



lyonia

a journal of ecology and application

Volume 10 (1)

Interpretive results in the inheritance of some characters of quality of the fruit of the Cherimoya (*Annona cherimola* Mill)

Resultados interpretativos en la herencia de algunos caracteres de calidad en la Chirimoya (*Annona cherimola* Mill)

Morales Astudillo A. Rafael, Medina Medina Angel, Criollo Merchán Luisa, Castro Quezada Patricio.

Centro de
biotecnología, Universidad Nacional de Loja Ecuador, email:
rmorales@unl.edu.ec, patocq@yahoo.es

March 2006

Download at: <http://www.lyonia.org/downloadPDF.php?pdfID=2.459.1>

Interpretive results in the inheritance of some characters of quality of the fruit of the Cherimoya (*Annona cherimola* Mill)

Resumen

La chirimoya es una fruta que tiene como centro de origen los valles interandinos del Ecuador y Perú. Esta fruta por su exquisito sabor y contenido nutritivo tiene un alto potencial para la exportación. Estudios previos realizados ubican a la provincia de Loja como un centro importante de variabilidad genética, situación que se correlaciona con la posibilidad de que éste sea el centro de origen de este frutal. La variabilidad se puede observar en un sinnúmero de características fenotípicas, entre las que se destacan: forma de la fruta, relación pulpa semilla, acidez, grados brix, resistencia a plagas, consistencia de la corteza, tamaño, sabor, aroma, entre otras características. Este hecho hace posible que sea el lugar ideal para basándose en la variabilidad encontrar los mejores genitores para intentar buscar el control de la herencia de los caracteres de importancia en la calidad del fruto.

En el programa de caracterización y mejoramiento de la chirimoya la Universidad Nacional de Loja ha logrado identificar dentro de unos diez mil árboles, accesiones promisorias para ser utilizadas en cruzamientos dirigidos y al momento cuenta ya con una generación F1. Además se está llevando a cabo un proyecto para evaluar la diversidad genética de la colección de chirimoya usando marcadores moleculares (AFLPs) y como apoyo a la mejora genética, se están buscando marcadores moleculares microsatélites, para los principales caracteres de interés económico. En el presente trabajo se analizarán las diferentes hipótesis para la determinación de los principales caracteres para la calidad de la fruta: índice, contenido en sólidos solubles, acidez, resistencia de la piel a la presión y forma del fruto.

Palabras clave: Selección, Diversidad, Variabilidad, Potencial, Genitores

Abstract

The cherimoya is a fruit than has as an origin center the Inter-Andean valleys of Ecuador and Peru. This fruit for its exquisite flavor and nutritious content has a high potential for export. Previous studies carried out place the province of Loja as an important center of genetic variability, situation that is correlated with the possibility that this is the center of origin of this fruit. The variability can be observed in countless phenotypical characteristics, among those that stand out: the form of the fruit, the relationship between the pulp and seed, acidity, brix grades, resistance of plagues, consistency of the skin, size, flavor, aroma, among other characteristics. This fact makes it possible that it is the ideal place for taking into account the variability to find the best genitores in order to try to look for the inheritance control of the important characters in the quality of the fruit.

In the program of caracterizacion and improvement of the cherimoya the UNL has been able to identify inside about ten thousand trees, promissory agreements to be used in directed cross-breedings and at this moment we already have a generation F1. It is also carryng out a project to evaluate the genetic diversity of the cherimoya collection using molecular markers (AFLPs) and as support to the genetic improvement, molecular microsatellites markers are being looked for the main characters of economic interest. In the present research the different hypotheses for the determination of the main characters for the quality of the fruit will be analized: index, content in soluble solids, acidity, resistance of the skin to pressure and the form of the fruit. Key words: Seleccction, Diversity, Variability, Potencial, Genitores

Introducción

La chirimoya es una fruta andina, perteneciente a la familia de las Annonáceas, de amplio consumo en el Ecuador y que poco a poco va ganando importantes mercados en el mundo. Existe evidencia arqueológica de la existencia en las culturas pre incásicas de *Annona muricata* y de *Annona cherimola*, estas evidencias consisten en datos lingüísticos y restos botánicos de dichas plantas que han sido encontrados en contextos arqueológicos y representaciones en cerámica de sus frutos (Roque et al 2003, Bonavia et al 2004). La chirimoya es una planta nativa de las regiones altoandinas de Ecuador y Perú con gran diversidad en la provincia de Loja, en la que se puede encontrar un gran número de poblaciones o ecotipos, con una amplia diversidad

genética, se encuentra formando densos bosques silvestres y también en algunos huertos agrícolas (Morales 2003).

