiores al máximo son de expresión ancho, el nivel de expresión 2 se considera medio (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

El descriptor ancho de cladodio mostró una media general y desviación estándar y de  $5.01 \pm 1.16$ , estableciendo intervalos con un 68% de confianza de las observaciones individuales (Tabla 4), con un C.V de 23.15% (Anexo4).

#### **4.3.7 Espesor de arista (ESPARI)**

El espesor de arista se caracterizó por presentar un valor de 4 mm y 30 mm de espesor, se agruparon 5 grados de expresión: muy delgadas, delgadas, medias, gruesa y muy gruesas. Los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión muy delgada y los valores mayores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión muy gruesa, el nivel de expresión 2, 3 y 4 se consideran delgadas, medias y gruesa respectivamente (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

Este descriptor mostró una media general y desviación estándar de  $15.88 \pm 5.93$ , indica que el 68% de las observaciones individuales están comprendidas dentro de intervalos encontrados en la tabla 4; presentando un C.V de 37.34% (Anexo 4).

#### **4.3.8 Número de espinas (NUMESP)**

Las espinas son estructuras que se encuentran insertas en las areolas en los cladodios desarrollados, su función es proteger el cladodio (Contreras y Argüello, 1999).

Este carácter mostró un valor mínimo de 3 espinas y un valor máximo de 8 espinas, se agruparon 3 grados de expresión: pocas, medias y alta. De acuerdo a estas categorías los valores inferiores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión pocas y los valores superiores al máximo se encuentran dentro del grado de expresión alta, el nivel de expresión 2 se considera media (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

Presentó una media general y desviación estándar de  $5.33 \pm 0.94$ , comprendidas dentro de los intervalos encontrados en la tabla 4 con el 68% de confianza de las observaciones individuales y C.V de 17.71% (Anexo 4).

#### **4.3.9 Longitud de espina (LONESP)**

Este descriptor presentó un valor mínimo de 2 mm de longitud y un máximo de 15 mm, se determinaron 4 grados de expresión: cortas, medias, largas y muy largas. Los valores menores al mínimo se encuentran dentro del grado de expresión cortas y los valores mayores al máximo son de expresión muy largas, el nivel de expresión 2 y 3 se consideran medias y largas (Tabla 4 y Anexo 1 y 3).

La media general y desviación estándar es de  $4.67 \pm 2.27$ , estas medidas están comprendidas dentro del intervalo presentado en la tabla 4, con un 68% de confianza y C.V de 48.49% (Anexo 4) .

#### **4.4 Caracteres Cualitativos**

##### **4.4.1 Color del cáliz (COLCAL)**

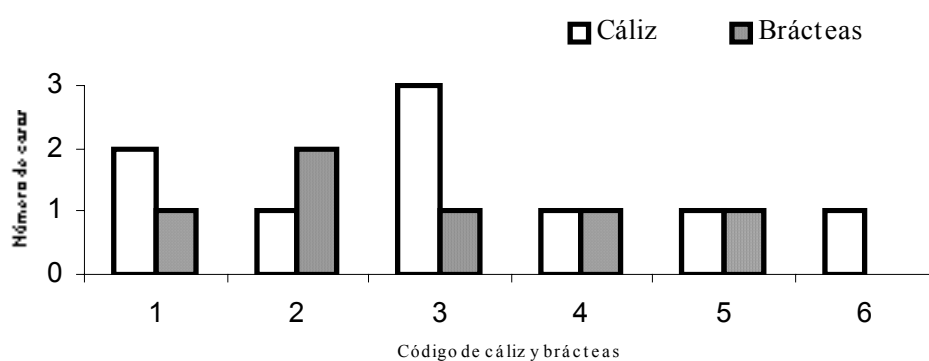
Este descriptor presentó variación en las diferentes muestras evaluadas basadas en 6 colores: verde oscuro (1), verde oscurecido (2), verde claro (3), verde tierno fuerte (4), verde tierno intenso (5) y verde claro intenso (6), predominando el color verde oscuro y verde claro (figura 2 y Anexo 2).

**Tabla 4.** Descriptores de cladodio de los caracteres cuantitativos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse).

| CODIGO | GRADO DE EXPRESION | NIVEL DE EXPRESION | ESTADO DEL DESCRIPTOR | IC 68 %          |
|--------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| NUMCLV | Pocos              | 1                  | Menos de 2            | 6.42 – 19.12     |
|        | Medio              | 2                  | De 2 a 19             |                  |
|        | Alto               | 3                  | Entre 19 a 36         |                  |
|        | Muchos             | 4                  | Más de 36             |                  |
| DISARE | Corta              | 1                  | Menos de 1 cm         | 1.58 – 2.52 cm   |
|        | Media              | 2                  | Entre 1 y 3 cm        |                  |
|        | Larga              | 3                  | Mayor a 3 cm          |                  |
| ALTARI | Baja               | 1                  | Menor de 1 cm         | 1.94 – 3.3 cm    |
|        | Media              | 2                  | Entre 1 y 3 cm        |                  |
|        | Altas              | 3                  | De 3 a 5 cm           |                  |
|        | Muy altas          | 4                  | Más de 5 cm           |                  |
| LONCLA | Muy cortos         | 1                  | Menor de 15 cm        | 30.25 – 87.51 cm |
|        | Cortos             | 2                  | Entre 15 y 63 cm      |                  |
|        | Medianos           | 3                  | De 63 a 110 cm        |                  |
|        | Largos             | 4                  | Entre 112 y 160 cm    |                  |
|        | Muy largos         | 5                  | Más de 160 cm         |                  |
| NUMARI | Normal             | 1                  | 3 aristas             | 2.08 – 5.04      |
|        | Múltiple           | 2                  | Más de 3 aristas      |                  |
| ANCCLA | Angosto            | 1                  | Menos de 3 cm         | 3.85 – 6.17 cm   |
|        | Medio              | 2                  | De 3 a 8 cm           |                  |
|        | Ancho              | 3                  | Más de 8 cm           |                  |
| ESPARI | Muy delgadas       | 1                  | Menos de 4 mm         | 9.95 – 21.81 mm  |
|        | Delgadas           | 2                  | Entre 4 y 13 mm       |                  |
|        | Medias             | 3                  | De 13 a 21 mm         |                  |
|        | Gruesas            | 4                  | De 21 a 30 mm         |                  |
|        | Muy gruesas        | 5                  | Más de 30 mm          |                  |
| NUMESP | Pocas              | 1                  | Menos de 3 espinas    | 4.39 – 6.27      |
|        | Medio              | 2                  | De 3 a 8 espinas      |                  |
|        | Alta               | 3                  | Más de 8 espinas      |                  |
| LONESP | Cortas             | 1                  | Menores de 2 mm       | 2.4 – 6.94 mm    |
|        | Medias             | 2                  | Entre 2 a 9 mm        |                  |
|        | Largas             | 3                  | De 9 a 15 mm          |                  |
|        | Muy largas         | 4                  | Más de 15 mm          |                  |

#### 4.4.2 Color de brácteas (COLBRA)

De las muestras evaluadas se observó 5 tipos de colores: verde oscuro (1), verde claro (2), verde claro fuerte (3), verde intermedio (4), verde muy claro (5), predominando el color verde claro (figura 2 y Anexo 2)



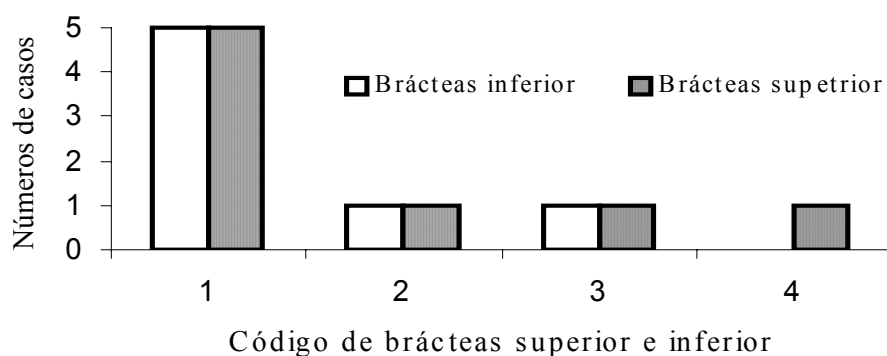
**Figura 2.** Número de casos del descriptor color de cáliz y brácteas de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya

#### 4.4.3 Forma de brácteas inferior (FORBRI)

Para este descriptor las brácteas inferiores presentaron las siguientes formas: obtuso (1), redondeada (2) y retuso (3). Con mayor frecuencia la forma de brácteas inferior se presenta obtusa (figura 3, Anexo 2 y 3).

#### 4.4.4 Forma de brácteas superior (FORBRS)

En este descriptor las brácteas superiores presentaron las formas; obtusa (1), laminar lanceolada (2), ovada (3) y oblanceolada (4). Con mayor frecuencia la forma de brácteas superior se presenta obtusa (figura 3, Anexo 2 y 3).



**Figura 3.** Número de casos del descriptor forma de brácteas inferior y superior de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya

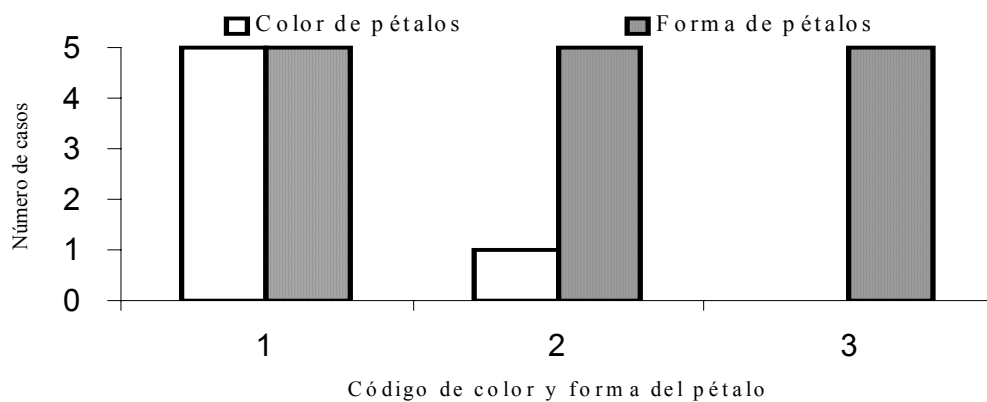
#### 4.4.5 Color de pétalos (COLPET)

Los pétalos son las unidades de la segunda envoltura floral o corola usualmente coloreado y vistoso (Contreras, 1999).

Este descriptor presentó variación en 2 tipos de colores: blanco (1) y crema (2). Con mayor frecuencia el color de pétalo blanco (figura 4 y Anexo 2).

#### 4.4.6 Forma de pétalos (FORPET)

Las muestras estudiadas presentaron variación en tres de forma: alargada (1), elíptica (2) y ovalada (3), siendo los tres grados de expresión la de mayor predominancia (figura 4, Anexo 2 y 3).



**Figura 4** Número de casos del descriptor color y forma de pétalos de la flor en la caracterización del cultivo de la pitahaya

#### 4.4.7 Tipos de anteras por su inserción (TIPANT)

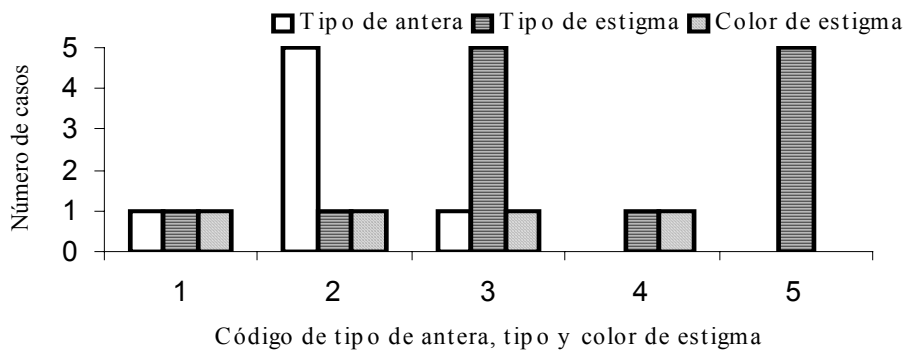
La antera constituye un cuerpo de formas comúnmente ovoide o en forma de riñón, donde se encuentran los granos de polen (Calderón, 1990).

Este descriptor presenta tipos de antera: innata (1), adnata (2) y versátil (3). Con mayor frecuencia el tipo de antera presente es adnata (figura 5 y Anexo 2 y 3).

#### 4.4.8 Tipos de estigmas (TIPEST)

Este descriptor presentó los siguientes tipos de estigma: plumoso (1), capitado (2), ramificado (3), bifurcado (4) y abierta (5). Con mayor frecuencia se presentaron los tipos de estigma ramificado y abierta (figura 5 y Anexo 2 y 3).





