

**EVALUACION DE ALGUNOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE FRUTO Y SELECCIÓN
DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES A PARTIR DE 40 MATERIALES DE UCHUVA
(*Physalis Peruviana L.*), CULTIVADOS EN LA ZONA ALTO ANDINA DEL
DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

MARIO FERNANDO NARVAEZ ERAZO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO**

2019

**EVALUACION DE ALGUNOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE FRUTO Y SELECCIÓN
DE GENOTIPOS SOBRESALIENTES A PARTIR DE 40 MATERIALES DE UCHUVA
(*Physalis Peruviana L.*), CULTIVADOS EN LA ZONA ALTO ANDINA DEL
DEPARTAMENTO DE NARIÑO.**

MARIO FERNANDO NARVAEZ ERAZO

**Trabajo de grado en modalidad de investigación presentado como requisito parcial para
optar al título de Ingeniero Agroindustrial**

DIRECTOR:

DIEGO FERNANDO MEJÍA ESPAÑA, IAI, MSc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

SAN JUAN DE PASTO

2019

Nota de responsabilidad

Las ideas y conclusiones aportadas en el presente trabajo son de responsabilidad exclusiva de los autores.

Artículo 1° del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de Aceptación

Director

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Junio de 2019

Resumen

Con el objetivo de seleccionar materiales con características sobresalientes, aptos para comercializar en fresco y para procesos de transformación agroindustrial, se tomaron muestras de 40 genotipos cultivados en Ipiales (2898 msnm, T° 14°C), Gualmatan (2830 msnm, 14°C) Puerres (2700 msnm T° 12°C) y Pasto (Obonuco, 2800 msnm, T° 19°C), bajo un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones por localidad, la muestra evaluada fue 1 kg por localidad, genotipo y repetición recolectada al azar del total de la cosecha. Este estudio se realizó en las instalaciones de los laboratorios de Fisiología Vegetal, Calidad y Conservación De Alimentos de la Universidad de Nariño (Pasto, Colombia), en cada muestra se determinó, frutos de color amarillo, rendimiento por calibre, frutos rajados, sanidad, frutos aptos para comercialización, peso de fruto sin cáliz, sólidos solubles totales, acidez, e índice de madurez. En todas las localidades los frutos aptos para comercialización presentaron una correlación directa y significativa con frutos de coloración amarilla. El análisis de componentes principales por localidad mostró que en las localidades las variables que aportaron mayor variabilidad están relacionadas con la calidad sensorial y comercial. Con las variables más incidentes en la variabilidad total se elaboró una clasificación jerárquica para todas las localidades, el modelo de agrupamiento permitió la separación de los 40 materiales en 4 grupos o clúster bien definidos por localidad. Se utilizó un índice de selección (IS) que permitió establecer que los materiales 12U350, testigo, 12U352, 09U099 y Purace presentaron mejores características de calidad en el fruto.

Fueron caracterizadas morfológicamente 40 genotipos de uchuva, provenientes de las colecciones de Agrosavia y la Universidad de Nariño. Para la evaluación se utilizó 1kg de muestra y las variables consideradas para la caracterización fueron, frutos de color amarillo

(FCA), rendimiento por calibre (RTO), frutos rajados (FR), sanidad (SN), frutos aptos para comercialización (FAC), peso de fruto sin cáliz (PFSC), sólidos solubles totales (SST), Acidez (AC), e índice de madurez (IM). Para lo anterior se hizo un análisis de componentes principales para cada localidad, se tomaron los descriptores más relevantes para hacer un análisis por conglomerados, de los grupos resultantes se logró identificar que en Ipiales y Puerres, los genotipos 13u408, 13u407 y Sylvania se caracterizan por su tamaño y peso, en Gualmatán se logró identificar los frutos de coloración amarilla, de los que se destacan 09u099 y 12u374, en Obonuco 09u086, UN03 y UN14 fueron los materiales con menor incidencia de rajamiento.

Con el fin de seleccionar los materiales que se pueden destinar a comercialización en fresco y transformación industrial, se tomaron 40 genotipos de la colección de la Universidad de Nariño, que se sometieron a un índice de selección, usando para ello aquellas variables que aportan una contribución importante en los componentes de la calidad del fruto estas variables son: frutos de coloración amarilla (FCA), peso de fruto sin cáliz (PFSC), índice de madurez (IM), sólidos solubles totales (SST) y frutos rajados (FR). Los resultados indican que los frutos procedentes de 09u099, KENIA y PERU, son opciones viables para la comercialización en fresco en el mercado nacional. Para industrialización la mejor variedad es 13U407 destacando en las variables PFSC (7.2) e IM (9.4). El ecotipo 12U350 fue el de mejor resultados generales, que es ideal para exportación en fresco.

Palabras clave: Acidez, índice de madurez, frutos rajados, sanidad, índice de selección.

Abstract

In order to select materials with outstanding characteristics, suitable for commercialization in fresh and for agroindustrial transformation processes, samples were taken from 40 genotypes grown in Ipiales (2898 masl, T ° 14 ° C), Gualmatan (2830 masl, 14 ° C) Puerres (2700 masl T ° 12 ° C) and Pasto (Obonuco, 2800 masl, T ° 19 ° C), under a completely randomized block design, with four repetitions per locality, the sample evaluated was 1 kg per locality, genotype and repetition collected at random from the total harvest. This study was conducted in the facilities of the laboratories of Plant Physiology, Quality and Food Conservation of the University of Nariño (Pasto, Colombia), in each sample was determined, yellow fruits, yield per size, cracked fruits, health, fruit suitable for commercialization, fruit weight without calyx, total soluble solids, acidity, and maturity index. In all the localities, the fruits suitable for commercialization showed a direct and significant correlation with fruits of yellow coloration. The analysis of the main components by location showed that in the localities the variables that contributed the greatest variability are related to the sensory and commercial quality. With the most variable variables in the total variability, a hierarchical classification was developed for all the localities, the grouping model allowed the separation of the 40 materials into 4 groups or cluster well defined by locality. A selection index (IS) was used to establish that the materials 12U350, control, 12U352, 09U099 and Purace had better quality characteristics in the fruit.

40 genotypes of cape gooseberry were morphologically characterized, coming from the collections of Agrosavia and the University of Nariño. For the evaluation, 1kg of sample was used and the variables considered for the characterization were: yellow fruit (FCA), yield per size (RTO), cracked fruit (FR), health (SN), fruits suitable for marketing (FAC) , fruit weight without calyx (PFSC), total soluble solids (SST), acidity (AC), and maturity index (IM). For the

above, an analysis of the main components for each locality was made, the most relevant descriptors were taken to make an analysis by conglomerates, from the resulting groups it was possible to identify that in Ipiales and Puerres, the genotypes 13u408, 13u407 and Sylvania are characterized by its size and weight, in Gualmatán it was possible to identify the fruits of yellow coloration, of which 09u099 and 12u374 stand out, in Obonuco 09u086, UN03 and UN14 were the materials with the lowest incidence of cracking.

40 genotypes of cape gooseberry were morphologically characterized, coming from the collections of Agrosavia and the University of Nariño. For the evaluation, 1kg of sample was used and the variables considered for the characterization were: yellow fruit (FCA), yield per size (RTO), cracked fruit (FR), health (SN), fruits suitable for marketing (FAC) , fruit weight without calyx (PFSC), total soluble solids (SST), acidity (AC), and maturity index (IM). For the above, an analysis of the main components for each locality was made, the most relevant descriptors were taken to make an analysis by conglomerates, from the resulting groups it was possible to identify that in Ipiales and Puerres, the genotypes 13u408, 13u407 and Sylvania are characterized by its size and weight, in Gualmatán it was possible to identify the fruits of yellow coloration, of which 09u099 and 12u374 stand out, in Obonuco 09u086, UN03 and UN14 were the materials with the lowest incidence of cracking.

Key words: Acidity, maturity index, cracked fruits, health, selection index.

Contenido

	Pág.
Introducción	15
Capítulo I	21
1. Evaluación y caracterización del comportamiento de variables relacionadas con la calidad del fruto de 40 genotipos de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) cultivadas en la zona alto andina del departamento de Nariño.....	21
1.1 Metodología primer capitulo.....	21
1.1.1 Material vegetal	21
1.1.2 Variables de calidad de fruto.....	22
1.1.3 Análisis estadístico.....	27
1.2 Resultados y discusión	28
1.2.1 Análisis de correlación por localidad.....	29
1.2.2 Análisis de componentes principales.....	43
1.2.3 Análisis de conglomerado.....	46
Capítulo II.....	51
2. Selección de genotipos sobresalientes a través de variables más incidentes sobre la calidad de los frutos de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	51
2.1 Metodología segundo capitulo	52
2.1.1 Selección de genotipos sobresalientes.....	52
2.2 Resultados y discusion	53
3. Conclusiones.....	56
Referencias Bibliograficas	59
ANEXOS	65

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Introducciones de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) evaluadas.....	22
Tabla 2. Calibres de Uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	27
Tabla 3. Análisis de varianza combinado para las variables de calidad de fruto evaluadas en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) en 4 localidades del departamento de Nariño.....	29
Tabla 4. Matriz de correlación de Pearson de las variables evaluadas en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) para las localidades de Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.....	30
Tabla 5. Promedios generales por localidad de variables evaluadas para 40 materiales de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) en las localidades de Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.....	32
Tabla 6. Índice de madurez mínimo expresado como °Brix / porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color.....	42
Tabla 7. Resultado del ACP de 40 introducciones de <i>Physalis Peruviana L.</i> en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.	44
Tabla 8. Índice de selección y promedio de variables para uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>) evaluadas en las localidades de Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.....	54

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Escala de color de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>).....	23
Figura 2. Selección de frutos, Introducción UN19, repetición 3, Ipiales.	24
Figura 3. Peso de frutos de <i>Physalis Peruviana L.</i>	24
Figura 4. Frutos rajados introducción 12U368, repetición 1, Ipiales.	25
Figura 5. Tamices empleados para determinar rendimiento por calibre para 40 genotipos de uchuva.	27

Lista de graficas

	Pág.
Grafico 1. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de <i>Physalis Peruviana L.</i> , en la localidad de Gualmatán.....	47
Gráfico 2. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de <i>Physalis Peruviana L.</i> , en la localidad de Ipiales.....	48
Gráfico 3. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de <i>Physalis Peruviana L.</i> , en la localidad de Obonuco.....	49
Gráfico 4. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de <i>Physalis Peruviana L.</i> , en la localidad de Puerres.	50

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Valores promedio de porcentaje de frutos de color amarillo (FCA) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalis Peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.	66
Anexo 2. Valores promedio de frutos aptos para comercialización (FAC) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.	67
Anexo 3. Valores promedio de peso de fruto sin cáliz (PFSC) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. ...	68
Anexo 4. Valores promedio de Rendimiento en calibre C (RC) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. ...	69
Anexo 5. Valores promedio de rendimiento en calibre D (RD) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres	70
Anexo 6. Valores promedio de rendimiento en calibre E (RE) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. ...	71
Anexo 7. Valores porcentuales de frutos rajados (FR) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.	72
Anexo 8. Valores promedio porcentaje de sanidad (SAN) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. ...	73
Anexo 9. Valores promedio de sólidos solubles totales (SST) en 40 genotipos de uchuva (<i>Physalys peruviana L.</i>), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. ...	74

- Anexo 10. Valores promedio de acidez (AC) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. 75
- Anexo 11. Valores promedio de Índice de madurez (IM) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres. 76

Introducción

La uchuva (*Physalis Peruviana L.*), es una especie frutícola andina que ha adquirido gran importancia en el país por su potencialidad para la exportación como fruta fresca, igualmente, es el fruto que más se exporta en Colombia después del banano (Agronet, 2016). Su consumo interno se ha incrementado paulatinamente debido a que el consumidor nacional ha tenido la oportunidad de conocer productos como la uchuva, que satisfacen sus gustos y aportan vitaminas y minerales. (Coral et al., 2012). Cada día la uchuva adquiere una mayor trascendencia como fruto de exportación, no solo por el lugar que ocupa, sino por la importancia estratégica para el desarrollo frutícola del país (Fischer, Miranda, Piedrahita, & Romero, 2005), todo esto potencia más el interés a diversificar y adaptar diferentes materiales genéticos, en diferentes regiones del departamento, lo que abre puertas a nuevos mercados nacionales e internacionales, dando una amplia posibilidad al desarrollo y avance social.