En la provincia de Loja hay una gran variabilidad de características que son útiles para cualquier programa de mejoramiento. Esto a su vez puede ayudar a determinar que sitios se deben proteger si se desea conservar estos recursos genéticos. Narváez et al (2006) señalan que de la gran diversidad existente en Loja, se ha utilizado una pequeña parte de la variación genética disponible. Adicionalmente esta variación genética está siendo estudiada con marcadores moleculares tipo microsatélites, que pueden ser usados eficientemente en estrategias de conservación y desarrollo de nuevas variedades (Escribano et al 2004)

La chirimoya es la única especie del género *Annona* que se desarrolla en zonas subtropicales. A lo largo y ancho de la provincia de Loja, se encuentran verdaderos bosques en estado silvestre, en donde se puede observar a simple vista una impresionante variabilidad genética que han hecho subsistir a dichas poblaciones pese a las inclemencias ecológicas y malos tratos del hombre.

La Universidad Nacional de Loja viene trabajando en la chirimoya desde hace doce años, primeramente formando un banco de datos sobre aproximadamente diez mil árboles del sur del Ecuador y luego con el coauspicio del IPGRI, formando un banco de germoplasma tanto in situ como ex situ que sirvió de base para el presente trabajo (IPGRI, 2005).

Diversidad morfológica de los frutos

Se conocen numerosas formas de chirimoya, la mayoría seleccionados en regiones templadas. La forma de los carpelos en su exterior constituye un carácter constante que permite reconocer los cultivares, conociéndose cinco formas principales:

Lisa, frutos que tienen la piel prácticamente lisa, ya que los bordes de los carpelos quedan fundidos y son poco aparentes.

Impresa, el fruto presenta depresiones suaves en la piel, semejando a la impresión que podría dejar los dedos de una mano. Poseen formas redonda, acorazonada y a veces algo arriñonada.

Mamillata, presentan la piel lisa en su parte media y distal, mientras que la sección basal presenta en la piel marcas y tetillas.

Tuberculata, son frutos que poseen una cubierta fuertemente reticulada, y cuando pequeños, protuberancias marcadas, las que se atenúan al madurar, adquiriendo una forma más o menos redondeada o globosa.

Umbonata, estos frutos presentan piel reticulada con numerosos carpelos y protuberancias aguzadas. Con una forma semejante a una piña (Gardiazabal 1993).

Polinización

La flor de la chirimoya es dicógama y protógina por lo que no es posible que una flor se autopolinice, puesto que cuando el estigma es receptivo, situación que sucede por la mañana, los estambres no están desarrollados y en consecuencia el polen no es viable, mientras que por la tarde cuando los estambres están en capacidad de soltar el polen, el estigma está seco y no es receptivo. El polen es grande, se aglutina fácilmente, es pegajoso y no se transporta bien por el viento. La flor de la chirimoya es péndula y presenta una abertura pequeña cuando se encuentra en estado hembra, lo que selecciona a los posibles polinizadores por el tamaño y así muy improbable el arrastre por el viento de los estigmas (Sánchez 2001). Por ello en la mayoría de las zonas, fuera de su zona de origen, donde se cultiva este árbol se recurre a la polinización manual. La técnica es sencilla, se trata en esencia de recoger el polen cuando está maduro, se libera de las anteras y se deposita en un recipiente, ayudado con un pincel, se coloca el polen en los estigmas de las flores que se encuentren en el estado más favorable para que se produzca la fecundación. En la provincia de Loja las polinizaciones se pueden realizar desde octubre hasta mayo, dependiendo de la zona en la que se encuentran los árboles, en zonas cálidas la floración es más precoz mientras que en zonas frías la floración es más tardía, lo que da como resultado que en el mercado de Loja se puedan encontrar frutos desde el mes de diciembre, si las lluvias han sido tempranas, hasta el mes de junio. De todas formas el hecho más importante para que la flor no se desprenda es que haya varias lluvias antes y después de la floración.

Bajo estas condiciones, la investigación se realizó con el fin de coleccionar y caracterizar árboles localizados tanto en huertas como en bosques al estado silvestre y realizar el escogimiento de los genitores necesarios para estudiar la transmisión de los caracteres de calidad de la fruta: Índice (cantidad de semillas por 100 g de pulpa), acidez (medido en términos de pH), cantidad de sólidos solubles (medido en términos de grados brix), resistencia de la piel a la presión y forma de la fruta.

Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en 25 árboles monitoreados en investigaciones anteriores para realizar los cruzamientos necesarios para entender los mecanismos de la transmisión de los principales caracteres de calidad de la fruta de *Annona cherimola* Mill en los sectores del cantón Paltas (Lauro Guerrero - Santa Cecilia) y Espíndola (Guambo Alto - Santa Teresita), en la provincia de Loja al sur del Ecuador.