**Figura 5.** Número de casos del descriptor tipo de antera, estigma y color de estigma en la caracterización del cultivo de la pitahaya

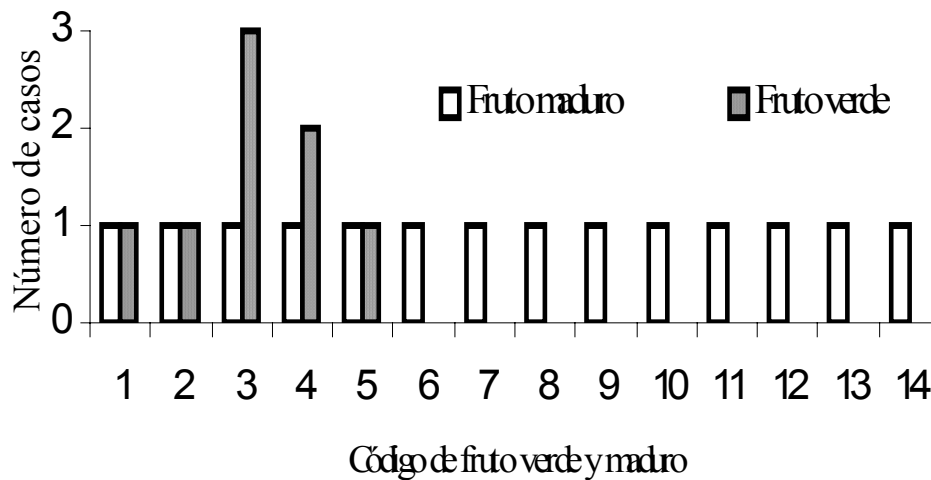
#### 4.4.9 Color del estigma (COLEST)

Este descriptor manifestó 4 colores predominantes: verde tierno claro (1), verde tierno fuerte (2), verde tierno intenso (3), verde muy claro (4); figura 5 y Anexo 2.

#### 4.4.10 Color de fruto maduro (COLFRM)

Según Stubert & Mojica (1997) el color es de importancia para el mercado extranjero ya que es un atributo que le permite vistosidad al fruto.

Este descriptor presentó variación en cuanto al color del fruto en estado maduro basada en 14 tipos de colores predominante: rosado claro (1), rosado fuerte (2), rosado muy fuerte (3), rojo (4), rojo claro (5), rojo normal (6), rojo naranja (7), rojo fuerte (8), rojo intenso (9), rojo naranja fuerte (10), rojo naranja intenso (11), rosado intenso (12), rosado muy intenso (13) y amarillo (14); figura 6 y Anexo 2.



**Figura 6.** Número de casos del descriptor color de fruto verde y fruto maduro en la caracterización del cultivo de la pitahaya

#### 4.4.11 Color del fruto verde (COLFRV)

El descriptor presentó variación en este carácter obteniendo los colores: verde oscuro (1), verde intermedio (2), verde claro (3), verde muy claro (4) y verde tierno (5), predominando el color verde claro y verde muy claro (figura 6 y Anexo 2).

#### 4.4.12 Color primario del cladodio (COLPCL)

El color del cladodio es un carácter de mucha importancia en la identificación de cultivo de pitahayas. El color primario es el color más predominante que presenta el cladodio, por ejemplo el clon Cebra, en este caso el color verde corresponde al color primario y el color blanquisco o ceniciento corresponde al color secundario.

En este descriptor el color más predominante fue el verde claro (Anexo 2).

#### 4.4.13 Color secundario del cladodio (COLSCL)

Las muestras presentaron el color secundario verde claro (Anexo 2).

#### **4.4.14 Uniformidad de espinas (UNIFES)**

Generalmente el desarrollo de las espinas varía en las mismas especies al cambiar las condiciones edafoclimáticas (López, 2002).

En este descriptor se presentó dos tipos predominantes de uniformidad de espinas: uniforme (1) y des uniforme (2), Anexo 2.

#### **4.4.15 Forma de borde del cladodio (FORBCL)**

Este descriptor presentó variación en las formas de borde: recto (1), curva (2) y acanalada (3), siendo estos 2 últimos los predominantes (Anexo 2).

#### **4.5 Correlación fenotípica**

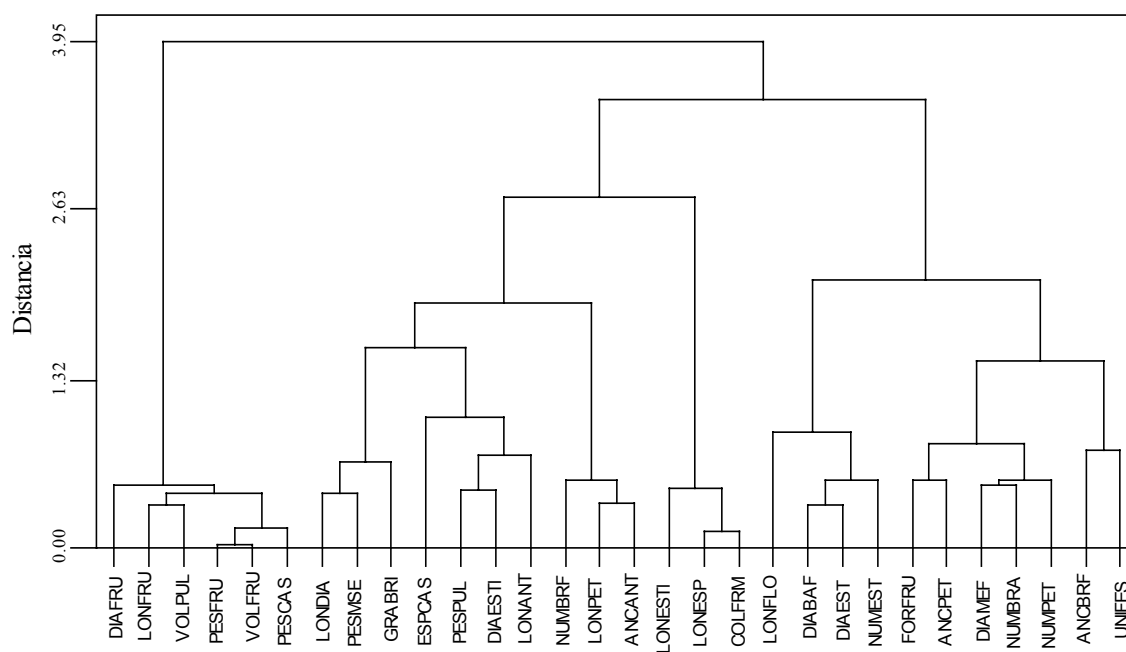
La mayoría de las variables que ayudaron a relacionar y diferenciar el germoplasma de pitahaya están asociadas, ya sea forma directa o indirecta (Anexo 5). En la Figura 7 se aprecia la asociación entre las variables estudiadas en el germoplasma de pitahaya.

Generalmente las variables de fruto tienen estrecha relación, casi siempre la correlación es directamente proporcional. En este estudio se encontró correlación positiva y significativa en la longitud de fruto con las variables diámetro del fruto ( $r=0.62$ ), peso del fruto ( $r=0.79$ ), volumen del fruto ( $r=0.78$ ), peso de la cáscara ( $r=0.64$ ) y volumen de la pulpa ( $r=0.67$ ).

El número de brácteas en la flor, presentó relación inversa con las variables número de pétalos ( $r= -0.58$ ), ancho de pétalo ( $r= -0.64$ ), diámetro del estilo ( $r= -0.35$ ) y el número de brácteas en el fruto ( $r= -0.56$ ). Otras correlaciones significativas se muestran en el Anexo 5.

#### 4.6 Análisis de agrupamiento en variables

Se puede apreciar en la Figura 7 que las principales correlaciones la presentan las siguientes variables: diámetro del fruto (DIAFRU), longitud del fruto (LONFRU), volumen de la pulpa (VOLPUL), peso del fruto (PESFRU), volumen del fruto (VOLFRU) y peso de la cáscara (PESCAS). La longitud del estigma (LONESTI), la longitud de la espina en los cladodios (LONESP) y el color del fruto maduro (COLFRM) son también variables de gran valor en la agrupación del gemoplasma de pitahaya estudiado. Valdez *et al.*, (1996), estudiando 29 genotipos de nopal o tuna (*Opuntia* spp.), un pariente silvestre de la pitahaya, también encontró relación significativa en variables de fruto. En un estudio realizado por Tórrez y Uriarte (2003) en germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) determinaron relación entre descriptores de fruto. La Figura 7 también muestra otras asociaciones de individuos y de subgrupos de interés.



**Figura 7.** Agrupamiento de características cuantitativas y cualitativas en gemoplasma de pitahaya utilizando el método Ward y el coeficiente de Pearson como distancia

#### 4.7 Análisis de componentes principales

La selección e interpretación de los CP es bien amplia y en algunas ocasiones pueden estar sesgadas por el investigador. Hidalgo (2003) aconseja como óptimos los CP cuyos valores expliquen un 70 % o más de la variación total. De acuerdo con esto, la toma de decisiones sobre el número de CP se debe recurrir a los vectores propios y a la correlación entre variables originales de los cinco o seis CP (Tabla 5), así como el análisis detallado del conjunto de coeficientes que se obtienen de las variables originales asociadas a cada CP.

En la Tabla 5 se muestran los vectores propios y las varianzas explicadas en los seis primeros CP para las variables estudiadas. La interpretación de los vectores propios y la correlación entre las variables originales y los CP se deben centrar en los coeficientes; mientras más altos sean estos, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación de los clones pitahaya. Las variables con coeficientes negativos (-) significan que están caracterizando en sentido contrario a las variables positivas (+) y viceversa (Hidalgo, 2003). Los coeficientes de los CP fueron elevados al cuadrado y multiplicados por 100 para expresar la varianza en porcentaje. Los eigenvalores indican el número de variables óptimas para establecer la interpretación de la variación total por cada CP. La Figura 8 presenta la relación de variables de flor y fruto de los dos primeros CP.

El aporte en porcentaje de cada CP queda conformado de la siguiente manera: el CP-1 aporta el 19.24 % de la variación y está integrado por variables de fruto, los valores presentados en negrilla son utilizados en la explicación (Tabla 5); en este componente el grados brix, el peso de la pulpa y el espesor de la cáscara en el fruto son descriptores de insignificante variación. El CP-2 contribuye en un 14.81 % a la variación total del germoplasma de pitahaya, y las variables discriminante son el color del fruto maduro (COLFRM), la uniformidad de las espinas en el cladodio (UNIFES), el diámetro del estigma (DIAESTI) y el largo de las espinas en cladodios (LONESP); dichas variables aislan al clon Amarilla de los demás materiales (Figura 9).

**Tabla 5.** Vectores propios y varianza explicada en los primeros seis componentes principales de las variables estudiadas en germoplasma de pitahaya (*Hylocereus undatus* Brit & Rosse)

| Variable                       |                                | CP-1         | CP-2         | CP-3         | CP-4         | CP-5         | CP-6         |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VOLFRU                         | Volumen del fruto              | <b>11.97</b> | 0.93         | 5.39         | 0.00         | 0.00         | 0.00         |
| PESFRU                         | Peso del fruto                 | <b>11.73</b> | 0.78         | <b>5.91</b>  | 0.00         | 0.02         | 0.05         |
| LONFRU                         | Longitud del fruto             | <b>10.67</b> | 0.27         | 3.49         | 0.01         | 0.22         | 0.52         |
| PESCAS                         | Peso de la cáscara             | <b>10.65</b> | 0.42         | 4.56         | 0.00         | 0.07         | 0.19         |
| VOLPUL                         | Volumen de la pulpa            | <b>8.29</b>  | 0.33         | 5.21         | 0.26         | 0.02         | 0.01         |
| DIAFRU                         | Diámetro del fruto             | <b>6.62</b>  | 3.27         | 3.53         | 4.43         | 0.48         | 0.29         |
| NUMPET                         | Número de pétalos              | 5.75         | 0.01         | 5.02         | 0.21         | 1.36         | 0.43         |
| FORFRU                         | Forma de fruto                 | 4.63         | 1.51         | 3.24         | 7.73         | 2.34         | 0.11         |
| LONESP                         | Longitud de espina             | 4.11         | <b>9.26</b>  | 2.76         | 5.22         | 0.17         | 0.01         |
| UNIFES                         | Uniformidad en las espinas     | 3.39         | <b>9.75</b>  | 2.67         | 2.16         | 0.43         | 0.01         |
| NUMBRF                         | Número de brácteas de la flor  | 3.33         | 3.73         | <b>10.41</b> | 1.30         | 0.85         | 4.21         |
| ANCPET                         | Ancho de pétalo                | 2.81         | 3.28         | 5.25         | 4.94         | 0.21         | 0.34         |
| NUMBRA                         | Número de brácteas en el fruto | 2.69         | 0.28         | 4.47         | 0.15         | 9.83         | 1.41         |
| DIAMEF                         | Diámetro medio de la flor      | 2.61         | 0.13         | <b>6.06</b>  | 0.01         | <b>12.44</b> | 3.67         |
| ANCANT                         | Ancho de anteras               | 1.84         | 2.98         | 4.18         | 0.04         | <b>17.10</b> | 0.19         |
| DIAEST                         | Diámetro de estilo             | 1.65         | 1.60         | <b>9.35</b>  | 1.31         | 3.04         | 5.25         |
| DIAESTI                        | Diámetro de estigma            | 1.22         | <b>9.58</b>  | 1.17         | 0.06         | 1.08         | <b>15.09</b> |
| COLFRM                         | Color del fruto maduro         | 1.06         | <b>12.59</b> | 0.51         | 7.03         | 0.00         | 1.31         |
| LONESTI                        | Longitud de estigma            | 1.00         | 3.87         | 0.67         | <b>10.00</b> | 5.88         | 9.60         |
| LONANT                         | Longitud de antera             | 0.81         | 3.70         | 1.80         | 0.02         | 1.49         | 0.41         |
| LONFLO                         | Longitud de la flor            | 0.80         | 7.72         | 0.59         | 4.25         | 2.03         | 7.52         |
| NUMEST                         | Número de estigmas             | 0.70         | 0.02         | 2.13         | 3.96         | <b>10.93</b> | 1.67         |
| DIABAF                         | Diámetro basal de la flor      | 0.60         | 6.13         | 2.68         | 3.56         | 2.60         | 11.55        |
| ANCBRF                         | Ancho de brácteas de la flor   | 0.39         | 1.87         | 0.85         | <b>10.52</b> | 3.14         | 11.27        |
| LONPET                         | Longitud de pétalo             | 0.19         | 3.17         | 1.93         | 0.23         | 10.02        | <b>20.60</b> |
| PESMSE                         | Peso de 1000 semillas          | 0.19         | 1.08         | 1.07         | 7.86         | 3.18         | 0.01         |
| LONDIA                         | Relación LONFRU/DIAFRU         | 0.18         | 4.33         | 0.06         | <b>12.92</b> | 0.77         | 0.09         |
| ESPCAS                         | Espesor de la cáscara          | 0.06         | 0.25         | 0.36         | 0.15         | 0.06         | 0.20         |
| PESPUL                         | Peso de la pulpa               | 0.05         | 2.71         | 2.68         | 3.14         | 10.20        | 3.26         |
| GRABRI                         | Grados Brix                    | 0.00         | 4.47         | 2.00         | 8.53         | 0.03         | 0.71         |
| Proporción Individual (%)      |                                | 19.24        | 14.81        | 12.78        | 11.59        | 9.06         | 6.41         |
| Proporción Acumulada (%)       |                                | 19.24        | 34.05        | 46.83        | 58.42        | 67.48        | 73.89        |
| Eigenvalores (valores propios) |                                | 5.77         | 4.44         | 3.83         | 3.48         | 2.72         | 1.92         |