Por otra parte, el aprovechamiento del potencial genético de un recurso depende en gran medida de la disponibilidad de una amplia base genética, así, los materiales de las colecciones de germoplasma juegan papel muy importante en la conservación de esa variabilidad genética (Betancourt et al., 2017). La uchuva (*Physalis Peruviana L.*) en el departamento de Nariño, está condicionada a diversas condiciones físicas y climatológicas, lo cual hace difícil su cultivo y propagación por las diferentes regiones del departamento, esto, en consecuencia, provoca una baja eficiencia y bajos rendimientos de producto.

En este sentido, el sistema general de regalías ha financiado el proyecto titulado “INVESTIGACION PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE UCHUVA *Physalis Peruviana L.* EN LA ZONA ALTO ANDINA” que busca alternativas de producción basada en la obtención de poblaciones mejoradas para uso directo de agricultores; como parte de esta

investigación, se buscó seleccionar materiales genéticos con características sobresalientes, aptos para la comercialización en fresco y para procesos de transformación agroindustrial, mediante la evaluación de algunos atributos de calidad del fruto. Además, se agrupó de acuerdo con de acuerdo con las características fisicoquímicas los materiales genéticos que pueden ser consumidos en fresco o aquellos que por sus propiedades físicas no son óptimos para el mercado, pero si para su posterior transformación agroindustrial.

El cultivo de Uchuva, es una alternativa de producción para la economía de muchos países, debido a que presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales, lo cual se deriva de las características nutricionales y propiedades medicinales que posee el fruto. (Gastelum, 2012). En la actualidad, en el continente americano, el cultivo de la uchuva ha extendido su producción tanto a los altiplanos de los países tropicales y subtropicales, como a países del Caribe (Fischer & Miranda, 2012). Actualmente, en Sudamérica, países como Ecuador, Perú, Chile y Brasil aumentan su área de cultivo.

En Colombia, el desarrollo de la tecnología se ha hecho fundamentalmente sobre el conocimiento empírico de los agricultores y trabajos de investigación en las Universidades y AGROSAVIA. En el año 2016, el área de producción fue de 1023 ha, con una producción total de 15111,78 toneladas. Las mayores áreas están sembradas en los departamentos de Boyacá (357 ha), Antioquia (143 ha) y Cundinamarca (307 ha) (ANALDEX, 2018)

En Nariño el área sembrada en 2016 fue de 61 hectáreas cosechadas, con una producción de 509 t y un rendimiento de 8.34 t/ha, que lo coloca por debajo del promedio nacional que para este mismo año fue de 12,49 t/ha, todo esto debido al bajo desarrollo tecnológico en el departamento, además de los problemas sanitarios que causaron problemas de inocuidad en los frutos, causando pérdidas comerciales y una alta incidencia de enfermedades. La adaptabilidad

climática de las plantas es otro factor a considerar, puesto que las heladas disminuyen la producción y los rendimientos.

Todo esto impulsa la necesidad de hacer investigación, que permita determinar genotipos con mayores rendimientos, mejor tolerancia a enfermedades y condiciones climáticas adversas y con características de calidad adecuadas para su comercialización en fresco y/o su transformación industrial, permitiendo el ingreso a nuevos mercados, impulsando el desarrollo en el departamento de Nariño.

Según Legiscomex (2012), en 2012, las exportaciones colombianas de las frutas exóticas en estudio sumaron USD48,6 millones, durante este periodo, la uchuva fue la fruta más vendida en mercados internacionales al totalizar USD29,2 millones, seguida de otras frutas tales como la gulupa y la granadilla.

Para el caso concreto de la uchuva, según ANALDEX (2018), las exportaciones en el año 2017 recuperaron valor comercial, llegando a los 27 millones de dólares. En cuanto al volumen exportado, en 2017 se logró un gran dinamismo, con 6,33 toneladas. Los destinos de exportación más importantes son los Países Bajos, Alemania, Reino Unido y Estados Unidos, seguidos de Ecuador, Canada, entre otros.

Es importante destacar que la exportación de uchuva, se hace en fresco y para procesamiento industrial. En 2016 el 34,4% se exportó en fresco, por otro lado, el 65,6% se exportó para su procesamiento.

El determinar un genotipo mejorado con características superiores, en rendimiento y calidad tendrá como fin mitigar el déficit actual en cultivares de menor desempeño, bajo sus condiciones ambientales y con las mejores características de calidad de frutas para involucrarlas en procesos agroindustriales, penetrar otros mercados y fidelizar los ya existentes, satisfaciendo las

necesidades de productores y comercializadores de uchuva y como consecuencia el desarrollo de ciertas regiones del país.

La caracterización y evaluación física y química de un fruto en específico ayuda al mejoramiento genético del mismo, ya que se puede saber con certeza cuales son los puntos donde se puede fortalecer, desde el cultivo hasta la cosecha. Aspectos fitosanitarios, agroclimáticos que afecten al cultivo se pueden mejorar o adaptar a un ambiente nuevo para el cultivo. La caracterización genética es una actividad básica a la hora de adaptar y conservar una especie, todo esto basado en la variabilidad genética, morfológica, bioquímica y molecular. Tanto las variables cuantitativas como cualitativas son importantes, nos permiten conocer el potencial genético de las colecciones evaluadas, en este caso concreto de uchucas. El estudio genético y fisicoquímico nos permite mejorar las condiciones del cultivo de uchuva, logrando mejoras económicas, permitiendo que haya más productores, distribuidores y exportadores. A continuación, se incluye en forma resumida, diversos estudios y sus resultados aplicados a los cultivos de uchuva.

Herrera et al., (2011) evaluaron el comportamiento en la producción y calidad de fruto de 54 accesiones de uchuva asilvestrada e indeterminada provenientes del nororiente del país. Se estableció un experimento bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se estimó el porcentaje de germinación para 30 semillas por accesión y mediante una muestra de 20 frutos al azar y a los 120 días después del inicio de cosecha se evaluó el peso de fruto con cáliz, porcentaje de rajado de fruto, número de frutos por planta y rendimiento, y a los 105 días después de cosecha se determinó los sólidos solubles totales, acidez total titularle, relación de madurez (sólidos solubles totales/acidez total titularle), pH y ácido ascórbico. Se observaron diferencias significativas en el porcentaje de germinación, rendimiento y peso de fruto con cáliz

en donde los materiales cultivados registraron los mayores valores con 91,23%, 6,17 kg/planta y 5,68 g, respectivamente. Para las variables de sólidos solubles totales y porcentaje de rajado, los materiales presentaron los mayores valores con 14,7°Brix y 23,93%, respectivamente. Los resultados sugieren la presencia de variabilidad importante en el germoplasma de uchuva analizado que puede ser incorporada en futuros programas de conservación y mejoramiento.

Morillo et al., (2011), caracterizaron morfológica y molecularmente con marcadores RAM, 18 introducciones de uchuva de la colección de la Universidad de Nariño. Para la caracterización morfológica se sembraron 10 plantas de cada introducción. A través del análisis de componentes principales (ACP) se determinó que el 81,75% de la variabilidad total de la población estudiada, respecto a las variables cuantitativas, estuvo representada por tres componentes principales, definidos por características relacionadas con el fruto y la semilla. En cuanto a las cualitativas, el análisis de correspondencias múltiples (ACM) indicó que el 61,51% de la variabilidad total, estuvo explicada por cinco factores, definidos principalmente por variables relacionadas con la flor y el cáliz. El análisis de clasificación (AC) con base en la caracterización morfológica, agrupó las introducciones por sólidos solubles totales y longitud del cáliz. Los agrupamientos de la caracterización morfológica y molecular no fueron coincidentes, probablemente debido a que los caracteres fenotípicos y genotípicos estudiados son gobernados por diferentes factores.

Castro et al., (2014), elaboraron pulpa, mermelada y néctar de uchuva del ecotipo Colombia con frutos rajados y blandos, provenientes de los municipios de Ventaquemada y Cienega del departamento de Boyacá. Los resultados de este trabajo, tienen aplicaciones para las regiones productoras de uchuva en Colombia que adolecen de pérdidas de fruta por rajado y ablandamiento. Se realizaron tres formulaciones de cada subproducto, variando el contenido de pulpa en el producto final y se realizó la caracterización fisicoquímica, microbiológica y

sensorial. Finalmente, se calculó el costo de cada subproducto más aceptado por el panel. Los resultados mostraron que, a nivel microbiológico y fisicoquímico, los subproductos cumplen la normatividad. A nivel sensorial, la pulpa más aceptada fue la pasterizada con azúcar, el néctar más aceptado fue la formulación con 20% de pulpa y la mermelada más aceptada fue la formulación con 50% de pulpa. El costo para procesar 1 kg de fruta fue de 3,11USD para pulpa, 3,36USD para néctar y 3,66USD para mermelada.

Capítulo I

1. Evaluación y caracterización del comportamiento de variables relacionadas con la calidad del fruto de 40 genotipos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) cultivadas en la zona alto andina del departamento de Nariño.

1.1 Metodología primer capítulo

1.1.1 Material vegetal

El material vegetal evaluado hace parte del primer objetivo establecido en el proyecto denominado “INVESTIGACION PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE UCHUVA (*Physalis Peruviana L.*) EN LA ZONA ALTO ANDINA”.

Se emplearon frutos de 40 introducciones (Tabla 1), pertenecientes a las colecciones de trabajo de AGROSAVIA y la Universidad de Nariño, cultivadas en las localidades de Ipiales (2898 msnm, T° 14°C), Gualmatán (2830 msnm, 14°C) Puerres (2700 msnm T° 12°C) y Pasto (Obonuco, 2800 msnm, T° 19°C), bajo un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones por localidad. Para llevar a cabo la caracterización de los frutos la muestra empleada fue de 1 kg por localidad, genotipo y repetición recolectada al azar del total de la cosecha.

Tabla 1.
Introducciones de uchuva (Physalis Peruviana L.) evaluadas.

Introducciones Universidad de Nariño	Introducciones AGROSAVIA
COLOMBIA	09U086
KENIA	09U089
NEIRA	09U099
PERÚ	09U116
PURACÉ	09U128
SILVANIA	09U136
UN01	09U138
UN03	09U140
UN13	12U347
UN14	12U350
UN19	12U352
UN26	12U357
UN30	12U360
UN34	12U368
UN35	12U374
UN36	12U377
UN43	12U399
UN45	13U407
UN49	13U408
UN52	TESTIGO

Fuente: Esta investigación

1.1.2 Variables de calidad de fruto.

Las variables evaluadas fueron, frutos de color amarillo (FCA), rendimiento por calibre (RTO), frutos rajados (FR), sanidad (SN), frutos aptos para comercialización (FAC), peso de fruto sin cáliz (PFSC), sólidos solubles totales (SST), Acidez (AC), e índice de madurez (IM).

Este trabajo se desarrolló en las instalaciones de los laboratorios de FISIOLOGÍA VEGETAL y CALIDAD Y CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS de la Universidad de Nariño sede Torobajo (Pasto), ubicada a 2527 msnm., con temperatura promedio de 14°C y HR de 70%.

Se llevó a cabo la recepción y almacenamiento en refrigeración (4°C) de los tratamientos. Se procedió inicialmente a pesar cada muestra y se retiró el cáliz del fruto con el fin de posteriormente realizar la evaluación de las siguientes variables:

- Frutos color amarillo (FCA): Esta variable se determinó seleccionando de la muestra inicial aquellos frutos de coloración amarilla como los mostrados en la figura 2, que de acuerdo con la tabla de color para uchuva (NTC 4580) corresponden a estados 3, 4, 5 y 6 (Figura 1). Los frutos con estas características fueron pesados y los resultados se expresaron en porcentaje.

