

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, PRODUCTIVA Y
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE BETALAINAS DE
LA TUNA MORADA. (*Opuntia ficus indica* L. Mill) A 2 735
msnm CANAÁN – INIA, AYACUCHO”.**

Tesis para obtener el Título Profesional de

INGENIERA AGRÓNOMA

Presentado por:

ANALY MARICRUZ GAVILAN VALER

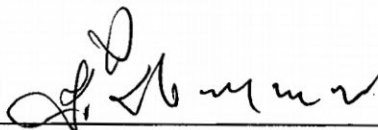
AYACUCHO – PERÚ

2014

Tesis
Ag 1092
Eav
Ej. 1

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA PRODUCTIVA Y
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE BETALAINAS DE LA
TUNA MORADA (*Opuntia picus indica* L. Mill) A 2 735 msnm
CANAÁN – INIA, AYACUCHO”**

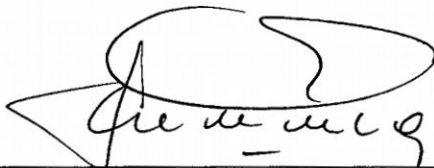
Recomendado : 19 de setiembre de 2014
Aprobado : 23 de octubre de 2014



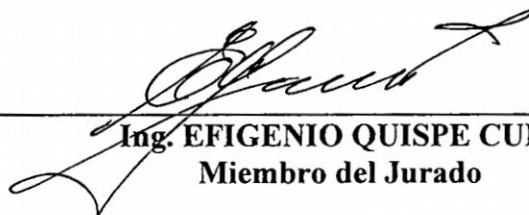
Dr. RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA
Presidente del Jurado



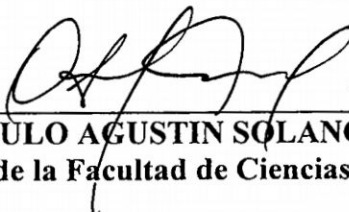
M.Sc. JOSE ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



M. Sc. FRANCISCO CONDEÑA ALMORA
Miembro del Jurado



Ing. EFIGENIO QUISPE CURI
Miembro del Jurado



Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A mis padres Félix Gavilán y Haydeé Valer, por su apoyo, dedicación e invaluable esfuerzo en mi formación personal y profesional.

A mis hermanos Edelma, Luisella y Gabriel, por estar a mi lado día a día.

Gracias....

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por constituir el alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y con especial reconocimiento a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía y su equipo de docentes quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Al Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria por haberme permitido permitirme la realización del presente de investigación en el Banco Nacional de Germoplasma de Tuna.

Con sincera gratitud y reconocimiento al M.Sc. Ing. José Quispe Tenorio de la UNSCH y al Ing. Juan Tineo Canchari del INIA, asesores del presente trabajo de investigación.

A mis amigos en quienes confío, y que de una u otra forma contribuyeron y apoyaron en la culminación del presente trabajo.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iv
INTRODUCCIÓN	01

CAPITULO I REVISION DE LITERATURA

1.1 TUNA	04
1.1.1 Centro de Origen y distribución geográfica	04
1.1.2 Taxonomía	05
1.1.3 Descripción botánica	07
1.1.4 Características fisiológicas	12
1.1.5 Características físicas del fruto	14
1.1.6 Características químicas del fruto	18
1.1.6.1 Antocianinas	21
1.1.6.2 Betalainas	23
1.2 VARIABILIDAD	28
1.2.1 Banco de Germoplasma	32
1.2.2 Colección	32
1.2.3 Caracterización	33
1.2.4 Descriptor	33

CAPITULO II MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO	34
2.2 ANÁLISIS DEL SUELO	36
2.3 CARACTERÍSTICA CLIMÁTICAS	36
2.4 MATERIAL GENÉTICO	40

2.5	MATERIALES DE LABORATORIO Y CAMPO	41
2.6	CARACTERÍSTICAS EVALUADAS	42
2.6.1	Características morfológicas	42
2.6.2	Determinación de Caracteres Químicos	47

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	55
3.1.1	Caracteres de cladodio	55
3.1.2	Caracteres de flor	58
3.1.3	Caracteres de fruto	61
3.1.4	Componentes principales y caracteres de mayor capacidad explicatoria	64
3.1.5	Agrupamiento de accesiones	67
3.2	CARACTERES QUÍMICOS	76
3.3	CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD	77
3.3.1	Número de cladodios fruteros/planta	78
3.3.2	Número de frutos/cladodio	80
3.3.3	Número de frutos/planta	82
3.3.4	Peso de fruto	84
3.3.5	Rendimiento de frutos de tuna morada	86
3.3.6	Asociación entre caracteres de productividad	88

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	CONCLUSIONES	89
4.2	RECOMENDACIONES	91
	RESUMEN	92
	REFERENCIAS LITERARIAS	94
	ANEXO	100

INDICE DE CUADROS

CAPITULO	DENOMINACIÓN	Pág
Cuadro 1.1	Índice de madurez de la tuna por el color de la cáscara.	14
Cuadro 1.2	Componentes físicos de tuna amarilla en cuatro localidades de Ayacucho.	17
Cuadro 1.3	Composición química de la pulpa de la tuna.	19
Cuadro 1.4	Composición química de diferentes tipos de pulpas de la Tuna	20
Cuadro 1.5	Cambios físicos y de composición en frutos de <i>O. amyclaea</i> , durante su Maduración.	20
Cuadro 1.6	Composición de frutos (<i>O. amyclaea</i>) frescos y almacenados cosechados en varios estados de desarrollo.	21
Cuadro 1.7	Tipos de Antocianinas.	23
Cuadro 1.8	Variabilidad del número de cromosomas en variedades Silvestres y cultivadas de tuna.	29
Cuadro 2.1	Análisis físico – químico de suelo del Centro Experimental INIA, Ayacucho 2735 msnm.	36
Cuadro 2.2	Temperatura, precipitación y balance hídrico de julio 2011 a junio 2012. Estación Meteorológica de Canaán, INIA (SENAMHI) 2735 msnm.	38
Cuadro 2.3	Pasaporte de 31 colecciones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) cultivado en el Fundo Vizcachayocc – Ayacucho.	40
Cuadro 2.4	Materiales de laboratorio y campo.	41
Cuadro 2.5	Escala paramétrica para la evaluación sensorial.	46
Cuadro 3.1	Caracteres de cladodio de 31 accesiones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill). Canaán 2735 msnm.	57
Cuadro 3.2	Caracteres de flor de 31 accesiones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill). Canaán 2735 msnm.	60

Cuadro 3.3	Caracteres de fruto de 31 accesiones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill). Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	63
Cuadro 3.4	Eigenvalor (variancia) de 10 componentes principales, Porcentaje de variación total y acumulación porcentual, en la caracterización de 31 colecciones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill).	64
Cuadro 3.5	Caracteres de mayor capacidad explicatoria de los cinco primeros componentes principales en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill).	66
Cuadro 3.6	Características de 9 morfotipos de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i>) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	71
Cuadro 3.7	Características de 5 grupos de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill). Canaán 2735, Ayacucho	75
Cuadro 3.8	Caracteres químicos por grupo de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill). Canaán 2735 msnm.	77
Cuadro 3.9	Cuadrados medios del análisis de variancia de caracteres de Productividad de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	78
Cuadro 3.10	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número de cladodios fruteros/planta en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	79
Cuadro 3.11	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número de frutos/cladodio en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	81
Cuadro 3.12	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número frutos/planta en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	83
Cuadro 3.13	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el peso de fruto en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	85

Cuadro 3.14 Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos en tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) Canaán 2 735 msnm, Ayacucho.	87
Cuadro 3.15 Coeficientes de correlación simple entre caracteres de Productividad de 31 accesiones de tuna morada (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill), Canaán 2735 msnm, Ayacucho.	88

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Estructura Química de la Antocianina	23
Figura 1.2 Estructura de las betacianinas	25
Figura 1.3 Estructura de las betaxantinas	26
Figura 2.1 Ubicación del Banco de Germoplasma de Tuna – INIA	35

INTRODUCCION

La tuna (*Opuntia ficus indica* L. Mill) es una especie que pertenece a la familia de las cactáceas, siendo originaria de México y Sudamérica (Tineo, 2010); con dos centros principales de distribución situadas en áreas secas al extremo de los trópicos (la meseta de México y los andes del Perú); desde estas áreas se extienden hacia las zonas templadas, considerándose así como un recurso fitogenético de importancia económica en la producción de fruta y cochinilla (*Dactylopius coccus Costa*) (Díaz, 2012).

Anteriormente la tuna no fue muy apreciada por el desconocimiento de sus propiedades, presencia de numerosas semillas, qepos (espinas deciduas, delgadas y cortas) o porque su consumo estaba asociado a la penuria; hoy en día mediante los estudios realizados se puede considerar como una fruta nutritiva y saludable (Ccaicuri, 2012).

Desde el punto de vista económico, social y ambiental; además de sus características nutritivas, terapéuticas (antioxidantes), químicas, industriales, ecológicas y simbólicas, hacen de la tuna el recurso natural más importante para los habitantes de las zonas áridas del Perú, ya que mediante su producción y comercialización de sus frutos generan ingresos económicos y contribuyen con la protección del medio ambiente.

El potencial productivo de tuna en el Perú radica en la diversidad del material genético que ofrece al mercado frutos de diversas tonalidades (rojo, blanco, amarillo), tamaño, sabores, etc. La diversidad de las zonas agroclimáticas donde están ubicados las regiones productoras, los bajos requerimientos tecnológicos y el limitado uso de insumos que intervienen en su producción, así como en el conocimiento tradicional que existe acerca de su aprovechamiento y utilización; todo ello facilita su adopción por productores potenciales, pues representa una buena alternativa y rentable la producción de tuna.

En el Perú existe una gran diversidad de tuna lo que llevó a establecerse el Banco Nacional de Germoplasma de Tuna en Vizcachayocc (2735 msnm.) en Canaán, distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, región Ayacucho, propiedad del Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria INIA – E.E.A. Canaán; con un total de 179 colecciones que fueron evaluados y caracterizados mediante el uso de descriptores. En este sentido, el INIA a través del Programa de Recursos Fitogenéticos

viene realizando la caracterización de frutos según su coloración y productividad, que posteriormente se seleccionarán los biotipos promisorios para un mejoramiento genético.

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Conocer las características morfológicas, productivas de 31 colecciones de tuna morada y el contenido de betalainas de 6 colecciones de tuna morada.

Objetivos específicos:

- a) Conocer los caracteres morfológicos de cladodio, flor y fruto de colecciones de tuna morada mediante el uso de descriptores morfológicos.
- b) Determinar el contenido de betalaina de 6 colecciones de tuna morada y pH, acidez, azúcares de 31 colecciones de tuna morada mediante técnicas de laboratorio.
- c) Estimar la productividad de frutos por hectárea de colecciones de tuna morada mediante la evaluación del número y peso de frutos por planta.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. DE LA TUNA

1.1.1. CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA

INIA (1998) citado por Alarcón (2006); señala que las opuntias son originarios del continente americano, y que hoy en día se encuentra en gran variedad de forma silvestre y cultivada; concentrándose en la meseta central de México y en los Andes del Perú y Bolivia. En México se encontró el mayor número de géneros y especies de *Opuntia*, constituyéndose en uno de los centros de domesticación y que además ha recibido el germoplasma de opuntias del hemisferio sudamericano.

Scheinvar (1999), señala que el nombre científico *Opuntia* fue asignado por Tournefort en 1700 por su semejanza con una planta espinosa que crecía en el poblado de *Opus* en Grecia.

Esta especie una vez introducida en España desde México, se distribuyó por toda la cuenca del Mediterráneo: Francia, Grecia, Italia, Turquía, Israel, llegando así a otros continentes como Sudáfrica, Australia, India.

Bravo (1978), mencionado por Borrego y Burgos (1999), señala que en América del Norte se localizan 92 géneros de cactáceas, de los cuales 61 están en México y 31 en Estados Unidos; y en América del Sur se localizan sólo 51 géneros; esta distribución ubica a México como el centro de diseminación de las especies.

1.1.2. TAXONOMÍA

En referencia a la sistemática de las tunas cultivadas en el Perú, Álvarez (1997), refiere el siguiente esquema:

Reino : Vegetal.
Sub Reino : Embryophita
División : Angiospermae
Clase : Dicotiledónea
Orden : Cestrospermae (Centrospermales)
Familia : Cactaceae
Subfamilia : Opuntioideae
Género : *Opuntia*
Especie : *Opuntia ficus-indica* (L. Miller)
N. Común : "tuna", "nopal".

Scheinvar (1999), señala que la taxonomía de las opuntias es muy difícil por varias razones ya sea por el fenotipo que varía mucho según las condiciones ecológicas, la poliploidía que existe en gran número de poblaciones que se reproducen vegetativa y sexualmente.

Pimienta (1990) señala que las especies que producen frutos comestibles en México son: *Opuntia ficus-indica*, *O. streptacantha* y *O. lindheimeri*. En plantaciones cultivadas y nopaleras más común son *Opuntia ficus-indica* y formas híbridas que se han generado como resultado de la cruce entre *O. ficus indica* y *O. streptacantha*.

***Opuntia ficus indica* (Linnaeus) Miller**

Scheinvar (1999), menciona que son plantas arborescentes de 3 - 5 m de alto, cladodios obovados de 30 – 60 cm de largo, 20 – 40 cm de ancho, 19 – 28 mm de grueso, de color verde, cubierto con una capa de cera, espinas ausentes, flores de 6 – 10 cm de longitud. El fruto es dulce, jugoso y comestible de 5 – 10 cm de largo y 4 – 8 cm de ancho, piriforme, ligeramente hundido en el ombligo de diferentes colores (amarillo, naranja, rojo, púrpura).

Magallanes (1997) citado por Alarcón (2006), señala que la especie *Opuntia ficus indica* son de porte arbustivo, hasta 5 m de alto, fuste erecto y turgente; el tallo tempranamente es aplanado y posteriormente es de forma cilíndrica; cladodios oblongos a espatulados de 50 a 60 cm de

longitud, 30 a 40 cm de ancho; areolas pequeñas, por lo general sin espinas o solo una central de 2 cm, flores grandes, normalmente con perianto amarillo brillante de 8 a 10 cm de largo, 5 cm de ancho; granos de polen multicolpados, 150 micras de diámetro; pistilo rosado a verde; 7 ramas estigmáticas; receptáculo floral de 5 cm de ancho; el fruto es una baya de 10 a 12 cm a más de largo de coloración variada (blanca, amarilla, morada), semillas de color marrón negruzcas.

Pinkawa (1992) citado por Pimienta y Muñoz (1999), menciona que estas especies pueden ser hexaploides (n=66), heptaploides (n=77) u octaploides (n=88); las cuales han sido domesticadas desde tiempos prehispánicos y cuyos tallos suaves han sido utilizados en México como verdura (nopalitos) y los frutos que son dulces de diferentes colores (blanco, amarillo, púrpura) son comercializados en el mercado nacional e internacional.

1.1.3. DESCRIPCION BOTANICA

Condeña (1997), manifiesta que la tuna es una planta arbórea perenne, suculenta, con numerosas ramas laterales que crecen desde muy abajo en forma de paletas que se asemejan a las hojas (cladodios). La altura de la planta varía aproximadamente de 1.0 a 4.5 m, dependiendo de los ecotipos y variedades.

Sistema Radicular

Sudzuki (1999), señala que el género *Opuntia* presenta la raíz extensa y superficial, la mayor masa radical están en los primeros 30 cm del suelo y durante la época de lluvia en los extremos de las raíces crecen numerosas raicillas blancas, provistas de pelos, aumentando la superficie de absorción, y la vida de éstas se limita a este periodo, por lo que se denominan raíces de lluvia. Las raíces de las cactáceas entre ellos las opuntias presentan mucílagos conocidos como "baba" es altamente higroscópico por lo que absorbe y almacena agua.

Tallo

Condeña (1997), indica que el tallo es aplanado, ovoide y succulento, ramificado desde la base, de dimensiones variables, denominado "cladodio", "penca", "raqueta"; sobre estos tallos modificados se originan otros tallos aplanados muy jóvenes donde se desarrollan las hojas diminutas que caen pronto y son remplazadas por un conjunto de espinas dispuestas en areolas. A los tres y cuatro años de edad de crecimiento de las paletas, van tomando la forma cilíndrica hasta formar el verdadero tronco, que al cabo de algunos años va acumulando fibra y leño.

Palomino (1989), indica que el tallo y las ramas están formadas por pencas o cladodios (con apariencia de cojines), unidos unos a otros llegando en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura. Además, señala que los cladodios tienen un promedio de 34 cm de largo, 19 cm de ancho y

1.36 cm de espesor. El cladodio posee en su superficie aréolas donde se encuentran las espinas, yemas florales, yemas vegetativas.

Buxbaum (1955) citado por Quispe (2003), menciona que los órganos tipo tallo son conocidos como cladodios y se caracterizan por la presencia de areolas con pelos y espinas, son suculentos y su forma es típicamente oblonga a espatulada-oblonga, de 30 a 40 cm de largo y algunas veces más grandes (70 a 80 cm), y de un ancho de 18 a 25 cm.

Hojas modificadas

Condeña (1997), menciona que las hojas son muy pequeñas, carnosas, cilíndricas y caducas que aparecen en los bordes de los tallos jóvenes y caen al mes de brotamiento; posteriormente aparecen las espinas que son hojas modificadas.

Buxbaum (1955) citado por Quispe (2003), menciona que las espinas son de color blanco, uno o dos son largas con 1.0 – 1.5 cm aproximadamente; cada una de ellas está acompañada por otras dos pequeñas; tiene la forma cónica con un ápice agudo y se ubican en cada una de las aréolas de los botones tanto vegetativos como florales. La importancia de las hojas modificadas es evitar que sea comida por los animales, ayuda a prevenir la pérdida de agua, la presencia de las espinas disminuye la intercepción de luz por parte del cladodio, además posee la habilidad de condensar agua del aire.

Borregos y Burgos (1999) citado por Alarcón (2006), menciona al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (1971), que las espinas representan a las hojas modificadas, por adaptación de la planta a las condiciones atmosféricas; se clasifican en centrales y marginales, según su posición en la areola; la primera está en el centro de las areolas en un número reducido y las marginales son más numerosas, menos largos pero gruesos y se pegan más a la superficie de la penca ambas clases protegen a la planta de la acción directa de la radiación solar. Pimienta (1990), hace referencia que las espinas reemplazan a las hojas pequeñas denominadas "hojas efímeras", de vida corta, 30 a 40 días en los estados iniciales del desarrollo del cladodio.

Flores

Condeña (1997), menciona que las flores aparecen al borde de los cladodios de un año de edad, son hermafroditas, de sépalos superpuesto amarillo verdoso (11), pétalos libres de color amarillo (11), estambres libres (473); estilo alargado dividido en segmentaciones estigmáticas (6 a 13), ovario unilocular con varias placentaciones en su interior, llevando cada uno numerosos óvulos.

Espinoza (1996) citado por Alarcón (2006), menciona que son numerosas y se ubican en el bordes de las pencas o cladodio, de sépalo amarillo verdoso, pétalo amarillo claro y abundante estambres. La flor es hermafrodita lo que permite fructificar sin necesidad de polinización cruzada. La coloración de las flores depende de la variedad,

encontrándose flores vistosas de colores brillantes (amarilla, anaranjada, rosada y roja).

Palomino (1989), indica que las flores son completas con pétalos (10), de color amarillo pajizo el cual varía a un color anaranjado después de la apertura floral, el gineceo constituido por un ovario ínfero unilocular termina en un estilo de color blanco y el estigma con segmentaciones que al parecer esta correlacionado con el número de placentas. La floración inicia en septiembre hasta diciembre dependiendo del piso ecológico donde se encuentra.

Fruto

Condeña (1997), menciona que el fruto es una baya ovoidal, de color y tamaño variable según el ecotipo y variedad, de cáscara medianamente gruesa, presentan areolas con espinas muy finas llamadas gloquídeas. La pulpa es jugosa y de aspecto gelatinoso, sabor dulce y agradable, posee numerosas semillas de forma aplanada y dura, que sobrepasan las 200 semillas por fruto.

Calzada (1983) citado por Condeña (1997), afirma que el fruto es una baya globosa, cilíndrica de color verde cuando es tierna y que después se torna blanco-verdosa, amarillenta-rojiza hasta violáceo cuando son maduras, la pulpa es de consistencia gelatinosa, y presenta numerosas semillas pequeñas, arriñonadas.

Semilla

Flores (1973) citado por Aronés (1998), menciona que la semilla madura está formada por seis partes: testa, embrión, endosperma, perisperma, cobertura funicular e hilio.

INIA (2008), reporta que la semilla tiene una cubierta muy dura, de forma reniforme irregular con 4 a 6 mm de largo, 3 a 4 mm de ancho y 1,8 a 2,5 mm de espesor, el número de semillas por fruto varía desde 150 a más de 500.

1.1.4 CARACTERISTICAS FISIOLÓGICAS

Jensen y Salisbury (1988), menciona que las plantas xerofíticas tienen la capacidad de sobrevivir a sequedad extrema y prolongada.

La resistencia de estas plantas a la desecación está determinada básicamente por dos factores:

- La succulencia: debido a la presencia de células grandes con paredes delgadas las cuales tienen la capacidad de almacenar agua; estas células están rodeados por una epidermis cuya cutícula es densa y permeable.
- El Metabolismo de Acido de las Crasuláceas (MAC), donde el dióxido de carbono se fija durante la noche por ácidos orgánicos, las cuales en el día se transforman en almidón mediante el proceso de la fotosíntesis.

Las estomas se cierran firmemente durante la etapa caliente y seca del día y se abren únicamente durante la noche fresca y húmeda.

Kluge y Ting (1978) citado por Palomino (1996), afirma que la ruta Metabólica del Ácido Crasuláceo (MAC), disminuye la pérdida de agua por transpiración, debido a que los estomas están abiertos por la noche y cerrados durante el día.

Las especies del género *Opuntia* se consideran como plantas MAC obligadas; esta afirmación está basada en que las plantas no cambian de metabolismo fotosintético en respuesta a la aplicación de agua de lluvia o riego (Osmond, 1978; Pimienta, 1990).

Una modificación el metabolismo MAC ocurre cuando el déficit de agua es severa lo cual hace que los estomas permanezcan cerradas durante el día y la noche, evitando la asimilación nocturna del CO₂. En esta condición el CO₂ producido por la respiración es reciclado a través del mecanismo MAC, de manera que una cantidad moderada de fotosíntesis continua durante el día.

Pimienta (1990) citado por Palomino (1996), menciona que la acumulación de Ácido Málico durante el transcurso de la noche ocasiona la acidez del cladodio; esta acidez es más intensa en cladodios jóvenes que en adultos, y dentro del tejido del cladodio es mayor en el clorénquima que en el parénquima medular. El parénquima medular se considera como un tejido de almacenamiento de agua.