**Nota:** Los coeficientes en negrilla son los de mayor aporte en cada CP e indicados por los eigenvalores

El número de brácteas en la flor (NUMBRF), el diámetro medio de la flor (DIAMEF), peso del fruto (PESFRU) y el diámetro del estilo (DIAEST) son las características de mayor relevancia en el CP-3 que retienen el 12.78 % de la varianza total. En sumatoria, las variables antes mencionadas son eficaces para diferenciar en un 46.83 % de precisión el germoplasma de pitahaya muestreado. Estudios realizados por Contreras y Argüello (1999), concluyeron que el primer CP-1 conformado por las variables de frutos antes mencionadas discriminaron en un 34 % de variación germoplasma de pitahaya recolectado en Nicaragua, de la misma forma encontraron que el color de la pulpa y el color de la cáscara del CP-2

ayudó a diferenciar el material genético en un 14 %; el CP-3 retuvo el 12 % de la variación total y estuvo integrado por el color secundario del cladodio y el color de la cáscara, totalizando los tres primeros CP una variación total del 60 %; dicha investigación obtuvo resultados similares a los encontrados en este trabajo.

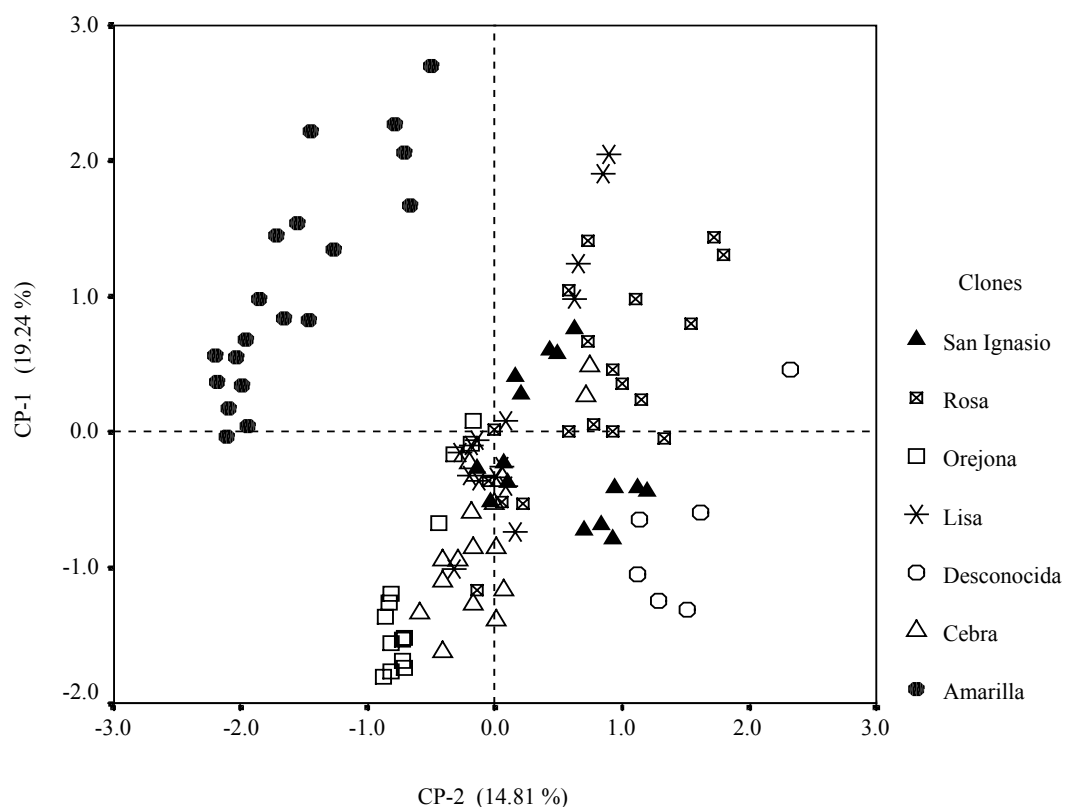
En base a los coeficientes del CP-1, el vector propio y de correlación, los descriptores que aportan mayormente a la varianza de forma positiva a este componente son las primeras seis variables (VOLFRU, PESFRU, LONFRU, PESCAS, VOLPUL, y DIAFRU); por el contrario el número de pétalos (NUMPET), la forma el fruto (FORFRU), el ancho del pétalo (ANCPET), uniformidad en las espinas (UNIFES) y el número de brácteas en el fruto (NUMBRA), entre otros, tienen un aporte negativo, pero de minúscula variación. Para el caso de los vectores propios y coeficientes del CP-2, la uniformidad en las espinas (UNIFES), diámetro del estigma (DIAESTI) y grados brix (GRABRI) aportan su valor positivo; en cambio las variables longitud de espina (LONESP), color del fruto maduro (COLFRM), longitud de la flor (LONFLO), diámetro basal de la flor (DIABAF) lo hacen negativamente. 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. En la Figura 8 se aprecia la relación entre los descriptores de pitahaya estudiados.

La ubicación de las variables en los cuadrantes (Figura 8) están relacionadas con los clones de pitahaya situadas en los mismos cuadrantes (Figura 9). La pitahaya amarilla ubicada en el primer cuadrante presenta el color del fruto maduro (COLFRM) que la caracteriza, las espinas más largas (LONESP) y uniformes, a esto hay que agregarle el color blanco-amarillo de su pulpa y su pequeña semilla café-claro.





esta relación es similar a la obtenida en el ACP de este trabajo. La mayoría de los clones evaluados tienen cierta variación, en la Figura 9 se observan los grupos y subgrupos que se diferencian de otros materiales; tal es el caso de Orejona, Cebra y Rosa. Los individuos que exhibieron mayor variación fueron los clones Lisa y San Ignacio.



**Figura 9.** Distribución bidimensional del germoplasma de pitahaya sobre el primer y segundo CP utilizando 30 variables cuantitativas y cualitativas

## V. CONCLUSIONES

Después de haber evaluado los resultados provenientes del estudio utilización de caracteres cualitativos y cuantitativos determinantes en la variación fenotípica de pitahaya se llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con la recopilación de información de las variables cualitativas y cuantitativas se logró conformar la guía de descriptores de pitahaya, a través de los diferentes materiales genéticos (silvestres y cultivados) y niveles de expresión utilizados en los descriptores.
- Todos los descriptores cuantitativos presentaron variación continua, teniendo mayor importancia las variables de fruto, debido a los diferentes materiales genéticos (Lisa, Orejona, Cebra, San Ignacio y Amarilla) estudiados. Cada una presenta sus propias características genéticas, lo que se debe tomar en cuenta al momento de seleccionar el material genético a cultivar.
- Las variables que presentaron mayor variación fueron el diámetro del estilo y el peso de la cáscara por presentar un coeficiente de variación de 81.11% y 61.24 % respectivamente y las variables que presentaron menor porcentaje de variación son el número de pétalos y diámetro basal de la flor con 9.37% y 10.60% respectivamente.
- La forma de brácteas inferior y superior al igual que el color primario y secundario de los cladodios presentaron semejanzas, el resto de los descriptores exhibieron diferencias fenotípicas.
- Las variables volumen del fruto, peso del fruto, longitud del fruto, peso de la cáscara, volumen de la pulpa y diámetro del fruto, discriminaron en un 19.24 % de variación los clones de pitahaya. Asimismo, el color del fruto, la uniformidad en las espinas, el diámetro del estigma y la longitud de las espinas aislaron el 14.81 % de la varianza total. Los descriptores número de brácteas en la flor, diámetro del estilo y diámetro de la flor

aportaron el 12,78 %. En consecuencia de esto, se deduce que las variables anteriores pueden ser utilizadas para evaluar materiales de pitahaya.

- Las características de cladodios no presentaron mucha variación en los materiales. El color secundario y la presencia de espinas en el cladodio son variables que sirven para relacionar germoplasma de pitahaya.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Poner en práctica la Guía de Descriptores de pitahaya conformada en este estudio en ensayos regionales.
- Se recomienda hacer una Guía de Descriptores de las plagas insectiles y enfermedades fungosas y bacterianas más comunes en las plantaciones de pitahayas para un mejor manejo de las mismas.
- Por medio de los caracteres propuestos en la evaluación que los productores seleccionen su material genético de siembra para mejorar sus niveles de producción.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Agricultura y Desarrollo.** 1995. La Pitahaya. Dirección general de información y apoyo al productor de agricultura y ganadería. N°13. p 1- 2.
- Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.** 1991.(Fuente APENN).
- Alemán D.** 1995. UPOLI desarrolla proyecto del cultivo de pitahaya. La Tribuna Agropecuaria. La Tribuna. Suplemento N° 38. Managua, Nicaragua.
- Avelares J., V. Marín, O. Gómez, A. Guido.** 1996. Recolección de germoplasma de *pitahaya* (*Hylocereus undatus* Britt & Rose) efectuada en 13 departamentos de la zona del pacífico y central de Nicaragua. En Memoria. Segundo encuentro nacional sobre el cultivo de pitahaya. Managua, Nicaragua. p 1 - 7.
- Barbeau G.** 1990. Frutas Tropicales en Nicaragua. Primera edición. Editorial Ciencias sociales. Managua, Nicaragua. 397 p.
- Benavides A.** 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 15 cultivares de maíz (*Zea mays L.*). Managua, Nicaragua. Tesis.p75
- Contreras S., Argüello D.** 1999. Caracterización preliminar de 16 accesiones de pitahaya (*Hylocereus spp*) recolectadas en el pacífico y centro de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 51 p.
- Cruz H.** 1994. Situación actual de la pitahaya. Memoria. Primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya. p 141 - 150.
- Chen J.** 1991. Manual de azúcar de caña. Editorial LIMUSA. México. 1200p
- Calderón E.** 1990. Manual del fruticultor moderno. Primera edición. Editorial LIMUSA. México. 749p.
- 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 p.
- Fornos R; Loaisiga C y Marín F.** 1997. Informe final del proyecto de mejoramiento genético del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). 46p
- Fuentes J.** 1998. Botánica Agrícola. Quinta edición. Mundi Prensa. Madrid España. 315p.
- Franco J., J. Crossa.** 1999. Clasificación de accesiones para la selección de grupos núcleos. Quinto Curso Internacional sobre Muestreo y Colecciones Nucleares. Santiago, INIA/JICA. Chile, 40 p.
- González S y Guardado R.** 1998. Estudio de biología floral y agente que poliniza el cultivo de pitahaya (*Hylocereus spp*). Tesis de Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. P 64.