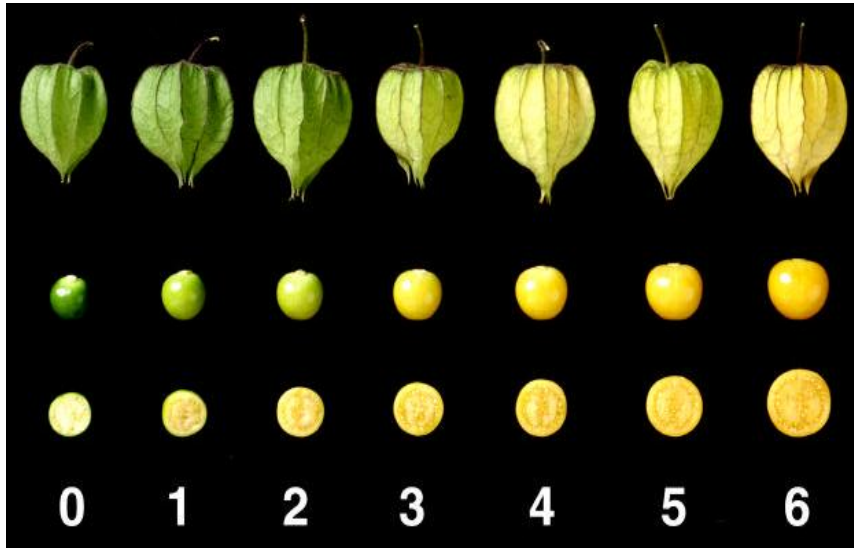


Figura 1. Escala de color de uchuva (*Physalis Peruviana L.*)

Fuente: NTC 4580, 1999.



Figura 2. Selección de frutos, Introducción UN19, repetición 3, Ipiales.

Fuente: Esta investigación

- **Peso de fruta fresca sin cáliz (PSC):** En cada tratamiento, se determinó el peso individual en gramos de 30 frutos en estados de madurez comercial (3 a 5 según tabla de color) tomados al azar de la muestra inicial, empleando una balanza electrónica con 0,01 g de precisión. El resultado se obtuvo calculando el peso promedio.



Figura 3. Peso de frutos de *Physalis Peruviana L.*

Fuente: Esta investigación

- Frutos rajados (FR): En cada tratamiento, se determinó el número de frutos rajados con base en 50 frutos en estados de madurez comercial seleccionados al azar, los resultados fueron expresados en porcentaje.
- Sanidad de la fruta (SAN): Esta variable se determinó mediante la selección y cuantificación de frutas sanas, descartando aquellas frutas afectadas por hongos o bacterias de una muestra al azar de 50 frutos, en estado de madurez comercial. Esta variable se expresó en términos de porcentaje.



Figura 4. Frutos rajados introducción 12U368, repetición 1, Ipiales.

Fuente: Esta investigación.

- Sólidos solubles totales (SST): Se determinó utilizando el método refractométrico (ICONTEC, 1999). Se obtuvo el jugo filtrado de 15 frutos en estados de madurez entre 3 y 5 para cada tratamiento y se depositaron aproximadamente 0,3 mL del jugo sobre el lente del refractómetro digital ATAGO, registrando el valor arrojado. Los resultados se expresaron en °Brix. Posteriormente se realizó la corrección de los datos en función de la acidez (AC) de acuerdo con la norma técnica NTC 4580, mediante la siguiente ecuación:

$$SST_{\text{corregido}} = 0,194 * Ac + SST \text{ (Ecuación 1)}$$

- Acidez (AC): Se determinó por titulación con NaOH 0,1N y fenolftaleína como indicador, para ello se emplearon 2,5 mL de jugo extraído de igual manera que para la variable SST, los cuales se titularon hasta que el indicador cambió de color (ICONTEC, 1999). El cálculo de acidez se efectuó mediante la ecuación 2.

$$\% \text{ Acido Citrico} = \frac{V1 * N * K * 100}{V2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

V1= volumen de NaOH consumido (mL).

V2= volumen de la muestra (2,5 mL).

K= peso equivalente del ácido cítrico (0,064 g/meq).

N= normalidad del NaOH (0,1 meq/mL).

- Índice de madurez (IM). Se obtuvo mediante la relación entre SST y AC de acuerdo con la NTC 4580, los resultados se expresaron como °Brix / %ácido cítrico.

$$\text{Índice de Madurez} = \frac{\text{S.S.T.}}{\text{Acidez titulable}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

- Rendimiento por calibre (RTO): Para esta variable se empleó un conjunto de tamices con los diámetros establecidos en la NTC 4580 (Tabla 2), sobre los que se dejaron caer los frutos sin cáliz de la muestra inicial de 1 kg (figura 5). Posteriormente los frutos retenidos sobre cada tamiz fueron pesados registrando los valores en el correspondiente calibre. Con los datos obtenidos se estimó el rendimiento para cada uno de los calibres en gramos gramos de fruto sin cáliz.

Tabla 2.
Calibres de Uchuva (*Physalis Peruviana L.*)

Diámetro (mm)	Calibre
$\leq 15,0$	A
15,1 – 18,0	B
18,1 – 20,0	C
20,1 – 22,0	D
$\geq 22,1$	E

Fuente: NTC 4580, 1999.



Figura 5. Tamices empleados para determinar rendimiento por calibre para 40 genotipos de uchuva.

Fuente: Esta investigación

- Frutos aptos para comercialización (FAC): Se obtuvo mediante la siguiente ecuación.

$$\text{FAC} = \text{Frutos de color amarillo} - (\text{Frutos rajados} + \text{Sanidad}) \text{ (Ecuación 4)}$$

1.1.3 Análisis estadístico.

Para cada una de las variables evaluadas, se realizó un análisis de varianza combinado, bajo un modelo mixto, donde los 40 materiales genéticos se consideran de efecto fijo y las localidades como efecto aleatorio. En este caso, si la interacción material genético por ambiente es

significativa, el análisis se hace con base en el comportamiento de los materiales genéticos en cada una de las localidades. Al contrario, si esta interacción no es significativa, se determina, si existen diferencias en los efectos simples (localidades, material genético) (Lagos, Apraez, Lagos, & Duarte, 2015) .

Para la caracterización de genotipos se realizó un análisis de correlación múltiple, describiendo la población a través de estadígrafos de dispersión y tendencia central como la media, la varianza y la desviación estándar (Lagos, 2001). También un análisis por componentes principales (ACP) con los valores medios de los resultados obtenidos en las variables evaluadas como lo descrito por Morillo et al., (2011). A partir de los resultados obtenidos en el ACP se realizó un dendrograma por cada localidad utilizando distancias de Ward (Criollo et al., 2001). Los análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XII

1.2 Resultados y discusión

Los resultados del análisis de varianza, que aparecen en la Tabla 4, mostraron que la interacción localidad x genotipo fue significativa para todas las variables. Esto sugiere que los materiales se comportan de manera diferente en cada localidad. Por lo tanto, las variables fueron estudiadas en cada ambiente, mediante el análisis de medias.

Tabla 3.
Análisis de varianza combinado para las variables de calidad de fruto evaluadas en 40 genotipos de uchuva (Physalis Peruviana L.) en 4 localidades del departamento de Nariño.

FV	GL	RC	RD	RE	FR	SAN	FCA	FAC	AC	SST	IM	PFSC
LOC	3,0	2038,6* *	6290,0* *	75009,5* *	7322,4* *	122,9* *	20410,9* *	12690,8* *	3,0**	3,3*	70,5* *	331,5* *
GEN	39,0	67,5**	435,4ns	1395,4**	1177,6* *	8,5*	10056,0* *	6288,5**	0,3**	2,3**	4,6**	3,9**
Loc*Gen	117,0	24,4**	444,4**	319,7**	153,2**	5,2**	473,4**	524,0**	0,1**	0,6**	1,2**	0,7**
Rep(Loc)	12,0	4,6ns	70,7*	71,1**	27,5**	0,3ns	69,7**	70,2**	0,1*	0,6*	1,9**	1,1**
Residuo	463,0	3,8	37,2	22,3	13,4	0,4	39,4	31,0	0,0	0,3	0,8	0,3
R2		86,97	83,80	96,87	93,30	88,18	96,56	96,02	62,42	54,57	59,44	90,08
CV		69%	26%	76%	68%	1,6%	42%	43%	14%	5%	15%	25%

FV: Fuente de variación, **LOC:** Localidad, **GEN:** Genotipo, **REP:** Repetición, **GL:** Grados de libertad, **RC, RD, RE:** Rendimiento por calibres (C, D y E), **FR:** Frutos rajados, **SAN:** Sanidad, **FCA:** Frutos de color amarillo, **FAC:** Frutos aptos para comercialización, **AC:** Acidez, **SST:** Sólidos solubles totales, **IM:** Índice de madurez, **PFSC:** Peso de fruto sin cáliz

*Diferencias significativas (95%); ** Diferencias altamente significativas (99%); ns: no significativo.

Fuente: Esta investigación

1.2.1 Análisis de correlación por localidad.

A continuación, se observa la tabla de correlación para cada localidad, esta tabla muestra las correlaciones de Pearson, entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables.

Mediante los resultados del análisis de correlación por cada localidad, se evidenció un alto número de pares de variables relacionadas significativamente como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.
Matriz de correlación de Pearson de las variables evaluadas en 40 genotipos de uchuva
(Physalis Peruviana L.) para las localidades de Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

Gualmatán.							Ipiales.				
	%RC	%RD	%RE	%FCA	%FR	AC		%RC	%RE	%FCA	AC
%RD	0,5**						%RD	-0,3**			
%RE	-0,7**	-0,9**					%RE	-0,7**			
%SAN	0	0,2**	-0,2**	-0,1	-0,6**		%FAC	-0,2**	0,1	0,9**	
%FAC	0,2	0,3**	-0,3**	1,0**	-0,2**		IM	0	0	-0,2**	-0,9**
IM	0,1	0,1	-0,1	-0,1	-0,2**	-0,9**	PFSC	-0,5**	0,7**	0,2**	-0,1
PFSC	-0,4**	-0,5**	0,5**	-0,1	0	-0,1					

Obonuco.						Puerres.					
	%RC	%RD	%RE	%FCA	AC		%RD	%RE	%FCA	%FAC	AC
%RD	0,4**					%FAC	0,3**	0,2	1,0**		
%RE	-0,6**	-1,0**				AC	0,2**	0,1	0,5**	0,5**	
%FAC	-0,1	0	0	0,8**		SST	0,1	0	0,2**	0,2**	0,2**
AC	-0,1	-0,1	0,1	0,6**		IM	-0,2**	-0,1	-0,5**	-0,5**	-0,9**
IM	0,1	0,1	-0,1	-0,5**	-0,9**	PFSC	0,5**	0,5**	0,2**	0,2**	0,1
PFSC	-0,3**	-0,6**	0,6**	0,1	0,1						

RC, RD, RE: Rendimiento por calibres (C, D y E), **FR:** Frutos rajados, **SAN:** Sanidad, **FCA:** Frutos de color amarillo, **FAC:** Frutos aptos para comercialización, **AC:** Acidez, **SST:** Sólidos solubles totales, **IM:** Índice de madurez, **PFSC:** Peso de fruto sin cáliz

*: Correlación significativa (95%)

** : Correlación altamente significativa (99%).

Fuente: Esta investigación

En todas las localidades la variable FAC presentó una correlación directa y altamente significativa con el FCA, esto se debe a que en los frutos aptos para comercialización no se tiene en cuenta frutos rajados y con problemas fitosanitarios.

Entre las correlaciones más importantes se encuentra la relación inversa entre AC e IM. El incremento del índice de madurez en los estados evaluados se debe a que los sólidos solubles totales aumentaron y la acidez disminuyó. Valdenegro, et al. (2012) reportaron una relación similar entre estas variables, comportamiento propio de un fruto maduro. Al relacionar los frutos de color amarillo con el contenido de sólidos solubles totales se observó una relación directa en la localidad de Obonuco en donde los materiales presentaron una media de 78,5% de FCA y un promedio de SST de 15,2% para esta localidad.

De igual manera una relación inversa entre el índice de madurez con la acidez lo reportaron Balaguera et al., (2015) en los frutos de uchuva. El índice de madurez fue mayor en los frutos con mayor grado de madurez (estado 4), mientras que los frutos del estado 1 presentaron índices de madurez más bajos. Generalmente la acidez disminuye cuando avanza el proceso de maduración (Fischer & Martínez, 1999), este comportamiento se debe a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración (Kader, 2002) o son convertidos en azúcares mediante gluconeogénesis, por lo que la maduración genera un descenso en la acidez.