Para el escogimiento de los progenitores se revisaron los informes de colecta y caracterización morfológica de aproximadamente diez mil plantas de chirimoya del período 1995 - 2003 y se creó una base de datos para las variables de interés (índice, brix, pH, resistencia a la presión, forma) y sitios de colecta. Se tomó cinco individuos con valores máximos y cinco individuos con valores mínimos para cada variable de acuerdo a los siguientes niveles:

Para el contenido de sólidos solubles (grados brix)

Alto nivel de grados bríx (>24)

Bajo nivel de grados bríx (4,8)

Bajo nivel de acidez (28 lib/pulg²)

Bajo nivel de resistencia a la presión (120 semillas/100 g de pulpa)

Bajo índice (28)

a = Bajo nivel de grados brix (< 12)

A1 x a1				
A1 x a2	A2 x a2			
A1 x a3	A2 x a3	A3 x a3		
A1 x a4	A2 x a4	A3 x a4	A4 x a4	
A1 x a5	A2 x a5	A3 x a5	A4 x a5	A5 x a5

Para el contenido ácido en los frutos (medido en pH)

B = Alto nivel de acidez (> pH 4,8)

b = Bajo nivel de acidez (< pH 4,3)

B1 x b1				
B1 x b2	B2 x b2			
B1 x b3	B2 x b3	B3 x b3		
B1 x b4	B2 x b4	B3 x b4	B4 x b4	
B1 x b5	B2 x b5	B3 x b5	B4 x b5	B5 x b5

Para la resistencia a la presión en la piel del fruto (libras/pulg²)

C = Alto nivel de resistencia a la presión (> 28 lib/pulg²)

c = Bajo nivel de resistencia a la presión (< 17 lib/pulg²)

C1 x c1				
C1 x c2	C2 x c2			
C1 x c3	C2 x c3	C3 x c3		
C1 x c4	C2 x c4	C3 x c4	C4 x c4	
C1 x c5	C2 x c5	C3 x c5	C4 x c5	C5 x c5

Para el índice (relación pulpa semilla)

D = Alto índice (> 120 semillas / 100 gramos de pulpa)

d = Bajo índice (menos que 12 semillas / 100 gramos de pulpa)

D1 x d1				
D1 x d2	D2 x d2			
D1 x d3	D2 x d3	D3 x d3		
D1 x d4	D2 x d4	D3 x d4	D4 x d4	
D1 x d5	D2 x d5	D3 x d5	D4 x d5	D5 x d5

Para la forma del fruto

E1 = Lisa

E2 = Impresa

E3 = Umbonata

E4 = Tuberculata

E5 = Mamillata

E1 x E2			
E1 x E3	E2 x E3		
E1 x E4	E2 x E4	E3 x E4	
E1 x E5	E2 x E5	E3 x E5	E4 x E5

Estudio de la fenología floral de la chirimoya en la provincia de Loja

El estudio de la fenología floral de la chirimoya se la realizó mediante la observación directa en el campo en varias flores de las entradas escogidas en los dos cantones (Paltas y Espíndola). Se determinó la hora, el tiempo de duración y las características cualitativas de los tres estados que presenta la flor de chirimoya como son: prehembra, hembra y macho.

La recolección del polen y los estambres se hizo en frascos plásticos cuando las flores se encontraban en la fase masculina, a partir de las 16h30 hasta las 20h00, aproximadamente, horas en la que algunas flores se encuentran en esta fase. La colecta se hizo en envases cilíndricos de plástico de la siguiente manera: se tomó con una mano el recipiente a recolectar y con la otra se sujetó el pedúnculo de la flor y se sacude suavemente contra los bordes del mismo.

Una vez recolectado se guardó el polen lo más rápidamente posible en un termo con hielo y se lo mantuvo a 4° C hasta las polinizaciones al siguiente día. Antes de guardar los frascos se destapará ligeramente para permitir la aireación del polen, que con el paso del tiempo pierde su poder germinativo.

Las polinizaciones se realizaron en las primeras horas de la mañana (a partir de las 07h00 y antes de las 12h00, cuando las flores estaban semiabiertas, las mismas que se encontraban en la fase femenina. La polinización se hizo con un pincel abriendo ligeramente los pétalos de la flor. Se polinizaron alrededor del árbol para repartir uniformemente la futura carga y se tomó en cuenta que no es aconsejable polinizar varias flores de la misma rama.

Caracterización de frutos híbridos de chirimoya *Annona cherimola*

Una vez realizado todo el plan de cruzamientos para las variables, se esperó a que los frutos cumplan su madurez fisiológica y se realizó la cosecha de los trescientos cincuenta frutos híbridos que fueron transportados para caracterizarlos morfológicamente en el Laboratorio de Biotecnología y obtener las semillas híbridas (Morales et al 2004).