- Gutiérrez E.** 2000. Métodos Estadísticos para las ciencias biológicas. Primera Edición. Heredia, Costa Rica. 175p.
- Hernández R., Fernández C y Baptista L.** 1991. Metodología de la investigación. Segunda Edición. Editorial Esfuerzo S.A de C.V. P 184
- Harald Koppers.** 1979. Atlas de los colores. Editorial Blume. Primera edición Española. Barcelona.
- Hidalgo R.,** 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de Recursos Fitogenéticos, Franco T. e Hidalgo R. (eds.). Boletín Técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26
- INTA.** 1996. Guía tecnológica para la producción de pitahaya. San Marcos, Carazo. Nicaragua.
- IPGRI.** 1995. Descriptores de aguacate (*Persea spp*). Instituto internacional de recursos fitogenéticos. Roma, Italia. 54 p.
- Judez A. L.,** 1989. Técnicas de análisis de datos multidimensionales. Ministerio de agricultura, pesca y Alimentación. Sria. Gral. Técnica. Madrid, España. 301 p.
- López A.** 2002. Fruticultura. Cultivo de la pitahaya. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 21 p.
- López H.** 1996. Guía tecnológica. Cultivo de pitahaya. Managua, Nicaragua. 25 p.
- León J.** 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial Agroamérica. San José, Costa Rica. IICA.p 79 – 80.
- Maltez P.** 1994. Caracterización de variedades de pitahaya cultivadas en Nicaragua. En Memoria del primer encuentro nacional del cultivo de pitahaya. San Marcos, Carazo. Nicaragua. p 21 - 32.
- Marín V.** 1997. Informe final del proyecto “Mejoramiento genético del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). Managua, Nicaragua. 46 p.
- Marini D.** 1990. Genética Agraria. Editorial Multiforme. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 300 p.
- Márquez S.** 1976. El problema de la interacción genético - ambiental en genotecnia vegetal. Patena, Chapingo. México. p10.
- Monterrey M.** 1994. Historia del cultivo de la pitahaya. Segunda edición. San Marcos Carazo. Nicaragua. 70 p.
- Munsell.** (S. F). Color Charts for plant tissues.
- Ortiz J.** 1984. Cambios en las características morfológicas y fisiológicas por efecto de la selección in situ y rotativa en el rendimiento de grano del maíz. Chapingo, México. 53p.

- Proyecto CEE - ALA 86/30.** 1994. Guía tecnológica para la producción de pitahaya. Segunda edición. San Marcos Carazo. Nicaragua. 70 p.
- Proyecto CEE - ALA 86/30.** 1997. Guía técnica de pitahaya. San Marcos Carazo. Nicaragua. 70p
- 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 p.
- Rodríguez F** 1981. Genética y mejoramiento de las plantas. Editorial Pueblo y educación. Habana Cuba.p 128 –139.
- Rodríguez A. 1993.** El cultivo de la pitahaya en Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 53 p.
- Ríos S.** 1998. Revista FOR EXPORT. Breve descripción de la producción y comercialización de la pitahaya en Nicaragua. P34 -35
- Salas J.** 1993. Arboles de Nicaragua. Editorial HISPAMER. Managua, Nicaragua. P 388.
- Sánchez H.** 1984. Memoria del simposio realizados por el departamento de producción agrícola y animal de la división de ciencias biológicas y de la salud de la AUM - Xochimilco. 28 p.
- Stubert & Mojica.** 1997. Revista FOR EXPORT.
- Tórrez C. C., E. J. Uriarte,** 2003. caracterización y evaluación preliminar *in situ* de 69 accesiones de guanábana (*Annona muricata* L.) en la región del Pacífico y norte de Nicaragua. Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Agraria. 54 pp.
- Utrera L.** 1994. Caracterización in situ de zapote *Pouteria sapote* (Jacq) Moore stearm en Chiquimulilla y Guazacapan en Santa Rosa. Guatemala. 54 p.
- Valdez C. R., C. Gallegos V., F. Blanco-Macías.** 1996. Clasificación numérica de *Opuntia* spp. Mediante características de su fruto (tuna). Revista Geografía agrícola, estudios de la agricultura mexicana, No. 22-23. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 287-293

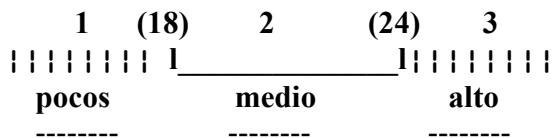
# ANEXOS



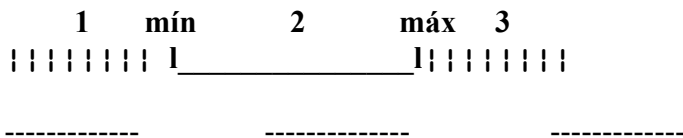
## ANEXO 1

### METODOLOGIA DE CLASIFICACION DEL GRADO DE EXPRESION, NIVEL DE EXPRESION Y ESTADO DEL DESCRIPTOR

#### 1. Número de pétalos



#### SIMBOLOGIA



Niveles de expresión: Números 1, 2 y 3

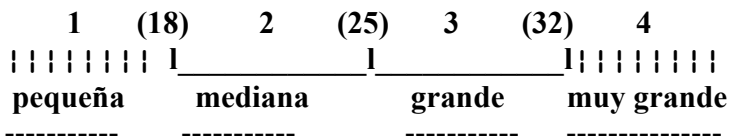
Grados de expresión: Categorías de las unidades de medidas -----

Estado del descriptor: Valores dentro del rango mín y máx

mín: Valores mínimos

máx: Valores máximos

#### 2. Longitud de la flor



#### Operación

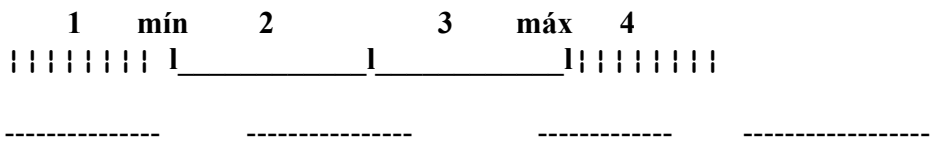
$$32 \text{ cm} - 18 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

$$14 \text{ cm} / 2 = 7 \text{ cm}$$

$$7 \text{ cm} + 18 \text{ cm} = 25 \text{ cm} \text{ (valor 2)}$$

$$25 \text{ cm} + 7 \text{ cm} = 32 \text{ cm} \text{ (valor 3)}$$

## SIMBOLOGIA



Niveles de expresión: Números 1, 2, 3 y 4

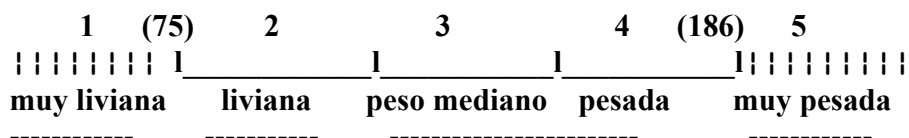
Grados de expresión: Categorías de las unidades de medidas -----

Estado del descriptor: Valores dentro del rango mín y máx

mín: Valores mínimos

máx: Valores máximos

### 3. Peso de la flor



### Operación

$$186 \text{ gr} - 75 \text{ gr} = 111 \text{ gr}$$

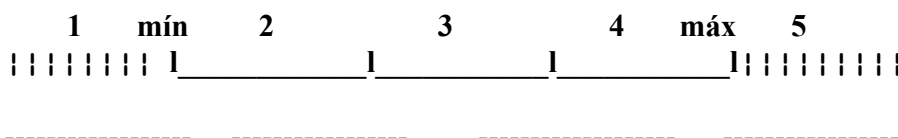
$$111 \text{ gr} / 3 = 37 \text{ gr}$$

$$37 \text{ gr} + 75 \text{ gr} = 112 \text{ gr} \text{ (valor 2)}$$

$$112 \text{ gr} + 37 \text{ gr} = 149 \text{ gr} \text{ (valor 3)}$$

$$149 \text{ gr} + 37 \text{ gr} = 186 \text{ gr} \text{ (valor 4)}$$

## SIMBOLOGIA



Niveles de expresión: Números: 1, 2, 3, 4 y 5

Grados de expresión: Categorías de las unidades de medidas -----

Estado del descriptor: Valores dentro del rango mín y máx

mín: Valores mínimos

máx: Valores máximos

**ANEXO 2**  
**DICCIONARIO DE CLASIFICACION DE DESCRIPTORES CUALITATIVOS**

| <b>Descriptor</b>     | <b>Nivel de expresión</b> | <b>Estado del descriptor</b> | <b>Grado de expresión</b> |
|-----------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Color del cáliz       | 1                         | 2.5 GY 5/6                   | Verde oscuro              |
|                       | 2                         | 2.5 GY 5/8                   | Verde oscuro              |
|                       | 3                         | 2.5 GY 6/6                   | Verde oscurecido          |
|                       | 4                         | 2.5 GY 7/6                   | Verde claro               |
|                       | 5                         | 2.5 GY 8/8                   | Verde tierno fuerte       |
|                       | 6                         | 2.5 GY 8/10                  | Verde tierno intenso      |
|                       | 7                         | 5 GY 6/6                     | Verde claro               |
|                       | 8                         | 5 GY 6/8                     | Verde claro               |
|                       | 9                         | 5 GY 7/10                    | Verde claro intenso       |
| Color de brácteas     | 1                         | 2.5 GY 5/4                   | Verde oscuro              |
|                       | 2                         | 2.5 GY 7/6                   | Verde claro               |
|                       | 3                         | 2.5 GY 8/6                   | Verde claro fuerte        |
|                       | 4                         | 5 GY 5/6                     | Verde intermedio          |
|                       | 5                         | 5 GY 5/8                     | Verde intermedio          |
|                       | 6                         | 5 GY 6/6                     | Verde claro               |
|                       | 7                         | 5 GY 7/6                     | Verde muy claro           |
| Color de pétalos      | 1                         | Munsell                      | Blanco                    |
|                       | 2                         |                              | Crema                     |
|                       | 3                         |                              | Otros                     |
| Color de estigma      | 1                         | 2.5 GY 8/4                   | Verde tierno claro        |
|                       | 2                         | 2.5 GY 8/8                   | Verde tierno fuerte       |
|                       | 3                         | 2.5 GY 8/10                  | Verde tierno intenso      |
|                       | 4                         | 5 GY 7/6                     | Verde muy claro           |
| Color de fruto maduro | 1                         | N00A10M70                    | Rosado claro              |
|                       | 2                         | N00A10M80                    | Rosado fuerte             |
|                       | 3                         | N00A10M90                    | Rosado muy fuerte         |
|                       | 4                         | N00A20M99                    | Rojo                      |
|                       | 5                         | N00A40M80                    | Rojo claro                |
|                       | 6                         | N00A40M90                    | Rojo normal               |
|                       | 7                         | N00A60M80                    | Rojo naranja              |
|                       | 8                         | N00A60M90                    | Rojo fuerte               |
|                       | 9                         | N00A60M99                    | Rojo intenso              |
|                       | 10                        | N00A70M80                    | Rojo naranja fuerte       |
|                       | 11                        | N00A70M99                    | Rojo naranja intenso      |
|                       | 12                        | N10A20M90                    | Rosado intenso            |
|                       | 13                        | N10A50M99                    | Rosado muy intenso        |
|                       | 14                        | N00A90M00                    | Amarillo                  |

## Continuación de Anexo 2

### DICCIONARIO DE CLASIFICACION DE DESCRIPTORES CUALITATIVOS

|                               |   |           |                  |
|-------------------------------|---|-----------|------------------|
| Color de fruto verde          | 1 | 5 GY 4/8  | Verde oscuro     |
|                               | 2 | 5 GY 5/8  | Verde intermedio |
|                               | 3 | 5 GY 6/6  | Verde claro      |
|                               | 4 | 5 GY 6/8  | Verde claro      |
|                               | 5 | 5 GY 6/10 | Verde claro      |
|                               | 6 | 5 GY 7/4  | Verde muy claro  |
|                               | 7 | 5 GY 7/6  | Verde muy claro  |
|                               | 8 | 5 GY 7/8  | Verde tierno     |
| Color primario del cladodio   | 1 | 5 GY 6/6  | Verde claro      |
|                               | 2 | 5 GY 6/8  | verde claro      |
|                               | 3 | 5 GY 8/10 | verde claro      |
| Color secundario del cladodio | 1 | 5 GY 6/8  | verde claro      |
|                               | 2 | 5 GY 6/10 | verde claro      |

## Continuación de Anexo 2

| DESCRIPTOR                  | NIVEL DE EXPRESION | GRADOS DE EXPRESION |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| Forma de brácteas inferior  | 1                  | Obtuso              |
|                             | 2                  | Redondeada          |
|                             | 3                  | Retuso              |
|                             | 4                  | Otros               |
| Forma de brácteas superior  | 1                  | Obtuso              |
|                             | 2                  | Laminar lanceolada  |
|                             | 3                  | Ovada               |
|                             | 4                  | Oblanceolada        |
|                             | 5                  | Otros               |
| Forma de pétalos            | 1                  | Alargada            |
|                             | 2                  | Elíptica            |
|                             | 3                  | Ovalada             |
|                             | 4                  | Otras               |
| Tipo de antera              | 1                  | Innata              |
|                             | 2                  | Adnata              |
|                             | 3                  | Versátil            |
|                             | 4                  | Otras               |
| Tipo de estigma             | 1                  | Plumosos            |
|                             | 2                  | Capitado            |
|                             | 3                  | Ramificado          |
|                             | 4                  | Bifurcado           |
|                             | 5                  | Abierta             |
| Uniformidad en las espinas  | 1                  | Uniformes           |
|                             | 2                  | Des uniforme        |
|                             | 3                  | Otros               |
| Forma de borde del cladodio | 1                  | Recto               |
|                             | 2                  | Curvo               |
|                             | 3                  | Acanalado           |
|                             | 4                  | Otros               |