1.1.5 CARACTERISTICAS FISICAS DEL FRUTO

a) Índice de madurez

Condeña (2003), menciona que el índice de maduración en la tuna es importante en relación a los estándares de calidad que cada vez más exige el mercado, considerándose la mayoría de los índices como factores de calidad del producto. Las óptimas características físicas y químicas que reúne la tuna para el mercado, se toman en cuenta los tres estados de madurez con grados 2, 3 y 4 (Cuadro1.1) siendo éstos estados de maduración muy diferenciables de los otros índices.

Pimienta (1990), señala que los frutos se cosechan en estado de madurez Comercial; esta se detecta según las siguientes determinaciones: madurez deseada, distancia al mercado, fines de exportación, fines de conservación.

La característica de madurez del fruto va de acuerdo con la variedad, por lo general se observa el color de cáscara, y el tiempo óptimo de cosecha de las tunas se da al "inicio de rayado", cuando la cáscara empieza a tomar los cambios en coloración.

Cuadro 1.1. Índice de madurez de la tuna por el color de la cáscara

Grado	Descripción	Estado de Madurez
1	75% verde, 25% amarillo	Inicial
2	50% verde, 50% amarillo	Intermedia
3	75 % amarillo, 25 % verde	Madura

Fuente: Condeña (2003)

b) Componentes de calidad de la fruta

Flores (1994) citado por Condeña (2003), reporta que los componentes de calidad de un fruto está relacionado con el ciclo de producción, manejo postcosecha (presentación externa e interna del producto); y que esto sirve como base para establecer las normas de calidad.

Condeña (2003), manifiesta que la calidad del fruto de tuna depende en gran medida del manejo agronómico que se haya practicado desde el brotamiento hasta la maduración; es decir, el manejo de las plantaciones con podas de producción y sanidad, abonamiento, riego, raleo de frutos y control de plagas y enfermedades.

Además, señala criterios de calidad de tuna amarilla “corriente” tomando en cuenta varios parámetros y aspectos, entre las cuales tenemos:

- Forma ovoidal, no debiendo ser alargada ni redonda, sin defectos morfológicos como la zona basal muy “picuda” y la corona muy ancha o muy angosta.
- Sin restos de gloquideas o espinillas.
- Sin agrietamientos por golpes de agua, frío o calor, y sin daños ocasionados por plagas y enfermedades.
- Extremo basal cerrado o “pico cerrado”, sin daños mecánicos visibles después de la cosecha.
- Textura firme y consistente de la cáscara y pulpa.
- Tamaño, peso y color.

Cantwell (1999), manifiesta que para el manejo comercial, el estado de madurez de cosecha es muy importante para la calidad de la fruta. Puede utilizarse varios índices externos de calidad, incluyendo tamaño y llenado del fruto; cambios en el color de la cáscara, firmeza del fruto; los cambios externos deben de correlacionarse con atributos internos de calidad.

Otras características importantes de calidad de frutos son: porcentaje de la pulpa, grosor de la cáscara y facilidad para quitarla, y la resistencia de la cáscara al manejo físico.

Nerd y Mizrahi (1999), indican que el peso del fruto es afectado por la época de salida de la yema, la carga de frutos por los cladodios y por los factores ambientales. Cuando se dejan más de seis frutos por cladodio hay una reducción significativa del tamaño y un aumento en la relación de semillas-pulpa.

Quispe (2003), refiere que en los caracteres del fruto la forma más frecuente del fruto es ovoide, el tamaño varía de muy pequeños a grandes, los pesos oscilan entre 44.0 a 185.0 g, longitud de los frutos entre 54.0 a 124.0 mm, desarrollo de pedúnculo entre corto a mediano, peso de cáscara entre 30.0 a 86.0 g, existen colecciones con escasas y abundantes gloquídeas, siendo las abundantes y de mayor longitud a plantas espinosas y las escasas e intermedio corresponden a las plantas

que no presentan espinas, gloquídeas color marrón pálido a canela, la pulpa presenta pesos de 11.0 a 116.0 g, número de semillas por fruto de 90 a 528 semillas por fruto.

Barzola y Huamaní (1985) citado por Alarcón (2006), indica que la cáscara del fruto está adornado por areolas, las cuales están distribuidos armónicamente, puede ser que el mayor número de areolas sean de frutos de mayor tamaño; además de ello, indica también que la tuna blanca en Huamanga (Conchopata), el peso de fruto es de 107.0 g; longitud 7.4 cm, diámetro 4.6 cm, porcentaje de pulpa 57.1% y 112 semillas por fruto. Para tuna morada, peso de 113.3 g, longitud 8.1 cm, diámetro 5.1 cm, porcentaje de pulpa 56.6% y 216 semillas por fruto.

Cuadro 1.2. Componentes físicos de tuna amarilla en cuatro localidades de Ayacucho.

Parámetros	Atoqpampa	Wari	Colca (Masonhuayqo)	Ayacucho (cercado)
Longitud (cm)	8.0	7.8	9.1	8.1
Diámetro (cm)	---	---	5.8	5.2
Peso fruto(g)	127.0	121.0	145.0	---
Peso pulpa(g)	70.0	68.0	83.0	---
Peso cásc.(g)	50.0	46.0	61.0	---
Peso semilla(g)	8.0	7.0	---	---
Nº sem /fruto	286.0	260.0	310.0	275

Fuente: Palomino (1999); Quispe (2000); Villalobos (2003) citado por Condeña (2003)

Villalobos (2003), señala que las formas de fruto predominantes en Huamanga (cercado) son elíptica con un 59.5%, seguida por ovoide con 19%, picuda 12%, alargada 9.5%; longitud de fruto 7.1 a 10.0 cm, diámetro de fruto 4.3 a 6.3 cm; grosor de cáscara 3.3 – 5.5 mm; pH del jugo 6.1 – 6.6; azúcar 12.2 – 15.6 %, semillas reniforme con 134 – 446 semillas por fruto.

1.1.6 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL FRUTO

Cantwell (1999), señala que en los últimos estadios de desarrollo la pulpa acumula rápidamente azúcares; así, la cosecha muy anticipada al proceso de maduración reduce el dulzor del fruto y debe ser evitada.

Los azúcares predominantes en la pulpa de un fruto maduro de tuna son la glucosa y la fructosa, aun cuando en la cáscara también hay sacarosa; el contenido bajo de sacarosa en frutos maduros es consistente con la presencia de invertasas activas.

Los contenidos de azúcares y vitamina C aumentan considerablemente durante el proceso de maduración, mientras que la firmeza y contenido de ácidos se reducen.

Cuadro 1.3. Composición química de la pulpa de la tuna

Componentes	Tuna
Agua (%)	85-90
Sólidos solubles totales (%)	12 – 17
Azúcares totales (%)	10 – 17
Proteínas	1.4-1.6
Valor pH	5.3-7.1
Acidez titulable (%)	0.01-0.12
Calcio (mg/100g)	40.0
Fósforo ppm	38.0
Magnesio (mg/100g)	13.0-15.0

Fuente: Pimienta (1990) citado por Palomino (1996)

Quispe (2000), señala que el porcentaje de azúcares totales varía desde 13.2 % a 14.2 % incrementándose de acuerdo con cota de las zonas de trabajo y la maduración del fruto; además indica el pH para el estado de madurez amarillo en Patibamba es de 5.9; Masonhuayqo 5.9 y Paraqpampa 6.0.

Por su parte Aronés (1998), refiere que el contenido promedio de azúcares en tunas en Atoqpampa varían de 14.8 a 15.25 % para los estados amarillo y rojizo respectivamente.

Cuadro 1.4. Composición química de diferentes tipos de pulpas de la Tuna

PARAMETROS	TUNA VERDE	TUNA PÚRPURA	TUNA AMARILLA
Humedad (%)	83.8	85.98	85.1
pH	6.37	5.85	6.1
Proteína (%)	0.82	0.38	0.82
Fibra (%)	0.23	0.05	-
Cenizas (%)	0.44	0.32	0.26
°Brix (SST)	14.06	14.5	14.8
Vitamina C (mg/100 g)	20.33	20.0	24.1

Fuente: Sáenz y Sepúlveda (1993)

Cuadro 1.5. Cambios físicos y de composición en frutos de *O. amyclaea*, durante su maduración.

Estado de desarrollo	Peso (g)	Diámetro Min-máx (mm)	Profun. Floral (mm)	Pulpa (%)	SST (%)	Acidez (%)	pH	Vit C Mg100 g ⁻¹
Inmaduro	86	42-44	7.2	44	7.5	0.08	5.2	12
Verde sazón	102	47-49	3.5	57	8.8	0.04	6.1	18
Intermedio	105	49-53	1.9	63	10.1	0.03	6.2	18
Maduro	112	50-54	1.4	65	11.5	0.02	6.3	26
Sobremad.	108	49-53	1.0	75	12.5	0.02	6.4	28

Fuente: Montiel-Rodríguez (1986) citado por Cantwell (1999)

Cuadro 1.6. Composición de frutos (*O. amyclaea*) frescos y almacenados cosechados en varios estados de desarrollo.

Componente	Días desde el cuajado de fruto					
	91	98	105	110	115	120
COSECHADO FRESCO						
Pulpa (% peso fresco)	21	40	48	52	59	62
Sólidos solubles (%)	9.70	13.40	14.60	14.80	15.80	15.50
Azúcares totales (%)	10.8	15.0	15.2	15.8	17.5	16.0
Acidez titulable (%)	0.15	0.11	0.12	0.08	0.05	0.03
Ph	5.79	6.00	6.20	6.25	6.10	6.60
Vitamina C	16.3	13.9	21.4	14.1	11.6	22.0
ALMACENADO 15 DIAS A 20 °C						
Sólidos solubles (%)	9.4	12.0	14.0	14.6	13.8	14.8
Acidez titulable (%)	0.06	0.03	0.05	0.04	0.05	0.04
pH	6.00	6.00	6.50	6.60	6.00	6.20
Vitamina C	17.6	15.6	21.8	21.8	21.9	32.3

Fuente: Lakshminarayana et al (1979) citado por Cantwell (1999)

Cantwell (1999), señala que el contenido de acidez titulable en la cáscara es más alto que el de la pulpa; la pulpa del fruto contiene muy poco ácido en cualquier estado de desarrollo. Los niveles de ácidos se reducen durante la maduración de fruto.

Saenz (2004), señala que la importancia del estudio de la tuna es el contenido de betalainas a partir de frutos rojos y púrpuras.

1.1.6.1. Antocianinas

CUSI (2006) menciona que la palabra antocianina deriva del griego anthos (flor) y kianos (azul oscuro). Las antocianinas son las responsables de los colores rojos, azulados o violetas de la mayoría de las flores, frutas

y verduras; es el segundo pigmento más importante después de la clorofila.

ASTRID (2008), señala que el color de las antocianinas depende del número y orientación de los grupos hidroxilos y metoxilo de la molécula. Incrementos en la hidroxilación producen desplazamientos hacia tonalidades azules, mientras que incrementos en las metoxilaciones producen coloraciones rojas.

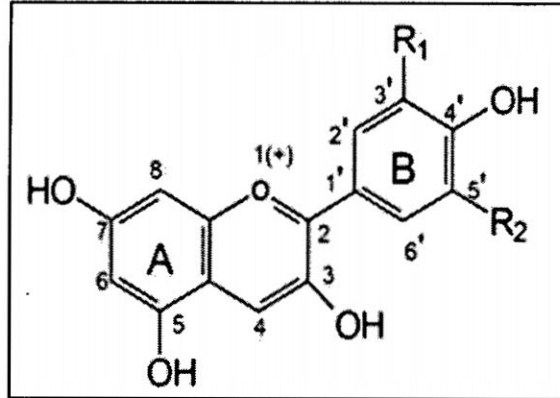
La función más importante de las antocianinas es la percepción visible para la atracción de animales con propósitos de polinización y dispersión de las semillas.

a) Estructura química de las antocianinas

Las antocianinas pertenecen a los compuestos fenólicos llamados flavonoides; poseen una estructura aromática, formado por quince carbonos (C6-C3-C6), el cual consta de dos anillos aromáticos: un anillo benzopirilo (A) y un anillo fenólico (B) unidos por un tercer anillo que consta de tres carbonos y un oxígeno.

Las antocianinas difieren en el número de grupo de hidroxilos presentes, los tipos, los números y los sitios de unión de los azúcares a las moléculas y las clases y números de ácidos alifáticos o aromáticos que están unidos a los azúcares de la molécula.

Figura 1.1 Estructura Química de la Antocianina



Fuente: Durst y Wrolstad (2001) citado por Astrid (2008)

Las seis antocianinas más comunes se señalan en el cuadro N° 1.7

Cuadro N° 1.7 Tipos de Antocianinas

Aglicona	Substitución		λ_{max} (nm)
	R1	R2	espectro visible
Pelargonidina	H	H	494 (naranja)
Cianidina	OH	H	506 (naranja-rojo)
Delfinidina	OH	OH	508 (azul-rojo)
Peonidina	OCH3	H	506 (naranja-rojo)
Petunidina	OCH3	OH	508 (azul-rojo)
Malvidina	OCH3	OCH3	510 (azul-rojo)

Fuente: Durst y Wrolstad (2001) citado por Astrid (2008)

1.1.6.2. Betalainas

Stintzing y Carle (2004) citado por Castillo (2013), señala que la tuna púrpura (*O. ficus-indica* L. Mill) es una de las pocas fuentes de betalaina en la naturaleza, otorgando así beneficios a la salud a través de su capacidad antioxidante.

Chirinos (1994) cita a Bischoff (1987), el cual menciona a ciertos pigmentos de plantas similares a las antocianinas, esos pigmentos contenían N pero de diferente manera que las antocianinas. Por similitud

de estos pigmentos se les atribuyó el nombre de “Antocianinas Nitrogenadas” o “Betacianinas” si eran de color rojo – púrpura y “Flavocianina” o “Betaxantinas” si eran de color amarillo y los dos pigmentos recibirán el nombre de betalainas.

a) Distribución

Chirinos (1994) menciona que la estructura de las betalainas no está relacionada con las antocianinas; las betalainas han sido detectadas como pigmento rojo - violeta, naranja, amarillo (Piatelli 1981, Jackman y Smith 1992). Las betalainas así como las antocianinas se asimilan en las vacuolas celulares de los tallos, hojas, flor y fruto siendo ellas mismas las que lo sintetizan. La mayor concentración de betalainas se encuentra en la beterraga que crecen bajo el suelo.

Henry (1992), señala que la beterraga es una excelente fuente de color con un 23.5 a 38.7mg/100gr de peso fresco de betacianina que representa un 2% de sólidos solubles; llegando a la conclusión de que existe una relación entre el tamaño de la beterraga y la cantidad total de betacianina, los tamaños pequeños y medianos presentan una mayor concentración de este pigmento todo lo contrario sucede en los tamaños mayores de frutos.

Von Elbe (1977) citado por Chirinos (1994), señala que se han identificado 10 familias productores de betalainas pertenecientes al orden Centrospermeae estas son: Aizoaceae, Amaranthaceae, Basellaceae,

Cactaceae, Chenopoiaceae, Didiereaceae, Holophytaceae, Nyctaginaceae, Phytolceae y Portulacaceae.

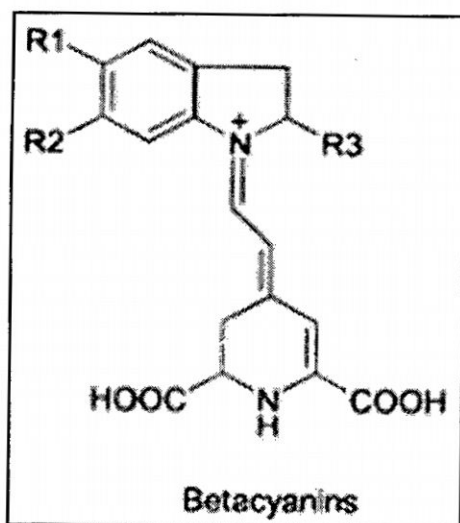
Merin et al (1987) citado por Chirinos (1994), señala que las betalainas también tienen un origen fúngico de las cuales han sido reportadas las betacianinas violeta, muscapurina, betaxantinas; las cuales fueron aislados a partir de hongos venenosos como *Amanita muscaria*.

b) Estructura química

Coria (2010) señala que las betalainas son compuestos derivados del Ácido betalámico, se diferencian de las antocianinas debido a que contiene en su estructura una base Nitrogenada.

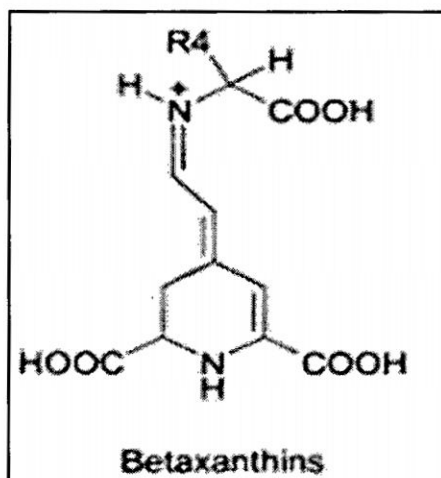
De acuerdo a su estructura química las betalaínas se dividen en dos subgrupos: las betaxantinas y betacianinas.

Figura 1.2 Estructura de las betacianinas



Fuente: Allegra et al. (2005) citado por Castillo (2013)

Figura 1.3 Estructura de las betaxantinas



Fuente: Allegra et al. (2005) citado por Castillo (2013)

Chirinos (1994) señala que las betaxantinas y betacianinas se distinguen por la sustitución de la parte dihidropirina por los grupos específico R y R'. Cuando R' no prolonga la conjugación del sistema 1,7 – diazaheptametin, los pigmentos son amarillos de las “Betaxantinas” (fig.1.2) (absorción máxima a 480 nm); sin embargo, si R' es sustituido por un anillo aromático el cual prolonga la conjugación, el cromóforo cambia a una mayor longitud de onda (absorvancia máxima a 540 nm) el cual corresponde al color rojo - púrpura de las Betacianinas (fig. 1.3).

c) Factores que afectan la estabilidad de la betalaina

pH:

Von Elbe (1979) citado por Chirinos (1994), hace mención los rangos de degradación de la betanina a diferentes valores de pH; así la mayor estabilidad se encontró entre los valores de pH 4 – 5. Willey (1975) citado por Chirinos (1994), indica que las betaxantinas son extraídas con mayor eficiencia a pH 5.2.

Temperatura:

Von Elbe (1974) citado por Chirinos (1994), señala que la temperatura es un factor que restringe su uso como colorante alimenticio; cuando los pigmentos de la betalaina son calentadas a diferente temperatura y por un mayor tiempo; el color rojo - púrpura disminuye gradualmente y aparece un color marrón claro; este cambio de color se produce por un decrecimiento en el contenido de betalaina.

Oxígeno:

Pash (1979) citado por Chirinos (1994), manifiesta que el oxígeno cumple un rol deteriorante sobre las betalainas causando un oscurecimiento y pérdida de color.

Luz:

Attoe (1984) citado por Chirinos (1994), manifiesta que la luz en el rango visible actúa excitando a los electrones del cromóforo del pigmento hacia un mayor estado energético, esto provocará una mayor reactividad o una menor energía de activación para la molécula.

Ácidos orgánicos:

Pash (1979) citado por Chirinos (1994), señala que el ácido acético afecta en el valor de vida de la betalaina, reduciendo el valor de vida media; esto puede deberse a un incremento en la disociación del ácido a una temperatura alta.

1.2. VARIABILIDAD

Scheinvar (1999), señala que el nombre *Opuntia* viene de una villa antigua griega en la región de Leocrid, Beocia: *Opus opuntia*, donde Tournefort encontró una planta espinosa que le recordó a las opuntias americanas.

La taxonomía de las opuntias es muy difícil por varias razones:

- Su fenotipo que varía según las condiciones ecológicas.
- La poliploidía que existe en un gran número de poblaciones que se reproducen vegetativamente y sexualmente.
- La existencia de muchos híbridos como casi todas las especies que florecen durante el mismo periodo del año y que no hay barreras biológicas que los separen.

Estas especies fueron clasificadas como *O. megacantha*, considerada un nomen *dubium* ya que las descripciones originales mencionan entre 7 y 10 espinas inferiores en los cladodios. La *O. amyclaea* Tenore fue descrita de plantas cultivadas en Italia con 3-8 espinas inferiores, *O. amyclaea*, *O. dillenii*, *O. robusta*, *O. ficus-indica*.

Yuasa (1973) citado por Pimienta y Muñoz (1999), señala que las diferencias en tamaño de fruto encontradas en poblaciones silvestres y cultivadas de tuna son sin lugar a duda debido a las diferencias en los niveles de ploidia, ya que estudios anteriores citogenéticos mostraron la existencia de diferentes niveles de ploidia (2X,3X,4X,5X,6X,8X,10X, 11X,12X,13X,19X,20X).

Cuadro 1.8. Variabilidad del número de cromosomas en variedades silvestres y cultivadas de tuna.

Especies	Número de cromosomas
<i>O. microdasis</i>	2n=2x=22 (diploide silvestre)
<i>O. robusta</i>	2n=2x=22 (diploide silvestre)
<i>O. robusta</i>	2n=2x=44(tetraploide silvestre)
<i>O. polyacantha</i>	2n=2x=22 (diploide silvestre)
	2n=4x=44 (tetraploide silvestre)
	2n=6x=66 (hexaploide silvestre)
<i>O. streptacantha</i>	2n=2x=22 (diploide silvestre)
	2n=4x=44 (tetraploide silvestre)
	2n=8x=88 (octaploide silvestre)
<i>O. lindheimeri</i>	2n=4x=44 (tetraploide silvestre)
<i>O. phaecantha</i>	2n=4x=44 (tetraploide silvestre)
	2n=6x=66 (hexaploide silvestre)
<i>O. dillenii</i>	2n=6x=66 (hexaploide silvestre)
<i>O. amyclaea</i>	2n=8x=88 (octaploide cultivado)
<i>O. megacantha</i>	2n=8x=88 (octaploide cultivado)
<i>O. ficus-indica</i>	2n=8x=88 (octaploide cultivado)

Fuente: Sajeva et al. (1998) y Mazzola et al.(1988) citado por Pimienta y Muñoz (1999).

Pinkawa (1992) citado por Pimienta y Muñoz (1999), menciona que cerca del 63% de las especies de la subfamilia Opuntioideae son poliploides.

De acuerdo a los resultados de los estudios, las variedades y formas de tunas con mayor número de cromosomas son los que se encuentran en las poblaciones cultivadas ($2n = 6X = 66$ y $2n = 8X = 88$); en contraste, los números más bajos de cromosomas las cuales son poblaciones

silvestres ($2n = 2X = 22$ y $2n = 4X = 44$). En algunos casos se encuentran formas con alto número de cromosomas ($2n = 8X = 88$) en poblaciones silvestres, como es el caso de *O. streptacantha*.

Brauer (1980) citado por Quispe (2003), reporta que la variación es una propiedad de todos los seres vivos; en el caso de las plantas es obvio que hay excepciones, los frutos de un mismo árbol tienen la misma constitución genética; no obstante, si se miden o se pesan los frutos de un mismo árbol se encuentra siempre con una diferencia considerable; esta clase de diferencia también se puede encontrar en plantas de un mismo clon y en plantas autógamas, dependiendo de las variaciones provocadas por el medio ambiente.