Para la caracterización de los híbridos se determinó el ancho y largo del fruto con un calibrador, luego la forma y el color del fruto mediante la observación directa. La resistencia a la presión se realizó empleando un penetrómetro.

Para analizar el parámetro: relación pulpa semilla se pesó con una balanza cada fruto en su

totalidad, y luego cada uno de sus elementos: tálamo, semillas y corteza, y mediante un análisis porcentual de las mismas se determinó los frutos que tenían un contenido ideal de pulpa en relación a sus semillas.

Para determinar el peso de la pulpa, se utilizó la siguiente fórmula:

$$*PF - PT - PS - PC = PP$$

PF= Peso total del fruto

PT= Peso del tálamo

PS= Peso de la semilla

PC= Peso de la corteza PP= Peso de la pulpa

Para evaluar el índice "Cantidad de semilla por 100 gramos de pulpa" se utilizó la fórmula siguiente:

$$X = \text{No semillas} \times 100 / \text{Peso de pulpa}$$

*El valor óptimo es siempre igual o menor a siete semillas por 100 g de pulpa

El análisis de sólidos solubles (o Brix), se lo realizó a partir del zumo de la fruta, usando un refractómetro 0 -32 o Brix, para determinar el contenido de azúcar de cada uno de los híbridos.

También se hizo el análisis de acidez de muchos de los frutos colectados, factor muy importante para la evaluación sensorial hacia las características organolépticas de la chirimoya. Esto se lo realizó determinando el pH de la pulpa de cada una de las frutas.

Resultados

Genitores para analizar la variable: grados brix

Genitores: Variable grados brix				
Cruza Nº 1:				
♀	EX3	X	♂	T3
Cruza Nº 2:				
♀	EW4	X	♂	T3
♀	EW4	X	♂	T9
Cruza Nº 3:				
♀	E4	X	♂	T3
♀	E4	X	♂	T9
♀	E4	X	♂	S1
Cruza Nº 4:				
♀	E43	X	♂	T3
♀	E43	X	♂	T9
♀	E43	X	♂	S1
♀	E43	X	♂	L6
Cruza Nº 5:				
♀	EY5	X	♂	T3
♀	EY5	X	♂	T9
♀	EY5	X	♂	S1
♀	EY5	X	♂	L6
♀	EY5	X	♂	G2

Cuadro 1. Genitores para analizar las variables grados brix

Cuadro 1: Genitores para analizar la variable: grados brix

Características de los genitores e híbridos para analizar la variable nivel de grados brix Código Valor

Variabilidad del carácter: grados brix en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)					
	Fruto 1	Fruto 2	Fruto 3	Fruto 4	Fruto 5
♀ E43	7	10	11	11	12
E43 x T3	14	15	16	17	18
♂ T3	26	27	20	27	27
♀ E44	8	9	10	10	13
E44 x T3	15	16	20	21	21
♂ T3	26	27	27	27	27
♀ E44	8	9	10	10	13
E44 x T9	17	17	18	18	18
♂ T9	25	27	27	27	29
♀ E4	7	10	10	12	16
E4 x T3	20	21	23	24	25
♂ T3	26	27	27	27	27
♀ E4	7	10	10	12	16
E4 x T9	22	22	23	23	25
♂ T9	25	27	27	27	29
♀ E4	7	10	10	12	16
E4 x S1	20	22	22	23	24
♂ S1	27	28	28	28	28
♀ E43	4	11	13	15	17
E43 x T3	17	21	23	24	25
♂ T3	26	27	27	27	27
♀ E43	4	11	13	15	17
E43 x T9	18	19	20	20	21
♂ T9	25	27	27	27	29
♀ E43	4	11	13	15	17
E43 x S1	17	21	23	24	25
♂ S1	27	28	28	28	28
♀ E43	4	11	13	15	17
E43 x L6	18	22	22	22	24
♂ L6	23	25	25	26	27
♀ EY5	5	8	14	17	20
EY5 x T3	17	20	22	22	23
♂ T3	26	27	27	27	27
♀ EY5	5	8	14	17	20
EY5 x T9	17	17	18	18	19
♂ T9	25	27	27	27	29
♀ EY5	5	8	14	17	20
EY5 x S1	13	14	14	16	18
♂ S1	27	28	28	28	28
♀ EY5	5	8	14	17	20
EY5 x L6	17	17	18	18	20
♂ L6	23	25	25	26	27
♀ EY5	5	8	14	17	20
EY5 x G2	17	17	18	19	20
♂ G2	23	24	24	24	24

Cuadro 2. Variabilidad del carácter: grados brix en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

Cuadro 2: Características de los genitores e híbridos para analizar la variable nivel de grados brix Código Valor

En el caso del carácter grados brix del fruto los valores intermedios de los híbridos con respecto a los genitores en el 87 % de los cruzamientos parecen indicar que el carácter es controlado por genes codominantes. El 13 % de los cruzamientos que corresponden a algunas de las cruza en las cuales se ha utilizado EY5 como progenitor femenino parecen indicar que puede haber un efecto materno hacia un bajo nivel de azúcar.