También se evidenció una correlación moderada entre las variables asociadas al tamaño del fruto y peso (PFSC, RC, RD y RE). En el caso de RC, RD y RE hay una fuerte relación lineal negativa, esto se debe a que los materiales evaluados al presentar mayor acumulación de frutos respecto a un calibre en específico, los otros calibres tendrán valores de acumulación inferiores. De igual manera se observó una correlación lineal directa positiva y significativa entre las variables de PFSC y RE en todas las localidades evaluadas.

En la Tabla 5 se observan los valores promedio de rendimiento por calibre C, D y E, porcentaje de frutos rajados (FR), porcentaje de sanidad (SAN), porcentaje de frutos de color amarillo (FCA), porcentaje de frutos aptos para comercialización (FAC), acidez (AC), sólidos solubles totales (SST), índice de madurez (IM) y peso de fruto sin cáliz (PFSC), para cada una de las localidades evaluadas.

Tabla 5.
*Promedios generales por localidad de variables evaluadas para 40 materiales de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) en las localidades de Gualmatán, Ipiiales, Obonuco y Puerres.*

Localidad	Variables				
	RC	RD	RE	FR	SAN
Gualmatán	10,3 ± 4,1 ^a	58,3 ± 10,0 ^a	15,7 ± 13,1 ^a	12,6 ± 9,3 ^a	99,7 ± 0,6 ^a
Ipiiales	4,1 ± 2,0 ^b	45,0 ± 9,2 ^b	48,0 ± 12,2 ^b	12,9 ± 10,4 ^a	99,0 ± 1,0 ^a
Obonuco	3,1 ± 2,4 ^c	44,9 ± 12,5 ^b	48,9 ± 15,4 ^b	27,1 ± 11,5 ^b	97,7 ± 2,0 ^b
Puerres	9,2 ± 3,0 ^d	48,4 ± 10,3 ^c	6,8 ± 6,3 ^c	18,3 ± 9,0 ^c	99,5 ± 0,9 ^a

Localidad	Variables					
	FCA	FAC	AC	SST	IM	PFSC
Gualmatán	77,8 ± 19,0 ^a	67,5 ± 17,0 ^a	1,9 ± 0,1 ^a	15,0 ± 0,4 ^a	8,1 ± 0,6 ^a	5,3 ± 0,7 ^a
Ipiiales	58,1 ± 30,7 ^b	50,4 ± 27,6 ^b	2,0 ± 0,1 ^b	15,0 ± 0,4 ^a	7,4 ± 0,5 ^b	6,1 ± 0,6 ^b
Obonuco	78,5 ± 22,3 ^a	56,1 ± 15,3 ^c	1,9 ± 0,2 ^c	15,3 ± 0,5 ^b	8,0 ± 0,8 ^a	7,8 ± 0,7 ^c
Puerres	58,9 ± 33,3 ^b	47,1 ± 26,4 ^d	1,7 ± 0,2 ^d	15,1 ± 0,6 ^a	9,0 ± 1,0 ^c	4,4 ± 0,5 ^d

Fuente: Esta investigación

- Frutos de color amarillo (FCA).

El análisis mostró diferencias significativas entre localidades respecto al porcentaje de frutos de color amarillo (FCA).

Para las localidades de Gualmatán e Ipiiales, los materiales 09u099 y 12u374 presentaron porcentajes de FCA superiores respecto a su media general; de igual manera se observó un buen

comportamiento para Colombia y Puracé, en Ipiales y Puerres. Los materiales 13u408, UN01 y UN30 tuvieron porcentajes de FCA inferiores a su media general en todas las localidades, representando a aquellos genotipos con frutos de coloración verde (Anexo 1).

En el análisis de medias (Anexo 1) se pudo notar que existieron materiales con valores de FCA superiores a su media general; para Ipiales los genotipos 12u352, 12u350, 12u357, Neira, Puracé y UN19 y para Puerres los materiales Colombia, Kenia, Puracé y UN13. Los genotipos mencionados en estas localidades superan los valores promedio del material testigo.

Los materiales de la localidad de Obonuco no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos para FCA sin embargo, su media general superó el valor de las demás localidades.

Los frutos procedentes de las localidades de Obonuco y Gualmatán presentan una coloración correspondiente a los estados 4, 5 y 6 de la tabla de color, mientras que en las localidades Ipiales y Puerres se presentó un alto número de materiales con frutos de coloración verde, aun así, con características de SST y acidez de un fruto maduro, tal como lo menciona Agusti (2000), puede deberse a una deficiencia en las enzimas clorofilasas, haciendo que la clorofila se manifieste de manera visible, e inhibiendo la aparición de los carotenos propios de la colocación de un fruto maduro.

- Frutos aptos para comercialización (FAC).

NTC 4580, establece que los frutos deben estar frescos, con una superficie brillante y visualmente maduros, que como se describió en la metodología, corresponden a los frutos en estados 3, 4, y 5. Los genotipos que no se adaptan a esta escala no son aceptados para comercialización en fresco.

La NTC 4580 clasifica la categoría extra como apta para exportación en fresco, la primera categoría para comercialización nacional y la segunda para procesamiento.

La categoría extra, describe que la uchuva debe cumplir los requisitos generales definidos y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 5 % del área total.

La categoría I, debe cumplir los requisitos generales definidos y estar exenta de todo defecto que demerite la calidad del fruto. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 10 % del área total.

La categoría II, comprende la uchuva que no puede clasificarse en las categorías anteriores, pero cumple los requisitos generales. Se admiten frutos rajados que no excedan el 5 % del área total. El capacho puede presentar manchas superficiales ocasionadas por humedad y/o por hongos (sin la presencia de éstos). Estos defectos en conjunto no deben exceder el 20 % del área total.

Al ser esta variable decisiva en términos de calidad de exportación o comercialización local, es importante resaltar materiales como 09u128 y Puracé, ya que tuvieron buen comportamiento en las 4 localidades pues superaron a su media general (Anexo 2). Cabe resaltar que, en las localidades de Ipiales, Obonuco y Puerres, estos genotipos superaron los valores promedio de FAC del testigo comercial.

En las localidades de Gualmatán, Ipiales y Puerres se observó que los materiales 09u099, 12u352, 12u347, 12u350, 12u374, Colombia, Kenia, Neira, testigo, UN13, UN19 y UN49 tuvieron un porcentaje de FAC superior a la media de la localidad respectiva. El ecotipo testigo

presentó un porcentaje de 92,4% en la localidad de Gualmatán, siendo este el más alto, en comparación de las localidades restantes.

En la localidad de Obonuco, aparte de los materiales 09u128 y Puracé, el genotipo 09u086 obtuvo un porcentaje del 78,2%, superior al testigo comercial y a la media general de la localidad Anexo 2.

- Peso del fruto sin cáliz (PFSC).

En cuanto a peso de fruto, se encontraron promedios por localidad que oscilan entre 3,5g para el genotipo UN45 en la localidad de Puerres y 9,5 g para Neira en la localidad de Obonuco. En el análisis de varianza se observaron diferencias significativas entre localidades y genotipos (Anexo 3).

Los materiales 12u350, 13u408, 13u407, Perú y Silvania fueron los de mejor peso en las 4 localidades, superando su media general y al testigo comercial, entre estos se destacan los materiales 13u407 y Perú con valores superiores a los 7 g, que además superan al material Colombia, ecotipo reconocido internacionalmente

La localidad de Obonuco presentó materiales con frutos de mayor peso, en donde los materiales 13u407 y Neira mostraron un peso de 9,4 g y 9,5 g respectivamente, superior al testigo comercial (8 g). En la localidad de Gualmatán, 25 de los 40 genotipos tuvieron promedios de PFSC por encima de su media general, lo cual muestra uniformidad en los pesos entre genotipos.

Por otra parte, la variable peso de fruto se encuentra ligada moderadamente a la variable rendimiento por calibre, como se muestra en la tabla de correlación de Pearson (Tabla 5), esto es normal ya que, a mayor tamaño, mayor peso de la fruta. Algunos autores afirman que frutos de gran tamaño pueden rajarse con mayor facilidad durante la poscosecha y al mismo tiempo verse

afectados por hongos y bacterias ya que los carbohidratos y gomas solubles de la herida sirven como sustrato para el crecimiento fungoso, lo cual explica la correlación fuerte encontrada entre FR y SAN. El mercado exige fruta sana, especialmente cuando se destina para consumo en fresco y exportación.

- Rendimiento por Calibre.

Para la localidad de Gualmatán los materiales que superaron la media general para calibre C (10%) fueron 09u089, UN03, UN34, UN35, UN36, UN43 y UN45 con valores que también superaron el promedio para el testigo (9,8%). Por otra parte los materiales 12u347 (3,8%), 13u408 (4,4%) y Sylvania (4%) mostraron promedios inferiores. Para el calibre D, los materiales 09u140, 12u377, Puracé, testigo, UN36 y UN19 superaron la media general (58%), siendo ésta la localidad donde hubo más acumulación de frutos con calibre D. Para el calibre E en Gualmatán y Puerres, los valores de 13U408 y Sylvania son los más representativos con una media general de 15,7% y 6,8% respectivamente.

Puerres presentó una media general para RC de 9% y los materiales 09u089, 09u099, 12u399, Kenia, UN13 y UN35, mostraron los promedios más altos. La media para RD fue de 48%, y los materiales que superaron dicho promedio fueron 12u360, 12u368 y UN34 con valores mayores a 60%.

En Ipiales se observó un bajo rendimiento para RC, pues el 50% de los genotipos tuvieron valores inferiores al promedio para esta localidad (4,1%) como se muestra en el Anexo 4. Para RD se evidenció una media general de 45% donde los materiales Puracé, UN36, UN43 y UN45 superaron el 55% de los frutos en este calibre. Otros genotipos como 13u408, 13u407, Perú, Sylvania y testigo (Anexo 5) mostraron valores inferiores al 35%. Para RE, 15 genotipos

presentaron valores entre 51% a 61%, de los cuales destacan 09u140, 12u377 y 12u347 con un porcentaje de 60,25%.

En Obonuco el rendimiento de calibre C fue el más bajo, ya que el 58% de los genotipos tuvieron valores inferiores a la media general (3%). Para RD los materiales 09u128, UN03, UN14, UN30, UN36, UN43 y UN52 tuvieron valores superiores al promedio (44,9%) superando el 60% de frutos en calibre D, por otro lado 13u408, Silvania y testigo mostraron porcentajes inferiores al 30%. El rendimiento para calibre E posee un grupo más uniforme en sus valores, 17 de los 40 materiales tuvieron porcentajes que oscilaron entre el 54% y el 73%.

- Frutos rajados (FR).

En las localidades de Obonuco y Puerres, los materiales 09u086, UN03 y UN14 presentaron porcentajes inferiores de FR respecto a su media general (27,1%) y (18,7%) respectivamente, un comportamiento similar se observó para UN45 en las localidades de Ipiales y Puerres (Anexo 7).

De acuerdo con el análisis de medias (Anexo 7) existen materiales que presentaron promedios inferiores de FR respecto a la media general; en Puerres los genotipos 09u089, 12u377, UN03, UN14 y UN45; en la localidad de Obonuco 09u116 y 09u140 y en Gualmatán UN01.

Los materiales anteriormente nombrados tienen un gran potencial para comercialización en fresco pues las pérdidas por rajamiento serían inferiores a las generadas por las variedades testigo y Colombia.

Como afirma Gordillo et al., (2004), el rajado del fruto puede estar asociado a causas genéticas que hacen que el fruto no pueda absorber las cantidades de calcio necesarias para proveer de resistencia a sus paredes celulares y así evitar el agrietamiento. El rajamiento es originado por dos causas principalmente, la primera puede ser por un suministro irregular de

agua al cultivo, lo que ocasiona un agrandamiento excesivo del fruto en su última etapa por encima del que sus tejidos pueden soportar; la segunda ocurre cuando se presentan deficiencias de calcio.

El agrietamiento se acentúa más en frutos sobremaduros en la planta y en aquellos de alto volumen y peso, que muchas veces coinciden con los primeros frutos del primer ciclo de cosecha (Gordillo et al., 2004). Posiblemente, la expansión de la epidermis no puede resistir el volumen que le proporciona el agrandamiento del fruto (Orduz & Fisher 2012).