### ANEXO 3

#### CLAVES Y MEDIDAS PARA DESCRIPTORES CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS

| CLAVE                | DESCRIPTOR                      | MEDIDA      |
|----------------------|---------------------------------|-------------|
| <b>CARACTERES</b>    |                                 |             |
| <b>CUANTITATIVOS</b> |                                 |             |
| PESFLO               | Peso de la flor                 | gr          |
| LONFLO               | Longitud de la flor             | cm          |
| DIAMEF               | Diámetro medio de la flor       | cm          |
| DIABAF               | Diámetro basal de la flor       | cm          |
| NUMBRF               | Número de brácteas de flor      | # arábigo   |
| ANCBRF               | Ancho de brácteas               | mm          |
| NUMPET               | Números de pétalos              | # arábigo   |
| LONPET               | Longitud de pétalos             | cm          |
| ANCPET               | Ancho de pétalos                | cm          |
| LONFIL               | Longitud de filamentos          | cm          |
| DIAFIL               | Diámetro de filamento           | mm          |
| LONANT               | Longitud de antera              | mm          |
| ANCANT               | Ancho de antera                 | mm          |
| DIAESTI              | Diámetro de estigma             | cm          |
| NUMEST               | Número de estigma               | # arábigo   |
| LONEST               | Longitud de estilo              | cm          |
| DIAEST               | Diámetro de estilo              | cm          |
| FORFRU               | Forma del fruto                 | cm          |
| LONFRU               | Longitud del fruto              | cm          |
| DIAFRU               | Diámetro del fruto              | cm          |
| VOLFRU               | Volumen del fruto               | ml          |
| DENFRM               | Densidad del fruto maduro       | g/ml        |
| VOLPUL               | Volumen de pulpa                | ml          |
| PESFRU               | Peso de fruto                   | g           |
| PESPUL               | Peso de pulpa                   | g           |
| PESCAS               | Peso de cáscara                 | g           |
| ESPCAS               | Espesor de la cáscara           | mm          |
| NUMBRA               | Número de brácteas              | #           |
| GRABRI               | Grados Brix                     | grados brix |
| TAMSEM               | Tamaño de semillas              | s/g         |
| PESMSE               | Peso de mil semillas            | g           |
| NUMCLV               | Número de cladodios vegetativos | # arábigo   |
| DISARE               | Distancia entre areolas         | cm          |
| ALTARI               | Altura de arista                | cm          |
| LONCLA               | Longitud de cladodio            | cm          |
| NUMARI               | Número de arista                | # arábigo   |
| ANCCLA               | Ancho de cladodio               | cm          |
| ESPARI               | Espesor de arista               | mm          |
| NUMESP               | Número de espinas               | # arábigo   |
| LONESP               | Longitud de espina              | mm          |

Continuación Anexo 3

**CLAVES Y MEDIDAS PARA DESCRIPTORES CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS**

| <b>CLAVE</b>      | <b>DESCRIPTOR</b>                 | <b>MEDIDA*</b>     |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| <b>CARACTERES</b> | <b>CUALITATIVOS</b>               |                    |
| COLCAL            | Color del cáliz                   | Nivel de expresión |
| COLBRA            | Color de brácteas                 | Nivel de expresión |
| FORBRI            | Forma de brácteas inferior        | Nivel de expresión |
| FORBRS            | Forma de brácteas superior        | Nivel de expresión |
| COLPET            | Color de pétalos                  | Nivel de expresión |
| FORPET            | Forma de pétalos                  | Nivel de expresión |
| TIPANT            | Tipos de anteras por su inserción | Nivel de expresión |
| TIPEST            | Tipos de estigama                 | Nivel de expresión |
| COLEST            | Color de estigma                  | Nivel de expresión |
| COLFRM            | Color de fruto maduro             | Nivel de expresión |
| COLFRV            | Color de fruto verde              | Nivel de expresión |
| COLPCL            | Color primario del cladodio       | Nivel de expresión |
| COLSCL            | Color secundario del cladodio     | Nivel de expresión |
| UNIFES            | Uniformidad de las espinas        | Nivel de expresión |
| FORBCL            | Forma de borde del cladodio       | Nivel de expresión |

**\*NOTA:** DICCIONARIO DE CLASIFICACION DE DESCRIPTORES CUALITATIVOS (Anexo 2)

**ANEXO 4**  
**CATALOGOS DE LOS CARACTERES CUANTITATIVOS DE LA ESTRUCTURA FLORAL Y**  
**VEGETATIVA DEL CULTIVO DE LA PITAHAYA (*Hylocereus undatus* Britt & Rosse)**

| DESCRIPTOR                          | MIN   | MAX   | MED    | D . S  | C.V   |
|-------------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|
| Peso de la flor                     | 75    | 186   | 122.71 | 34.28  | 27.93 |
| Longitud de la flor                 | 18    | 32    | 25.67  | 4.84   | 18.85 |
| Diámetro medio de la flor           | 4     | 10    | 6.16   | 1.87   | 30.32 |
| Diámetro basal de la flor           | 2.90  | 4     | 3.40   | 0.36   | 10.60 |
| Número de brácteas de flor          | 71    | 101   | 84.78  | 11.23  | 13.25 |
| Ancho de brácteas                   | 7     | 16    | 12     | 2.60   | 21.65 |
| Números de pétalos                  | 18    | 24    | 20.67  | 1.94   | 9.37  |
| Longitud de pétalos                 | 6.50  | 14    | 9.82   | 2.94   | 29.96 |
| Ancho de pétalos                    | 0.50  | 4.50  | 2.28   | 1.07   | 47.12 |
| Longitud de filamentos              | 6.20  | 22    | 12.02  | 5.23   | 43.50 |
| Diámetro de filamento de estandarte | 4     | 8     | 0.53   | 0.12   | 22.96 |
| Longitud de antera                  | 4.50  | 10.50 | 7.50   | 2.05   | 27.28 |
| Ancho de antera                     | 0.40  | 1.50  | 1.01   | 0.36   | 35.47 |
| Diámetro de estigma                 | 1.80  | 4.20  | 3.08   | 0.90   | 29.19 |
| Número de estigma                   | 17    | 25    | 21.67  | 3.35   | 15.48 |
| Longitud de estilo                  | 13    | 26.20 | 20.60  | 4.77   | 23.16 |
| Diámetro de estilo                  | 0.5   | 7     | 3.72   | 3.09   | 83.11 |
| Forma del fruto                     | 0.73  | 1.89  | 1.17   | 0.20   | 17.50 |
| Longitud del fruto                  | 4.50  | 14    | 8.97   | 1.58   | 17.63 |
| Diámetro del fruto                  | 4.70  | 10    | 7.76   | 1.29   | 16.65 |
| Volumen del fruto                   | 32    | 645   | 283.87 | 149.03 | 52.50 |
| Densidad del fruto maduro           | 0.83  | 1.59  | 1.06   | 0.19   | 18.21 |
| Volumen de pulpa                    | 70    | 490   | 241.09 | 102.06 | 42.33 |
| Peso de fruto                       | 130   | 740   | 359.23 | 123.62 | 34.41 |
| Peso de pulpa                       | 70    | 500   | 238.62 | 94.17  | 39.47 |
| Peso de cáscara                     | 17.80 | 500.4 | 156.22 | 95.68  | 61.24 |
| Espesor de la cáscara               | 0.72  | 8     | 3.71   | 1.45   | 39.05 |
| Número de brácteas                  | 10    | 55    | 31.99  | 8.66   | 27.09 |
| Grados Brix                         | 4     | 20    | 11.32  | 3.45   | 30.45 |
| Tamaño de semillas                  | 161   | 1360  | 364.74 | 142.42 | 39.05 |
| Peso de 1000 semillas               | 1.76  | 2.85  | 2.25   | 0.30   | 13.42 |
| Número de cladodios vegetativos     | 2     | 36    | 12.77  | 6.35   | 49.67 |
| Distancia entre areolas             | 0.86  | 3.62  | 2.05   | 0.47   | 22.72 |
| Altura de arista                    | 0.80  | 4.70  | 2.62   | 0.68   | 25.94 |
| Longitud de cladodio                | 15    | 160   | 58.88  | 28.63  | 48.63 |
| Número de arista                    | 3     | 9     | 3.56   | 1.48   | 41.57 |
| Ancho de cladodio                   | 3     | 8.10  | 5.01   | 1.16   | 23.15 |
| Espesor de arista                   | 4     | 30    | 15.88  | 5.93   | 37.34 |
| Número de espinas                   | 3     | 8     | 5.33   | 0.94   | 17.71 |
| Longitud de espina                  | 2     | 15    | 4.67   | 2.27   | 48.49 |

**SIMBOLOS**

MIN: Mínima  
MAX: Máxima  
MED: Media  
D.S: Desviación estandar  
C.V: Coeficiente de variación

## Anexo 5

Matriz de correlación de caracteres cuantitativos en germoplasma de pitahaya (*Hylocereus undatus* Brit & Rosse)

| Variable | Coeficiente de correlación de Pearson ( $\rho$ ) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
|----------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--|
|          | LONFRU   | DIAFRU | PESFRU | VOLFRU | PESCAS | ESPCAS | PESPUL | VOLPUL | PESMSE | GRABRI | LONFLO | DIABAF | DIAMEF | NUMBRF | ANCBRF | NUMPET | LONPET | ANCPET | ANCANT | LONANT | DIAEST | NUMEST | LONESTI | DIAESTI | LONESP |  |
| DIAFRU   | 0.62   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| PESFRU   | 0.79   | 0.69   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| VOLFRU   | 0.78   | 0.69   | 0.98   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| PESCAS   | 0.64   | 0.64   | 0.88   | 0.88   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| ESPCAS   | -0.02  | 0.04   | -0.01  | 0.00   | 0.04   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| PESPUL   | -0.02  | 0.11   | -0.02  | -0.05  | -0.04  | 0.10   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| VOLPUL   | 0.67   | 0.45   | 0.74   | 0.74   | 0.59   | -0.05  | -0.14  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| PESMSE   | 0.16   | 0.34   | -0.02  | -0.02  | -0.04  | -0.26  | 0.15   | -0.04  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| GRABRI   | -0.02  | 0.41   | 0.22   | 0.19   | 0.13   | -0.01  | 0.21   | 0.06   | 0.26   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| LONFLO   | 0.30   | -0.17  | 0.14   | 0.12   | 0.13   | -0.16  | -0.38  | 0.17   | -0.13  | -0.46  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| DIABAF   | 0.03   | -0.21  | -0.03  | -0.08  | -0.02  | -0.14  | -0.13  | 0.03   | -0.10  | -0.28  | 0.58   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| DIAMEF   | -0.09  | -0.09  | -0.07  | -0.06  | -0.08  | -0.03  | -0.32  | -0.04  | 0.02   | 0.12   | 0.14   | 0.08   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| NUMBRF   | 0.14   | 0.16   | 0.12   | 0.13   | 0.13   | 0.11   | 0.28   | 0.04   | -0.12  | -0.06  | -0.14  | -0.21  | -0.45  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| ANCBRF   | 0.15   | -0.03  | 0.17   | 0.18   | 0.14   | -0.05  | -0.43  | 0.14   | -0.20  | -0.01  | 0.08   | -0.20  | 0.10   | 0.07   |        |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| NUMPET   | -0.20  | -0.14  | -0.23  | -0.26  | -0.21  | 0.00   | -0.14  | -0.16  | 0.12   | 0.10   | -0.04  | 0.20   | 0.51   | -0.58  | -0.08  |        |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| LONPET   | 0.07   | 0.08   | 0.03   | 0.03   | 0.04   | 0.07   | 0.05   | 0.00   | -0.12  | 0.02   | 0.18   | 0.00   | 0.28   | 0.50   | 0.04   | -0.01  |        |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| ANCPET   | -0.21  | -0.05  | -0.15  | -0.16  | -0.10  | 0.04   | -0.03  | -0.14  | 0.18   | 0.14   | 0.02   | 0.26   | 0.31   | -0.64  | -0.35  | 0.32   | -0.39  |        |        |        |        |        |         |         |        |  |
| ANCANT   | 0.10   | 0.10   | 0.09   | 0.12   | 0.08   | 0.02   | -0.19  | 0.03   | -0.17  | 0.05   | -0.02  | -0.48  | 0.13   | 0.53   | 0.33   | -0.14  | 0.65   | -0.51  |        |        |        |        |         |         |        |  |
| LONANT   | -0.09  | -0.07  | -0.17  | -0.16  | -0.18  | 0.10   | 0.34   | -0.12  | 0.14   | -0.06  | -0.38  | -0.21  | 0.00   | 0.13   | -0.09  | 0.24   | 0.03   | -0.26  | 0.06   |        |        |        |         |         |        |  |
| DIAEST   | -0.02  | -0.11  | -0.02  | -0.04  | -0.01  | -0.01  | -0.23  | 0.01   | -0.01  | -0.04  | 0.23   | 0.66   | 0.44   | -0.35  | -0.01  | 0.19   | -0.24  | 0.42   | -0.54  | -0.17  |        |        |         |         |        |  |
| NUMEST   | -0.05  | -0.05  | -0.04  | -0.08  | -0.02  | 0.02   | 0.01   | 0.01   | 0.02   | -0.02  | -0.04  | 0.45   | 0.04   | 0.03   | 0.05   | 0.32   | -0.17  | 0.04   | -0.40  | 0.04   | 0.59   |        |         |         |        |  |
| LONESTI  | 0.06   | 0.16   | 0.05   | 0.06   | 0.12   | 0.01   | 0.00   | 0.00   | 0.02   | 0.04   | 0.23   | -0.08  | 0.11   | 0.07   | -0.54  | -0.08  | 0.30   | 0.23   | 0.30   | -0.32  | -0.19  | -0.38  |         |         |        |  |
| DIAESTI  | -0.15  | 0.09   | -0.13  | -0.13  | -0.10  | 0.18   | 0.55   | -0.14  | 0.13   | 0.12   | -0.31  | -0.10  | 0.05   | 0.41   | -0.27  | 0.02   | 0.47   | -0.04  | 0.05   | 0.34   | -0.18  | 0.03   | -0.07   |         |        |  |
| LONESP   | 0.17   | 0.10   | 0.12   | 0.11   | 0.14   | -0.04  | 0.04   | 0.07   | -0.02  | -0.07  | 0.22   | 0.00   | -0.38  | 0.11   | -0.42  | -0.33  | -0.14  | 0.02   | 0.03   | -0.21  | -0.15  | -0.20  | 0.68    | -0.48   |        |  |
| NUMBRA   | -0.15  | -0.09  | -0.07  | -0.06  | -0.11  | 0.13   | -0.16  | -0.05  | -0.10  | 0.20   | -0.12  | 0.02   | 0.52   | -0.56  | 0.10   | 0.46   | 0.10   | 0.22   | -0.05  | 0.00   | 0.12   | -0.19  | -0.17   | -0.02   | -0.38  |  |