Genitores utilizados para analizar la variable nivel de acidez del fruto

Genitores: Variable acidez			
Cruza N° 1:			
♀	E13	X	♂ E48
Cruza N° 2:			
♀	E21	X	♂ E48
♀	E21	X	♂ EY8
Cruza N° 3:			
♀	E18	X	♂ E48
♀	E18	X	♂ EY8
♀	E18	X	♂ EY7
Cruza N° 4:			
♀	EY4	X	♂ E48
♀	EY4	X	♂ EY8
♀	EY4	X	♂ EY7
♀	EY4	X	♂ EY6
Cruza N° 5:			
♀	E2	X	♂ E22
♀	E2	X	♂ E18
♀	E2	X	♂ E21
♀	E2	X	♂ E13
♀	E2	X	♂ E23

Cuadro 3. Genitores para analizar la variable acidez

Cuadro 3: Genitores utilizados para analizar la variable nivel de acidez del fruto

Características de los Genitores e Híbridos para analizar la variable nivel de acidez del fruto
Código Valor

Variabilidad de carácter: acidez en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)					
	Fruto 1	Fruto 2	Fruto 3	Fruto 4	Fruto 5
♀ E13	3,80	3,80	4,55	4,70	4,90
E13 x E48	4,30	4,40	4,45	4,50	4,80
♂ E48	4,85	5,10	5,20	5,20	5,20
♀ E21	3,90	4,00	4,15	4,15	4,40
E21 x EY8	3,90	4,50	4,50	4,80	5,20
♂ EY8	5,40	5,40	5,43	5,43	5,50
♀ E21	3,90	4,00	4,15	4,15	4,40
E21 x E48	4,30	4,50	4,55	4,60	4,80
♂ E48	4,85	5,10	5,20	5,20	5,20
♀ E18	3,33	3,97	4,20	4,50	4,60
E18 x EY7	4,20	4,60	4,70	4,80	4,90
♂ EY7	5,30	5,45	5,45	5,45	5,60
♀ E18	3,33	3,97	4,20	4,50	4,60
E18 x EY8	3,50	4,40	4,45	4,60	4,80
♂ EY8	5,40	5,40	5,43	5,43	5,50
♀ E18	3,33	3,97	4,20	4,50	4,60
E18 x E48	3,95	4,30	4,40	4,10	4,30
♂ E48	4,85	5,10	5,20	5,20	5,20
♀ EY4	3,50	3,90	4,10	4,30	4,30
EY4 x EY6	4,20	4,50	4,60	4,50	4,20
♂ EY6	5,45	5,47	5,70	5,25	5,47
♀ EY4	3,50	3,90	4,10	4,30	4,30
EY4 x EY7	4,00	4,30	4,30	4,60	4,60
♂ EY7	5,30	5,45	5,45	5,45	5,60
♀ EY4	3,50	3,90	4,10	4,30	4,30
EY4 x EY8	4,00	4,25	4,40	4,45	4,50
♂ EY8	5,40	5,40	5,43	5,43	5,50
♀ EY4	3,50	3,90	4,10	4,30	4,30
EY4 x E48	4,40	4,60	4,50	4,60	4,50
♂ E48	4,85	5,10	5,20	5,20	5,20
♀ E2	4,10	5,00	5,00	5,03	5,30
E2 x E22	4,10	4,60	4,80	4,90	5,30
♂ E22	3,50	3,90	4,10	4,30	4,30
♀ E2	4,10	5,00	5,00	5,03	5,30
E2 x E18	4,50	4,50	4,60	4,80	4,90
♂ E18	3,33	3,97	4,20	4,50	4,60
♀ E2	4,10	5,00	5,00	5,03	5,30
E2 x E13	5,00	5,10	5,30	5,30	5,40
♂ E13	3,80	3,80	4,55	4,70	4,90
♀ E2	4,10	5,00	5,00	5,03	5,30
E2 x E21	4,80	4,95	5,00	5,10	5,20
♂ E21	3,90	4,00	4,15	4,15	4,40
♀ E2	4,10	5,00	5,00	5,03	5,30
E2 x E23	4,00	4,50	4,60	5,00	5,10
♂ E23	3,75	4,30	4,45	4,75	5,00

Cuadro 4. Variabilidad de carácter: acidez en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

Cuadro 4: Características de los Genitores e Híbridos para analizar la variable nivel de acidez del fruto Código Valor

Para la tasa de acidez del fruto el carácter es controlado por genes con dominancia parcial para el bajo nivel de acidez (alto pH),. En un solo caso, cuando se utiliza E2 como progenitor femenino, haber herencia materna para un alto pH.