Gordillo et al., (2004) abordó el estudio de aumento del porcentaje de rajado con el estado de madurez; en su trabajo muestra que los frutos de uchuva a partir del estado 4 de acuerdo con la NTC 4580 (1999), tienen una mayor probabilidad de presentar agrietamiento, que los frutos que se encuentran en menor estado de maduración. Esto probablemente sucede por los cambios internos de degradación y lisis que se generan en las células de parénquima a medida que el fruto envejece.

Se obtuvo en la localidad de Obonuco gran cantidad de materiales con alto rendimiento en calibre E, muy atractivos para el mercado de venta en fresco o para procesamiento industrial, sin embargo, pueden presentar rajamiento debido a su gran tamaño. Para procesamiento industrial solo se admite un rajamiento mínimo del fruto (Categoría 2) de acuerdo con NTC 4580 (1999) y además deben estar totalmente sanos. El tipo de rajado más frecuente que se observó en los genotipos es el que de acuerdo con la clasificación de Gordillo et al., (2004) involucra la epidermis y la pulpa, rajado longitudinal a través de la cicatriz peduncular.

Los frutos rajados son rechazados o castigados en precio, debido a que el rajado favorece la aparición de hongos y bacterias durante el almacenamiento y el transporte, acortando la vida útil de la fruta (Cooman et al., 2005).

- Sanidad (SAN).

El material UN45 presentó promedios de SAN superiores en las localidades de Ipiales y Obonuco (Anexo 8). En la localidad de Ipiales los materiales 09u136, 09u138, 09u140, 12u360, 12u377, 12u350, 12u374, Neira, UN14, UN19, UN45 y UN49 presentaron valores de SAN superiores respecto a su media, del mismo modo que 09u099 en la localidad de Obonuco.

En las localidades de Gualmatán y Puerres no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre materiales, sin embargo, su media general 99,7 y 99,5 respectivamente, superan el valor de las demás localidades. Esto se puede deber a que las características del ambiente favorecen el fruto haciéndolo menos susceptible a problemas fitosanitarios.

En las localidades de Ipiales y Obonuco el material UN45 presentó un porcentaje de SAN superior a la media para cada ambiente, además materiales como testigo y Colombia mostraron valores aproximados a la media general en todas las localidades (Anexo 8).

Un alto nivel de sanidad es conveniente teniendo en cuenta que en las normas la tolerancia para frutos infectados es cero, éstos deben tener ausencia de plagas, enfermedades y daños y, además, no deben presentar sustancias que afecten la salud del consumidor.

- Sólidos solubles (SST).

El promedio de sólidos solubles totales (expresada como °Brix) de los genotipos evaluados fue de 15,0 en Gualmatán, 15,0 en Ipiales, 15,3 en Obonuco y 15,1 en Puerres (Anexo 9). Estos valores se encuentran dentro del rango de 14,8 a 15,1 establecido en la NTC 4580 para frutos con índice de madurez 5 a 6 respectivamente.

De toda la población evaluada se observó que el material Perú en la localidad de Gualmatán mostró el valor mínimo (13,7°Brix) para esta variable y un valor máximo se obtuvo por el material UN49 (16,3°Brix) en Obonuco.

Para Gualmatán, Ipiales y Obonuco los materiales 09u099, 12u352, 12u347 presentaron valores de SST superiores a la media general en cada localidad, un comportamiento similar presentó Kenia en Gualmatán y Obonuco; 12u350 en Gualmatán y Puerres; 12u360 en Ipiales y Puerres y el material UN49 en Ipiales y Obonuco.

En el Anexo 9 se observa que existen materiales con valores de SST superiores respecto a su media en cada localidad, los genotipos 09u116 (15,9°Brix) y UN36 (15,5°Brix) en Ipiales; 09u089 (15,6°Brix), Testigo (15,5°Brix) y UN30 (15,6°Brix) en Gualmatán y 09u128 (16,2°Brix), 09u140 (15,7°Brix) y UN19 (15,7°Brix) en la localidad de Puerres.

Tanto el promedio general por localidad como el 96% de los genotipos evaluados superaron el mínimo valor permitido en la NTC 4580 (14,1°Brix) para estados de madurez 3 a 5, que constituye una característica deseable tanto para el consumo directo como para procesos de transformación, en la medida en que se requiere una menor adición de azúcar. Sin embargo, Muñoz (2010) afirma que los atributos deseables en el fruto, no están ligados estrictamente a un solo carácter y se debe tener en cuenta variables como color y peso de fruto para lograr la aceptación en otros mercados.

Los valores obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por Lagos et al., (2007) quienes realizaron un análisis de la aptitud combinatoria de algunas características del fruto de uchuva, obteniendo valores de 14,2 a 14,5 °Brix, y a los obtenidos por Morillo et al., (2011) entre 15,3 y 15,6 °Brix, al realizar una caracterización morfológica y molecular de 18 introducciones de uchuva de la colección de la Universidad de Nariño.

- Acidez (AC).

El promedio de acidez (expresada como porcentaje de ácido cítrico) de los genotipos evaluados fue de 1,9% en Gualmatán, 2,0% en Ipiales, 1,9% en Obonuco y 1,7% en Puerres.

Estos valores se encuentran dentro del rango de 2,34% a 1,83%, establecido en la NTC 4580 para frutos con índice de madurez 3 a 5 respectivamente.

En todas las localidades los materiales 12u352, 12u368 y Sylvania tuvieron valores de AC que superaron el promedio para cada ambiente. El material 13u407 presentó la menor AC en todas las localidades.

En el Anexo 10 se puede observar que existen materiales significativamente diferentes con valores superiores a la media general: 12u360, 12u350, 12u374, testigo, UN13, UN19 y UN49 en Gualmatán, Puerres y Obonuco; 09u099 y 12u347 en Gualmatán e Ipiales; 09u128 en Obonuco y Puerres, Puracé en Ipiales y Puerres; UN26 en Gualmatán y Obonuco, UN49 en Ipiales y Obonuco; 09u089, UN14 y UN52 en Gualmatán; 09u140, 12u377, 12u357, 12u399, Neira, UN03, UN30, UN34 y UN35 en Ipiales; 09u086 en Obonuco y el material Kenia en Puerres

Los materiales con valores inferiores de acidez fueron: 13u407 en todas las localidades; 13u408, UN35 y UN43 en Gualmatán, Obonuco y Puerres; 09u136 y UN45 en Gualmatán, Ipiales y Puerres; 09u086 en Gualmatán e Ipiales; 09u138, 09u140 en Gualmatán y Obonuco; Kenia en Ipiales y Obonuco; UN03, UN34 en Obonuco y Puerres; 09u116, 12u374 y UN36 en Gualmatán; Perú y UN26 en Ipiales y UN01 en Puerres.

Se observó que el 45% de los materiales tuvo promedios de acidez inferiores al límite máximo establecido en la norma para estado de madurez 3 (2,34%), lo que resulta en una sensación de mayor dulzura, debido a la adecuada relación azúcar/ ácido. Durante la maduración la acidez disminuye debido a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustratos de la respiración o son convertidos en azúcares mediante gluconeogénesis (Kader, 2002). De acuerdo con Fischer (2000) la acidez de la pulpa de uchuva alcanza un valor de 1,3 g en 100 g de pulpa, expresados

como ácido cítrico correspondientes a estados de madurez 6. Este valor también es atractivo para los procesadores que la pueden emplear para preparar néctares, ya que cuando se le adiciona agua y azúcar el equilibrio de sabores dulce-ácido resulta agradable por lo armónico al gusto, de modo que la acidez es un factor determinante en el sabor del fruto. Resultados reportados por Lagos, Criollo, & Mosquera (2001) y Criollo et al., (2001) muestran valores similares a los obtenidos en esta investigación para AC para los materiales UN19 (1,6%) y UN34 (1,4%) en Puerres; UN30 (1,8%) y UN43 (1,6%) en Gualmatán y en la localidad de Ipiales UN01 (1,8%).

- Índice de madurez (IM).

El promedio de IM de los genotipos evaluados fue de 8,1 en Gualmatán, 7,4 en Ipiales, 8,0 en Obonuco y 9,0 en Puerres. Se observó que los materiales 09u136 y 13u407 presentaron valores de IM superiores a la media general (Anexo 11), de igual manera 09u138 y UN43 en Gualmatán y Obonuco, UN03 y UN34 en Obonuco y Puerres, 09u116 en Gualmatán e Ipiales, Kenia en Ipiales y Obonuco, Colombia en Gualmatán, 09u086, 09u128 y UN26 en Ipiales, 09u140 y 13u408 en Obonuco y UN01 en Puerres.

De acuerdo con la NTC 4580 (1999) los índices de madurez para estados de madurez de 3 a 5 se observan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Índice de madurez mínimo expresado como °Brix / porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color.

Color	3	4	5
°Brix/% Ácido cítrico (mínimo)	6,0	7,1	8,1

Fuente: NTC 4580 (1999).

La maduración se caracteriza por una serie de cambios de sabor, consistencia, color y aroma; muchos de estos cambios son observables físicamente y para otros cuantos, se requieren análisis. El índice de madurez (IM) determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos. En los materiales de Ipiales y Obonuco se observó que entre el 55% y el 75% de los genotipos, respectivamente superaron el índice de madurez en comparación con el testigo, una característica favorable para procesos de mejoramiento, pues como lo afirma García (2014), los consumidores prefieren frutos con índices de madurez altos. Resultados reportados por Lagos, Criollo, & Mosquera (2001) y Criollo et al., (2001) muestran valores similares a los obtenidos en esta investigación

Es así que la mayor parte de los materiales provenientes de las localidades de Gualmatán, Ipiales y Obonuco presentan índices de madurez dentro del rango de acuerdo con la NTC 4580 (1999), para frutos en estado de madurez 4 y 5, en donde sus valores oscilan entre 7,1 y 8,9.

1.2.2 Análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales (ACP) permitió explicar la variabilidad total de los materiales con base en las variables estudiadas, de este modo se realizó un ACP para cada localidad (Tabla 7).

Tabla 7.

Resultado del ACP de 40 introducciones de *Physalis Peruviana L.* en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

Gualmatán					Obonuco				
	PC1	PC2	PC3	PC4		PC1	PC2	PC3	PC4
RD	-0,2	-0,2	-0,1	-0,7	FR	-0,3	-0,1	-0,6	0
RE	-0,3	0,5	-0,1	0,1	SAN	0,1	0	0,4	0,7
FCA	-0,5	-0,2	-0,2	0,1	FAC	-0,3	0,3	0,5	0
IM	0,3	0,2	-0,5	-0,3	SST	-0,2	0	-0,3	0,6
Valor Propio	3,3	2,8	1,8	0,9	Valor propio	3,9	2,7	1,3	1
Proporción	0,29	0,25	0,16	0,07	Proporción	0,35	0,24	0,12	0,9
Acumulada	0,29	0,55	0,71	0,79	Acumulada	0,35	0,59	0,71	0,81

Ipiales					Puerres				
	PC1	PC2	PC3	PC4		PC1	PC2	PC3	PC4
RD	0,5	0	-0,2	0	RC	0,1	0,3	0,4	0,6
RE	-0,5	-0,1	0,2	0,1	RE	-0,2	-0,5	0	-0,3
SAN	0,2	0,2	0,2	0,6	FR	-0,2	-0,1	0,6	0,1
FAC	0,3	-0,3	0,5	-0,2	SAN	-0,2	0	-0,5	0,5
AC	0	-0,6	-0,1	0,4	SST	-0,1	0,3	0,2	-0,5
IM	0,1	0,5	0,2	-0,3	PFSC	-0,3	-0,5	0	0,1
Valor propio	3,6	2,5	1,6	1,2	Valor propio	4,4	2	1,2	1
Proporción	0,33	0,23	0,14	0,11	Proporción	0,39	0,18	0,11	0,9
Acumulada	0,33	0,56	0,7	0,81	Acumulada	0,39	0,57	0,69	0,78

Fuente: Esta investigación

Para la localidad de Gualmatán, el 79% de la variabilidad fue explicada por los primeros cuatro componentes y las variables que aportaron mayor peso en su conformación fueron RD,

RE, IM y FCA. El primer componente explicó el 29% de la variabilidad y estuvo determinado por la variable FCA. El segundo componente explicó el 25% de la variabilidad y estuvo determinado por la variable RE, relacionado con el tamaño de fruto. El tercer componente explicó el 16% de la variabilidad relacionado con el IM y el último componente explicó el 7% de la variabilidad y estuvo relacionado con la acumulación de frutos de calibre D.