Brauer (1980) citado por Quispe (2003), menciona que la variación observada en los seres vivos depende de la interacción entre la herencia y el medio ambiente, la constitución genética determina una variación que es intrínseca en cada organismo y la variación ecológica que corresponde a factores externos, es independiente del origen del organismo, no siendo heredable durante la vida de un individuo y puede cambiar considerablemente; además señala que el origen verdadero de la variación descansa por completo en las mutaciones.

León (1987) citado por Quispe (2003), refiere que la variabilidad de las plantas cultivadas es el resultado de las mismas fuerzas que operan sobre las poblaciones silvestres, pero afectadas por la acción del hombre;

una de ellas es la mutación ya que es la única fuente de forma nueva; de menor importancia es la poliploidia, de acción restringida a ciertas especies; un tercer factor, la recombinación, que resulta de la hibridación entre especies o cultivares que produce formas diferentes.

Mondragón (2001) citado por Quispe (2003), reporta que la hibridación natural en las opuntias es común y está relacionada con la poliploidia el cual es una de las mayores causas de la variabilidad. La reproducción asexual es una respuesta a las bajas tasas de germinación y a la pérdida de plántulas durante la etapa de germinación. El mismo autor reporta que la hibridación natural de las poblaciones silvestres de *Opuntia* del sur de California fue probada por Walkington (1966), citado por Gibson y Nobel (1986) basándose en estudios morfológicos y químicos; se encontró que las poblaciones de *Opuntia occidentalis* resultaron de la cruce de dos nopales nativos *Opuntia ficus indica* y *Opuntia ficus indica* ssp. *megacantha*. En la descripción del híbrido se encontraron caracteres fenotípicos de ambos padres.

Así mismo también señala que los cultivares comerciales son el resultado de polinización cruzada y que todos los cultivares mexicanos son reportados como producto de la hibridación de *O. ficus indica* con diferentes formas de nopales silvestres.

1.2.1 Banco de Germoplasma

Tineo (2010), señala que un Banco de Germoplasma es un banco de genes donde se almacena toda la variabilidad genética de un cultivo, que fueron colectadas de diferentes zonas a nivel nacional para su conservación y mantenimiento. Cada material colectado se denomina colección, accesión o entrada.

Un Banco de Germoplasma es el punto de partida de todo trabajo de mejoramiento genético; ya que es en este lugar donde se caracteriza, evalúa e identifica el material genético para obtener biotipos promisorios con características de calidad comercial y paralelamente se genera tecnología de manejo de cultivo para la producción.

1.2.2 Colección

Plucknett y Seminario (1993) citados por Quispe (2003), afirman que la colección es llamada también entrada, colecta, accesión, es cada una de las muestras de una variedad, línea o población en cualquiera de sus formas reproductivas obtenidas en el proceso de recolección de germoplasma debidamente identificadas que entra a un centro de recursos genéticos para su procesamiento; conservación, evaluación o utilización.

Querol (1988) citado por Quispe (2003), reporta que la colecta de recursos genéticos busca la máxima variabilidad y material para propagarla; el

colector después de obtener la máxima información morfológica y genética puede relacionarla filogenéticamente o geográficamente; lo que ha generado realizar una lista de variables incluyendo información del lugar. El número único de accesión se le asigna al momento de llegar al banco de germoplasma en una ficha de colecta.

1.2.3 Caracterización

Querol (1998) citado por Quispe (2003), refiere que la caracterización es la toma de datos mayormente cualitativos para describir y diferenciar colecciones de una misma especie. La caracterización del germoplasma es un proceso el cual inicia con la introducción del cultivo y finaliza con la publicación o difusión de la información junto con la semilla para que pueda ser utilizada por los usuarios.

1.2.4 Descriptor

Esquinas (1982) y Querol (1998) citados por Quispe (2003), mencionan que el descriptor se refiere a una característica o atributo que se observa en las colecciones. Los descriptores describen o califican a las entradas con un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo, para cada característica.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Investigación e Innovación Agraria – INIA, Canaán; ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y región de Ayacucho; geográficamente se ubica a 13° 09' 57" Latitud Sur y 74° 12' 23" Longitud Oeste, a una altitud de 2735 msnm.

La zona de vida corresponde a Estepa espinosa montano bajo sub tropical (ee – MBS), según la clasificación de Holdrige (1986).

La caracterización morfológica se realizó en el mismo campo de cultivo, en el Laboratorio de Recursos Fitogenéticos del INIA, Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Biológicas, Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

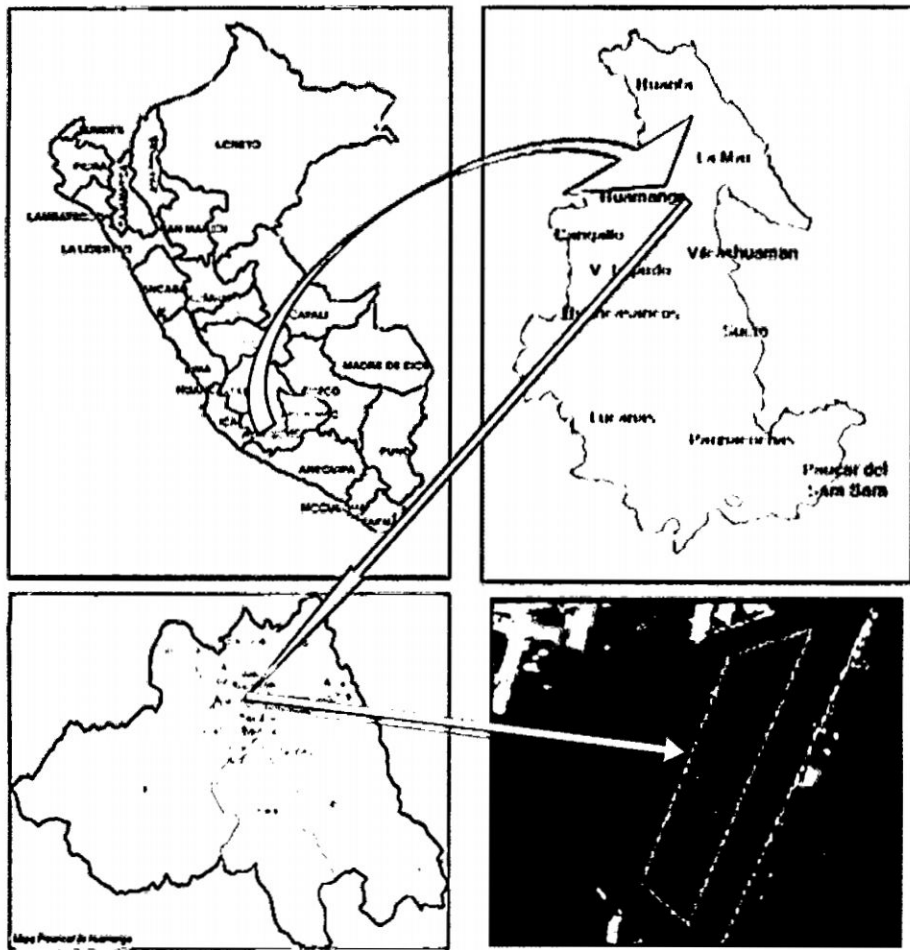


Figura 2.1. Ubicación del Banco de Germoplasma de Tuna – INIA



Foto 2.1. Estación Experimental CANAAN – INIA

2.2. ANÁLISIS DEL SUELO

Cuadro 2.1 Análisis físico - químico de suelo del Centro Experimental Canaán-INIA (2010), Ayacucho 2735 msnm.

Elementos	Método	Contenido	Interpretación
Materia orgánica (%)	Walkley Black	1.59	Bajo
N total (%)	Semi – micro Kjendhal	0.08	Pobre
P disponible (ppm)	Bray – Kurtz	25.55	Muy Alto
K disponible (ppm)	Turbidimetría	396	Muy Alto
pH	Potenciómetro	6.9	
Arena (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	52.1	
Limo (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	17.2	
Arcilla (%)	Hidrómetro de Bouyoucos	30.7	

Fuente: Laboratorio de Análisis de suelo, plantas y Aguas "Nicolas Roulet" del programa de en pastos y ganadería de la UNSCH.

En el cuadro 2.1 se observa los resultados del análisis de suelos siendo el contenido de materia orgánica de 1.59% correspondiendo a un nivel bajo, nitrógeno total 0.08 % nivel pobre; fósforo disponible 25.55 ppm y el potasio disponible con 396 ppm que corresponden a un nivel muy alto; así mismo, el pH de suelo es de 6.9, neutro; y el porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a la clase textural franco arcillo arenoso.

2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Los datos fueron tomados del Registro de Datos Meteorológicos de la Estación Meteorológica de Canaán INIA, se registraron las precipitaciones y temperaturas máxima, media y mínima mensual. En base a estos datos

se procedió a calcular el balance hídrico siguiendo la metodología recomendada por la ONERN (1976).

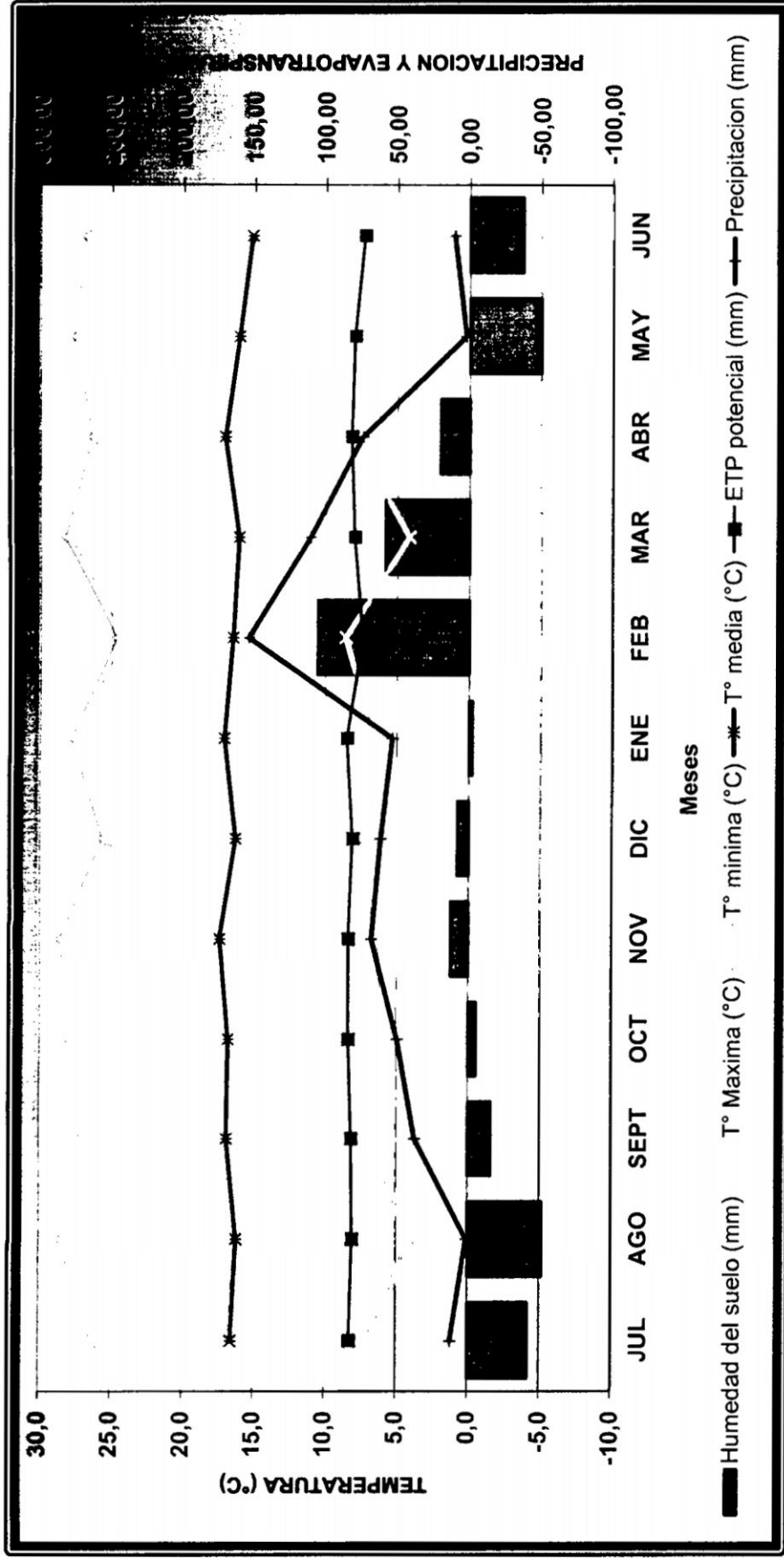
La región Ayacucho presenta dos épocas bien diferenciadas: seca y húmeda. La época húmeda comprendida entre los meses de noviembre del 2011 a abril del 2012 y la época seca comprendida entre los meses de julio a octubre del 2011 y mayo a junio del 2012. Los datos de temperatura máxima, mínima y media mensual, precipitación, y el balance hídrico respectivo se muestran en el Cuadro 2.2 y Gráfico 2.1; donde se observa que los promedios mensual de las temperaturas mínima, media y máxima fue de 6.10, 16.53 y 26.95 °C respectivamente; además, se observa el déficit hídrico en el suelo correspondiente a los meses de julio, agosto, septiembre, octubre del 2011, mayo y junio del 2012.

La precipitación anual entre el año 2011 y 2012 fue de 632.60 mm/año, siendo los meses de noviembre, diciembre, febrero, marzo y abril con mayor precipitación.

Cuadro 2.2. Temperatura, precipitación y balance hídrico de julio 2011 a junio 2012. Estación Meteorológica de Canaán, INIA (SENAMHI) 2735 msnm

AÑO	2011												2012						TOTAL	PROM
	MESES	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN							
T° Maxima (°C)	26.20	28.40	27.00	27.80	28.40	25.40	27.60	24.40	28.00	26.20	27.40	26.60	26.95							
T° minima (°C)	7.00	4.00	6.80	5.80	6.40	7.20	6.60	8.60	4.20	8.00	4.80	3.80	6.10							
T° media (°C)	16.60	16.20	16.90	16.80	17.40	16.30	17.10	16.50	16.10	17.10	16.10	15.20	16.53							
Precipitacion (mm)	12.00	0.90	37.00	49.30	67.30	61.00	53.10	153.90	110.70	74.30	2.40	10.70	632.60							
Factor ETP	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80								
ETP potencial (mm)	82.34	80.35	81.12	83.33	83.52	80.85	84.82	76.56	79.86	82.08	79.86	72.96	967.63							
Factor de ajuste	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65								
ETP Ajust. (mm)	53.83	52.53	53.03	54.48	54.60	52.86	55.45	50.05	52.21	53.66	52.21	47.70								
Humedad del suelo (mm)	-41.83	-51.63	-16.03	-5.18	12.70	8.14	-2.35	103.85	58.49	20.64	-49.81	-37.00								
Exceso (mm)					12.70	8.14		103.85	58.49	20.64										
Deficit (mm)	41.83	51.63	16.03	5.18			2.35				49.81	37.00								

Gráfico 2.1: Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña 2011-2012. Estación Meteorológica Canaán – INIA (SENAMHI) – Gobierno Regional Ayacucho, Red Hirometeorología- Ayacucho.



2.4. MATERIAL GENÉTICO

Cuadro 2.3 Pasaporte de 31 colecciones de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) cultivado en el Fundo Vizcachayoc - Ayacucho

COLECCION	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD
PTI-012	AYACUCHO	HUANTA	HUANTA	PORVENIR
PTI-016	AYACUCHO	HUANTA	HUANTA	PORVENIR
PTI-040	HUANCAVELICA	ANGARAES	JULCAMARCA	JULCAMARCA
PTI-044	HUANCAVELICA	TAYACAJA	COLCABAMBA	PILCOS
PTI-047	HUANCAVELICA	TAYACAJA	COLCABAMBA	PILCOS
PTI-067-A	ANCASH	YUNGAY	MANCOS	CRUZ CATAC
PTI-071	ANCASH	HUARI	MASIN	MASIN
PTI-072	ANCASH	HUAYLAS	YURACMARCA	YURACMARCA
PTI-079	LIMA	HUARAL	IHUARI	CUCHUCHIN
PTI-080	LIMA	HUAROCHIRI	SAN MATEO DE OTAO	CUMBE
PTI-081	LIMA	HUAROCHIRI	SAN MATEO DE OTAO	CUMBE
PTI-083	LIMA	YAUYOS	CATAHUASI	MONTENEGRO
PTI-097	AYACUCHO	CANGALLO	CANGALLO	HUAHUAPUQUIO
PTI-105	AYACUCHO	HUANTA	HUANTA	TOYAS
PTI-116	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	LUCMACHAYOQ
PTI-146	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	YURAQRAQAY
PTI-147	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	YURAQRAQAY
PTI-148	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	YURAQRAQAY
PTI-151	AYACUCHO	CANGALLO	CANGALLO	WAWAPUQUIO
PTI-152	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	LURICOCHA
PTI-154	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	PUSUQUYUQ
PTI-156	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	QUILLA	QUILLA
PTI-158	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	QUILLA	QUILLA
PTI-160	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-161	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-162	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-164	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-166	ANCASH	CORONGO	YURACMARCA	YURACMARCA
PTI-168	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-170	AYACUCHO	VICTOR FAJARDO	COLCA	COLCA
PTI-175	AYACUCHO	HUANTA	LURICOCHA	AZANGARO

En el cuadro 2.3 se muestra el material genético en estudio, formado por 31 colecciones de tuna morada que proceden de las regiones de Ayacucho, Huancavelica, Ancash y Lima, con 2 a 3 clones por colección.

El mantenimiento del material se encuentra bajo condiciones de riego tecnificado, el distanciamiento entre plantas y surcos es de 3.5 x 3.5 m en el sistema de plantación tres bolillo.

Los datos de pasaporte se observa en el Cuadro 2.3.

2.5. MATERIAL DE LABORATORIO Y CAMPO

Cuadro 2.4 Materiales de laboratorio y campo.

En Campo	En Laboratorio
- Croquis de plantación	- Balanza de precisión
- Cultivo de tuna	- Cámara digital
- Descriptor	- Libreta de registro
- Wincha	- Vernier
- Escobillón	- Plumones indelebles
- Canastas	- Regla
- Vernier	- Cuchilla
- Cuchilla	- Papel Toalla
- Datos de pasaporte	- Vasitos descartables
- Etiquetas	- Potenciómetro
- Pinza	- Hidróxido de Sodio
- Marcador	- Fenolftaleina
- Cámara digital	- Luna de reloj
	- Brixómetro
	- Estufa

2.6. CARACTERÍSTICAS EVALUADAS

2.6.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

a. Cladodio

a.1. Ancho de cladodio (mm)

a.2. Longitud de cladodio (mm)

a.3. Relación L/A de cladodio

a.4. Porcentaje de cladodios de un año de edad con respecto al total

a.5. Porcentaje de cladodios fruteros respecto al total

a.6. Porcentaje de cladodios no fruteros respecto al total

a.7. Número de frutos por cladodio

a.8. Cantidad de espinas

0. Ausente

3. Poco espinoso

5. Espinoso

7. Muy espinoso

a.9. Espesor en el tercio superior del cladodio (mm)

a.10. Espesor en el tercio medio del cladodio (mm)

a.11. Espesor en el tercio inferior del cladodio (mm)

a.12. Forma de areolas

1. Emergente

2. Plana

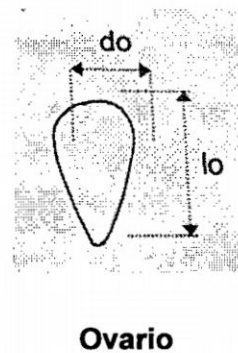
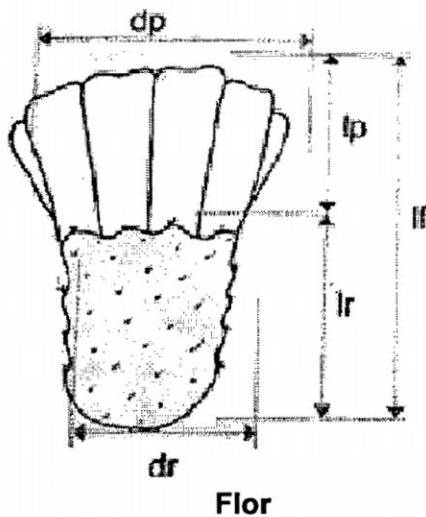
3. Hundida

4. Plana sobre fieltro

5. Emergente sobre fieltro

b. Flor:

- b.1. Longitud de flor – l_f (mm)**
- b.2. Longitud de receptáculo – l_r (mm)**
- b.3. Diámetro de receptáculo – d_r (mm)**
- b.4. Longitud de perianto – l_p (mm)**
- b.5. Diámetro de perianto – d_p (mm)**
- b.6. Relación L/D de receptáculo**
- b.7. Longitud de ovario – l_o (mm)**
- b.8. Diámetro del ovario – d_o (mm)**
- b.9. Relación L/D de ovario**
- b.10. Número de segmentos del estigma**
- b.11. Número de pétalos**
- b.12. Número de estambres**
- b.13. Longitud de anteras (mm)**
- b.14. Longitud de estilo (mm)**



c. Fruto

c.1. Peso de fruto (g)

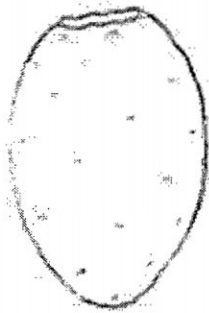
c.2. Longitud de fruto (mm)

c.3. Diámetro de fruto (mm)

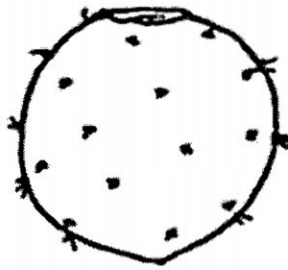
c.4. Relación L/D de fruto

c.5. Forma de fruto

1. Ovoide
2. Esférico
3. Elíptico
4. Oblongo
5. Obcónico
6. Oblongo "pedunculado"



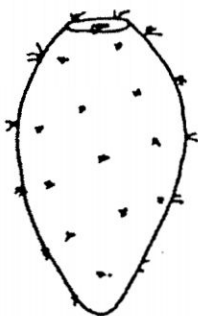
Ovoide



Esférico



Elíptico



Oblongo



Obcónico



Oblongo "pedunculado"

c.6. Tamaño

1. Muy pequeño (< 80 g)
2. Pequeño (81 – 125 g)
3. Mediano (126 – 150 g)
4. Grande (151 – 180 g)
5. Muy grande (> 180 g)

c.7. Color de “qepos”

1. Marrón pálido
2. Marrón canela
3. Gris

c.8. Desarrollo del “pedicelo”

0. Ninguno
3. Escaso
5. Moderado
7. Abundante

c.9. Color de pulpa

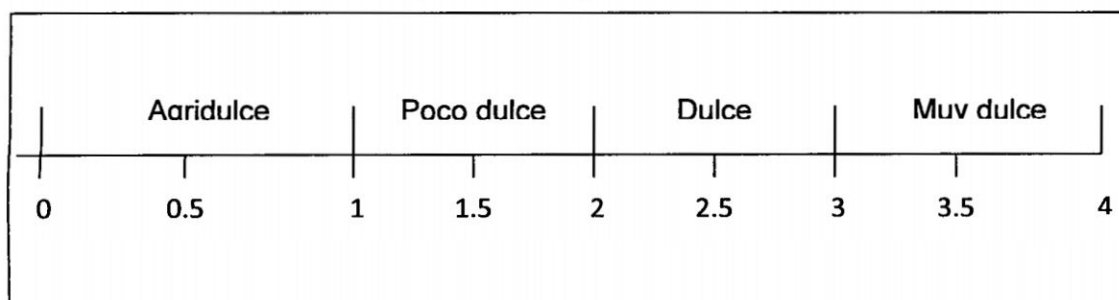
1. Rojo morado
 - 1.1. Rojo morado claro
 - 1.2. Rojo morado medio
 - 1.3. Rojo morado oscuro
2. Morado Rojizo
 - 2.1. Morado rojizo claro
 - 2.2. Morado rojizo medio
 - 2.3. Morado rojizo oscuro

c.10. Sabor de la pulpa

1. Agridulce
2. Poco dulce
3. Dulce
4. Muy dulce

Para determinar los atributos gustativos de las tunas se conformó un panel de degustadores entre mujeres y varones, de edades diversas, que contribuyeron a la calificación del grado de dulzor contenido en cada colección de acuerdo a una escala paramétrica cualitativa y cuantitativa propuesta (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Escala paramétrica para la evaluación sensorial



c.11. Peso de cáscara (g)

c.12. Peso de la pulpa (g)

c.13. Tamaño de semilla

1. Pequeña (3.0 – 3.9mm)
2. Mediana (4.0 – 4.9mm)
3. Grande

c.14. Cantidad de semillas en el fruto

1. Muy escasa (<100)
2. Escasa (101 – 200)
3. Intermedia (201 – 300)
4. Abundante (301 – 400)
5. Muy abundante (>400)

c.15. Peso de 100 semillas (g)

2.6.2. DETERMINACIÓN DE CARACTERES QUIMICOS

a. Contenido de Azúcares

Para determinar los grados brix se realizó:

- Primero se realizó el lavado de la fruta, posteriormente el secado con papel toalla.
- Luego se procedió con retirar la cáscara (pelar).
- En un vaso y con ayuda de una coladora se procedió a exprimir, extrayendo así el jugo.
- Con ayuda de una vagueta se vertió dos a tres gotas del jugo sobre el prisma del refractómetro; cerrar el prisma orientando el aparato a la luz y observar por el ocular, procediéndose así a la lectura del contenido de azúcares en grados Brix.

b. Acidez titulable

- A partir de la muestra del jugo se tomó 5 ml de jugo de pulpa vertiéndola sobre una probeta.