Existe relación significativa si  $\rho = 0.200$  y  $\rho \geq 0.250$  cuando  $\alpha=0.05$  y  $\alpha=0.01$ , respectivamente.



ANEXO 6

**GUIA DE DESCRIPTORES DE PITAHAYA**  
*(Hylocereus undatus Britt & Rosse)*



## **I. DATOS DE PASAPORTE**

### **1.1 Número de accesión**

Este dato sirve como una identificación única asignada por el coleccionista o institución que colecta cuando es introducida a su colección una vez asignado este número nunca podrá ser asignado a otro material que ingrese a la colección, lo mismo sucede cuando este material se muere o se pierde.

**1.2 Fecha de la última multiplicación o regeneración**  
Debe ser expresada en día / mes / año.

**1.3 Número del donador**  
Número o nombre que haya sido asignado al material por el donador.

**1.4 Nombre del donador**  
Nombre de la persona o institución que esta donando el germoplasma.

**1.5 Algún otro número o nombre asociado a la accesión**  
Ejemplo: nombre común, otro número de accesión asignado por una institución donante.

**1.6 Traducción Transcripción**  
Proporciona la traducción en inglés del nombre del cultivar.

**1.7 Fecha original de la colección de la muestra**  
Debe ser expresada en días / mes / año.

**1.8 País de colecta**  
Se puede utilizar la abreviatura usada a nivel internacional propuesta por el IPGRI (1995a y 1995b) o del país donde se hizo la colecta.

**1.8.1 Región del país**  
Se especificará el lugar del país donde se hizo la colecta.

**1.9 Latitud del sitio de colecta**  
Se deberá de añadir grados y minutos, Ej.: 10°50' latitud sur.

**1.10 Longitud oeste del sitio de colecta**  
Se deberá de añadir grados y minutos como en latitud

**1.11 Altitud del sitio de colección**  
Elevación sobre el nivel del mar (msnm).

**1.12 Fuente de origen de la colección**  
1 campo  
2 instituto agrícola  
3 otro

**1.13 Nombre del colector**

**1.14 Lugar de la caracterización y evaluación preliminar**  
Se pondrá el sitio donde se llevará a efecto la caracterización.

## **II. DATOS DE CARACTERIZACION**

### **2.1 Datos morfológicos**

#### **2.1.1 Descriptores de la flor**

##### **2.1.1.1 Peso de la flor**

Se mide en gramos sobre la balanza electrónica, el peso de la flor se registra en estado de desarrollo a la antesis; con los siguientes grados de expresión:

- 1 muy liviana
- 2 liviana
- 3 peso medio
- 4 pesadas
- 5 muy pesadas

##### **2.1.1.2 Longitud de la flor**

Es la distancia desde la base de la flor hasta la parte apical de la flor, se mide en centímetro y se registrará en estado de desarrollo a la antesis (Figura 1).

- 1 pequeña
- 2 mediana
- 3 grande
- 4 muy grande

### **2.1.1.3 Diámetro medio de la flor**

Se mide en centímetro en la parte media de la flor, se registrará en estado de desarrollo a la antesis (Figura 1) .

- 1 pequeño
- 2 mediano
- 3 grande
- 4 muy grande

### **2.1.1.4 Diámetro basal de la flor**

Se mide en centímetro en la parte basal de la flor, se registrará en estado de desarrollo a la antesis (Figura 1).

- 1 delgada
- 2 media
- 3 gruesa

## **2.1.2 Cáliz**

### **2.1.2.1 Color del cáliz de la flor**

Color predominante del cáliz en flores abiertas, en estado de desarrollo a la antesis , según la tabla de colores Munsell.

- 1 verde intermedio
- 2 verde claro
- 3 verde pálido
- 4 otros

### **2.1.2.2 Número de brácteas de la flor**

Se realiza el conteo de brácteas de la flor en estado de desarrollo a la antesis.

- 1 pocas
- 2 medianamente
- 3 altas

### **2.1.2.3 Ancho de brácteas**

Se mide en milímetro en la parte media, se registra en estado de desarrollo a la antesis.

- 1 angosta
- 2 medianas
- 3 anchas

### **2.1.2.4 Color de brácteas de la flor**

Color predominante de la flor, en estado de desarrollo a la antesis, según tabla Munsell.

- 1 verde oscuro
- 2 verde claro
- 3 verde claro fuerte

4 verde intermedio

5 verde muy claro

### **2.1.2.5 Formas de las brácteas inferiores de la flor**

Se registra en estado de desarrollo a la antesis (Figura 2).

- 1 obtuso
- 2 redondeada
- 3 retusa
- 4 otros

### **2.1.2.6 Formas de las brácteas superiores de la flor**

Se registra en estado de desarrollo a la antesis (Figura 3).

- 1 obtusa
- 2 laminar lanceolada
- 3 oblanceolada
- 4 otros

## **2.1.3 Corola**

### **2.1.3.1 Número de pétalos**

Conteo de los pétalos de la flor, se registra en estado de desarrollo a la antesis.

- 1 pocos
- 2 medios
- 3 alto

### **2.1.3.2 Longitud de pétalos**

Se mide en centímetros desde la base hasta el ápice se registrará en estado de desarrollo a la antesis (Figura 4).

- 1 pocos
- 2 medios
- 3 altos

### **2.1.3.3 Ancho de pétalos**

Se mide en centímetros en la parte media, se registrará en estado de desarrollo a la antesis (Figura 4).

- 1 muy angosto
- 2 angosto
- 3 medios
- 4 otros

### **2.1.3.4 Color de los pétalos**

Se usará la tabla de colores Munsell, se registra en estado de desarrollo a la antesis.

- 1 blanco
- 2 crema
- 3 otros

#### **2.1.3.5 Forma de los pétalos**

Se registra en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 5).

- 1 alargada
- 2 elíptica
- 3 ovalada
- 4 otros

#### **2.1.4 Androceo**

##### **2.1.4.1 Longitud de filamento del estandarte**

Se mide en centímetro desde la base del filamento hasta el ápice del filamento, se registrará en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 5).

- 1 muy corto
- 2 corto
- 3 medio
- 4 largos

##### **2.1.4.2 Diámetro de filamento del estandarte**

Se mide en milímetro en la parte media, se realiza en estado de desarrollo a la ántesis.

- 1 delgado
- 2 medio
- 3 grueso

##### **2.1.4.3 Tipo de antera por su inserción**

Se registra en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 7).

- 1 innata
- 2 adnata
- 3 versátil
- 4 otros

##### **2.1.4.4 Longitud de antera**

Se mide en milímetro, se realiza en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 8).

- 1 corta
- 2 media
- 3 larga

##### **2.1.4.5 Ancho de la antera**

Se mide en milímetro en la parte media, se realiza en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 8).

- 1 corta
- 2 media
- 3 larga

#### **2.1.5 Gineceo**

##### **2.1.5.1 Tipo de estigma**

Se registra en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 9).

- 1 plumoso
- 2 capitado
- 3 ramificado
- 4 bifurcado
- 5 otros

##### **2.1.5.2 Color de estigma**

Se registra en estado de desarrollo a la ántesis, según tabla de colores Munsell.

- verde tierno claro
- verde tierno fuerte
- verde tierno intenso
- verde muy claro

##### **2.1.5.3 Diámetro de estigma**

Se mide en centímetro, se registra en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 10).

- 1 angosto
- 2 medio
- 3 ancho

##### **2.1.5.4 Número de estigma**

Conteo del estigma de la flor, se registra en estado de desarrollo a la ántesis.

- 1 pocos
- 2 medios
- 3 muchos

##### **2.1.5.5 Longitud de estilo**

Se mide en centímetro, se registra en estado de desarrollo a la ántesis (Figura 11).

- 1 corto
- 2 medio
- 3 largo

### **2.1.5.6 Diámetro del estilo**

Se mide en centímetro en la parte media, se registra en estado de desarrollo a la antesis (Figura 11).

- 1 angosto
- 2 medio
- 3 ancho

## **2.2 Fruto**

### **2.2.1 Forma de fruto**

Se registra cuando el fruto ha alcanzado la madurez fisiológica.(Figura 12)

- 1 redondo
- 2 alargado
- 3 achatado

### **2.2.2 Longitud del fruto**

Medición en centímetro desde el punto de inserción del fruto con el cladodio hasta el ápice, cuando el fruto esta en madurez fisiológica (Figura 13).

- 1 pequeño
- 2 mediano
- 3 grande
- 4 muy grande

### **2.2.3 Diámetro del fruto**

Medición en centímetro, se realiza en la parte más amplia del fruto perpendicular a la inserción de este en el cladodio (diámetro ecuatorial), cuando el fruto esta en su madurez fisiológica (Figura 13).

- 1 pequeño
- 2 mediano
- 3 grande
- 4 muy grande

### **2.2.4 Volumen del fruto**

Medición en ml, se realiza en un Biker lleno de agua limpia, se toma la diferencia de volúmenes

- 1 muy poco
- 2 poco
- 3 medio
- 4 voluminoso
- 5 muy voluminoso

### **2.2.5 Densidad del fruto maduro**

Medición en Peso/Volumen; gr/ml, se registra cuando el fruto ha alcanzado su madurez fisiológica.

- 1 poco denso
- 2 densidad media
- 3 alta densidad

### **2.2.6 Volumen de la pulpa**

Medición en ml, se realiza en un Biker lleno de agua y se registra cuando el fruto a alcanzado su madurez fisiológica.

- 1 poco
- 2 medio
- 3 alto
- 4 voluminoso

### **2.2.7 Peso del fruto**

Medición en gramos en una balanza, se registra cuando el fruto a alcanzado su madurez fisiológica.

- 1 muy liviano
- 2 liviano
- 3 peso mediano
- 4 pesado
- 5 muy pesado

### **2.2.8 Peso de la pulpa**

Medición en g, se registra cuando el fruto a alcanzado su madurez fisiológica.

- 1 muy liviano
- 2 liviano
- 3 peso mediano
- 4 pesado
- 5 muy pesado

### **2.2.9 Peso de la cáscara**

Medición en g, se registra cuando el fruto a alcanzado su madurez fisiológica.

- 1 muy liviano
- 2 liviano
- 3 peso mediano
- 4 pesado
- 5 muy pesado

### **2.2.10 Espesor de la cáscara**

Medición en mm con vernier, se registra cuando el fruto a alcanzado su madurez fisiológica (Figura 13).

- 1 muy delgada

- 2 delgada
- 3 media
- 4 gruesa
- 5 muy gruesa

#### **2.2.11 Número de brácteas**

Se realiza mediante el conteo, se registra en estado de desarrollo de madurez fisiológica.

- 1 lisa
- 2 pocas
- 3 medianas
- 4 orejonas
- 5 chirizas

#### **2.2.12 Grados Brix**

Se realiza en la pulpa de frutos maduros, para obtener el porcentaje de sólidos solubles mediante el uso de refractómetro.