En la localidad de Ipiales los cuatro primeros componentes explicaron el 81% de la variabilidad total donde las variables con mayor aporte fueron RD, RE, SAN, FCA, IM y AC. El primer componente explicó el 33% de la variabilidad y estuvo relacionado con las variables RD y RE. El segundo componente explicó el 23% de la variabilidad y estuvo relacionado con las variables IM y AC, relacionados con la calidad comercial y en cierto modo sensorial de los frutos. El tercer componente explicó el 14% de la variabilidad, relacionado con la variable FAC y el último componente explicó el 11% de la variabilidad y estuvo relacionado con los frutos sanos (SAN).

En la localidad de Obonuco las variables de mayor aporte a la variabilidad fueron FR, SAN, FAC y SST, en relación con los cuatro primeros componentes que explicaron el 81% de dicha variabilidad. Los dos primeros componentes estuvieron determinados por las variables FR y FAC, aunque con aportes bajos (-0,3 a 0,3) y explicaron el 59% de la variabilidad total. . El tercer componente explicó el 12% de la variabilidad y estuvo determinado por las variables FR y FAC relacionados con la calidad comercial. El cuarto componente explicó el 9% de la variabilidad relacionada con las variables SAN y SST.

En Puerres, el 78% de la variabilidad fue explicada por los cuatro primeros componentes y los descriptores con mayor peso fueron RE, FR, SAN, PFSC y SST. En el primer componente, la variable con mayor importancia fue PFSC y representó el 39% de la variabilidad. El segundo

componente explicó el 18% de la variabilidad y estuvo determinado por las variables RE y PFSC referentes al tamaño del fruto. El 11% de la variabilidad fue explicada por el tercer componente, representado por las variables FR y SAN relacionadas con el estado fitosanitario de los materiales; el cuarto componente explicó el 9% de la variabilidad, relacionado con las variables RC y SST.

1.2.3 Análisis de conglomerado.

Con las variables más incidentes en la variabilidad total de acuerdo con los resultados del ACP, se elaboró una clasificación jerárquica para cada una de las localidades. El modelo de agrupamiento permitió la separación de los 40 materiales en 4 grupos o clúster bien definidos por localidad.

En la localidad de Gualmatán (Gráfico 1), inicialmente se observaron dos grupos: en el grupo uno, 24 de los 40 materiales presentaron frutos de coloración amarilla con un porcentaje promedio de (87,4%), los 16 genotipos restantes del grupo dos fueron aquellos con coloración verde con promedio de (54,2%). Cada grupo se dividió en dos subgrupos, de este modo se obtuvo en el subgrupo uno con 16 de los 24 materiales, los cuales presentaron mayor acumulación de frutos en el calibre D (64,4%) y el subgrupo 2 con 8 genotipos mostraron mayor acumulación de frutos en el calibre E con porcentaje promedio de frutos con este calibre de (31,8%) con bajos IM (7,7), el segundo grupo reunió 7 materiales con altos IM con promedio de (8,7) en el subgrupo 3 y en el subgrupo 4 agrupó 9 genotipos con frutos de coloración verde (22,5%) que corresponde a la acumulación de frutos en el calibre C.

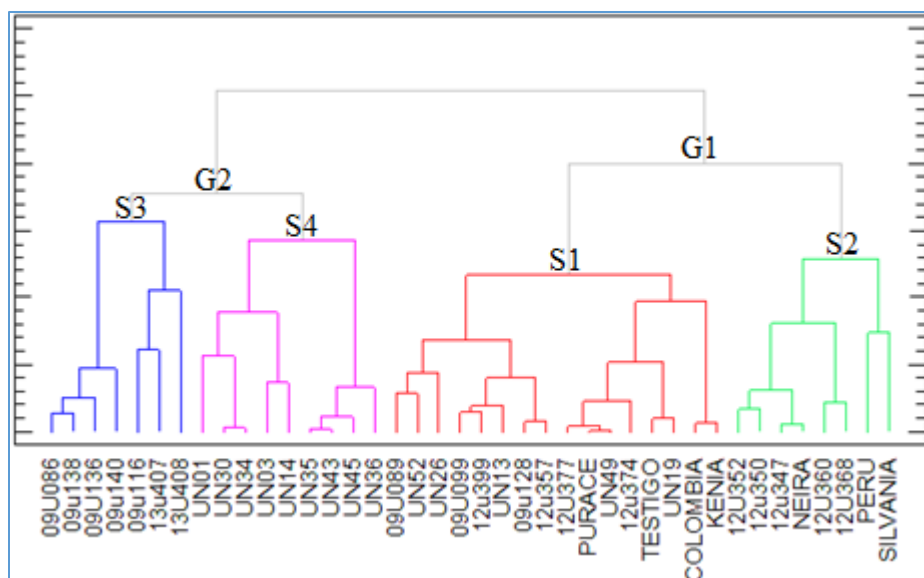


Gráfico 1. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de *Physalis Peruviana L.*, en la localidad de Gualmatán.

G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; S1: Subgrupo 1; S2: Subgrupo 2; S3: Subgrupo 3 S4: Subgrupo 4.

Fuente: Esta investigación

Para la localidad de Ipiales (Gráfico 2), inicialmente se observó la formación de dos grupos bien definidos en donde uno de ellos, con 18 de los materiales evaluados, presentó frutos con alta acumulación en calibre E con promedio (55,6%) y el segundo grupo, con 22 materiales, estuvo conformado por frutos con mayor acumulación en calibre D (51,5%).

De este modo se observó que el segundo grupo se dividió en tres subgrupos: los primeros 10, se caracterizaron por presentar altos porcentajes de frutos aptos para comercialización (76,9%), de los cuales se destacan Neira y 12U350 (subgrupo 1), otro de los subgrupos con 10 genotipos mostró acumulación de frutos de calibre D (54,4%) con adecuado índice de madurez (7,7), de los cuales destacamos UN36, UN43 y Kenia (subgrupo 2), por último, en el subgrupo 3, con 2 materiales se caracterizó por contener frutos ácidos con promedio de AC de (2,2%) y con problemas fitosanitarios (3,3%).

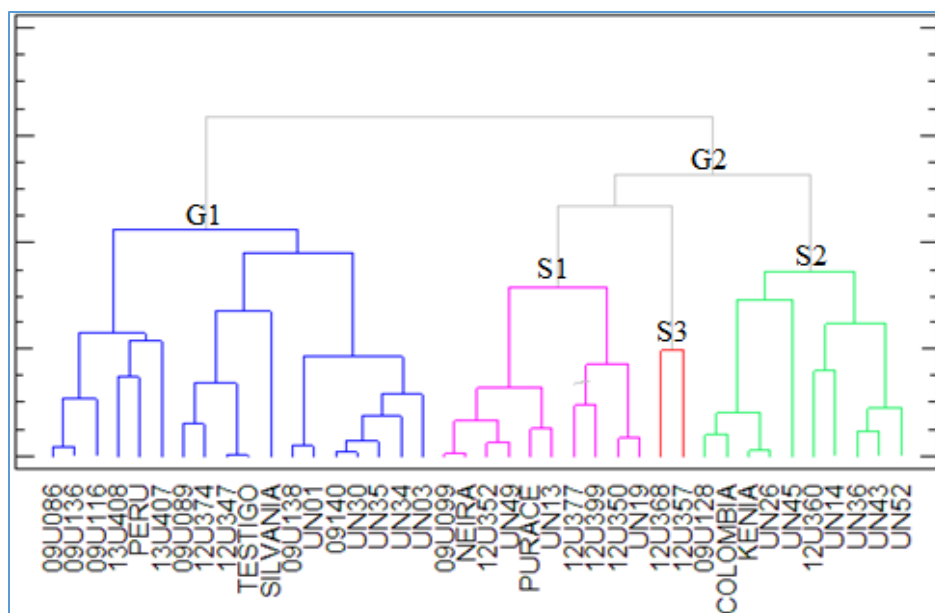


Gráfico 2. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de *Physalis Peruviana L.*, en la localidad de Ipiales.

G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; S1: Subgrupo 1; S2: Subgrupo 2; S3: Subgrupo 3

Fuente: Esta investigación

En Obonuco se distinguieron dos grupos, el grupo uno con 23 materiales que presentaron frutos con bajo porcentaje de rajamiento (20,5%) y el segundo grupo con 17 materiales presentaron con mayor frecuencia esta fisiopatía en sus frutos (36%) (Gráfico 3). En el grupo uno se observó que 10 genotipos (subgrupo 1) presentaron altos porcentajes de frutos aptos para comercialización (70,8%) con bajo contenido de SST (14,9 °Brix) los 13 materiales restantes (subgrupo 2) se caracterizaron por presentar bajos porcentajes de FAC (35,7%). En el segundo grupo se asociaron 14 materiales (subgrupo 3) con alto contenido de SST (15,8 °Brix) y aptos para comercialización (63,8%), sin embargo, con una incidencia de rajado considerable promedio (33%), además los 3 materiales restantes (subgrupo 4), fueron aquellos con alto rajamiento (50,5%).

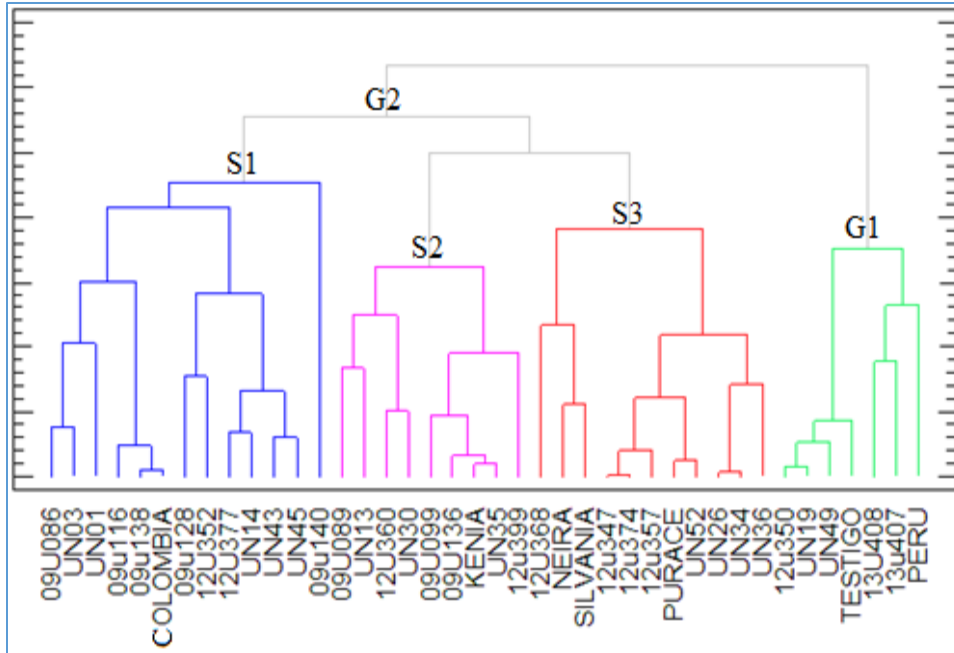


Gráfico 4. Dendrograma del análisis de clasificación jerárquica con base en el ACP 40 introducciones de *Physalis Peruviana L.*, en la localidad de Puerres.

G1: Grupo 1; G2: Grupo 2; S1: Subgrupo 1; S2: Subgrupo 2; S3: Subgrupo 3

Fuente: Esta investigación

Capítulo II.

2. Selección de genotipos sobresalientes a través de variables más incidentes sobre la calidad de los frutos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*).

Para Morillo et al., (2011), La caracterizaron morfológica y molecularmente con marcadores RAM, 18 introducciones de uchuva de la colección de la Universidad de Nariño. Para la caracterización morfológica se sembraron 10 plantas de cada introducción. A través del análisis de componentes principales (ACP) se determinó que el 81,75% de la variabilidad total de la población estudiada, respecto a las variables cuantitativas, estuvo representada por tres componentes principales, definidos por características relacionadas con el fruto y la semilla. En cuanto a las cualitativas, el análisis de correspondencias múltiples (ACM) indicó que el 61,51% de la variabilidad total, estuvo explicada por cinco factores, definidos principalmente por variables relacionadas con la flor y el cáliz. El análisis de clasificación (AC) con base en la caracterización morfológica, agrupó las introducciones por sólidos solubles totales y longitud del cáliz. Los agrupamientos de la caracterización morfológica y molecular no fueron coincidentes, probablemente debido a que los caracteres fenotípicos y genotípicos estudiados son gobernados por diferentes factores.