Genitores utilizados para analizar la variable: Resistencia a la presión

Genitores: Variable Resistencia a la presión			
Cruza N° 1:			
♀	T5	X	♂ S20
Cruza N° 2:			
♀	G14	X	♂ S20
♀	G14	X	♂ G30
Cruza N° 3:			
♀	T1	X	♂ S20
♀	T1	X	♂ G30
♀	T1	X	♂ S19
Cruza N° 4:			
♀	T15	X	♂ S20
♀	T15	X	♂ G30
♀	T15	X	♂ S19
♀	T15	X	♂ J19
Cruza N° 5:			
♀	J3	X	♂ S20
♀	J3	X	♂ G30
♀	J3	X	♂ S19
♀	J3	X	♂ J19
♀	J3	X	♂ S10

Cuadro 5. Genitores para analizar la variable resistencia a la presión

Cuadro 5: Genitores utilizados para analizar la variable: Resistencia a la presión

Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Resistencia a la Presión

Variabilidad del carácter resistencia a la presión en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

	Fruto 1	Fruto 2	Fruto 3	Fruto 4	Fruto 5
♀ T5	28	29	29	29	30
T5 x S20	17	18	18	22	28
♂ S20	16	17	17	18	18
♀ G14	29	30	30	30	30
G14 x G30	20	20	25	28	30
♂ G30	17	17	17	17	18
♀ G14	29	30	30	30	30
G14 x S20	15	20	30	30	30
♂ S20	16	17	17	18	18
♀ T1	28	29	29	30	30
T1 x S19	25	25	27	27	30
♂ S19	15	15	17	17	20
♀ T1	28	29	29	30	30
T1 x G30	18	22	25	25	30
♂ G30	17	17	17	17	18
♀ T1	28	29	29	30	30
T1 x S20	23	25	27	30	30
♂ S20	16	17,33	17,33	18	18
♀ T15	30	30	30	30	30
T15 x J19	18	18	22	22	30
♂ J19	12	16	16	17	20
♀ T15	30	30	30	30	30
T15 x S19	16	18	18	25	25
♂ S19	15	15	17	17	20
♀ T15	30	30	30	30	30
T15 x G30	17	25	30	30	30
♂ G30	17	17	17	17	18
♀ T15	30	30	30	30	30
T15 x S20	20	22	22	28	30
♂ S20	16	17,33	17,33	18	18
♀ J3	28	29	29	29	30
J3 x S10	24	26	28	28	29
♂ S10	13	15	15	15	18
♀ J3	28	29	29	29	30
J3 x J19	26	27	28	30	30
♂ J19	12	16	16	17	20
♀ J3	28	29	29	29	30
J3 x S19	25	27	30	30	30
♂ S19	15	15	17	17	20
♀ J3	28	29	29	29	30
J3 x G30	18	25	25	27	28
♂ G30	17	17	17	17	18
♀ J3	28	29	29	29	30
J3 x S20	26	27	29	30	30
♂ S20	16	17,33	17,33	18	18

Cuadro 6. Variabilidad del carácter resistencia a la presión en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

Cuadro 6: Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Resistencia a la Presión

Para el carácter resistencia a la presión del fruto los resultados muestran que en el 100 % de los cruzamientos el carácter es controlado por genes dominantes para una alta resistencia de la piel a la presión.

Genitores utilizados para analizar la variable: Índice

Genitores: Variable índice			
Cruza Nº 1:			
♀	PX10	X ♂	P56
Cruza Nº 2:			
♀	PX11	X ♂	P56
♀	PX11	X ♂	P54
Cruza Nº 3:			
♀	PX12	X ♂	P56
♀	RP3	X ♂	P54
♀	RP3	X ♂	P23
Cruza Nº 4:			
♀	P199	X ♂	P56
♀	P199	X ♂	P54
♀	P199	X ♂	P23
♀	P199	X ♂	P22
Cruza Nº 5:			
♀	PX13	X ♂	P56
♀	PX13	X ♂	P54
♀	PX13	X ♂	P23
♀	PX13	X ♂	P22
♀	PX13	X ♂	P21

Cuadro 7. Genitores para analizar la variable índice

Cuadro 7: Genitores utilizados para analizar la variable: Índice

Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Índice

Variabilidad de carácter: índice de los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