- Se le agrega 45 ml de agua destilada.
- Los 50 ml de solución se vierte en un vaso precipitado, procediéndose luego con la titulación con NaOH 0.1N.

Agregar dos a tres gotas de fenolftaleína y esperar a que la solución cambie a una coloración rosado claro.

$$\% \text{ AC} = \frac{\text{Gasto NaOH} \times 0.1 \text{ N} \times 0.064}{5 \text{ ml}} \times 100$$

c. pH del jugo

- Se realizó a partir de las muestras de jugo obtenido en los vasos; separando así para la lectura el pH del jugo.
- Se colocó el cátodo el peachímetro en el extracto líquido contenido en el vaso.
- Al cabo de unos minutos se observa el valor numérico final en el monitor de la pantalla de lectura del potenciómetro.

d. Betalainas

La determinación de Betalaina se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, habiéndose utilizado el método reportado por la FAO (1982) y Cai y Corke (2000), siendo el procedimiento el siguiente:

Se disolvió una cantidad de extracto de tampón Mc Ilvaine 0.15 M (ph 5.6) y diluir a un volumen conveniente con la solución Buffer para obtener una absorbancia comprendida entre 0.2 y 0.8; luego se centrifugó la solución necesaria y midió la absorbancia en presencia de agua como referencia (blanco).

El contenido de betanina se calculó sobre la base de la absorción máxima (longitud de onda = 537 nm), donde se encuentran todas las sustancias colorantes rojas.

$$\text{Betanina (g/100g)} = \frac{A_{537} \times V}{E \times L \times W}$$

Dónde:

- A : Máxima absorción.
- V : Volumen de la solución del ensayo medido en ml.
- E : Coeficiente de extinción de la betanina pura = 1120
(Piatelli et al. 1969, citado por Cai y Corke 2000).
- L : Longitud de celda medida en cm (1cm).
- W : Peso de la muestra tomada en el ensayo (g).

Metodología experimental:

d.1. Selección

Se seleccionó aquellos frutos que tenían mayores de 10 °Brix (Sáenz y Sepúlveda, 1993); y que presentan geometría similar. Se eliminaron aquellos frutos que presentaban ciertos deterioros por magulladuras y daños físicos.

d.2. Pesado

El pesado de los frutos se realizó en una balanza de precisión.

d.3. Lavado

El lavado se realizó manualmente con agua potable, frotando la fruta con una franela y eliminando restos de tierra y gloquídeas presente en la superficie del fruto.

d.4. Inactivación enzimática

Esta operación fue necesaria para eliminar la enzima peroxidasa, la que deteriora la calidad del colorante.

Diversos autores consideran a la peroxidasa como la enzima que está presente en frutos de muchas especies; además, es considerada la más resistente al tratamiento térmico entre todas las demás enzimas (Burnette, 1977); por lo tanto, se consideró necesario tomar como parámetro adecuado la inactivación de la enzima peroxidasa ya que su inactivación trae consigo la eliminación de otros productos enzimáticos que pudieran estar presentes.

La inactivación enzimática consistió en someter a la tuna a un tratamiento térmico.

d.5. Pelado y cortado

Después de la cocción se procedió al corte de la parte superior e inferior del fruto, seguido del pelado manual para eliminar la cáscara.

Luego de pelar el fruto se procedió a realizar cortes en rodajas de 0.5 cm de espesor para facilitar el proceso de extracción.

184965

d.6. Extracción

Se utilizó una licuadora donde se colocó las rodajas del fruto con agua acidulada (solvente) a 6500 rpm durante 2 min, evitar triturar las semillas ya que estas podrían liberar aceite hacia el extracto generando impurezas, posteriormente el extracto fue filtrado para separar las semillas.

Los parámetros determinados en el proceso de extracción fueron:

- Velocidad de extracción : 6500 rpm
- Concentración de ácido cítrico
- Relación materia prima – solvente
- Temperatura y tiempo de extracción

d.7. Enfriado

Se procedió a enfriar el extracto a temperatura ambiente con el objetivo de favorecer la regeneración y estabilidad de la betanina así como su acondicionamiento para la operación posterior.

d.8. Precipitación de la goma

Este proceso se realizó con el extracto frío utilizando alcohol etílico de 96° en una relación extracto/alcohol de 1:1 (la cantidad de alcohol puede variar para lograr una separación mucho más definida de la goma y el extracto coloreado).

La goma precipitada fue separada del resto del líquido por filtración que posteriormente fue secada en estufa a 45 °C durante 18 horas llegando a niveles de humedad de 10%.

d.9. Purificación

Se realizó para obtener un líquido cristalino libre de impurezas (residuos de goma y otros pigmentos presente), facilitando el proceso de concentración. Para ello se utilizó la diatomea, que se colocó en un sistema de filtración conectándolo a una bomba al vacío.

La relación extracto/agente purificador fue de 10 a 1 (Saux, 1980).

d.10. Concentración

El extracto purificado fue sometido a una concentración al vacío para facilitar el secado; para ello se utilizó el rotavapor con un baño regulador de temperatura conectado a un sistema de vacío. La temperatura de concentración fluctuó entre los 50 y 55 °C (temperatura adecuada para evitar la degradación del colorante) y una presión al vacío de 4.5 cm/Hg. Mediante la evaporación se recuperó la mezcla hidroalcohólica (agua acidulada y alcohol), la que posteriormente fue separada mediante una destilación fraccionada.

d.11. Secado

El proceso de secado se realizó por liofilización y por atomización.

Secado por liofilización

Este tipo de secado tiene por objetivo obtener un colorante en polvo sin la adición de ningún tipo de aditivos; esta operación se considera como la que menos afecta a la estructura propia del producto al ser secado, ya que se efectuó a bajas temperaturas y el atomizado es favorecida por las bajas presiones que se aplican.

Los parámetros de secado fueron:

Temperatura del extracto	: 25 °C
Temperatura de congelación	: - 40 °C
Temperatura de secado	: 42 °C
Presión al vacío	: 0.1 mmHg.

Secado por atomización

En este tipo de secado se utilizó el extracto concentrado, que se adiciona encapsulantes como la goma arábica – maltoextrina. Esta mezcla es adecuada para producir productos de calidad (Mc Kernan, 1972 citado por Cisneros, 1987). El nivel de adición del encapsulante fue del 20% con respecto a los sólidos solubles.

El uso de los encapsulante es para favorecer el secado, evitando la adhesión de partículas en las paredes del atomizador y contrarrestar la higroscopicidad del producto seco.

Los parámetros de secado fueron:

Temperatura del extracto	: 25 °C
--------------------------	---------

Temperatura inicial de secado : 165 °C
Temperatura final de secado : 100 - 105 °C
Presión del rodete : 4.6 kg/cm³
Caudal : 13.8 ml/min

D.12. Envasado

Luego del secado se procedió a coleccionar el polvo en frascos de 50 gr, que se almacenó a temperatura ambiente para su conservación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

3.1.1. Caracteres de cladodio

En el Cuadro N° 3.1 se muestra la matriz básica de 12 caracteres de cladodio en 31 colecciones de tuna morada, en la que se resumen los promedios, desviación estándar, coeficiente de variancia, mínimos y máximos de los 12 caracteres estudiados.

El ancho varía de 188.3 a 255.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 8.4%; la longitud de 328.3 a 485.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 8.0%; la relación de largo / ancho de cladodio de 1.6 a 2.3, con un coeficiente de variabilidad de 8.0%, el espesor del tercio superior de 12.0 a 24.7 mm, con un coeficiente de variabilidad de 19.8%; el espesor del tercio medio de 13.5 a 23.3 mm, con un coeficiente de variabilidad de 16.2%; el espesor del tercio inferior de 17.3 a 34.7 mm, con un coeficiente de variabilidad de 20.5%; el porcentaje de cladodios fruteros de 27.6 a

67.3%, con un coeficiente de variabilidad de 20.1%; el porcentaje de cladodios no fruteros de 32.7 a 72.4%, con un coeficiente de variabilidad de 19.1%; porcentaje de cladodios de un año de edad de 25.0 a 60.7%, con un coeficiente de variabilidad de 20.7%; número de frutos por cladodio de 6.0 a 12.0, con un coeficiente de variabilidad de 15.7%.

Quispe (2003) evaluó colecciones de *Opuntia spp*, obteniendo datos de longitud y diámetro de cladodio de 15.0 a 64.0 cm y 7.0 a 35.0 cm respectivamente, % cladodios fruteros de 19 a 71%, número de frutos / cladodio de 15 y cantidad de espinas de ausentes a abundantes, estos se encuentra dentro de los resultados obtenidos.

Los caracteres menos variables, son determinados en mayor grado por el factor genético y en menor grado por el factor ambiental, es el caso del ancho de cladodio (mm), longitud de cladodio (mm) y relación largo ancho, con coeficiente de variación menor o igual a 8.4%; los caracteres de mayor variación son determinados en mayor grado por el factor ambiental y en menor grado por el factor genético, es el caso de los caracteres espesor tercio inferior (mm), cladodios fruteros (%) y cladodio de 1 año (%), con coeficiente de variación entre 15.7 a 20.7%.

Cuadro 3.1. Caracteres de cladodio de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Accesión	Ancho	Longitud	Relación L/A	Espesor tercio superior	Espesor tercio medio	Espesor tercio inferior	Cladodios fruteros	Cladodios no fruteros	Cladodio de 1 año	Nº frutos/cladodio	Cantidad de espinas	Forma de areolas
	mm C01	mm C02	C03	mm C04	mm C05	mm C06	% C07	% C08	% C09	C10	C11	C12
12	220.0	460.0	2.1	24.7	22.3	34.7	52.9	47.1	40.2	9	5	1
16	220.0	450.0	2.0	21.0	22.7	31.3	48.4	51.6	37.4	11	0	1
40	220.0	393.3	1.8	18.0	21.7	26.3	40.3	59.7	46.6	9	0	3
44	236.7	420.0	1.8	16.7	22.0	29.7	56.5	43.5	35.7	12	0	2
47	233.3	443.3	1.9	20.0	21.0	29.3	45.4	54.6	42.1	10	0	5
67A	246.7	430.0	1.7	22.3	23.3	31.0	64.8	35.2	36.9	9	0	1
71	255.0	460.0	1.8	17.5	16.5	27.5	62.8	37.2	36.7	10	0	2
72	226.7	456.7	2.0	14.0	14.0	20.3	44.8	55.2	43.1	6	0	2
79	194.0	437.5	2.3	12.0	14.0	20.0	39.4	60.6	49.5	6	0	1
80	205.5	432.5	2.1	13.0	13.5	17.5	62.3	37.7	34.8	9	0	2
81	212.5	422.5	2.0	14.0	16.5	19.5	38.5	61.5	60.7	7	0	1
83	210.0	413.3	2.0	14.7	16.0	20.7	35.9	64.1	48.3	9	0	3
97	226.5	460.0	2.0	12.0	15.0	20.5	55.3	44.7	40.8	10	0	2
105	188.3	328.3	1.7	15.7	18.0	21.7	45.8	54.2	34.2	10	0	2
116	220.0	386.7	1.8	14.0	16.0	19.0	42.7	57.3	39.4	11	0	2
146	228.3	400.0	1.8	14.7	16.3	22.3	38.8	61.2	31.2	8	0	3
147	250.0	415.0	1.7	14.3	15.7	20.0	52.2	47.8	26.4	9	0	3
148	253.3	416.7	1.6	14.7	18.3	24.0	45.4	54.6	38.7	9	0	3
151	205.0	397.3	1.9	15.0	17.7	21.0	48.3	51.7	37.2	10	5	4
152	231.0	405.0	1.8	14.0	16.3	21.0	67.3	32.7	31.1	11	0	3
154	233.3	440.0	1.9	15.3	17.7	22.7	27.6	72.4	42.8	12	0	3
156	234.3	461.7	2.0	13.7	16.0	20.7	37.5	62.5	57.7	12	0	3
158	201.0	399.3	2.0	14.0	15.7	17.3	38.4	61.6	50.8	9	0	3
160	245.7	424.3	1.7	14.3	18.3	21.0	54.2	45.8	28.8	9	0	3
161	253.3	452.7	1.8	13.0	15.0	19.3	50.7	49.3	42.4	9	0	3
162	254.5	485.0	1.9	14.0	16.0	20.0	51.4	48.6	39.5	10	0	3
164	236.0	447.0	1.9	14.0	15.7	19.3	39.1	60.9	41.8	10	0	3
166	217.0	383.3	1.8	12.3	14.0	17.7	54.9	45.1	44.0	8	0	3
168	202.5	395.0	2.0	12.5	15.0	19.5	53.1	46.9	39.3	9	0	2
170	200.0	370.0	1.9	14.5	16.0	19.0	65.5	34.5	25.0	10	0	3
175	226.7	380.0	1.7	14.3	16.3	19.0	50.3	49.7	29.5	10	0	2
Promedio	225.4	421.5	1.9	15.3	17.2	22.3	48.7	51.3	39.8	9.5		
Desv estanda	18.9	33.8	0.2	3.0	2.8	4.6	9.8	9.8	8.2	1.5		
CV (%)	8.4	8.0	8.0	19.8	16.2	20.5	20.1	19.1	20.7	15.7		
Mínimo	188.3	328.3	1.6	12.0	13.5	17.3	27.6	32.7	25.0	6.0	0	1
Máximo	255.0	485.0	2.3	24.7	23.3	34.7	67.3	72.4	60.7	12.0	5	5

3.1.2. Caracteres de flor

En el Cuadro 3.2 se observa la matriz básica de 15 caracteres de la flor en 31 colecciones de tuna morada, que resume los promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, mínimos y máximos.

Los caracteres de longitud de flor es de 44.6 a 113.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 13.3%; longitud de receptáculo de 26.0 a 74.0 mm, con un coeficiente de variación de 15.2%; diámetro de receptáculo de 23.5 a 34.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 8.2%; longitud de perianto de 16.0 a 39.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 17.7%; diámetro de perianto de 25.5 a 46.3 mm, con un coeficiente de variabilidad de 13.8%; la relación de largo y diámetro de receptáculo de 1.1 a 2.9, con un coeficiente de variabilidad de 16.4%; longitud de ovario de 12.3 a 22.0 mm, con un coeficiente de variabilidad de 11.2%; diámetro de ovario de 5.0 a 7.8 mm, con un coeficiente de variabilidad de 13.3%; número de segmentos del estigma de 8 a 12 con un coeficiente de variabilidad de 9.9%; número de pétalos que va desde 8 a 14 con un coeficiente de variabilidad de 12.2%; número de estambres de 437 a 596 con un coeficiente de variabilidad de 7.8%; longitud de estambre de 14.5 a 21.0 mm con un coeficiente de variabilidad de 10.0%.

Los caracteres menos variables, son determinados en mayor grado por el factor genético y en menor grado por el factor ambiental, es el caso del diámetro del receptáculo (mm) y número de estambres; los caracteres de

mayor variación son determinados en mayor grado por el factor ambiental y en menor grado por el factor genético, es el caso de los caracteres relación largo / diámetro de receptáculo y relación largo / diámetro del ovario.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores que reporta Condeña (1997), Palomino (1983); así como de Villalobos (2003), que al evaluar colecciones de tuna amarilla espinosa (*Opuntia ficus indica* spp. *Megacantha*), señala que el número de pétalos es de 8 a 12, número de estambres de 369 a 600, número de segmentaciones del estigma de 7.0 a 12.0, longitud y diámetro de receptáculo es de 4.1 a 7.1 cm y de 2.5 a 3.8 respectivamente; longitud de flor de 7.3 a 10.4 cm, longitud y ancho de ovario de 11.5 a 21.0 mm y 5.0 a 9.0 mm respectivamente.

Contrariamente difiere con los datos que reporta Quispe (2003), que al evaluar colecciones de *Opuntia* spp reporta que la longitud de flor es de 33.0 a 62.0 mm, número de estambres 240 a 720, número de pétalos de 7 a 18, longitud y diámetro de ovario de 5.0 a 28.0 mm y 4.0 a 12.0 mm respectivamente.

Cuadro 3.2. Caracteres de flor de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus Indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Accesión	Longitud de flor		Longitud de receptáculo		Diámetro de receptáculo		Longitud de perianto		Diámetro de perianto		Relación L/D de receptáculo		Longitud de ovario		Diámetro de ovario		Relación L/D de ovario		N° segmentos del estigma		N° de pétalos		Número de Estambres		Longitud de estambres		Longitud de anteras		Longitud de estilo	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13	R14	R15															
12	91.0	62.0	30.7	29.0	33.3	2.02	22.0	5.7	3.88	8	10	480	16.0	1.7	24															
16	76.3	46.3	27.7	30.0	33.7	1.67	18.0	6.7	2.70	10	13	528	16.7	1.8	25															
40	86.3	57.7	30.7	28.7	45.0	1.88	17.3	6.3	2.74	11	13	558	15.3	1.8	26															
44	83.7	54.7	33.7	29.0	35.7	1.62	17.7	7.8	2.26	9	14	545	15.7	2.1	22															
47	63.7	42.0	27.0	21.7	35.7	1.56	18.3	5.0	3.67	9	14	596	15.3	1.8	22															
67A	87.7	58.7	29.0	29.0	32.3	2.02	13.7	5.3	2.56	11	12	569	18.3	2.2	25															
71	75.5	54.0	27.5	21.5	35.5	1.96	17.5	5.5	3.18	10	13	586	14.5	1.5	22															
72	76.7	45.7	30.0	31.0	35.3	1.52	12.3	6.7	1.85	9	9	512	15.3	1.6	18															
79	79.0	57.0	27.5	22.0	36.5	2.07	17.5	6.0	2.92	8	8	522	17.0	1.8	25															
80	74.5	58.5	26.5	16.0	31.0	2.21	19.0	7.0	2.71	9	11	565	14.5	1.5	24															
81	113.0	74.0	25.5	39.0	25.5	2.90	16.0	5.0	3.20	9	10	475	21.0	2.0	25															
83	69.0	45.3	27.7	23.7	32.0	1.64	15.3	5.7	2.71	8	11	516	18.0	1.7	23															
97	44.6	26.0	23.5	18.6	31.0	1.11	16.0	6.0	2.67	10	13	528	21.0	1.6	22															
105	91.0	60.3	30.0	30.7	33.0	2.01	17.3	7.3	2.36	12	11	457	18.3	1.8	23															
116	89.3	61.7	32.0	27.7	37.7	1.93	18.7	7.3	2.55	10	10	495	18.7	2.2	24															
146	76.0	48.3	29.7	27.7	37.7	1.63	20.0	5.7	3.53	10	12	516	15.0	2.1	22															
147	87.7	57.3	31.3	30.3	43.3	1.83	20.2	7.7	2.64	11	13	475	18.0	1.8	23															
148	89.0	57.3	29.0	31.7	38.0	1.98	16.3	5.3	3.06	10	13	524	18.7	1.8	23															
151	86.0	57.3	27.3	28.7	46.3	2.10	18.3	6.0	3.06	9	12	452	17.0	1.8	22															
152	78.7	54.7	31.0	24.0	38.3	1.76	17.0	5.3	3.19	9	13	471	15.0	2.1	22															
154	84.7	50.0	28.7	34.7	45.3	1.74	17.0	5.7	3.00	10	12	549	17.7	1.8	22															
156	85.3	57.0	29.3	28.3	38.3	1.94	16.0	6.3	2.53	9	12	572	16.3	2.1	20															
158	86.0	57.7	32.0	28.3	40.0	1.80	17.3	6.3	2.74	10	12	498	16.3	1.7	21															
160	82.3	50.7	33.3	31.7	37.0	1.52	16.7	6.3	2.63	10	12	512	16.3	1.7	22															
161	83.7	50.0	29.3	33.7	43.7	1.70	15.3	6.3	2.42	9	13	481	16.3	1.6	21															
162	78.5	45.0	27.5	33.5	33.5	1.64	14.5	5.0	2.90	10	12	512	15.0	1.6	19															
164	85.3	53.0	30.7	32.3	44.7	1.73	16.3	6.3	2.58	11	13	528	16.7	1.7	21															
166	84.0	52.3	34.0	31.7	35.7	1.54	18.3	5.7	3.24	9	10	497	16.3	1.6	21															
168	86.5	52.5	28.0	34.0	42.5	1.88	19.0	7.5	2.53	9	11	543	16.5	2.1	22															
170	86.0	51.5	27.5	34.5	46.0	1.87	17.5	5.0	3.50	9	13	485	15.5	2.0	20															
175	85.0	51.0	27.7	34.0	36.3	1.84	16.0	6.3	2.53	10	12	437	16.0	1.6	22															
\bar{X}	82.1	53.2	29.2	28.9	37.4	1.8	17.2	6.1	2.84	9.6	11.8	515.6	16.7	1.8	22.4															
σ	10.9	8.1	2.4	5.1	5.2	0.3	1.9	0.8	0.44	1.0	1.4	40.2	1.7	0.2	1.8															
CV (%)	13.3	15.2	8.2	17.7	13.8	16.4	11.2	13.3	15.44	9.9	12.2	7.8	10.0	11.5	8.2															
Mínimo	44.6	26.0	23.5	16.0	25.5	1.1	12.3	5.0	1.85	8.0	8.0	437.0	14.5	1.5	18.0															
Máximo	113.0	74.0	34.0	39.0	46.3	2.9	22.0	7.8	3.88	12.0	14.0	596.0	21.0	2.2	26.0															

3.1.3. Caracteres de fruto

El Cuadro 3.3, nos muestra la matriz básica de 16 caracteres de fruto, 4 caracteres de semilla y 2 caracteres de rendimiento en 31 colecciones de tuna morada; en el cual se resume los promedios, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, mínimos y máximos de los caracteres estudiados.