Sepulveda et al., (2012), caracterizaron morfo agronómicamente 23 introducciones de *P. peruviana* procedentes de la colección de trabajo del Centro de Investigación La Selva - Corpoica. En el análisis de conglomerados para las variables cualitativas, el dendrograma mostró dos agrupamientos, donde el grupo 1 reunió 69,5% de la colección en estudio y el grupo 2, 30,5%. Respecto a las variables de carácter cuantitativo, el dendrograma generó dos grupos separados a una distancia promedio o UPGMA (unweighted pair group arithmetic mean) de 0,7. El análisis de componentes principales indicó 74,2% de la variabilidad total mediante cinco

componentes, donde los dos primeros fueron los de mayor acumulación con 43,3%; los descriptores que más aportaron a la variabilidad, dentro de la colección caracterizada, fueron cuatro relacionados con el tamaño de la hoja, días a maduración de fruto, días a floración y diámetro del tallo.

2.1 Metodología segundo capítulo

2.1.1 Selección de genotipos sobresalientes.

Para escoger aquellos materiales sobresalientes, se utilizó un índice de selección (IS) (Lagos et al., 2007). Para establecer este IS, se estandarizaron los valores de cada una de las variables que hicieron parte del mismo. Las variables que se tuvieron cuenta para construir el IS fueron frutos de coloración amarilla (FCA), peso de fruto sin cáliz (PFSC), índice de madurez (IM), sólidos solubles totales (SST) y frutos rajados (FR), los cuales son de alto valor en los componentes de la calidad del fruto y definen su valor económico.

Inicialmente, se realizó estandarización (E) de los valores de cada una de las variables que componen el IS, mediante la siguiente ecuación.

$$E = [(X_{ij} - \mu)] / \sigma \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde: X_{ij} = Observación individual.

μ = Promedio general de las líneas por variable.

σ = Desviación estándar de la variable.

Una vez estandarizados los datos, se estableció el IS, que incluye las variables antes mencionadas, tomando como criterio la importancia de las variables en el rendimiento y calidad del fruto, asignándole las siguientes ponderaciones.

$$IS = (FCA \times 0,6) + (PFSC \times 0,4) + (IM \times 0,3) + (SST \times 0,3) + [FR \times (-0,6)]$$

2.2 Resultados y discusion

El IS se aplicó a cada uno de los 40 genotipos y con base en valores del índice por encima de 0,50, se realizó la selección de los mejores materiales. Aquellos materiales que fueron seleccionados presentan características que pueden ser tenidas en cuenta para exportación o para comercialización en fresco a nivel nacional.

Los materiales seleccionados que se encuentran en la Tabla 8 representan el 40% de las introducciones evaluadas, El material 13u407 presentó promedios de PFSC, IM y FR significativamente superiores al resto de materiales seleccionados, superando también el promedio de la fracción seleccionada (xfs) 6,2%, 8,0% y 16,0% respectivamente, sin embargo para la variable FCA presentó el promedio más bajo entre los materiales seleccionados, lo que implica un alto porcentaje de frutos verdes y por tanto no es un material apto para exportación pero sus características fisicoquímicas lo convierten en un material con gran potencial industrial. Además se observaron materiales que superaron significativamente a los demás genotipos en cuanto a las variables PFSC como Perú (7,3%), IM como Kenia (8,6), SST como 09u099 (15,7%) y Neira (22,4%) con promedios inferiores para la variable FR.

El diferencial de selección con respecto al promedio general (DG) y a la fracción no seleccionada (DFNS), demuestra una reducción para las variables IM con DG (-0,1%) y DFNS (-0,2) y para FR con (-1,1%) y DFNS (-2,9%), con promedios entre 6,2 y 15,3 para IM y FR respectivamente, en los materiales seleccionados. En este sentido destacan los materiales Kenia y 13U407 por su alto IM y los materiales 12U350, 12U352, 09U128, Perú y 12U377, por su bajo porcentaje de rajamiento. Por otra parte el diferencial de selección para FCA mostro una ganancia de 18,2% con respecto al promedio general, siendo la variable con mayor incremento mediante el IS. El material Colombia, destaca por su alto FCA. Por otra parte las ganancias de

peso para los genotipos seleccionados fueron de 0,3 g a 0,4g, según DG y DFNS, respectivamente. En este sentido, los materiales 13u407 y Perú se destacaron por presentar frutos de gran tamaño (entre 7,2 a 7,3g). El contenido de sólidos solubles presentó una ganancia de 0,2 y 0,3 °Brix respecto a DG y DFNS respectivamente. El material 09U099 sobresale debido a su alto contenido de azúcares (15,7° Brix).

Tabla 8.

Índice de selección y promedio de variables para uchuva (*Physalis Peruviana L.*) evaluadas en las localidades de Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GENOTIPO	FCA	PFSC	IM	SST	FR	IS
12u350	92,9	6,6	7,7	15,6	12,9*	1,56
Testigo	91,1	6,3	7,8	15,3	15,6	0,93
12u352	91,6	5,9	7,7	15,6	14,5*	0,90
09u099	95,5	5,9	7,9	15,7*	18,6	0,87
Puracé	94,6	6	7,8	15,3	15,2	0,86
09u128	91,1	5,7	7,7	15,4	11,1*	0,84
Kenia	90,4	5,6	8,6*	15,5	17,4	0,82
12u347	90,3	6,2	7,9	15,4	18	0,81
13u407	38,4	7,2*	9,4**	15	20,8	0,81
UN49	88,3	6	7,9	15,5	15,8	0,77
Perú	86,3	7,3**	8	13,8	13,4*	0,74
UN19	92,9	6	7,7	15,4	16,8	0,69
Neira	93,1	6,6	8,1	15	22,4	0,67
12u377	74,6	6	7,8	15,4	12,7*	0,57
12u399	80,7	5,8	7,9	15,5	15,9	0,53
Colombia	92,6*	5,6	8,2	15	14,3*	0,50
\bar{x}_g	68,3	5,9	8,1	15,1	17,7	
\bar{x}_{fs}	86,5	6,2	8,0	15,3	16,0	
σ	13,9	0,5	0,4	0,4	3,0	
\bar{x}_{fns}	56,2	5,8	8,2	15,0	18,9	
DG	18,2	0,3	-0,1	0,2	-1,1	
DFNS	30,3	0,4	-0,2	0,3	-2,9	

Fuente: Esta investigación

\bar{x}_g : Promedio general para 40 genotipos, **\bar{x}_{fs}** : Promedio para materiales seleccionados, **σ** : Desviación estándar de la fracción seleccionada. **\bar{x}_{fns}** : Promedio de fracción no seleccionada, **DG**: Diferencial de selección respecto al promedio general. **DFNS**: Diferencial de selección respecto a la fracción no seleccionada.

* Diferencias significativas (95%)

** Diferencias altamente significativas (99%)

Con base en los resultados anteriores se destacan los frutos de 09u099 para la variable SST (15.7° Brix), KENIA para IM (8,6), y PERU para PFSC (7.3g), y para industrialización la mejor variedad es 13u407 destacando en las variables PFSC (7.2g) e IM (9.4).

El ecotipo 12u350 fue el de mejor resultados generales, que es ideal para exportación en fresco.

3. Conclusiones

La interacción genotipo por ambiente indica que los materiales no se comportan de la misma manera en las localidades evaluadas, es así que las localidades donde se obtienen frutos con mejores atributos de calidad de fruto es Gualmatán y Obonuco, Sin embargo la localidad de Obonuco presenta alto rajamiento y problemas fitosanitarios y Gualmatán presenta frutos de menor tamaño, por el contrario en las localidades de Ipiales y Puerres se obtuvieron frutos con características que demeritan su calidad de consumo, como bajo porcentaje de frutos de color amarillo y bajo peso del fruto sin cáliz.

Se identificaron aquellos genotipos sobresalientes en cuanto a calidad de fruto en cada una de las localidades evaluadas, es así como en Ipiales y Puerres, los genotipos 13u408, 13u407 y Silvania se caracterizan por su tamaño y peso, en Gualmatán se identificaron materiales con altos porcentajes para frutos de coloración amarilla, entre los que se destacan 09u099 y 12u374 y en Obonuco los genotipos 09u086, UN03 y UN14 fueron los materiales con menor incidencia de rajamiento, con valores inferiores al 6,1%.

El análisis de componentes principales demuestra que los cuatro primeros componentes explican más del 78% de la variabilidad total de los genotipos en los cuatro ambientes evaluados, y las variables que más aportan a esta variabilidad en son RD, RE, FCA e IM en Gualmatán; FR, SAN, FAC y SST en Obonuco; RD, RE, SAN, FAC, AC e IM en Ipiales y RC, RE, FR, SAN, SST y PFSC en Puerres.

En Ipiales el 2% de los materiales ubicados en el grupo 2, subgrupo 2 son los más adecuados para la comercialización en fresco debido a que presentan altos porcentajes de frutos con coloración amarilla y de calibre D, otro de los subgrupos con 10 genotipos mostró acumulación de frutos de calibre D (54,4%) con adecuado índice de madurez (7,7) por otro lado, los genotipos

del grupo 1 correspondientes a aquellos de calibre E tiene potencial para transformación industrial. Con respecto a los frutos que presentaron coloración verde, al tener un alto índice de madurez, son óptimos para la producción de mermeladas.

En Gualmatan el grupo 1 con el 60% de los materiales evaluados presenta frutos de coloración amarilla en donde el subgrupo 1 con un 16 de los materiales (20%) mostró acumulación de calibre C características óptimas para el consumo en fresco y 8 de los materiales (10%) pueden ser empleados para la transformación industrial, en el grupo 2 en donde se obtuvo materiales de coloración verde existen materiales con alto IM (8,7) que pueden ser empleados para la producción de mermeladas o jugos clarificados.

En Puerres de los dos grupos formados se observó que en el grupo 1 se tiene 7 materiales con peso del fruto sin cáliz promedio de (5,1g) y alto RE favorable para procesos industriales, en el segundo grupo donde el (82,5%) de los materiales evaluados presento bajo PFSC (4,3g) se dividió en tres subgrupos en donde el subgrupo 1 se encuentran los materiales con bajo peso del fruto (4g), el subgrupo 2 donde están 9 materiales con buena acumulación de frutos en calibre C y SST moderados (15,5 °Brix) pueden ser empleados para el consumo en fresco en el mercado nacional, el tercer subgrupo en donde están 11 de los materiales presenta alto porcentaje de rajamiento en sus frutos (27,7%) puede ser utilizado para obtener postres, salsas, concentrados de fruta si se brinda un tratamiento a tiempo.

En Obonuco se obtuvo que de los dos grupos inicialmente formados el (57,5%) de los materiales evaluados correspondientes al grupo 1 presento buenas características de calidad con un bajo porcentaje de rajamiento (20,5%) y bajos contenidos de sólidos solubles (14,9 °Brix), características que permiten que estos materiales se consuman en fresco, el segundo grupo

involucró a frutos con alto índice de rajamiento y altos contenido de SST, características no aptas para comercialización en fresco pero favorables para procesamiento industrial.

Ya que numerosos materiales han superado las características de calidad de fruto de genotipos como Colombia o el Testigo comercial, se evidencia la potencialidad de esta base genética para llevar a cabo procesos de transformación agroindustrial, selección y mejoramiento.

En las localidades evaluadas se observó un comportamiento diferente en algunos materiales, sin embargo, a través del índice de selección se estableció que aquellos materiales con características aceptables para comercialización en fresco fueron 12u350, Testigo, 12U352, 09U099, Puracé, 09u128, Kenia, 12u347, UN49, Perú, UN19, Neira, 12U377, 12u399 y Colombia, teniendo en cuenta variables de calidad de fruto como frutos de coloración amarilla, peso de fruto sin cáliz, índice de madurez, sólidos solubles totales y frutos rajados.

El genotipo 13u407 se destaca principalmente por su peso y tamaño en todas las localidades, además, el contenido de sólidos solubles totales y acidez es similar a los promedios generales y por la relación de las anteriores variables, el índice de madurez también estuvo dentro del promedio, sin embargo, la coloración verde predominó en el genotipo, sin importar la localidad. De lo que se concluye que es el mejor genotipo con destino a la transformación industrial.