	Fruto 1	Fruto 2	Fruto 3	Fruto 4	Fruto 5
♀ PX10	5,13	6,14	8,34	8,43	10,34
PX10 x P56	13,65	15,27	17,14	20,00	33,95
♂ P56	5,34	48,10	49,65	194,97	351,02
♀ PX11	5,06	7,11	9,17	10,10	12,53
PX11 x P56	6,25	7,38	8,46	10,64	18,04
♂ P56	5,34	48,10	49,65	194,97	351,02
♀ PX11	5,06	7,11	9,17	10,10	12,53
PX11 x P54	6,36	7,92	16,59	19,73	74,07
♂ P54	34,48	57,06	61,95	64,92	147,06
♀ PX12	3,98	6,14	8,36	9,23	20,87
PX12 x P56	2,68	24,42	63,11	70,36	84,01
♂ P56	5,34	48,10	49,65	194,97	351,02
♀ PX12	3,98	6,14	8,36	9,23	20,87
PX12 x P54	7,76	8,13	10,75	13,89	36,64
♂ P54	34,48	57,06	61,95	64,92	147,06
♀ PX12	3,98	6,14	8,36	9,23	20,87
PX12 x P23	3,65	16,67	38,46	40,82	50,15
♂ P23	106,3	106,30	106,30	106,30	106,30
♀ P199	6,40	6,46	11,23	14,57	17,23
P199 x P56	6,98	8,06	12,50	13,83	17,88
♂ P56	5,34	48,10	49,65	194,97	351,02
♀ P199	6,40	6,46	11,23	14,57	17,23
P199 x P54	5,19	6,80	7,27	9,29	17,82
♂ P54	34,48	57,06	61,95	64,92	147,06
♀ P199	6,40	6,46	11,23	14,57	17,23
P199 x P23	10,55	11,14	19,05	29,41	85,84
♂ P23	106,30	106,30	106,30	106,30	106,30
♀ P199	6,40	6,46	11,23	14,57	17,23
P199 x P22	6,39	6,40	11,41	13,00	18,18
♂ P22	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
♀ PX13	5,26	5,58	7,10	9,46	24,68
PX13 x P56	7,46	16,39	17,71	19,93	32,26
♂ P56	5,34	48,10	49,65	194,97	351,02
♀ PX13	5,26	5,58	7,10	9,46	24,68
PX13 x P54	9,31	17,31	18,18	19,14	21,05
♂ P54	34,48	57,06	61,95	64,92	147,06
♀ PX13	5,26	5,58	7,10	9,46	24,68
PX13 x P23	0,00	3,31	3,31	8,72	23,49
♂ P23	106,30	106,30	106,30	106,30	106,30
♀ PX13	5,26	5,58	7,10	9,46	24,68
PX13 x P22	1,55	6,58	7,97	9,23	41,00
♂ P22	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
♀ PX13	5,26	5,58	7,10	9,46	24,68
PX13 x P21	3,53	6,31	9,59	15,38	34,32
♂ P21	127,70	127,70	127,70	127,70	127,70

Cuadro 8. Variabilidad de carácter: índice de los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

Cuadro 8: Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Índice

Para el índice de semillas por 100 g de fruto los resultados obtenidos muestran que el 100 % de los cruzamientos dieron frutos con un bajo índice lo cual muestra que es controlado por genes dominantes para un bajo índice, como se puede observar en el cuadro N° 8, lo cual parece ser consecuencia de herencia citoplásmica, para lo cual sería necesario realizar cruza recíprocas, las cuales no se hicieron en este ensayo.

Genitores utilizados para analizar la variable: Forma de la fruta

Genitores: Variable forma del fruto	
Cruza Nº 1:	
♀ EFF4	X ♂ EFF5
Cruza Nº 2:	
♀ EFF3	X ♂ EFF5
♀ EFF3	X ♂ EFF4
Cruza Nº 3:	
♀ EFF2	X ♂ EFF5
♀ EFF2	X ♂ EFF4
♀ EFF2	X ♂ EFF3
Cruza Nº 4:	
♀ EFF1	X ♂ EFF5
♀ EFF1	X ♂ EFF4
♀ EFF1	X ♂ EFF3
♀ EFF1	X ♂ EFF2