El peso de fruto vario de 131.0 a 181.8 g, con un coeficiente de variación de 8.2%; longitud de 67.7 a 111.3 mm, con un coeficiente de variación de 8.9%; diámetro de fruto de 46.3 a 60.5 mm, con un coeficiente de variación de 5.2%; relación de largo y diámetro del fruto de 1.43 a 1.91, con un coeficiente de variación de 7.32%; peso de cáscara de 49.3 a 74.7 g, con un coeficiente de variación de 10.7%; peso de pulpa de 73.5 a 110.3 g, con un coeficiente de variación de 9.4%; la forma de fruto con categorías ovoide, oblongo, obcónico y oblongo "pedunculado "; el tamaño con categorías mediano, grande y muy grande; color de "qepos" que puede ser marrón pálido y marrón canela; desarrollo de "pedunculado" con categorías ninguno, poco, mediano y mucho; color de pulpa con categorías rojo morado a morado rojizo (en sus diferentes tonalidades); y, el sabor de la pulpa con categorías poco dulce, dulce y muy dulce. Los caracteres de semilla como el número de semillas por fruto varia de 254 a 431; peso de 100 semillas de 1.48 a 1.97 g; caracteres cualitativos como el tamaño pequeño y mediano; cantidad de semilla intermedia, abundante y muy abundante.

El pH del jugo de fruto varía de 5.6 a 6.3, grados brix de 14.4 a 16.1; porcentaje de humedad de 84.3 a 88.8%; porcentaje de acidez de 0.06 a 0.10%. El número de frutos/planta varía de 48 a 370 frutos; y el peso de frutos/planta de 8.22 a 50.54 kg. Los caracteres menos variables, son determinados en mayor grado por el factor genético y en menor grado por el factor ambiental, es el caso del pH, grados brix y porcentaje de humedad, con coeficiente de variación menor o igual a 3.0%; los caracteres de mayor variación son determinados en mayor grado por el factor ambiental y en menor grado por el factor genético, es el caso de los caracteres número de frutos/planta y peso de frutos/planta (kg), con coeficientes de variación de 49.9 y 49.8% respectivamente.

Los resultados obtenidos están dentro del rango reportado por Condeña (2003), Villalobos (2003) y Alarcón (2006); pero difiere con los resultados que reporta Quispe (2003) y Barzola y Huamaní (1985) citado por Alarcón (2006) en cuanto a la cantidad de semillas; ya que se reporta 212 y 216 semillas para tuna blanca y morada, respectivamente; también mencionan que en la tuna blanca de Huamanga (Conchopata), el peso de fruto es de 107.0 g; longitud 7.4 cm, diámetro 4.6 cm, porcentaje de pulpa 57.1% y 112 semillas por fruto. Para tuna morada, peso de 113.3 g, longitud 8.1 cm, diámetro 5.1 cm, porcentaje de pulpa 56.6% y 216 semillas por fruto.

Cuadro 3.3. Caracteres de fruto de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Accesión	Peso		Longitud	Diámetro	Relación L/D	Forma	Tamaño	Color de la pulpa	Desarrollo del Pedúnculo	Color de la pulpa	Sabor de la pulpa	Peso de Cáscara	Peso de la pulpa	T	Gados brx	Azúcar	Humedad	Tamaño de semillas	N semillas/fruto	Cantidad de semillas	Peso de 100 semillas	N de frutos/planta	Peso de frutos/planta
	g	mm																					
12	162.0	96.7	57.0	1.70	4	4	1	3	1,2	2	71.7	90.3	6.20	15.4	0.09	88.5	1	278	3	1.67	129	20.64	
16	181.8	92.7	59.3	1.56	4	5	1	3	1,2	3	74.7	107.2	5.73	14.7	0.08	87.1	2	281	3	1.65	260	47.30	
40	160.5	87.7	46.3	1.46	5	4	1	0	1,1	3	64.7	95.8	6.13	15.0	0.08	85.9	2	391	4	1.81	202	33.14	
44	136.3	86.7	58.7	1.48	5	3	1	0	1,2	3	52.5	83.8	6.33	14.5	0.09	84.7	1	368	4	1.57	370	50.54	
47	158.9	98.0	57.7	1.70	5	4	1	3	1,1	4	66.7	92.2	5.73	15.5	0.07	84.8	2	347	4	1.69	176	27.94	
67A	131.0	76.0	51.3	1.48	6	3	1	7	2,2	2	54.2	76.8	6.13	15.9	0.09	84.3	2	317	4	1.84	121	16.06	
71	132.0	81.5	53.5	1.52	1	3	1	3	1,2	2	54.0	78.0	6.13	16.1	0.10	84.7	2	275	3	1.61	160	21.12	
72	165.0	90.0	55.0	1.64	1	4	1	5	1,2	3	65.4	99.6	5.73	14.9	0.09	85.8	1	342	4	1.64	68	11.17	
79	143.0	83.5	53.0	1.58	4	3	1	3	1,3	3	61.8	81.3	6.07	14.7	0.06	87.2	2	390	4	1.82	94	13.44	
80	160.5	88.0	57.0	1.54	4	4	1	3	1,3	3	69.4	91.2	6.07	15.8	0.08	87.9	2	383	4	1.59	140	22.38	
81	153.5	91.5	54.5	1.68	1	4	1	3	1,3	3	65.3	88.2	5.90	15.1	0.10	87.0	2	254	3	1.77	82	12.82	
83	156.7	91.7	56.3	1.63	6	4	1	7	2,1	3	63.5	93.2	5.80	14.6	0.09	86.4	2	284	3	1.63	235	37.25	
97	158.5	95.0	55.5	1.71	1	4	1	3	2,1	2	63.5	95.1	6.00	15.3	0.10	85.7	2	303	4	1.70	161	23.20	
105	171.0	86.0	58.3	1.47	4	4	1	3	1,2	3	69.9	101.1	6.03	14.8	0.06	86.1	1	312	4	1.56	48	8.22	
116	144.3	83.3	57.7	1.45	1	3	1	3	1,1	3	53.3	91.0	6.07	14.7	0.09	86.8	2	431	5	1.70	84	14.70	
146	156.7	94.7	58.0	1.63	1	4	1	3	1,3	3	63.0	93.3	6.10	14.9	0.09	87.5	2	351	4	1.61	93	14.51	
147	173.3	99.7	57.3	1.74	4	4	1	3	1,2	3	63.0	110.3	5.93	14.7	0.06	87.6	2	383	4	1.63	84	14.70	
148	163.9	111.3	58.3	1.91	5	4	2	3	1,1	3	66.7	97.2	5.90	15.1	0.09	87.7	2	408	5	1.56	86	14.18	
151	135.7	84.3	55.7	1.51	6	3	1	5	2,1	3	49.3	86.3	6.03	14.9	0.06	87.8	2	308	4	1.85	196	26.68	
152	154.7	100.3	53.7	1.87	1	4	1	3	1,1	4	67.0	87.7	6.17	15.1	0.07	88.2	1	288	3	1.76	116	17.90	
154	158.9	93.0	57.7	1.61	4	4	2	5	1,1	3	71.7	87.2	6.13	14.9	0.09	88.6	2	399	4	1.84	100	15.98	
156	164.7	95.3	58.3	1.63	1	4	2	0	1,3	2	69.0	95.7	5.57	14.8	0.10	88.8	2	360	4	1.97	179	29.37	
158	144.7	91.7	54.3	1.69	6	3	1	7	2,1	4	70.7	74.0	5.70	14.6	0.08	88.3	3	333	4	1.52	122	17.65	
160	162.3	89.3	54.7	1.63	4	4	1	3	1,2	4	69.3	93.0	5.83	15.2	0.08	87.7	2	328	4	1.71	117	19.16	
161	157.6	91.7	59.7	1.54	5	4	1	0	1,1	3	64.5	93.1	5.80	14.6	0.09	87.1	2	341	4	1.74	145	22.73	
162	162.5	86.5	60.5	1.43	4	4	1	5	1,2	4	74.5	88.0	5.83	14.7	0.08	87.2	3	335	4	1.81	190	30.80	
164	142.0	90.7	53.3	1.70	1	3	1	0	1,1	4	54.0	88.0	5.77	14.6	0.09	86.7	2	276	3	1.69	79	11.18	
166	140.7	89.0	53.7	1.66	1	3	2	3	2,1	3	53.7	87.0	5.93	14.4	0.07	86.8	2	293	3	1.80	83	11.45	
168	152.5	91.0	55.5	1.64	4	4	1	5	2,1	3	65.0	87.5	5.90	14.8	0.08	86.3	2	307	4	1.74	72	10.98	
170	135.0	79.0	52.5	1.50	4	3	1	3	1,3	3	61.5	73.5	5.83	14.8	0.06	87.2	2	313	4	1.48	115	15.57	
175	160.2	87.0	58.0	1.50	4	4	1	5	2,1	3	64.3	95.9	5.83	15.2	0.08	87.0	1	337	4	1.59	86	13.88	
X	154.2	89.8	55.9	1.61							63.8	90.4	5.9	15.0	0.1	86.9		332.8			136.8	21.06	
σ	12.7	8.0	2.9	0.12							6.9	8.5	0.2	0.4	0.0	1.2		45.4			0.1	68.3	10.48
CV (%)	8.2	8.9	5.2	7.32							10.7	9.4	3.0	2.8	15.9	1.4		13.6			6.6	49.9	49.76
Mínimo	131.0	67.7	46.3	1.43	1	3	1	0	1,1	2	49.3	73.5	5.6	14.4	0.06	84.3	1	254.0	3	1.48	48.0	8.22	
Máximo	181.8	111.3	60.5	1.91	6	5	2	7	2,2	4	74.7	110.3	6.3	16.1	0.10	88.8	3	431.0	5	1.97	370	50.54	

3.1.4. Componentes principales y caracteres de mayor capacidad explicatoria

En el Cuadro 3.4 se muestra el eigenvalor (variancia explicada) y los porcentajes de variancia que esta explicada por los 10 primeros componentes principales (nuevas variables explicatorias), los 5 primeros componentes principales explican el 49.92% de la variación total y los 10 primeros componentes principales explican el 75.62 % de la variación.

Cuadro 3.4. Eigenvalor (variancia) de 10 componentes principales, porcentaje de variación total y acumulación porcentual, en la caracterización de 31 colecciones de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Componente principal Y _i	Eigenvalor $\sigma^2_{Y_i}$	Porcentaje %	Porcentaje acumulado %
CP1	6.600	13.47	13.47
CP2	5.534	11.29	24.76
CP3	4.534	9.25	34.02
CP4	4.314	8.80	42.82
CP5	3.479	7.10	49.92
CP6	3.171	6.47	56.39
CP7	2.761	5.64	62.03
CP8	2.588	5.28	67.31
CP9	2.167	4.42	71.73
CP10	1.905	3.89	75.62

En el Cuadro 3.5 se observan las contribuciones de cada uno de los caracteres a los componentes principales, expresado por el mayor valor absoluto del coeficiente de correlación simple entre carácter y componente principal. Los caracteres con mayor contribución a los 5 primeros componentes se observan en el Anexo 2 y se describen a continuación:

- Para el primer componente principal con un 13.47% de la variación total, los caracteres de mayor contribución son: cantidad de semillas en el fruto, espesor en el tercio inferior, medio y superior del cladodio, % humedad, % cladodios fruteros y no fruteros, pH, grados brix, número de frutos/planta, longitud y peso de fruto.
- Para el segundo componente principal con un 11.29% de la variación total, los caracteres de mayor contribución son: longitud de receptáculo, longitud de flor, tamaño de fruto, longitud de cladodio, rendimiento de frutos/planta, relación de largo/diámetro el receptáculo, peso de fruto, ancho de cladodio, número de pétalos, peso de pulpa, diámetro de fruto, número de frutos/planta y longitud de fruto.
- Para el tercer componente principal con un 9.25% de la variación total, los caracteres de mayor contribución son: longitud de estilo, formas de areolas, longitud de receptáculo, espesor del tercio superior e inferior del cladodio y longitud de flor.
- Para el cuarto componente principal con un 8.80% de la variación total, los caracteres de mayor contribución son: relación largo/ancho de cladodio, número de segmentos del estigma, diámetro de receptáculo, % cladodio de un año de edad, longitud de cladodio y número de frutos/cladodio.
- Para el quinto componente principal con un 7.10% de la variación total, los caracteres de mayor contribución son: relación largo/diámetro de ovario, longitud de ovario, cantidad de espinas, % humedad y relación largo/diámetro de fruto.

Cuadro 3.5. Caracteres de mayor capacidad explicatoria de los cinco Primeros componentes principales en tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Componente principal	Porcentaje	Caracteres	Coefficiente de correlación
Y _i	%	X _i	r _{X_iY_i}
CP1	13.47	S03 Cantidad de semilla en el fruto	0.6638
		C06 Espesor tercio inferior del cladodio (mm)	0.6482
		F16 Humedad del fruto (%)	0.6203
		C07 Cladodios fruticos (%)	0.6069
		C08 Cladodios no fruticos (%)	0.6069
		F13 pH	0.5892
		C04 Espesor tercio superior del cladodio (mm)	0.5889
		C05 Espesor tercio medio del cladodio (mm)	0.5783
		F14 Grados brix	0.5394
		P01 Frutos/planta	0.5179
		F02 Longitud de fruto (mm)	0.5171
		F01 Peso de fruto (g)	0.5049
		S04 Peso de 100 semillas (g)	0.4677
CP2	11.29	R02 Longitud de receptáculo (mm)	0.6590
		R01 Longitud de flor (mm)	0.6315
		F06 Tamaño de fruto	0.6239
		C02 Longitud de cladodio	0.6097
		P02 Rendimiento frutos/planta (kg)	0.5813
		R06 Relación largo/diámetro del receptáculo	0.5746
		F01 Peso de fruto (g)	0.5616
		C01 Ancho de cladodio (mm)	0.5264
		R11 Número de pétalos	0.5099
		F12 Peso de pulpa (g)	0.4856
		F03 Diámetro de fruto (mm)	0.4722
		P01 Frutos/planta	0.4632
		F02 Longitud de fruto (mm)	0.4473
CP3	9.25	R15 Longitud de estilo (mm)	0.6523
		R06 Relación largo/diámetro del receptáculo	0.5743
		C12 Forma de areolas	0.5496
		R02 Longitud de receptáculo (mm)	0.5358
		C04 Espesor tercio superior del cladodio (mm)	0.5030
		C06 Espesor tercio inferior del cladodio (mm)	0.4700
		R01 Longitud de flor (mm)	0.4483
CP4	8.80	C03 Relación largo/ancho de cladodio	0.7192
		R10 Número de segmentos del estigma	0.5810
		R03 Diámetro de receptáculo (mm)	0.5788
		C09 Cladodio de un año de edad (%)	0.4997
		C02 Longitud de cladodio (mm)	0.4586
		C10 Número de frutos/cladodio	0.4528
CP5	7.10	R09 Relación largo/diámetro de ovario	0.7992
		R07 Longitud de ovario (mm)	0.5738
		C11 Cantidad de espinas	0.4829
		F16 Humedad del fruto (%)	0.4607
		F04 Relación largo/diámetro de fruto	0.4519

3.1.5. Agrupamiento de accesiones

A. Con 30 caracteres discriminantes (12 de cladodio, 9 de flor y 9 de fruto)

El Gráfico 3.1, del dendograma de 31 colecciones de tuna morada se ha elaborado con 30 caracteres, a una distancia taxonómica de 1.32 de la escala del coeficiente; se formaron 9 morfotipos de tuna morada, que a continuación se describen:

Morfotipo I, formado por la colección 12; presenta caracteres como planta espinosa, cladodios de 460 y 220 mm de longitud y diámetro respectivamente, flores de 91.0 mm de longitud, receptáculo de 62.0 y 30.7 mm de longitud y diámetro respectivamente, número de pétalos 10, número de estambres 480, frutos con sabor dulce, tamaño grande, con peso de 162.0 g, forma oblongo, color rojo morado medio y cantidad de semillas intermedia.

Morfotipo II, formado por la colección 16; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 450.0 y 220.0 mm de longitud y diámetro, respectivamente; flores con longitud de 76.3 mm, receptáculo de 46.3 y 27.7 mm de longitud y diámetro respectivamente, número de pétalos 13, número de estambres 528, frutos con sabor dulce, tamaño muy grande, con peso de 181.8 g, forma oblongo, color rojo morado medio, cantidad de semillas intermedias.

Morfotipo III, formado por las colecciones 47 y 97; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 451.7 y 229.9 mm de longitud y diámetro, respectivamente; flores entre 44.6 a 63.7 mm de longitud, receptáculo de 26.0 a 42.0 mm de longitud y 23.5 a 27.0 mm de diámetro, número de pétalos de 13 a 14, número de estambres 528 a 596, frutos con sabor poco dulce a dulce, tamaño grande, con un peso de 158.7 g, forma ovoide y obcónico, color rojo morado medio y morado rojizo claro y cantidad de semillas abundante.

Morfotipo IV, formado por la colección 40; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 393.3 y 220.0 mm de longitud y diámetro, respectivamente, flores de longitud 86.3 mm, receptáculo de 57.7 y 30.7 mm de longitud y diámetro, respectivamente, número de pétalos 13, número de estambres 558, frutos con sabor dulce, tamaño grande, peso de 160.5 g, forma obcónico, color rojo morado claro y cantidad de semillas abundante.

Morfotipo V, formado por las colecciones 72, 83, 105, 116, 146, 147, 148, 151, 152, 154, 156, 158, 160, 161, 162, 164, 166, 168 y 175; presenta caracteres como planta sin espinas y espinosa, cladodios de longitud 328.3 a 485.0 mm y diámetro de 188.3 a 254.5 mm, flores de longitud de 69.0 a 91.0 mm, receptáculo cuya longitud es de 45.0 a 61.7 mm y diámetro de 27.3 a 34.0 mm, número de pétalos entre 9 a 13, número de estambres 437 a 572, frutos con sabor poco dulce a muy dulce, tamaño mediano a grande, peso entre 135.7 a 173.3 g, forma ovoide, oblongo,

obcónico y oblongo pedunculado; color entre rojo morado a morado rojizo claro y cantidad de semillas entre intermedia a muy abundante.

Morfotipo VI, formado por las colecciones 79, 80 y 81; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de longitud 422.5 a 437.5 mm y diámetro de 194.0 a 212.5 mm, flores de longitud 74.5a 113.0 mm, receptáculo de longitud 57.0 a 74.0 mm y diámetro 25.5 a 27.5 mm, número de pétalos es de 8 a 11, número de estambres 475 a 565, frutos con sabor dulce, tamaño mediano a grande, peso entre 143.0 a 160.5g, forma ovoide y oblongo, cuyo color varía entre rojo morado medio a oscuro, cantidad de semillas entre intermedia a abundante.

Morfotipo VII, formado por la colección 44; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 420.0 a 236.7 mm de longitud y diámetro respectivamente, flores de longitud 83.7mm, número de pétalos 14, número de estambres 545, frutos con sabor dulce, tamaño mediano, forma obcónico, peso de 136.3 g, color rojo morado medio y cantidad de semillas abundante.

Morfotipo VIII, formado por las colecciones 67A y 71; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 445.0 y 250.8 mm de longitud y diámetro, respectivamente, flores con longitud de 75.5 a 87.7 mm, número de pétalos 12 a 13, número de estambres 569 a 586, frutos con sabor poco dulce, tamaño mediano, peso de 131.5 g, forma ovoide y obcónico, color rojo morado medio y morado rojizo medio, cantidad de semillas intermedia y abundante.

Morfotipo IX, formado por la colección 170; presenta caracteres como planta sin espinas, cladodios de 370.0 a 200 mm de longitud y diámetro, respectivamente, flores de longitud 86.0 mm, número de pétalos 13, número de estambres 485, frutos con sabor dulce, tamaño mediano, peso de 135.0 g, forma oblongo, color rojo morado oscuro y cantidad de semillas abundante.