- 1 simple
- 2 moderadamente dulce
- 3 dulce
- 4 muy dulce

#### **2.2.13 Tamaño de la semilla**

Se registra en estado de desarrollo de frutos maduros con 9% de humedad.

- 1 muy grande
- 2 grande
- 3 mediano
- 4 pequeños
- 5 muy pequeños

#### **2.2.14 Peso de 1000 semillas**

Medición en g, se registra en estado de desarrollo de frutos maduros.

- 1 livianas
- 2 medias
- 3 pesadas
- 4 muy pesadas

#### **2.2.15 Color de fruto maduro**

Se usará la tabla de colores Küper, se registra en estado de desarrollo de fruto maduro .

- 1 rosado claro
- 2 rosado fuerte
- 3 rosado muy fuerte
- 4 rojo
- 5 rojo claro
- 6 rojo normal
- 7 rojo naranja

- 8 rojo fuerte
- 9 rojo intenso
- 10 rojo naranja fuerte
- 11 rojo naranja intenso
- 12 rosado intenso
- 13 rosado muy intenso
- 14 amarillo
- 15 otros

#### **2.2.16 Color de fruto verde**

Se usará la tabla de colores munsell, se registra en estado de desarrollo de madurez fisiológica.

- 1 verde oscuro
- 2 verde intermedio
- 3 verde claro
- 4 verde muy claro
- 5 verde tierno
- 6 otros

### **2.3 Cladodios**

#### **2.3.1 Color primario del cladodios.**

Se usará la tabla de colores Munsell, se registra en estado de cladodio desarrollado.

- 1 verde claro
- 2 otros

#### **2.3.2 Color secundario del cladodio.**

Se usará la tabla de colores Munsell, se registra en estado de cladodio desarrollado.

- 1 verde claro
- 2 otros

#### **2.3.3 Número de cladodio vegetativo**

Son el total de cladodio en completo desarrollo que presenta la planta, a partir de la floración.

- 1 pocas
- 2 medios
- 3 alto
- 4 muchos

#### **2.3.4 Distancia entre areolas**

Es la distancia de una espina a otra espina en dos areolas contiguas, se mide en centímetro y se registra en estado de cladodios desarrollados (Figura 14).

- 1 corta

- 2 media
- 3 larga

### **2.3.5 Altura de la arista**

Se mide en centímetro desde la base a la parte más alta de la arista, se registra en cladodios desarrollados

- 1 baja
- 2 media
- 3 altas
- 4 muy altas

### **2.3.6 Longitud de cladodio**

Se mide en centímetro, se realiza desde la inserción basal del cladodio hasta el ápice en cladodios desarrollados (Figura 14).

- 1 muy cortos
- 2 cortos
- 4 largos
- 5 muy largos

### **2.3.7 Número de arista en el cladodio**

Conteo de las aristas en cladodio totalmente desarrollados.

- 1 normal
- 2 múltiple

### **2.3.8 Ancho de cladodios**

Medición en centímetro, siendo la distancia más alejada entre dos aristas continuas y se registra en cladodios desarrollados (Figura 13).

- 1 angosto
- 2 medio
- 3 ancho

### **2.3.9 Espesor de la arista**

Medición en milímetro, tomado en las aristas al nivel de la parte media del cladodio desarrollado (Figura 14).

- 1 muy delgado
- 2 delgado
- 3 medias
- 4 gruesa
- 5 muy gruesas

### **2.3.10 Número de espinas**

Son las espinas que se encuentran insertas en las areolas en cladodios desarrollados.

- 1 pocas
- 2 medio
- 3 altas

### **2.3.11 Longitud de espinas**

Medición en milímetro desde la base de la espina hasta el ápice sobre las areolas, se registra en cladodios totalmente desarrollados.

- 1 cortas
- 2 medias
- 3 largas

### **2.3.12 Uniformidad de las espinas**

Se registra en cladodios desarrollados.

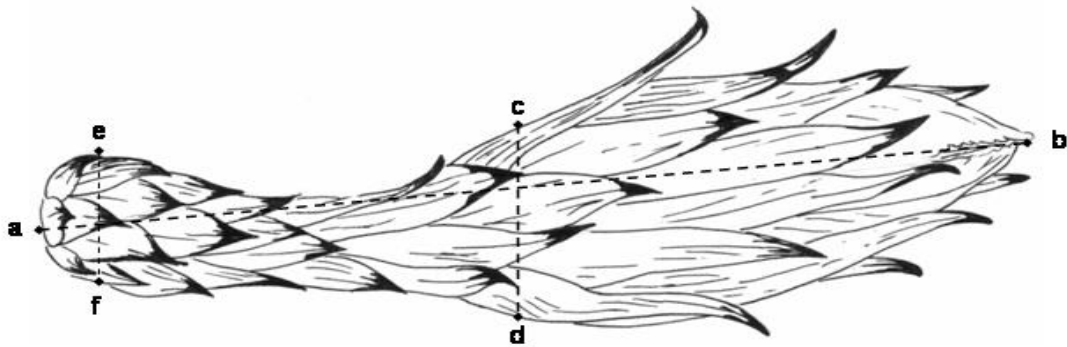
- 1 uniforme
- 2 des uniforme
- 3 otros

### **2.3.13 Forma del borde del cladodio**

Se registra cuando el cladodio esta completamente desarrollado.

- 1 recto
- 2 curvo
- 3 acanalado
- 4 otros





- a – b** Longitud de la flor
- c – d** Diámetro basal de la flor
- e – f** Diámetro medio de la flor

Figura 1. Descriptor Flor

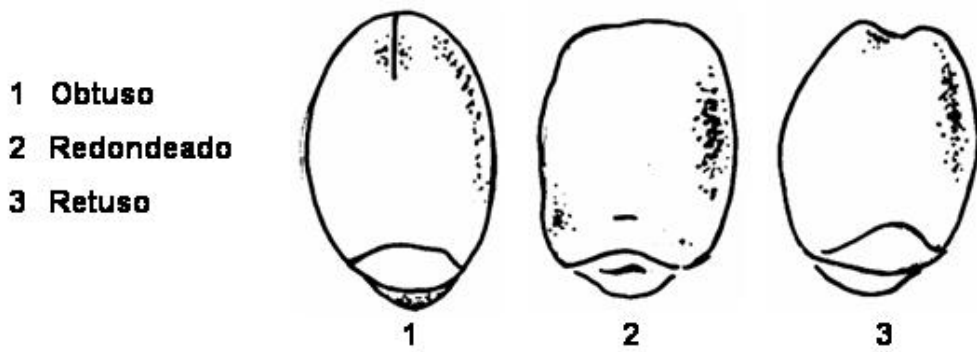


Figura 2. Formas de Brácteas inferior de la Flor

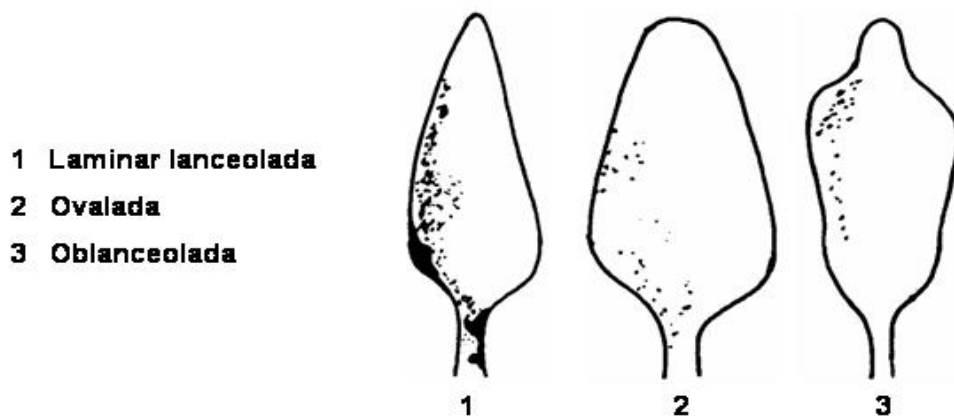
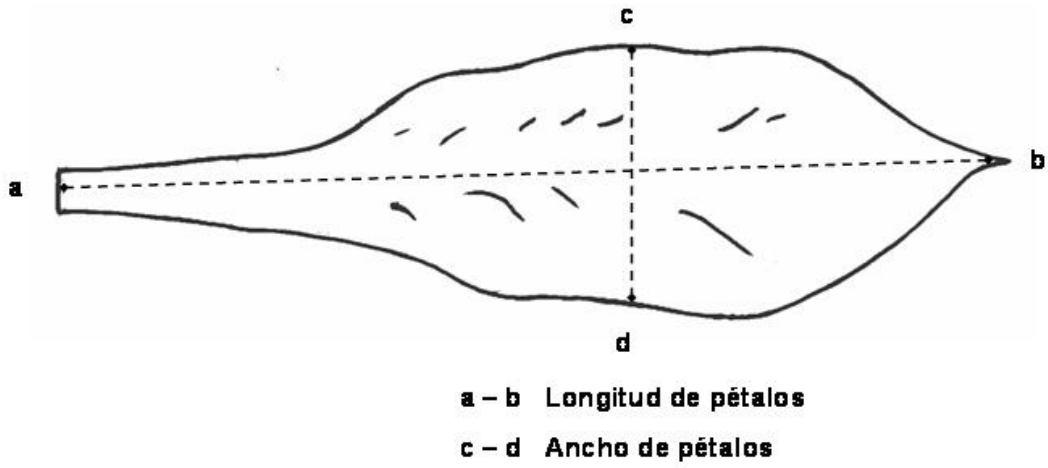
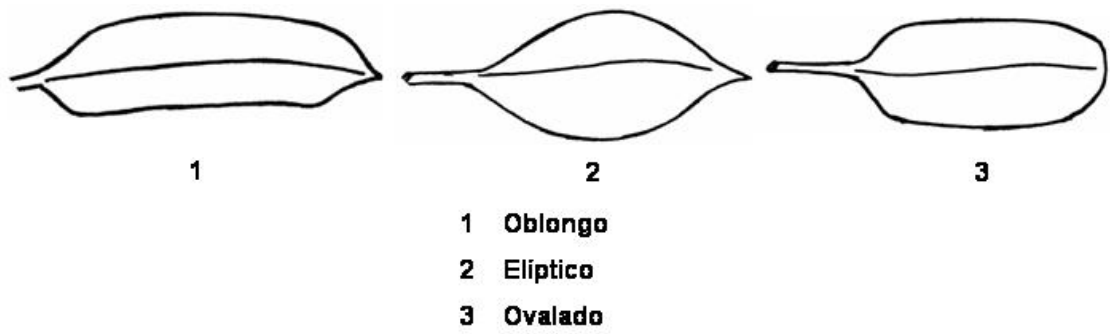


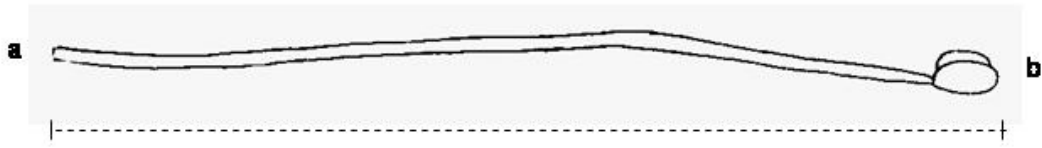
Figura 3. Formas de Brácteas superior



**Figura 4. Descriptor de la Corola**

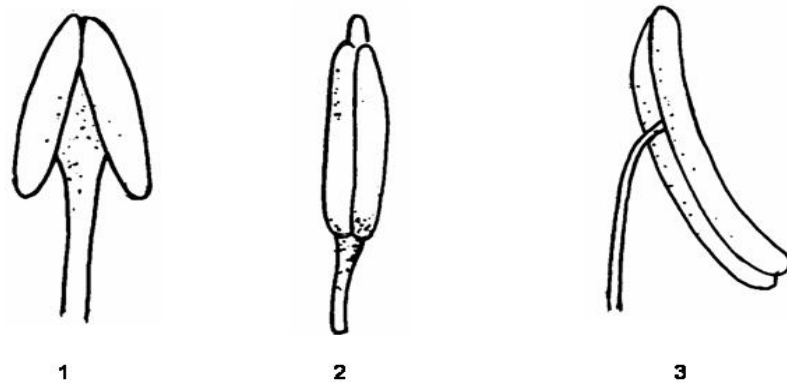


**Figua 5. Forma de Pétalos**



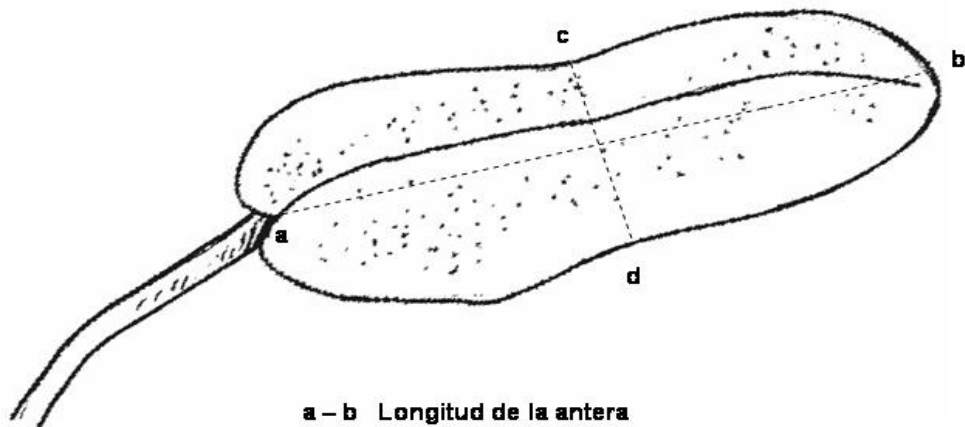
**a – b Longitud del filamento**

**Figura 6. Descriptor de Androceo**



- 1 Innata**
- 2 Adnata**
- 3 Versátil**

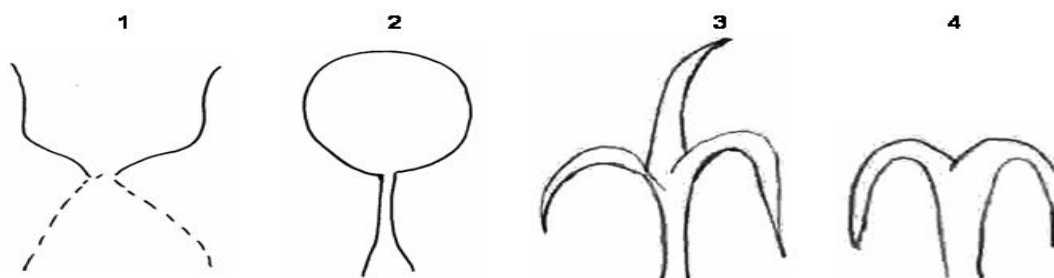
**Figura 7. Tipos de Anteras por su inserción**