Cuadro 9. Genitores para analizar la variable forma del fruto

Cuadro 9: Genitores utilizados para analizar la variable: Forma de la fruta

Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Forma de la fruta

Variabilidad del carácter forma del fruto en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)					
♀ EFF4					
EFF4 x EFF5	EFF5	EFF5	EFF4	EFF5	EFF4
♂ EFF5					
♀ EFF3					
EFF3 x EFF4	EFF4	EFF3	EFF4	EFF4	EFF3
♂ EFF4					
♀ EFF3					
EFF3 x EFF5	EFF3	EFF5	EFF5	EFF3	EFF5
♂ EFF5					
♀ EFF2					
EFF2 x EFF3	EFF2	EFF3	EFF2	EFF2	EFF3
♂ EFF3					
♀ EFF2					
EFF2 x EFF4	EFF2	EFF3	EFF2	EFF2	EFF3
♂ EFF4					
♀ EFF2					
EFF2 x EFF5	EFF2	EFF2	EFF5	EFF2	EFF2
♂ EFF5					
♀ EFF1					
EFF1 x EFF2	EFF1	EFF1	EFF2	EFF1	EFF2
♂ EFF2					
♀ E1					
E1 x E3	EFF5	EFF5	EFF5	EFF5	EFF5
♂ E3					
♀ EFF1					
EFF1 x EFF4	EFF4	EFF1	EFF1	EFF4	EFF1
♂ EFF4					
♀ EFF1					
EFF1 x EFF5	EFF5	EFF5	EFF5	EFF1	EFF1
♂ EFF5					
Código					
EFF1: Lisa			E3: Umbonata		
EFF2: Impresa					
EFF3: Umbonata					
EFF4: Tuberculata					
EFF5: Mamillata					
E1: Lisa					

Cuadro 10. Variabilidad del carácter forma del fruto en los genitores utilizados e híbridos correspondientes (en frutos tomados del mismo árbol)

Cuadro 10: Características de los genitores e híbridos utilizados para analizar la variable: Forma de la fruta

Para la forma del fruto los resultados muestran que el 100 % de los cruzamientos dieron frutos en los cuales se halló una segregación de 1 : 1, lo que indica que hay una segregación independiente del carácter.

Conclusiones

Hipótesis explicativas para la transmisión del carácter: grados brix del fruto

La variación cuantitativa en los híbridos, puede ser un indicador de que el carácter es controlado por oligo genes

Puede también explicarse por un diferente nivel de penetrabilidad del gen o de los genes.

Lo más probable y la manera más fácil de explicar la transmisión de este carácter, es que el carácter es controlado por genes codominantes (aditividad). En el caso de la madre EY5, puede haber un efecto materno hacia un bajo nivel de azúcar.

Hipótesis explicativas para la transmisión del carácter: tasa de acidez del fruto

El carácter es controlado por genes con dominancia parcial para el bajo nivel de acidez (alto pH).

En un solo caso: E2 parece haber herencia materna para un alto pH.

Hipótesis explicativa para la transmisión del carácter: resistencia a la presión del fruto

Que el carácter es controlado por genes dominantes para una alta resistencia de la piel a la presión.

Hipótesis explicativa para la transmisión del carácter: índice del fruto

Que el carácter es controlado por genes dominantes para un bajo índice. Aunque esta

afirmación parezca contradictoria en la medida que las plantas silvestres normalmente poseen un número grande de semillas. Parece que el carácter tiene una influencia citoplásmica, para comprobar la herencia citoplásmica es necesario realizar cruza recíprocas que no se hicieron en este ensayo

Hipótesis explicativa para la transmisión del carácter: forma del fruto

En todos los casos se halló una segregación de 1 : 1, lo que indica que hay una segregación independiente del carácter.

Referencias

- Bonavia, D.; Ochoa, C.; Tovar, O.; Cerrón, R. 2004. Archaeological evidence of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) and Guanabana (*Annona muricata* L.) in Ancient Perú. p. 509 - 511.
- Escribano, P.; Viruel, M.; Hormaza, J. 2004. Characterization and cross-species amplification of microsatellite markers in cherimoya (*Annona cherimola* Mill., Annonaceae). *Molecular Ecology Notes*.
- Gardiazabal, I. 1993. El cultivo de chirimoya. Valparaiso, Chi. Ediciones Universitarias de Valparaiso. p. 42 - 43.
- García, P.; Galán, V.; Hernández, P. 1996. Cultivo de chirimoya en Canarias. Editorial ICIA. www.gobcan.es 16 p.
- IPGRI. 2005. Establecimiento de un banco regional de germoplasma de chirimoya. *Los Recursos Fitogenéticos de las Américas*.
- Morales, A.; Cueva, B.; Aquino, P. 2004. Genetic diversity and geographic distribution of *Annona cherimola* in Southern Ecuador. *Lyonia*. 7:159-170.
- Narváez, A.; Barreiro, J.; Morales, R. 2006. Tracing the genetic base of chirimoya (*Annona cherimola*) commercial cultivars through AFLP analysis of diversity at the species putative center of origin. *ACTA. HORTICULTURAE*.
- PROYECTO SICA - MAG. 2005. La chirimoya. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador.
- Roque, J.; Cano, A.; Cook, A. 2003. Restos vegetales del sitio arqueológico Casa Vieja, Callango (Ica). *Revista Peruana de Biología*. v. 10.
- Sánchez, E.; González, J.; Pérez, A.; García, J. 2001. Polinización del chirimoyo Finca Experimental La Nacla. Granada (Esp.) Laboratorio de Fruticultura Subtropical de La Estación Experimental La Mayora. P. 42 - 43.