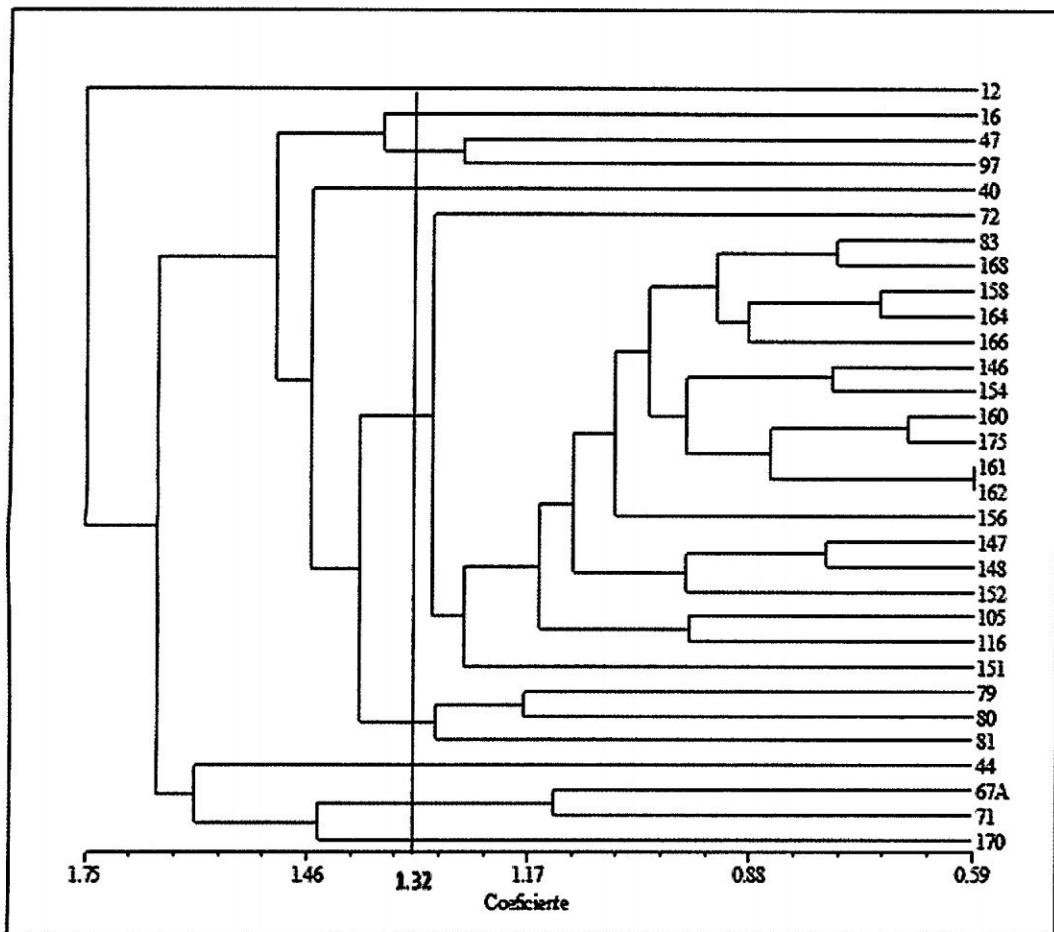











Gráfico 3.1. Dendrograma de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus Indica* L. Mill) según 30 caracteres de cladodio, flor y fruto.

Cuadro 3.6. Características de 9 morfotipos de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Grupo	N° Accesiones	Longitud de cladodio mm	Diámetro de cladodio mm	Longitud de flores mm	Longitud de receptáculo mm	Diámetro de receptáculo mm	Número de pétalos	Número de estambres	Sabor	Tamaño	Peso g	Figura de fruto
I	1	460.0	220.0	91.0	62.0	30.7	10	480	Dulce	Grande	162.0	 Acc. 12
II	1	450.0	220.0	76.3	46.3	27.7	13	528	Dulce	Muy grande	181.8	 Acc. 16
III	2	451.0	229.9	44.6 a 63.7	26.0 a 42.0	23.5 a 27.0	13 a 14	528 a 596	Poco Dulce Dulce	Grande	158.7	 Acc. 97
IV	1	393.3	220.0	86.3	57.7	30.7	13.0	558.00	Dulce	Grande	160.5	 Acc. 40

V	19	328.3 a 485.0	188.3 a 254.5	69.0 a 91.0	45.0 a 61.7	27.3 a 34.0	9 a 13	437 a 572	Poco Dulce Dulce	Mediano Grande	135.7 a 173.3	 Acc. 175
VI	3	422.5 a 437.5	194.0 a 212.5	74.5 a 113.0	57.0 a 74.0	25.5 a 27.5	8 a 11	475 a 565	Dulce	Mediano Grande	143.0 a 160.5	 Acc. 80
VII	1	420.0	236.7	83.7	54.7	33.7	14	545	Dulce	Mediano	136.3	 Acc. 44
VIII	2	445.0	250.8	75.5 a 87.7	54.0 a 58.7	67.7	12 a 13	569 a 586	Dulce	Mediano	131.5	 Acc. 67A
IX	1	370.0	200.0	86.0	51.5	27.5	13.0	485.0	Dulce	Mediano	135.0	 Acc. 170

B. Con 9 caracteres discriminantes (9 de fruto)

El Gráfico 3.2 presenta el dendograma de 31 colecciones de tuna morada con 9 caracteres de fruto, a una distancia taxonómica de 1.09 y 1.52; se formaron 5 morfotipos de tuna, que a continuación se describen:

Morfotipo I, formado por las colecciones 12, 80, 175, 160, 146, 154, 156, 161, 162, 47, 97, 81, 168, 83, 72, 16 y 105; siendo frutos de forma ovoide, oblongo, obcónico y oblongo "pedunculado"; de tamaño grande a muy grande, con peso total de 152.5 a 181.8 g, peso de pulpa 87.2 a 107.2 g, frutos poco dulce a muy dulce, longitud de fruto de 86.0 a 98.0 mm, diámetro de fruto 54.5 a 60.5 mm, color de pulpa entre rojo morado claro a morado rojizo claro y cantidad de semillas entre intermedia y abundante.

Morfotipo II, formado por las colecciones 147, 148, 152; siendo frutos de forma ovoide, oblongo y obcónico, tamaño grande, peso total de 154.7 a 173.3 g, peso de pulpa 87.7 a 110.3 g, frutos dulce a muy dulce, cuya longitud de 99.7 a 111.3 mm y diámetro de 53.7 a 58.3 mm, color de pulpa entre rojo morado claro a rojo morado medio y cantidad de semillas intermedia a muy abundante.

Morfotipo III, formado por las colecciones 79, 151, 116, 164, 166 y 158; con frutos de forma ovoide, oblongo y oblongo "pedunculado", tamaño mediano, peso total de 135.7 a 144.7 g, peso de pulpa 74.0 a 91.0 g, frutos dulce a muy dulce, con longitud de 83.3 a 91.7 mm y diámetro de 53.0 a 57.7 mm, color de pulpa entre rojo morado claro a morado rojizo claro y cantidad de semilla entre intermedia y abundante.

Morfotipo IV, formado por la colección 40; siendo fruto de forma obcónico, tamaño grande, con peso total de 160.5 g, peso de pulpa 95.8 g, sabor dulce, longitud de 67.7 mm, diámetro de 46.3 mm, color de pulpa rojo morado claro, cantidad de semilla abundante.

Morfotipo V, formado por las colecciones 44, 67A, 71 y 170; siendo frutos ovoides, oblongo y oblongo "pedunculado", de tamaño mediano, cuyo peso total es de 131.0 a 136.3 g, peso de pulpa 73.5 a 83.8 g, frutos poco dulce a dulce, con una longitud de 76.0 a 86.7 mm, diámetro de fruto 51.3 a 58.7 mm, color de pulpa entre rojo morado medio a morado rojizo medio, cantidad de semillas intermedia y abundante.

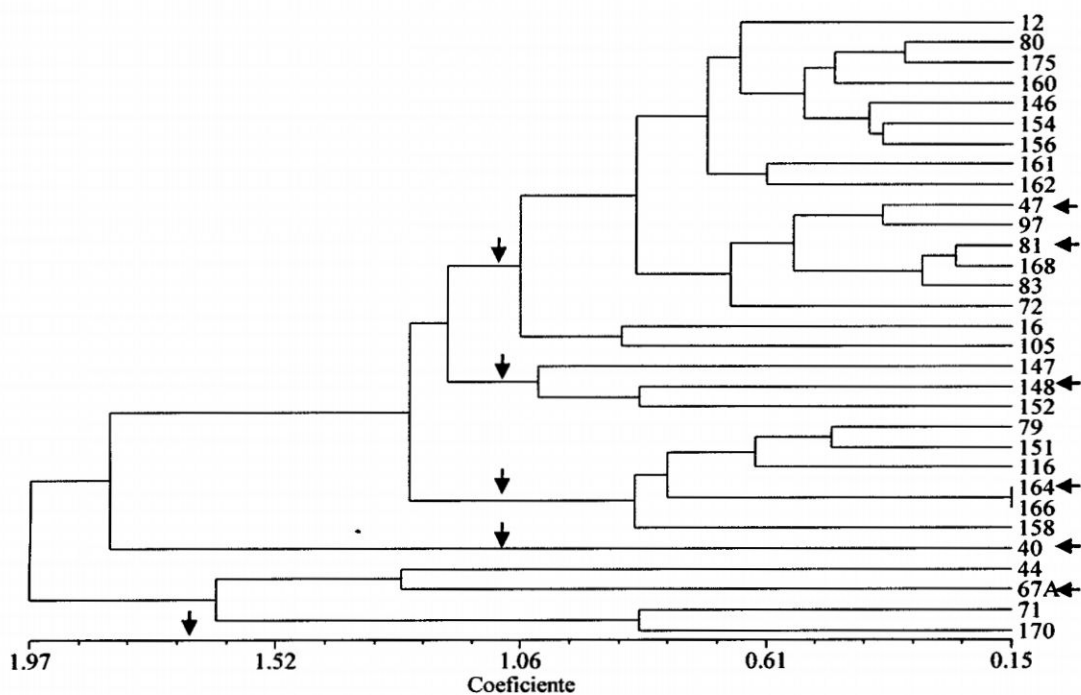




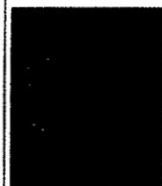


Gráfico 3.2. Dendrograma de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus Indica* L. Mill.) según 9 caracteres de fruto

Cuadro 3.7 Características de 5 grupos de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Grupo	N° Accesiones	Peso		Longitud mm F02	Diámetro mm F03	Relación L/D F04	Tamaño F06	Peso de pulpa		Humedad % F16	Cantidad de semillas		Peso de 100 semillas g S04	Figura de fruto
		g F01	g F05					g F12	g F13		Intermedia a Abundante	S03		
I	17	152.5 a 181.8		86.0 a 98.0	54.5 a 60.5	1.43 a 1.71	Grande a Muy grande	87.2 a 107.2		84.8 a 88.8	Intermedia a Abundante	1.56 a 1.97		
II	3	154.7 a 173.3		99.7 a 111.3	53.7 a 58.3	1.7 a 1.9	Grande	87.7 a 110.3		87.6 a 88.2	Intermedia a Abundante	1.56 a 1.76		
III	6	135.7 a 144.7		83.3 a 91.7	53.0 a 57.7	1.45 a 1.70	Mediano	74.0 a 91.0		86.7 a 88.3	Intermedia a Abundante	1.52 a 1.85		
IV	1	160.5		67.7	46.3	1.46	Grande	95.8		85.9	Abundante	1.81		
V	4	131.0 a 136.3		76.0 a 86.7	51.3 a 58.7	1.48 a 1.52	Mediano	73.5 a 83.8		84.3 a 87.2	Intermedia a Abundante	1.48 a 1.82		

3.2. CARACTERES QUIMICOS

En el Cuadro 3.8 se reporta 5 grupos de tuna morada (*Opuntia ficus indica*) de la cual se tomó muestras para realizar el análisis de betaninas siendo estos los siguientes resultados:

Grupo I formado por 17 colecciones cuyo pH está entre 5.60 a 6.20, grados brix entre 14.6 a 15.8, % acidez entre 0.06 a 0.11, contenido de betanina en la colección 47 es de 3.89 mg/100g y en la colección 81 es de 5.57 mg/100g.

Grupo II formado por 3 colecciones cuyo pH está entre 5.90 a 6.17, Grados brix entre 14.7 a 15.1, % acidez entre 0.06 a 0.09, contenido de betanina en la colección 148 es de 3.40 mg/100g.

Grupo III formado por 6 colecciones cuyo pH está entre 5.70 a 6.07, Grados brix entre 14.4 a 14.9, % acidez entre 0.06 a 0.09, contenido de betanina en la colección 164 es de 3.4 mg/100g.

Grupo IV formado por 1 colección cuyo pH es de 6.13, Grados brix 14.6, % acidez de 0.06 a 0.10, contenido de betanina en la colección 40 es de 2.16 mg/100g.

Grupo V formado por 4 colecciones cuyo pH está entre 5.83 a 6.33, Grados brix entre 14.5 a 16.1, % acidez entre 0.06 a 0.10, contenido de betanina en la colección 67A es de 8.05.

Cuadro 3.8. Caracteres químicos por grupo de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Grupo	N° Colecciones	pH		Grados brix		% Acidez		Betaninas F17	
		F13	F14	F15	F15	Colección	mg/100g		
I	17	5.60 a 6.20	14.6 a 15.8	0.06 a 0.11	47	3.89			
					81	5.57			
II	3	5.90 a 6.17	14.7 a 15.1	0.06 a 0.09	148	3.40			
III	6	5.70 a 6.07	14.4 a 14.9	0.06 a 0.09	164	3.40			
IV	1	6.13	15.0	0.08	40	2.16			
V	4	5.83 a 6.33	14.5 a 16.1	0.06 a 0.10	67A	8.05			

3.3. CARACTERES DE PRODUCTIVIDAD

El cuadro 3.9 de los cuadrados medios del análisis de variancia se trabajó a partir del Anexo 3; cuyos resultados nos permite señalar que existe diferencia altamente significativa entre colecciones para los cinco caracteres de rendimiento evaluados como es el números de cladodios fruteros/planta, número de frutos/cladodio, número de frutos/planta, peso de fruto y rendimiento de fruto/ha; siendo los coeficientes de variación de 20.97%, 11.52%, 22.01%, 3.6%, 23.14%, respectivamente.

Los coeficientes de variación para las diferentes características de productividad está dentro de los valores recomendables para el Diseño Completamente Randomizado.

Luego se ha realizado la prueba de Tukey (0.05) para el análisis detallado de los caracteres de productividad de la tuna morada.



Cuadro 3.9. Cuadrados medios del análisis de variancia de caracteres de Productividad de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	Cuadrados Medios				
		Nº cladodios fruteros/planta	Nº frutos/cladodio	Nº frutos/planta	Peso de fruto	Rendimiento de frutos/ha
Accesión	29	77.13 **	5.304 **	10749.7 **	407.04 **	232.30 **
Error	43	8.72	1.213	890.3	31.25	20.94
Total	72					
CV (%)		20.97	11.52	22.01	3.6	23.14
Promedio		14.08	9.56	135.53	155.18	19.77

3.3.1. Número de cladodios fruteros/planta

En el Cuadro 3.10 se muestra la prueba de Tukey para los promedios de cladodios fruteros/planta de las colecciones en estudio, siendo significativa la diferencia entre las colecciones 44, 67A, 160, 147, 83, 154, 164 y 105; cuyos promedios son 29.5, 13.5, 12.7, 9.5, 9.0, 8.3, 7.5, 4.7 g, respectivamente.

El número de cladodios fruteros/planta varía entre 4.7 a 29.5, los mayores valores del número de cladodios fruteros/planta correspondieron a 7 accesiones, (valores mayores o igual a 19), valores intermedios sin diferencia significativa corresponden a 9 accesiones (valores entre 13.5 a 16.5) y valores bajos sin diferencia significativa corresponden a 14 accesiones (valores menores o igual a 12.7).

Cuadro 3.10. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número de cladodios fruteros/planta en tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Accesión	Repeticiones	Nº cladodios fruteros	Tukey 0.05										
44	2	29.5	a										
16	3	24.0	a	b									
40	2	23.5	a	b	c								
97	2	23.5	a	b	c								
151	3	20.3	a	b	c	d							
47	2	19.5	a	b	c	d	e						
162	2	19.0	a	b	c	d	e	f					
80	2	16.5		b	c	d	e	f	g				
71	2	16.0		b	c	d	e	f	g				
79	2	16.0		b	c	d	e	f	g				
156	3	15.3		b	c	d	e	f	g	h			
161	3	15.3		b	c	d	e	f	g	h			
12	2	14.5		b	c	d	e	f	g	h			
116	3	14.3		b	c	d	e	f	g	h			
158	3	13.7		b	c	d	e	f	g	h			
67 ^a	2	13.5		b	c	d	e	f	g	h			
160	3	12.7			c	d	e	f	g	h			
170	2	11.5				d	e	f	g	h			
166	2	11.0				d	e	f	g	h			
72	3	11.0				d	e	f	g	h			
152	3	11.0				d	e	f	g	h			
146	2	11.0				d	e	f	g	h			
148	3	10.0				d	e	f	g	h			
147	2	9.5				d	e	f	g	h			
175	3	9.0					e	f	g	h			
83	2	9.0					e	f	g	h			
168	2	8.5						f	g	h			
154	3	8.3						f	g	h			
164	2	7.5							g	h			
105	3	4.7								h			

3.3.2. Número de frutos/cladodio

En el Cuadro 3.11 de la prueba de Tukey para el número de frutos/cladodio de las colecciones en estudio se deduce que existe una diferencia significativa entre las colecciones 44, 166, 72 y 79 cuyos promedios son 12.5, 7.5, 6.3 y 6.0 frutos/cladodio, respectivamente.

El número de frutos/cladodio varía entre 6.0 a 12.5, los mayores valores del número de frutos/cladodio correspondieron a 8 accesiones, (valores mayores o igual a 10.3), valores intermedios sin diferencia significativa corresponden a 19 accesiones (valores entre 8.5 a 10.0) y valores bajos sin diferencia significativa corresponden a 3 accesiones (valores menores o igual a 7.5)

Los datos obtenidos difieren con los datos que reporta Quispe (2003) en Caracterización Morfológica de *Opuntia spp* en la localidad de Huanta.

Cuadro 3.11. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número de frutos/cladodio en tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Accesión	Repeticiones	Nº frutos/cladodio	Tukey 0.05			
44	2	12.5	a			
154	3	12.0	a			
156	3	11.7	a			
116	3	11.3	a	b		
16	3	11.0	a	b		
152	3	10.7	a	b		
164	2	10.5	a	b		
105	3	10.3	a	b	c	
71	2	10.0	a	b	c	d
162	2	10.0	a	b	c	d
170	2	10.0	a	b	c	d
97	2	10.0	a	b	c	d
175	3	9.7	a	b	c	d
151	3	9.7	a	b	c	d
160	3	9.3	a	b	c	d
161	3	9.3	a	b	c	d
83	2	9.0	a	b	c	d
12	2	9.0	a	b	c	d
47	2	9.0	a	b	c	d
147	2	9.0	a	b	c	d
67A	2	9.0	a	b	c	d
158	3	9.0	a	b	c	d
148	3	8.7	a	b	c	d
40	2	8.5	a	b	c	d
146	2	8.5	a	b	c	d
168	2	8.5	a	b	c	d
80	2	8.5	a	b	c	d
166	2	7.5		b	c	d
72	3	6.3			c	d
79	2	6.0				d

3.3.3. Número de frutos/planta

En el cuadro 3.12 de la prueba de Tukey para el número de frutos/planta de las colecciones en estudio, se deduce que existe una diferencia significativa entre las colecciones 44, 71, 12, 146, 148, 83, 168, 72 y 105 cuyos promedios son 369.5, 160.0, 129.0, 92.5, 86.0, 82.0, 72.0, 67.7, 48.0 frutos/planta, respectivamente.

El número de frutos/cladodio varía entre 48.0 a 369.5, los mayores valores del número de frutos/planta correspondieron a 2 accesiones, (valores mayores o igual a 260.3), valores intermedios sin diferencia significativa corresponden a 8 accesiones (valores entre 160.0 a 235.0) y valores bajos sin diferencia significativa corresponden a 20 accesiones (valores menores o igual a 144.7)

Cuadro 3.12. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el número frutos/planta en tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

Accesión	Repeticiones	Nº frutos/planta	Tukey 0.05									
44	2	369.5	a									
16	3	260.3	a b									
97	2	235.0	b c									
40	2	201.5	b c d									
151	3	196.3	b c d e									
162	2	190.0	b c d e f									
156	3	178.7	b c d e f g									
47	2	176.0	b c d e f g h									
116	3	160.7	b c d e f g h									
71	2	160.0	b c d e f g h									
161	3	144.7	c d e f g h i									
80	2	139.5	c d e f g h i									
12	2	129.0	c d e f g h i									
158	3	122.0	d e f g h i									
67A	2	121.0	d e f g h i									
160	3	117.3	d e f g h i									
152	3	115.7	d e f g h i									
170	2	115.0	d e f g h i									
154	3	100.0	d e f g h i									
79	2	94.0	d e f g h i									
146	2	92.5	d e f g h i									
175	3	86.0	e f g h i									
148	3	86.0	e f g h i									
147	2	84.0	f g h i									
166	2	82.5	f g h i									
83	2	82.0	f g h i									
164	2	78.5	g h i									
168	2	72.0	g h i									
72	3	67.7	h i									
105	3	48.0	i									

3.3.4. Peso de fruto

En el Cuadro 3.13 de la prueba de Tukey para el peso de frutos de las colecciones en estudio, nos permite mencionar que existe una diferencia significativa entre las colecciones 16, 152, 168, 158, 116, 164, 166, 44, 170 y 71 cuyos promedios son 181.8, 154.7, 152.5, 144.7, 144.3, 142.5, 139.0, 136.8, 135.0 y 132.0 expresado en g, respectivamente.

El peso de fruto varía entre 132.0 a 181.8 g, los mayores valores del peso de fruto correspondieron a 9 accesiones, (valores mayores o igual a 162.3 g), valores intermedios sin diferencia significativa corresponden a 10 accesiones (valores entre 154.7 a 160.5 g) y valores bajos sin diferencia significativa corresponden a 11 accesiones (valores menores o igual a 152.5)

Estos resultados se encuentran dentro de los valores que reporta Condeña (2003), Quispe (2000); mientras que difiere con los valores que reporta Barzola y Huamaní (1985) citado por Alarcón (2006)

Cuadro 3.13. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) para el peso de fruto en tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho

Accesión	Repeticiones	Peso de fruto g	Tukey 0.05
16	3	181.8	a
147	2	175.0	a b
105	3	171.0	a b c
40	2	165.1	a b c d
72	3	165.0	a b c d e
156	3	164.7	a b c d e
148	3	163.9	a b c d e
162	2	162.5	a b c d e f
160	3	162.3	a b c d e f
80	2	160.5	b c d e f
175	3	160.2	b c d e f
12	2	160.0	b c d e f
154	3	158.9	b c d e f g
47	2	158.7	b c d e f g
97	2	158.5	b c d e f g
161	3	157.6	b c d e f g
146	2	157.0	b c d e f g h
83	2	156.5	b c d e f g h
152	3	154.7	b c d e f g h i
168	2	152.5	c d e f g h i j
158	3	144.7	d e f g h i j
116	3	144.3	e f g h i j
79	2	143.0	f g h i j
164	2	142.5	f g h i j
166	2	139.0	g h i j
44	2	136.8	h i j
151	3	135.7	i j
170	2	135.0	i j
67A	2	132.3	j
71	2	132.0	j

3.3.5. Rendimiento de frutos de tuna morada

En el cuadro 3.14 de la prueba de Tukey para el rendimiento de frutos/planta (kg/planta) y/o el rendimiento de frutos/hectáreas (tn/ha) de las colecciones en estudio, se deduce que existe una diferencia significativa entre las colecciones 44, 156, 12, 170, 83, 166, 168, 105 cuyos promedios de rendimiento de frutos/hectárea son 47.642, 27.687, 19.452, 14.677, 12.089, 10.789, 10.350, 7.748 tn/ha, respectivamente.