**a – b Longitud de la antera**

**c – d Ancho de la antera**

**Figura 8. Descriptor de Anteras**



**1 Plumoso**

**2 Capitado**

**3 Ramificado**

**4 Bifurcado**

**Figura 9. Tipos de Estigmas**

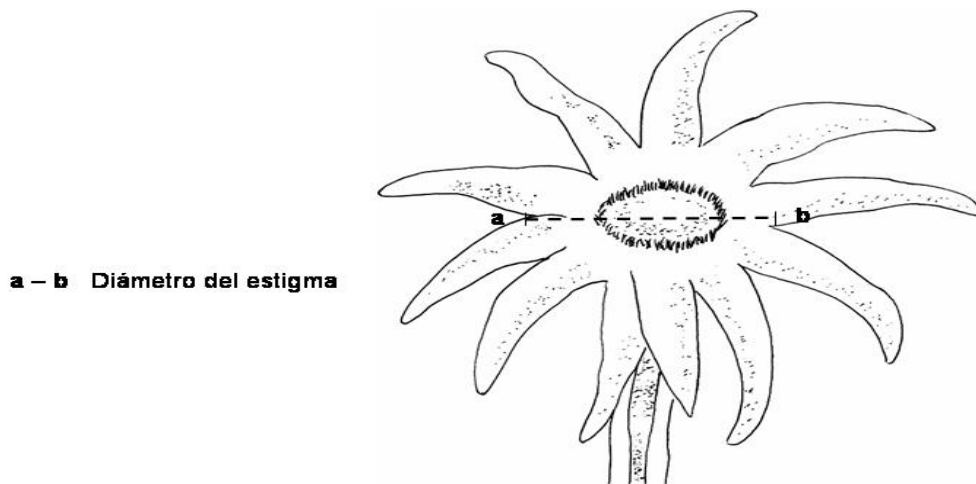


Figura 10.Descriptor Gineceo

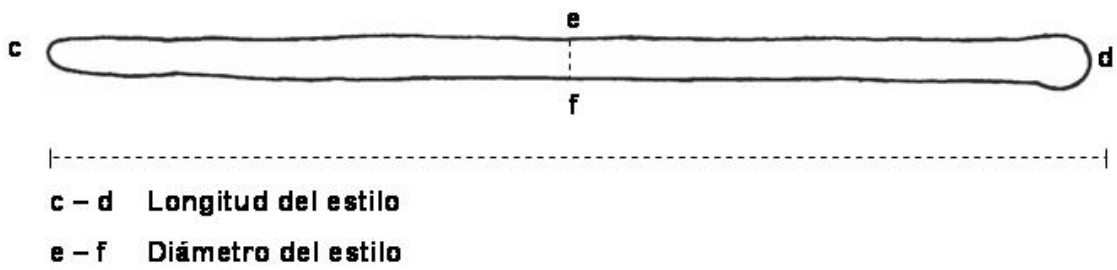


Figura 11. Descriptor del Estilo

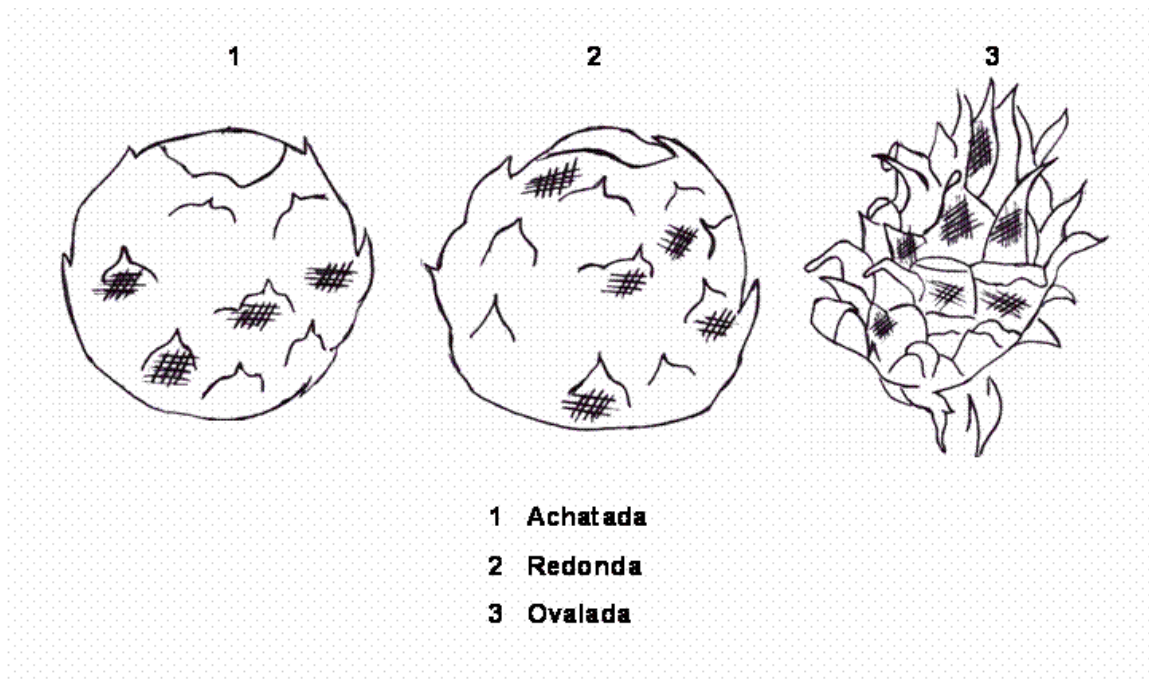


Figura 12. Formas del Fruto

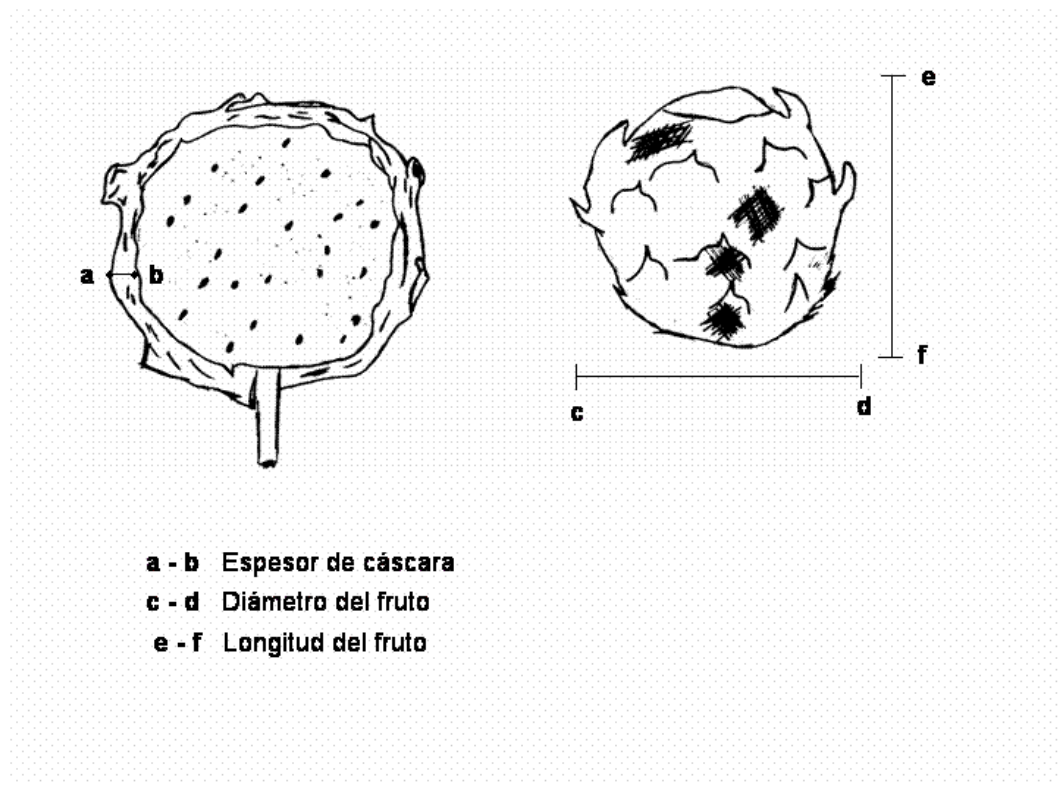


Figura 13. Descriptores de Fruto

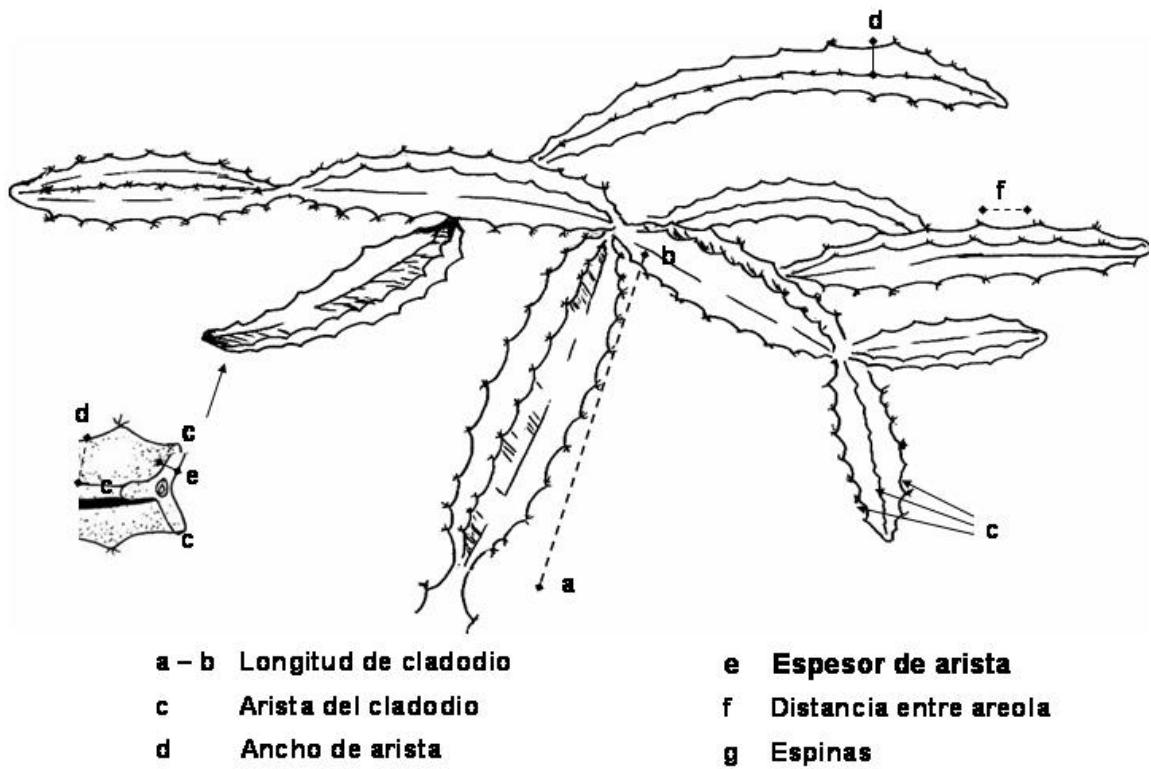


Figura 14. Descriptor del Cladodio