El rendimiento de frutos (kg/ha) varía entre 7.748 a 47.642 tn/ha, los mayores valores del rendimiento correspondieron a 4 accesiones, (valores mayores o igual a 31.238 tn/ha), valores intermedios sin diferencia significativa corresponden a 15 accesiones (valores entre 14.677 a 29.034 tn/ha) y valores bajos sin diferencia significativa corresponden a 11 accesiones (valores menores o igual a 13.861 tn/ha)

**Cuadro 3.14. Prueba de Tukey para el rendimiento de frutos en tuna morada
(*Opuntia ficus indica* L. Mill.) Canaán 2735 msnm, Ayacucho**

Colección	Repeticiones	Rendimiento (kg/planta)	Rendimiento (tn/ha)	Tukey 0.05
44	2	50.541	47.642	a
16	3	47.301	44.588	a b
97	2	37.245	35.109	a b c
40	2	33.139	31.238	a b c d
162	2	30.800	29.034	b c d e
156	3	29.372	27.687	b c d e f
47	2	27.939	26.336	c d e f g
151	3	26.675	25.145	c d e f g
116	3	23.200	21.869	c d e f g h
161	3	22.730	21.426	c d e f g h
80	2	22.383	21.100	c d e f g h
71	2	21.120	19.909	c d e f g h
12	2	20.636	19.452	c d e f g h
160	3	19.157	18.058	d e f g h
152	3	17.903	16.876	d e f g h
158	3	17.650	16.637	d e f g h
67 ^a	2	16.063	15.142	d e f g h
154	3	15.983	15.066	d e f g h
170	2	15.570	14.677	d e f g h
147	2	14.704	13.861	e f g h
146	2	14.511	13.679	e f g h
148	3	14.181	13.368	e f g h
175	3	13.879	13.083	e f g h
79	2	13.438	12.668	e f g h
83	2	12.824	12.089	e f g h
166	2	11.446	10.789	f g h
164	2	11.177	10.536	g h
72	3	11.168	10.528	g h
168	2	10.980	10.350	g h
105	3	8.220	7.748	h

3.3.6. Asociación entre caracteres de productividad

La asociación entre caracteres de productividad, medido mediante el coeficiente de correlación (cuadro 3.15), señala que el rendimiento de frutos (tn/ha) está asociado con alta significación estadística con los caracteres número de cladodios fruteros/planta, número de frutos/cladodio y número de frutos/planta, este resultado explica que a mayor valor de los caracteres asociados mayor será el rendimiento de frutos, es el caso de la colección 44 (mayores valores de caracteres asociados) que tiene el rendimiento más alto (47.642 tn/ha) y la colección 105 (menores valores de caracteres asociados) que tiene el rendimiento más bajo (7.748 tn/ha), sin embargo la accesión 105 tiene un alto peso de fruto (171.0 g) y la colección 44 tiene uno de los menores pesos de fruto (136.8 g) pero este carácter no está asociado al rendimiento.

Cuadro 3.15. Coeficientes de correlación simple entre caracteres de productividad de 31 accesiones de tuna morada (*Opuntia ficus indica* L. Mill) Canaán 2735 msnm, Ayacucho.

	Nº Cladodios fruteros/planta Y1	Nº de frutos/cladodio Y2	Nº de frutos/planta Y3	Peso de fruto g Y4	Rendimiento de frutos tn/ha Y5
Y1		0.088	0.929 **	-0.073	0.912 **
Y2			0.424 **	0.042	0.416 **
Y3				-0.059	0.975 **
Y4					0.136

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- 1) Los 10 primeros componentes principales representan el 75.62 % de la variación total, y los 5 primeros componentes principales representan el 49.92% cuando se analizan 49 caracteres de cladodio, flor y fruto.
- 2) En la caracterización morfológica de 31 colecciones de tuna morada considerado 30 caracteres morfológicos de cladodio, flor y fruto, se formaron 9 morfotipos de tuna morada, siendo el morfotipo I con 1 colección, morfotipo II con 1 colección, morfotipo III con 2 colecciones, morfotipo IV con 1 colección, morfotipo V con 19 colecciones, morfotipo VI con 3 colecciones, morfotipo VII con 1 colección, morfotipo VIII con 2 colecciones, morfotipo IX con 1 colección.

- 3) Los caracteres que contribuyeron a la variación son: longitud y diámetro de cladodio, % cladodios fruteros y no fruteros, número de frutos/cladodio, longitud de flor, longitud y diámetro de receptáculo, número de segmentos del estigma, número de pétalos, peso de fruto, longitud y diámetro de fruto, tamaño, peso de pulpa, cantidad de semillas.
- 4) En la caracterización morfológica de 31 colecciones de tuna morada considerado 9 caracteres de fruto, se obtuvo 5 morfotipos de tuna morada; siendo el morfotipo I con 17 colecciones cuyo fruto son de forma oblongo, tamaño grande a muy grande, peso de fruto 152.5 a 181.8 g, peso de pulpa 87.2 a 107.2 g, poco dulce a muy dulce; morfotipo II con 3 colecciones cuyo frutos son ovoide, tamaño grande, peso de fruto 154.7 a 173.3g, peso de pulpa 87.7 a 110.3 g, dulce a muy dulce; morfotipo III con 6 colecciones, fruto de forma ovoide y cónico, tamaño mediano, peso de fruto 135.7 a 144.7 g, peso de pulpa 74.0 a 91.0 g, dulce a muy dulce; morfotipo IV con 1 colección, fruto de forma ovoide, tamaño grande, peso de fruto 160.5 g, peso de pulpa 95.8 g, sabor dulce; morfotipo V con 4 colecciones, fruto de forma ovoide y cónico, de tamaño mediano, peso de fruto 131.0 a 136.3 g, peso de pulpa 73.5 a 83.8 g, sabor poco dulce a dulce.
- 5) El contenido de betalaina en la colección 67A es de 8.05 mg/100g de pulpa siendo mayor con respecto a las otras colecciones. Esta

colección es considerada como promisorio, debido a su mayor contenido de betalaina.

- 6) El pH varía de 5.6 a 6.3, grados Brix de 14.4 a 16.1, % humedad 84.3 a 88.8 y % acidez varia de 0.06 a 0.11 %.
- 7) Los caracteres de productividad tienen diferencia altamente significativa entre las accesiones; el carácter de cladodios fruteros/planta está entre 4.7 a 29.5; número de frutos/cladodio de 6 a 12.5; número de frutos/planta de 48 a 369.5 frutos; peso de fruto de 132.0 a 181.8 g y rendimiento de tuna morada de 8.22 a 50.54 kg/planta y un rendimiento de 7.74 a 47.64 tn/ha.
- 8) Las colecciones más importantes que presentan mayor peso y buen sabor (dulce y muy dulce) para su comercialización son las colecciones 16, 40, 47, 80, 156, 160, 161; con pesos de: 181.8, 160.5, 158.9, 160.5, 164.7, 162.3, 157.6 g.

4.2 RECOMENDACIONES

- 1) Determinar el contenido de betanina (betaxantinas y betacianinas) en las diferentes colecciones de tuna del banco de Germoplasma del INIA – Ayacucho y nuevas colecciones de tuna morada.

RESUMEN

La caracterización morfológica de tuna morada (*Opuntia ficus indica*) se realizó en el Banco de Nacional de Germoplasma de Tunas del INIA – Ayacucho a 2735 msnm, entre los años 2011 a 2012. El objetivo fue evaluar características morfológicas, productivas de 31 colecciones de tuna morada mediante el uso de descriptores y técnicas de medición y determinar el contenido de betalainas con colecciones promisorias.

En los análisis de 30 caracteres de cladodio, flor y fruto, los caracteres que más contribuyen a la variación son: longitud y ancho de cladodio, espesor del tercio superior, medio e inferior del cladodio, % cladodios fruteros y no fruteros, número de frutos/cladodio, peso de fruto, peso de pulpa, tamaño de fruto, longitud y diámetro de fruto, %humedad, pH, grados brix, cantidad de semilla, peso de 100 semillas, longitud de flor, longitud de receptáculo, número de pétalos, relación largo/diámetro del receptáculo. Mediante el fenograma y a una distancia taxonómica de 1.32 se formaron 9 morfotipos: el morfotipo I formado por 12 colecciones, morfotipo II por 1 colección, morfotipo III por 2 colecciones, morfotipo IV por 1 colección, morfotipo V por 19 colecciones, morfotipo VI por 3 colecciones, morfotipo VII por 1 colección, morfotipo VIII por 2 colecciones, morfotipo IX por 1 colección; estos morfotipos muestran diferencias entre grupos y similitudes entre muestras integrantes de un morfotipo.

Cuando se considera 9 caracteres de fruto se tiene 5 morfotipos de las cuales el Morfotipo I formado por las colecciones 12, 80, 175, 160, 146,

154,156, 161, 162, 47, 97, 81, 168, 83, 72, 16, 105; siendo el fruto oblongo, con peso de 152.5 a 181.8 g, longitud de fruto de 86.0 a 98.0 mm, diámetro de fruto 54.5 a 60.5 mm, poco dulce a muy dulce; Morfotipo II, formado por las colecciones 147, 148, 152; siendo el fruto ovoide, peso de fruto 154.7 a 173.3 g, longitud de 99.7 a 111.3 mm y diámetro de 53.7 a 58.3 mm, fruto dulce a muy dulce; Morfotipo III, formado por las colecciones 79, 151, 116, 164, 166, 158; siendo el fruto de forma ovoide y cónico, con peso de 135.7 a 144.7 g, longitud de fruto de 83.3 a 91.7 mm y diámetro de 53.0 a 57.7 mm, fruto dulce a muy dulce; Morfotipo IV, formado por las colección 40; siendo el fruto de forma ovoide, peso de fruto de 160.5 g, longitud de 67.7 mm, diámetro de 46.3 mm, sabor dulce; Morfotipo V, formado por las colecciones 44, 67A, 71, 170; siendo fruto ovoide y cónico, peso de 131.0 a 136.3 g, longitud de 76.0 a 86.7 mm, diámetro de 51.3 a 58.7 mm, fruto poco dulce a dulce.

Para la determinación de betanina se tomó algunas muestras representativas de cada grupo para sus respectivos análisis obteniéndose con la colección 67A un 8.05 mg/100g, siendo el mayor contenido de betalaina con respecto a otras colecciones como es la colección 40 con un 2.16mg/100g.

En los caracteres de productividad se ha encontrado diferencia significativa en: números de cladodios fruteros/planta, número de frutos/cladodio, número de frutos/planta, peso de fruto y Rendimiento de frutos/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AVENDAÑO T., E. Conociendo la Cadena Productiva de Tuna y Cochinilla. SOLID. [en línea]. Ayacucho; 2008. [fecha de acceso 5 de enero del 2014] disponible en:
<http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Conociendo%20la%20cadena%20productiva%20de%20la%20tuna%20y%20cochinilla%20en%20Ayacucho.pdf>
2. ALARCÓN G., K. Caracterización Físico-Química de Frutos de (*Opuntia ficus Indica*) del Banco Nacional de Germoplasma de Tunas del INIA, Huanchacc – Ayacucho.[Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2006.
3. ALVAREZ C. J. Cultivo de la tuna y crianza de cochinilla. Perú: INIA; 1997.
4. ARONES Q., R. “Estudio Preliminar del efecto de la temperatura, contenido de azúcares y Estados de Madurez en la conservación de la Tuna Fruta en Atoq pampa a 2650 msnm”. [Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 1998.
5. ASTRID G., G. Las Antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos. [en línea]. Colombia; 2008. [fecha de acceso 21 de julio del 2014] disponible en:
<http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v13n3/v13n3a2.pdf>
6. BORREGO F. y BURGOS N. Manual Técnico de Producción: Tuna, Cochinilla y Carmín. Producción, Manejo, Costos y Mercado. Lima: FONDE; 1999.

7. CANTWELL M. Agroecología Cultivo y Usos del Nopal: Manejo Postcosecha de Tuna y Nopalitos. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. México; 1999.
8. CARTAYA O., R. Flavonoides: Características químicas y aplicaciones. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. [en línea]. La Habana, Cuba; 2001. [fecha de acceso 20 de julio del 2014] disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215009001.pdf>
9. CASTILLO G.,I. Estabilidad de betalaínas en una mezcla seca para bebidas refrescantes, a base de pulpa y extracto de tuna púrpura (*Opuntia ficus-indica*) microencapsuladas. [en línea]. Universidad de Chile. [tesis]. Chile; 2013. [fecha de acceso 21 de julio del 2014] disponible en:
http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113994/castillo_ic.pdf?sequence=1
10. CCAICURI S., E. Cultivo de la Tuna, perspectiva de Desarrollo Comercial en la Provincia de Paúcar de Sara Sara(C.C. San Sebastián de Sacraca). [Diapositiva]. Perú: Agencia Agraria Paucar de Sara Sara – Gobierno Regional Ayacucho; 2012. 49 diapositivas.
11. CCAICURI S., E. Importancia de la Tuna en la Alimentación Humana y otros usos. [Diapositivas]. Perú: Agencia Agraria Paucar de Sara Sara – Gobierno Regional Ayacucho; 2012. 27 diapositivas.

12. CHIRINOS G., S. "Obtención de Colorantes a partir de la Tuna (*Opuntia ficus indica*) variedad morada". [Tesis]. Lima [Perú], Universidad Nacional Agraria la Molina; 1994.
13. CONDEÑA A., F. Manejo Integral de la Tuna y Cochinilla para Valles Interandinos de la Sierra Peruana. UNSCH. Ayacucho; 1997.
14. CONDEÑA A., F. Manejo de Cosecha y Postcosecha de Tuna Fruta en Ayacucho. UNSCH – IDESI. Ayacucho; 2003.
15. CORIA C., Y. Cambios en la Actividad Antioxidante de Betacianina en presencia de otros componentes alimentarios. [en línea]. Congreso; XXVIII Congreso Argentino de Química; 2010. [fecha de acceso 27 de julio del 2014] disponible en:
http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=21218&inst=yes&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=951857
16. CUSI Q., A. Obtención de colorantes a partir de tuna fruto".[Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2006.
17. DIAZ V., I. Cultivo de la tuna para la producción de cochinilla. [Diapositivas]. Perú: Agroinca PPX – Grupo Inca; 2012. 65 diapositivas.
18. HENRY B. Colorantes Naturales en cultivos. Editorial AVI. USA; 1992.
19. INIA. El cultivo de la Tuna, Aspectos de la Producción, Manejo Postcosecha y Comercialización". Ministerio de Agricultura,

- Comisión Nacional de Fruticultura, Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima; 1998.
20. JENSEN y SALISBURY 1988. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México; 1988.
 21. MENDEZ G.,S y GARCIA H.,J. La Tuna: Producción y Biodiversidad. CONABIO. Biodiversitas [en línea]; 2006. [fecha de acceso 05 de enero del 2014] disponible en:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv68art1>.
 22. MENDOZA M., C. Las antocianinas del maíz: su distribución en la planta y producción. Montecillo. [en línea]. México 2012. [fecha de acceso 27 de julio del 2014] disponible en:
http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1709/Mendoza_Mendoza_CG_MC_Genetica_2012.pdf?sequence=1
 23. NERD, A. y MIZRAHI, Y .Agroecología Cultivo y Usos del Nopal: Biología reproductiva. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma; 1999.
 24. PALOMINO M., R. El cultivo de Tuna (*Opuntia ficus - indica*. L. Miller) y propagación de cochinilla. Instituto de Investigación "IIFCA" – Programa de Frutales y Elaboración de Licores "PROFEL". Ayacucho; UNSCH; 1989.
 25. PALOMINO M., R. Diagnóstico de la Cosecha y Manejo Post Cosecha de la Tuna (*Opuntia ficus - indica* L. Miller), Instituto de Investigación "IIFCA" – Programa de Frutales y Elaboración de Licores "PROFEL". Ayacucho; UNSCH; 1996.

26. PIMIENTA B., E. El nopal Tunero. Estudio de la FAO en la Producción y Protección Vegetal – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Universidad de Guadalajara. Departamento de investigación Científica y superación Académica. México; 1990.
27. PIMIENTA B., E. Agroecología, cultivo y uso del nopal. Estudio de la FAO en la Producción y Protección Vegetal – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Instituto di Coltivazoni Arboree Università Degli Stui di Palermo. Editado por Giuseppe Barbera y Paolo Inglese. México; 1990.
28. PIMIENTA B., E. y MUÑOZ U., A. Domesticación de nopales tuneros (*Opuntia spp*) y descripción de las principales variedades cultivadas. Estudio FAO Producción Y Protección vegetal. Roma; 1999.
29. TINEO C., J. "Manejo del Banco de Germoplasma de Tuna en Ayacucho. [Diapositivas]. Ayacucho: Instituto Nacional de Investigación Agraria; 2010. 30 diapositivas.
30. QUISPE C., A. Caracterización Morfológica de *Opuntia spp* del Banco Nacional de Germoplasma de tunas del INIA - Ayacucho". [Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2003.
31. QUISPE H. Evaluación comparativa de tres estados de madurez de la tuna fruta en tres pisos altitudinales del distrito de Colca – Fajardo – Ayacucho". [Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2000.

32. SAENZ H., C. Elaboración de alimentos y obtención de subproductos funcionales de *Opuntia spp.* Universidad Autónoma de Chapingo. México; 2004.
33. SAENZ H., C. y SEPÚLVEDA E. Alternativas de industrialización de la Tuna. México 1993.
34. SCHEINVAR, L. Agroecología, cultivos y usos del nopal. Taxonomía de las *Opuntias* utilizadas. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal. Roma 1999.
35. SUDZUKI H., F. Agroecología Cultivo y Usos del Nopal. Anatomía y Morfología del Nopal. Estudio de la FAO en la Producción y Protección Vegetal – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. México 1999.
36. VILLALOBOS C., F. "Evaluación y Caracterización de la tuna amarilla espinosa (*Opuntia ficus indica spp. Megacantha*). [Tesis]. Ayacucho [Perú], Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2003.

ANEXO

Anexo 1. Matriz básica de 50 caracteres de 31 colecciones de tuna morada (*Opuntia ficus indica*)

N°	Ardo de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Medida/Ardo de espino (cm)	Espar de espino del lado (cm)	Espar de espino del otro lado (cm)	% de espino a un lado	% de espino a otro lado	% de espino a un lado y otro	% de espino a otro lado y otro	Número de espinos	Grado de espino	Fornas de espino	Longitud de flor (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Medida de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Número de espinos	Número de espinos	Número de espinos	Número de espinos	Medida de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)	Longitud de espino (cm)
12	220.0	460.0	2.1	24.67	22.33	34.67	52.95	47.05	40.19	9	5	1	91.0	62.0	30.7	29.0	33.3	2.02	22.0	5.7	3.88	8	10	480	16.0							
16	220.0	450.0	2.0	21.00	22.67	31.33	48.39	51.61	37.37	11	0	1	76.3	46.3	27.7	30.0	33.7	1.67	18.0	6.7	2.70	10	13	528	16.7							
40	220.0	393.3	1.8	18.00	21.67	26.33	40.30	59.70	46.58	9	0	3	86.3	57.7	30.7	28.7	45.0	1.88	17.3	6.3	2.74	11	13	558	15.3							
44	236.7	420.0	1.8	16.67	22.00	29.67	56.52	43.48	35.65	12	0	2	83.7	54.7	33.7	29.0	35.7	1.62	17.7	7.8	2.26	9	14	545	15.7							
47	233.3	443.3	1.9	20.00	21.00	29.33	45.37	54.63	42.13	10	0	5	63.7	42.0	27.0	21.7	35.7	1.56	18.3	5.0	3.67	9	14	596	15.3							
67A	246.7	430.0	1.7	22.33	23.33	31.00	64.76	35.24	36.90	9	0	1	87.7	58.7	29.0	29.0	32.3	2.02	13.7	5.3	2.56	11	12	569	18.3							
71	255.0	460.0	1.8	17.50	16.50	27.50	62.77	37.23	36.67	10	0	2	75.5	54.0	27.5	21.5	35.5	1.96	17.5	5.5	3.18	10	13	586	14.5							
72	226.7	456.7	2.0	14.00	14.00	20.33	44.84	55.16	43.06	6	0	2	76.7	45.7	30.0	31.0	35.3	1.52	12.3	6.7	1.85	9	9	512	15.3							
79	194.0	437.5	2.3	12.00	14.00	20.00	39.44	60.56	49.49	6	0	1	79.0	57.0	27.5	22.0	36.5	2.07	17.5	6.0	2.92	8	8	522	17.0							
80	205.5	432.5	2.1	13.00	13.50	17.50	62.28	37.72	34.85	9	0	2	74.5	58.5	26.5	16.0	31.0	2.21	19.0	7.0	2.71	9	11	565	14.5							
81	212.5	422.5	2.0	14.00	16.50	19.50	38.53	61.47	60.71	7	0	1	113.0	74.0	25.5	39.0	25.5	2.90	16.0	5.0	3.20	9	10	475	21.0							
83	210.0	413.3	2.0	14.67	16.00	20.67	35.90	64.10	48.33	9	0	3	69.0	45.3	27.7	23.7	32.0	1.64	15.3	5.7	2.71	8	11	516	18.0							
97	226.5	460.0	2.0	12.00	15.00	20.50	55.26	44.74	40.83	10	0	2	44.6	26.0	23.5	18.6	31.0	1.11	16.0	6.0	2.67	10	13	528	21.0							
105	188.3	328.3	1.7	15.67	18.00	21.67	45.77	54.23	34.17	10	0	2	91.0	60.3	30.0	30.7	33.0	2.01	17.3	7.3	2.36	12	11	457	18.3							
116	220.0	386.7	1.8	14.00	16.00	19.00	42.75	57.25	39.43	11	0	2	89.3	61.7	32.0	27.7	37.7	1.93	18.7	7.3	2.55	10	10	495	18.7							
146	228.3	400.0	1.8	14.67	16.33	22.33	38.76	61.24	31.22	8	0	3	76.0	48.3	29.7	27.7	37.7	1.63	20.0	5.7	3.53	10	12	516	15.0							
147	250.0	415.0	1.7	14.33	15.67	20.00	52.17	47.83	26.35	9	0	3	87.7	57.3	31.3	30.3	43.3	1.83	20.2	7.7	2.64	11	13	475	18.0							
148	253.3	416.7	1.6	14.67	18.33	24.00	45.37	54.63	38.73	9	0	3	89.0	57.3	29.0	31.7	38.0	1.98	16.3	5.3	3.06	10	13	524	18.7							
151	205.0	397.3	1.9	15.00	17.67	21.00	48.35	51.65	37.21	10	5	4	86.0	57.3	27.3	28.7	46.3	2.10	18.3	6.0	3.06	9	12	452	17.0							
152	231.0	405.0	1.8	14.00	16.33	21.00	67.25	32.75	31.11	11	0	3	78.7	54.7	31.0	24.0	38.3	1.76	17.0	5.3	3.19	9	13	471	15.0							
154	233.3	440.0	1.9	15.33	17.67	22.67	27.61	72.39	42.77	12	0	3	84.7	50.0	28.7	34.7	45.3	1.74	17.0	5.7	3.00	10	12	549	17.7							
156	234.3	461.7	2.0	13.67	16.00	20.67	37.53	62.47	57.70	12	0	3	85.3	57.0	29.3	28.3	38.3	1.94	16.0	6.3	2.53	9	12	572	16.3							
158	201.0	399.3	2.0	14.00	15.67	17.33	38.37	61.63	50.83	9	0	3	86.0	57.7	32.0	28.3	40.0	1.80	17.3	6.3	2.74	10	12	498	16.3							
160	245.7	424.3	1.7	14.33	18.33	21.00	54.23	45.77	28.79	9	0	3	82.3	50.7	33.3	31.7	37.0	1.52	16.7	6.3	2.63	10	12	512	16.3							
161	253.3	452.7	1.8	13.00	15.00	19.33	50.73	49.27	42.42	9	0	3	83.7	50.0	29.3	33.7	43.7	1.70	15.3	6.3	2.42	9	13	481	16.3							
162	254.5	485.0	1.9	14.00	16.00	20.00	51.35	48.65	39.52	10	0	3	78.5	45.0	27.5	33.5	33.5	1.64	14.5	5.0	2.90	10	12	512	15.0							
164	236.0	447.0	1.9	14.00	15.67	19.33	39.10	60.90	41.75	10	0	3	85.3	53.0	30.7	32.3	44.7	1.73	16.3	6.3	2.58	11	13	528	16.7							
166	217.0	383.3	1.8	12.33	14.00	17.67	54.94	45.06	44.04	8	0	3	84.0	52.3	34.0	31.7	35.7	1.54	18.3	5.7	3.24	9	10	497	16.3							
168	202.5	395.0	2.0	12.50	15.00	19.50	53.13	46.88	39.29	9	0	2	86.5	52.5	28.0	34.0	42.5	1.88	19.0	7.5	2.53	9	11	543	16.5							
170	200.0	370.0	1.9	14.50	16.00	19.00	65.46	34.54	25.00	10	0	3	86.0	51.5	27.5	34.5	46.0	1.87	17.5	6.0	3.50	9	13	485	15.5							
175	226.7	380.0	1.7	14.33	16.33	19.00	50.32	49.68	29.49	10	0	2	85.0	51.0	27.7	34.0	36.3	1.84	16.0	6.3	2.53	10	12	437	16.0							

Alt	Longitud de antena (mm)	Longitud de estilo (mm)	Peso de fruto (g)	Longitud de fruto (mm)	Diámetro de fruto (mm)	Relación L/D de fruto	Forma de fruto	Tamaño de fruto	Olor de bayas	Diámetro del pedúnculo	Olor de pulpa	Sabor de la pulpa	Peso de bayas (g)	Peso de la pulpa (g)	% Acidez	% Humedad	Tamaño de semillas	Número de semillas por fructo	Cantidad de semillas en el fruto	Peso de 100 semillas (g)	Total de fructos/plantas	Ratio frutos/plantas KG	Ratio frutos/ha tn	
32	1.7	24.0	162.0	96.7	57.0	1.70	4	4	1	3	1,2	2	71.7	90.3	15.4	0.09	88.48	1	278	3	1.67	134.0	7.15	5.8
35	1.8	24.7	181.8	92.7	59.3	1.56	4	5	1	3	1,2	3	74.7	107.2	14.7	0.08	87.13	2	281	3	1.65	110.0	6.79	5.5
40	1.8	26.3	160.5	67.7	46.3	1.46	5	4	1	0	1,1	3	64.7	95.8	6.1	15.0	85.86	2	391	4	1.81	130.0	6.55	5.3
44	2.1	21.7	136.3	86.7	58.7	1.48	5	3	1	0	1,2	3	52.5	83.8	6.3	14.5	84.65	1	368	4	1.57	157.0	7.17	5.9
47	1.8	22.0	158.9	98.0	57.7	1.70	5	4	1	3	1,1	4	66.7	92.2	5.7	15.5	84.76	2	347	4	1.69	203.0	10.78	8.8
67A	2.2	25.0	131.0	76.0	51.3	1.48	6	3	1	7	2,2	2	54.2	76.8	6.1	15.9	84.32	2	317	4	1.84	210.0	8.83	7.2
71	1.5	21.5	132.0	81.5	53.5	1.52	1	3	1	3	1,2	2	54.0	78.0	6.1	16.1	84.66	2	275	3	1.61	134.0	8.64	7.1
72	1.6	18.3	165.0	90.0	55.0	1.64	1	4	1	3	2,1	3	65.4	99.6	5.7	14.9	85.84	1	342	4	1.64	69.0	3.82	3.1
79	1.8	24.5	143.0	83.5	53.0	1.58	4	3	1	5	1,2	3	61.8	81.3	6.1	14.7	87.15	2	390	4	1.62	69.0	4.90	4.0
80	1.5	24.0	160.5	88.0	57.0	1.54	4	4	1	3	1,3	3	69.4	91.2	6.1	15.8	87.92	2	383	4	1.59	117.0	9.48	7.7
81	2.0	25.0	153.5	91.5	54.5	1.68	1	4	1	3	1,3	3	65.3	88.2	5.9	15.1	87.02	2	254	3	1.77	82.0	6.36	5.2
83	1.7	22.7	156.7	91.7	56.3	1.63	6	4	1	7	2,1	3	63.5	93.2	5.8	14.6	86.99	2	284	3	1.63	169.0	8.84	7.2
97	1.6	22.0	158.5	95.0	55.5	1.71	1	4	1	3	2,1	2	63.5	95.1	6.0	15.3	85.69	2	303	4	1.70	129.0	10.26	8.4
105	1.8	23.0	171.0	86.0	58.3	1.47	4	4	1	3	1,2	3	69.9	101.1	6.0	14.8	86.08	1	312	4	1.56	77.0	4.34	3.5
116	2.2	24.3	144.3	83.3	57.7	1.45	1	3	1	3	1,1	3	53.3	91.0	6.1	14.7	86.85	2	431	5	1.70	150.0	7.20	5.9
146	2.1	21.7	156.7	94.7	58.0	1.63	1	4	1	3	1,3	3	63.3	93.3	6.1	14.9	87.48	2	351	4	1.61	99.0	5.15	4.2
147	1.8	23.3	173.3	99.7	57.3	1.74	4	4	1	3	1,2	3	63.0	110.3	5.9	14.7	87.55	2	383	4	1.63	132.0	7.74	6.3
148	1.8	22.7	163.9	111.3	58.3	1.91	5	4	2	3	1,1	3	66.7	97.2	5.9	15.1	87.70	2	408	5	1.56	89.0	5.21	4.3
151	1.8	22.3	135.7	84.3	55.7	1.51	6	3	1	5	2,1	3	49.3	86.3	6.0	14.9	87.77	2	308	4	1.85	135.0	6.03	4.9
152	2.1	21.7	154.7	100.3	53.7	1.87	1	4	1	0	1,1	4	67.0	87.7	6.2	15.1	88.15	1	288	3	1.76	139.0	7.37	6.0
154	1.8	22.3	158.9	93.0	57.7	1.61	4	4	2	5	1,1	3	71.7	87.2	6.1	14.9	88.58	2	399	4	1.84	110.0	5.60	4.5
156	2.1	20.0	164.7	95.3	58.3	1.63	1	4	2	0	1,3	2	69.0	95.7	5.6	14.8	88.83	2	360	4	1.97	154.0	8.37	6.8
158	1.7	20.7	144.7	91.7	54.3	1.69	6	3	1	7	2,1	4	70.7	74.0	5.7	14.6	88.34	3	333	4	1.52	171.0	8.44	6.9
160	1.7	21.7	162.3	89.3	54.7	1.63	4	4	1	3	1,2	4	69.3	93.0	5.8	15.2	88.75	2	328	4	1.71	122.0	6.59	5.4
161	1.6	21.0	157.6	91.7	59.7	1.54	5	4	1	0	1,1	3	64.5	93.1	5.8	14.6	87.09	2	341	4	1.74	93.0	4.74	3.9
162	1.6	18.5	162.5	86.5	60.5	1.43	4	4	1	5	1,2	4	74.5	88.0	5.8	14.7	86.72	3	335	4	1.81	173.0	13.84	11.3
164	1.7	21.3	142.0	90.7	53.3	1.70	1	3	1	0	1,1	4	54.0	88.0	5.8	14.6	86.72	2	276	3	1.69	175.0	8.23	6.7
166	1.6	20.7	140.7	89.0	53.7	1.66	1	3	2	3	2,1	3	53.7	87.0	5.9	14.4	86.78	2	293	3	1.80	101.0	4.55	3.7
168	2.1	22.0	152.5	91.0	55.5	1.64	4	4	1	5	2,1	3	65.0	87.5	5.9	14.8	86.32	2	307	4	1.74	91.0	7.01	5.7
170	2.0	20.0	135.0	79.0	52.5	1.50	4	3	1	3	1,3	3	61.5	73.5	5.8	14.8	87.18	2	313	4	1.48	105.0	6.93	5.7
175	1.6	21.7	160.2	87.0	58.0	1.50	4	4	1	5	2,1	3	64.3	95.9	5.8	15.2	86.97	1	337	4	1.59	95.0	4.82	3.9

Anexo 2. Contribución de 49 caracteres a los 5 primeros componentes principales, expresado por el coeficiente de correlación en la caracterización de 31 colecciones de tuna morada

Carácter Xi	Componente principal				
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
C01	0.1401	0.5264	0.1812	0.2343	0.0161
C02	0.0353	0.6097	-0.0667	-0.4586	0.0601
C03	-0.1498	-0.0285	-0.2360	-0.7192	0.0024
C04	0.5889	0.2588	-0.5030	0.0956	-0.1668
C05	0.5783	0.2919	-0.4388	0.3312	-0.0310
C06	0.6482	0.4026	-0.4700	0.0799	-0.1084
C07	0.6069	0.0004	0.2779	0.0124	-0.2661
C08	-0.6069	-0.0004	-0.2779	-0.0124	0.2661
C09	-0.2969	-0.0574	-0.3104	-0.4997	0.3476
C10	0.2458	0.3815	0.1364	0.4528	-0.1198
C11	0.1512	-0.1247	-0.3707	-0.0971	-0.4829
C12	-0.2668	0.1751	0.5496	0.2443	-0.3813
R01	-0.0852	-0.6315	-0.4483	0.3561	0.0233
R02	0.0674	-0.6590	-0.5358	0.2325	-0.0100
R03	-0.0281	-0.2217	0.0794	0.5788	0.0217
R04	-0.2811	-0.2915	-0.1043	0.3894	0.0707
R05	-0.1396	-0.2038	0.4137	0.4258	-0.2767
R06	0.0629	-0.5746	-0.5743	-0.0672	-0.0218
R07	0.1269	-0.1047	-0.3269	0.2352	-0.5738
R08	-0.0766	-0.0282	-0.0518	0.4370	0.4184
R09	0.1731	-0.0464	-0.1969	-0.1934	-0.7992
R10	0.0869	0.0323	0.1087	0.5810	0.3135
R11	0.3307	0.5099	0.3641	0.4356	-0.2196
R12	0.3442	0.4169	0.0891	-0.2625	0.1952
R13	-0.1624	-0.0696	-0.2088	0.0419	0.1893
R14	0.2023	-0.2485	-0.2063	0.3360	0.0756
R15	0.3260	-0.1425	-0.6523	0.0651	0.0935
F01	-0.5049	0.5616	-0.3886	0.2511	0.0596
F02	-0.5171	0.4473	-0.1830	0.0407	-0.4222
F03	-0.3315	0.4722	-0.1381	0.1943	-0.0811
F04	-0.4118	0.2079	-0.1171	-0.0926	-0.4519
F05	-0.3508	0.1449	0.0796	-0.2681	-0.4233
F06	-0.3510	0.6239	-0.3982	0.1192	0.0168
F07	-0.3622	0.0974	-0.0335	0.0605	-0.1506
F08	-0.0990	0.1175	-0.2615	-0.1347	-0.2182
F09	-0.1042	-0.1653	0.2686	-0.3696	0.1815
F10	-0.3759	-0.0410	0.3462	0.2908	-0.1164
F11	-0.4395	0.4411	-0.3295	-0.0012	-0.1064
F12	-0.4005	0.4856	-0.3160	0.3752	0.1765
F13	0.5892	-0.2123	-0.2331	0.1672	-0.0584
F14	0.5394	0.1759	-0.1596	-0.3023	-0.1541
F15	0.0724	0.3879	-0.1659	-0.3165	0.3980
F16	-0.6203	-0.0868	-0.2273	0.1063	-0.4607
S01	-0.2028	0.0203	0.2809	-0.2182	-0.0031
S02	-0.1856	0.0467	0.0289	0.3613	0.1983
S03	-0.6638	0.0486	-0.1594	0.0308	0.0214
S04	-0.4677	0.1868	-0.3550	0.1718	0.2889
P01	0.5179	0.4632	-0.0002	0.0619	0.1785
P02	0.4174	0.5813	-0.0734	0.0756	0.1839

Anexo 3. Caracteres de productividad de 30 colecciones de tuna morada

Accesión	N° Cladodios fruticos/planta	Número de frutos/cladodio	N° frutos/planta	Peso de fruto (g)	Rendimiento de frutos/planta	Rendimiento de frutos/ha
				g	kg	tn
A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y9	Y10
12	14.5	9.0	129.0	160.0	20.635	19.452
16	24.0	11.0	260.3	181.8	47.301	44.588
40	23.5	8.5	201.5	165.1	33.139	31.238
44	29.5	12.5	369.5	136.8	50.541	47.642
47	19.5	9.0	176.0	158.7	27.938	26.336
67A	13.5	9.0	121.0	132.3	16.063	15.142
71	16.0	10.0	160.0	132.0	21.120	19.909
72	11.0	6.3	67.7	165.0	11.168	10.527
79	16.0	6.0	94.0	143.0	13.438	12.667
80	16.5	8.5	139.5	160.5	22.383	21.099
83	9.0	9.0	82.0	156.5	12.824	12.088
97	23.5	10.0	235.0	158.5	37.245	35.109
105	4.7	10.3	48.0	171.0	8.220	7.749
116	14.3	11.3	160.7	144.3	23.200	21.869
146	11.0	8.5	92.5	157.0	14.511	13.679
147	9.5	9.0	84.0	175.0	14.704	13.861
148	10.0	8.7	86.0	163.9	14.181	13.368
151	20.3	9.7	196.3	135.7	26.675	25.145
152	11.0	10.7	115.7	154.7	17.903	16.876
154	8.3	12.0	100.0	158.9	15.983	15.066
156	15.3	11.7	178.7	164.7	29.372	27.687
158	13.7	9.0	122.0	144.7	17.650	16.638
160	12.7	9.3	117.3	162.3	19.157	18.058
161	15.3	9.3	144.7	157.6	22.730	21.426
162	19.0	10.0	190.0	162.5	30.800	29.033
164	7.5	10.5	78.5	142.5	11.177	10.535
166	11.0	7.5	82.5	139.0	11.446	10.789
168	8.5	8.5	72.0	152.5	10.980	10.350
170	11.5	10.0	115.0	135.0	15.570	14.677
175	9.0	9.7	86.0	160.2	13.879	13.083






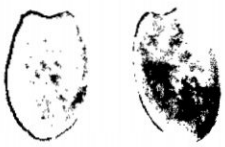
<p style="text-align: center;">Colección 12</p>  <p>Peso total 162.0 Peso pulpa 90.3 N° de semillas 278 pH 6.20 Grados brix 15.4 Acidez 0.09 %Humedad 88.5 Color de pulpa 1.2</p>	<p style="text-align: center;">Colección 16</p>  <p>Peso total 181.8 Peso pulpa 107.2 N° de semillas 281 pH 5.73 Grados brix 14.7 Acidez 0.08 %Humedad 87.1 Color de pulpa 1.2</p>	<p style="text-align: center;">Colección 47</p>  <p>Peso total 158.9 Peso pulpa 92.2 N° de semillas 347 pH 5.73 Grados brix 15.5 Acidez 0.07 %Humedad 84.8 Color de pulpa 1.1</p>
<p style="text-align: center;">Colección 72</p>  <p>Peso total 165.0 Peso pulpa 99.6 N° de semillas 342 pH 5.73 Grados brix 14.9 Acidez 0.09 %Humedad 85.8 Color de pulpa 2.1</p>	<p style="text-align: center;">Colección 80</p>  <p>Peso total 160.5 Peso pulpa 91.2 N° de semillas 383 pH 6.07 Grados brix 15.8 Acidez 0.08 %Humedad 87.9 Color de pulpa 1.3</p>	<p style="text-align: center;">Colección 81</p>  <p>Peso total 153.5 Peso pulpa 88.2 N° de semillas 254 pH 5.90 Grados brix 15.1 Acidez 0.10 %Humedad 87.0 Color de pulpa 1.3</p>

Foto 5.1 Morfotipo I







<p style="text-align: center;">Colección 83</p>  <p>Peso total 156.7 Peso pulpa 93.2 N° de semillas 284 pH 5.80 Grados brix 14.6 Acidez 0.09 %Humedad 86.4 Color de pulpa 2.1</p>	<p style="text-align: center;">Colección 97</p>  <p>Peso total 158.5 Peso pulpa 95.1 N° de semillas 303 pH 6.00 Grados brix 15.3 Acidez 0.10 %Humedad 85.7 Color de pulpa 2.1</p>	<p style="text-align: center;">Colección 105</p>  <p>Peso total 158.5 Peso pulpa 95.1 N° de semillas 303 pH 6.00 Grados brix 15.3 Acidez 0.10 %Humedad 85.7 Color de pulpa 2.1</p>
<p style="text-align: center;">Colección 146</p>  <p>Peso total 156.7 Peso pulpa 93.3 N° de semillas 351 pH 6.10 Grados brix 14.9 Acidez 0.09 %Humedad 87.5 Color de pulpa 1.3</p>	<p style="text-align: center;">Colección 154</p>  <p>Peso total 158.9 Peso pulpa 87.2 N° de semillas 399 pH 6.13 Grados brix 14.9 Acidez 0.09 %Humedad 88.6 Color de pulpa 1.1</p>	<p style="text-align: center;">Colección 156</p>  <p>Peso total 164.7 Peso pulpa 95.7 N° de semillas 360 pH 5.57 Grados brix 14.8 Acidez 0.10 %Humedad 88.8 Color de pulpa 1.3</p>

Foto 5.2 Morfotipo I






Colección 160	Colección 161	Colección 162	Colección 168	Colección 175
				
Peso total 162.3 Peso pulpa 93.0 N° de semillas 328 pH 5.83 Grados brix 15.2 Acidez 0.08 %Humedad 87.7 Color de pulpa 1.2	Peso total 157.6 Peso pulpa 93.1 N° de semillas 341 pH 5.80 Grados brix 14.6 Acidez 0.09 %Humedad 87.1 Color de pulpa 1.1	Peso total 162.5 Peso pulpa 88.0 N° de semillas 335 pH 5.83 Grados brix 14.7 Acidez 0.08 %Humedad 87.2 Color de pulpa 1.2	Peso total 152.5 Peso pulpa 87.5 N° de semillas 307 pH 5.90 Grados brix 14.8 Acidez 0.08 %Humedad 86.3 Color de pulpa 2.1	Peso total 160.2 Peso pulpa 95.9 N° de semillas 337 pH 5.83 Grados brix 15.2 Acidez 0.08 %Humedad 87.0 Color de pulpa 2.1

Foto 5.3 Morfotipo I




Colección 147		Colección 148		Colección 152	
					
Peso total	173.3	Peso total	163.9	Peso total	154.7
Peso pulpa	110.3	Peso pulpa	97.2	Peso pulpa	87.7
N° de semillas	383	N° de semillas	408	N° de semillas	288
pH	5.93	pH	5.90	pH	6.17
Grados brix	14.7	Grados brix	15.1	Grados brix	15.1
Acidez	0.06	Acidez	0.09	Acidez	0.07
%Humedad	87.6	%Humedad	87.7	%Humedad	88.2
Color de pulpa	1.2	Color de pulpa	1.1	Color de pulpa	1.1

Foto 5.4 Morfotipo II




Colección 79		Colección 116		Colección 151	
					
Peso total	143.0	Peso total	144.3	Peso total	135.7
Peso pulpa	81.3	Peso pulpa	91.0	Peso pulpa	86.3
N° de semillas	390	N° de semillas	431	N° de semillas	308
pH	6.07	pH	6.07	pH	6.03
Grados brix	14.7	Grados brix	14.7	Grados brix	14.9
Acidez	0.06	Acidez	0.09	Acidez	0.06
%Humedad	87.2	%Humedad	86.8	%Humedad	87.8
Color de pulpa	1.2	Color de pulpa	1.1	Color de pulpa	2.1

Foto 5.5 Morfotipo III




Colección 158		Colección 164		Colección 166	
					
Peso total	144.7	Peso total	142.0	Peso total	140.7
Peso pulpa	74.0	Peso pulpa	88.0	Peso pulpa	87.0
N° de semillas	333	N° de semillas	276	N° de semillas	293
pH	5.70	pH	5.77	pH	5.93
Grados brix	14.6	Grados brix	14.6	Grados brix	14.4
Acidez	0.08	Acidez	0.09	Acidez	0.07
%Humedad	88.3	%Humedad	86.7	%Humedad	86.8
Color de pulpa	2.1	Color de pulpa	1.1	Color de pulpa	2.1

Foto 5.6 Morfotipo III


Colección 40	
	
Peso total	160.5
Peso pulpa	95.8
N° de semillas	391
pH	6.13
Grados brix	15.0
Acidez	0.08
%Humedad	85.9
Color de pulpa	1.1

Foto 5.7 Morfotipo IV





Colección 44	Colección 67A
	
Peso total 136.3	Peso total 131.0
Peso pulpa 83.8	Peso pulpa 76.8
N° de semillas 368	N° de semillas 317
pH 6.33	pH 6.13
Grados brix 14.5	Grados brix 15.9
Acidez 0.09	Acidez 0.09
%Humedad 84.7	%Humedad 84.3
Color de pulpa 1.2	Color de pulpa 2.2
Colección 71	Colección 170
	
Peso total 132.0	Peso total 135.0
Peso pulpa 78.0	Peso pulpa 73.5
N° de semillas 275	N° de semillas 115
pH 6.13	pH 5.83
Grados brix 16.1	Grados brix 14.8
Acidez 0.10	Acidez 0.06
%Humedad 84.7	%Humedad 87.2
Color de pulpa 1.2	Color de pulpa 1.3

Foto 5.8 Morfotipo V



Foto 5.9. Banco Nacional de Germoplasma de Tuna (*Opuntia spp*)



Foto 5.10. N° Frutos/cladodio

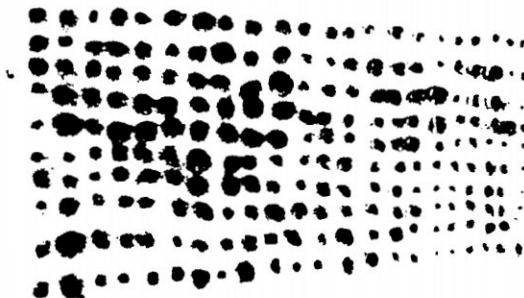


Foto 5.11. N° semillas/fruto