Referencias Bibliograficas

- Agusti, M., 2000. Crecimiento y desarrollo del fruto.. En: *Fundamentos de fisiologia vegetal*.. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de Espana.
- Almanza, P. & Espinosa, C., 1995. *Desarrollo morfologico y analisis fisicoquimico de frutos de uchuva (Physalis Peruviana L.) para identificar el momento Optimo de cosecha*.. Tunja: s.n.
- Almanza, P. & Fischer, G., 2012. Fisiología del cultivo de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*). *REUNIAO TÉCNICA DA CULTURA DA PHYSALIS*, Volumen 2, pp. 32-52.
- Almanza, P. & Fisher., G., 1993. Nuevas tecnologías en el cultivo de la Uchuva (*Physalis Peruviana L.*).. *Agro-Desarrollo*, Volumen 4, pp. 292-304.
- ANALDEX, 2018. *Comportamiento de la uchuva – Producción y comercio*, s.l.: s.n.
- Avila, J. A., Moreno, P. & Fischer, G. y. M. D., 2006. Influencia de la madurez del fruto y del secado del caliz en Uchuva. p. 3.
- Balaguera-López, H., Martinez, C. & Herrera, A., 2015. *El estado de madurez afecta el comportamiento poscosecha de frutos de uchuva (Physalis Peruviana L.) almacenados a temperatura ambiente*, Bogotá: Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de posgrados.
- Brito, B., Villacrés, E., Espín, S. & Vaillant, F., 2014. *Alternativas competitivas de transformación para la valorización de la producción de physalis peruviana l. Para los países andinos. Physalis Peruviana L.: Fruta andina para el mundo*, p. 133.
- Burg, S., 2004. Postharvest physiology and hypobaric storage of fresh produce.. p. 654.
- Carretero, J., 2004. *Flora arvensis española. Las malas hierbas de los cultivos españoles*.. Valencia.: Phytoma..

- Castaneda, G., Paredes, R., Fischer., G. & Galvis, A., 2002. Determinacion del patron respiratorio de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*) proveniente de Silvana Cundinamarca.. *IV Seminario Nacional de Frutales de Clima Frio Moderado.*, pp. 292-297.
- Castro, A. M., Puentes, G. A. & Botía, Y., 2014. Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana L.*) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. *Revista de investigación agraria y ambiental*, V(1), pp. 121-130.
- Castro, A., Puentes, G. & y Botía, Y., 2014. Alternativas de procesamiento de uchuva (*Physalis peruviana L.*) para el aprovechamiento de frutos no aptos para la comercialización en fresco. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), pp. 121-129.
- Cooman, A., Torres, C. & Fischer, G., 2005. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) bajo cubierta. *Agronomía Colombiana*, 1(23), pp. 74-82.
- Coral, G. L., Torres Martinez, F. & Yopez Chamorro, C., 2012. Estudio de mercado para la comercialización de uchuva *Physalis Peruviana L.* en Nariño. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, pp. 88-98.
- Cortes, G. M., Prieto, G. A. & y Rozo, W. E., 2015. Caracterización bromatológica y fisicoquímica de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*) y su posible aplicación como alimento nutracéutico.. *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6(1), pp. 87-97.
- Criollo, H. y otros, 2014. Comportamiento de tres genotipos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) bajo diferentes sistemas de poda.. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), pp. 34-43.

- Criollo, H., Lagos, T. C., Criollo, C. P. & y Guerrero, M., 2001. Caracterización de materiales de uvilla (*Physalis Peruviana L.*) por sus características de calidad.. *Revista de Ciencias Agrícolas*, Volumen 1, pp. 169-180.
- CVN, C. v. d. n., 2018. *Requisitos para exportar frutas desde colombia: 10 frutas colombianas de mayor consumo en europa, según procolombia*. [En línea].
- Fischer, G., 1995. *Effect of root zone temperature and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry (Physalis Peruviana L.)*. Universidad de Humboldt, Berlin.: s.n.
- Fischer, G., 2000. Crecimiento y desarrollo.. *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis Peruviana L.)*.
- Fischer, G. & Martinez, O., 1999. Calidad y madurez de la Uchuva (*Physalis peruviana*) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana*, pp. 35-39.
- Fischer, G. Y. D. M., 2012. Uchuva. *Manual para cultivo de frutales en el tropico*..
- Galvis, J., Fischer, G. & Gordillo, O., 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva. *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva Physalis peruviana L en Colombia*, p. 176.
- Galvis, J., Fischer, G. & Gordillo, O., 2005. Cosecha y poscosecha de la uchuva.. *vances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis Peruviana L.) en Colombia*., pp. 165-190.
- Gordillo, O. P., Fisher, G. & Guerrero, R., 2004. Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) en la zona de Silvania (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana*, 22(1), pp. 53-62.

- Grange, R., 1993. Crecimiento del fruto. En: *Fisiología y bioquímica vegetal*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, pp. 449-462.
- Hawkes, 1991. Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica.. *Diversity (Estados Unidos)*, Volumen 7, pp. 7-9.
- Herrera, A., Ortiz, J., Fischer, G. & y Chacón, M., 2011. Comportamiento en producción y calidad de 54 accesiones de uchuva. *Agronomía Colombiana*, pp. 189-196.
- Hobson, G., 1993. Maduración del fruto.. En: *Fisiología y bioquímica vegetal*. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana de España, pp. 463-478.
- ICA, 2018. *Boyacá líder en exportación de uchuva hacia los Estados Unidos*. [En línea] Available at: <https://www.ica.gov.co/Noticias/ICA-lider-exportacion%E2%80%9393Boyaca-uchuvas.aspx>
- Kader, A., 2002. Postharvest technology of horticultural crops. *Division of Agriculture and Natural Resources*.
- Kays, S., 1997. *Postharvest physiology of perishable plant products*.. Georgia: Exon Press.
- Knapp, S., Ulloa, C. & Montúfar, R., 2011. Solanaceae. En: *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. Segunda ed. Quito: s.n., p. 782.
- Lagos, T. C., Vallejo, F. A. & Criollo, H., 2007. Análisis de la aptitud combinatoria de algunas características del fruto de *Physalis Peruviana L.* *Agronomía Colombiana*, 1(25), pp. 36-46.
- Lobo, M., 2000. Papel de la variabilidad genética en el desarrollo de los frutales andinos como alternativa.. *Memorias 3er Seminario de Frutales de Clima Frio Moderado*., p. 406.

Mazorra, M. F. y otros, 2003. Analisis sobre el desarrollo y la madurez fisiologica del fruto de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca). *Agronomia Colombiana*, pp. 175-189.

Ministerio de agricultura, 2017. *Balancedel sector hortifruticola en 2017*. [En línea] Available at: https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/S2111-BALANCE_SECTOR_HORTIFRUTICOLA_DICIEMBRE_2017.pdf#search=exportaci%C3%B3n%20de%20uchuva

Ministerio de Agricultura, y. D. R., 2001. [En línea] Available at: www.minagricultura.gov.co

Morillo, A. T., Villota, D. E., Lagos, T. C. & y Ordóñez, H. R., 2011. Caracterización Morfológica y Molecular de 18 Introducciones de Uchuva *Physalis Peruviana L.* de la Colección de la Universidad de Nariño.

Morillo, A. V. D. L. T. C. & Ordoñez, H., s.f. Caracterizacion morfologica y molecular de 18 introducciones de uchuva *Physalis Peruviana L.* de la coleccion de la universidad de nariño..

Muñoz, L. A., 2010. *Evaluación agronómica de Lulo Solanum sp. frutal de alto potencial para zonas tropicales.*, Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

Orduz Rodriguez, J. O., 2013. *Ministerio de Agricultura*. [En línea] Available at: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/005%20-%20Documentos%20T%C3%A9cnicos/005%20-%20D.T%20-%20Elementos%20Estrategicos%20Desarrollo%20Fruticultura.pdf#search=Uchuva>

Orduz, J. & Fisher, G., 2012. Ecofisiología en los frutales. *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*, pp. 54-72.

- Patiño, V., 2002. Historia y dispersion de los frutales nativos del neotropico.. *Avances en cultivo poscosecha y exportacion de la uchuva (Physalis peruviana).en Colombia*, p. 655.
- Peña, J. y otros, 2010. Relaciones semilla-fruto en tres ecotipos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*). *Revista Colombina de Ciencias Hortícolas*, 4(1), pp. 43-54.
- Rehm, S. & Espig, G., 1991. *The cultivated plants of the tropics and subtropics*. s.l.:s.n.
- Rojas Alfonso, D., Velandia Torres, S. & Castro Sánchez, A., 2012. *Aprovechamiento del fruto rajado de uchuva (physalis peruviana l.) En la elaboración de mermeladas. investigacion desarrollo e innovacion*, 3(1), pp. 18 - 24.
- Sepulveda, S., 2012. *Caracterización morfoagronómica y estimación preliminar de parámetros de calidad y bioquímicos de 23 genotipos de uchuva Physalis Peruviana L..* s.l.:s.n.
- Soares de Carvalho, E. L. y otros, 2009. *Pesquisas Botánica*. [En línea] Available at: <http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/botanica/botanica60/artigo5.pdf> [Último acceso: 10 Junio 2018].
- Valdenegro, M., Herrera, R., Fuentes, L. & Moya, M., 2012. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis Peruviana L.*) fruit and in response to 1- methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, Issue 67, pp. 110-117.
- Villamizar, F., Ramirez., A. & Menes, M., 1993. Estudio de la caracterizacion fisica, morfologica y fisiologica poscosecha de la uchuva (*Physalis Peruviana L.*). *Agro-Desarrollo* 4, pp. 305-320.
- Villarreal, A. d. P., 2013. *Evaluación fisiológica de plantas de uchuva (Physalis Peruviana L.), en respuesta al estrés por anegamiento e infección de Fusarium oxysporum*, Bogotá: s.n.

ANEXOS

Anexo 1. Valores promedio de porcentaje de frutos de color amarillo (FCA) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis Peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09u086	62,5	36,8	81,0	34,3	Perú	93,0	68,5	98,0	85,5
09u089	80,8	61,0	91,5	67,4	Puracé	95,0	91,0*	97,5	94,8*
09u099	96,8*	91,8*	99,0	94,5	Silvania	95,3	87,3	97,3	90,5
09u136	63,5	30,0	53,3	24,5	Testigo	97,8*	87,5	98,8	80,3
09u116	68,3	36,5	71,5	9,4	UN01	44,0	10,5	52,3	7,3
09u128	92,8	87,8	96,8	87,3	UN03	58,8	14,3	64,3	7,8
09u138	59,5	2,8	46,3	22,0	UN13	94,5	87,3	90,5	95,0*
09u140	53,8	35,5	52,5	27,0	UN14	68,0	5,5	65,3	15,8
12u352	95,8	88,8*	95,5	86,3	UN19	96,8	90,5*	96,0	88,3
12u360	96,0	43,8	97,3	91,5	UN26	70,5	72,5	91,5	74,0
12u368	94,8	83,5	92,8	85,5	UN30	44,8	23,3	53,0	42,0
12u377	95,8	57,5	86,8	58,5	UN34	51,5	23,8	41,3	7,3
12u347	84,8	87,0	98,8	90,8	UN35	64,8	12,5	32,0	9,8
12u350	93,5	89,0*	98,5	90,5	UN36	72,8	40,3	55,8	41,3
12u357	85,3	89,0*	98,5	91,5	UN43	58,0	16,5	57,0	21,5
12u374	97,5*	89,0*	96,5	92,0	UN45	54,5	56,5	69,0	41,5
12u399	95,3	69,0	94,0	64,5	UN49	95,5	86,3	91,0	80,3
13u408	31,7	22,0	38,5	14,8	UN52	68,8	62,0	65,3	46,0
13u407	65,0	30,5	37,8	20,3					
Colombia	87,0	92,5*	98,5	92,3*	\bar{x}	77,8	58,1	78,5	58,9
Kenia	93,8	74,5	99,5	93,8*	σ	19,0	30,7	22,3	33,3
Neira	94,8	90,3*	98,8	88,5	$\bar{x} + \sigma$	96,8	88,8	100,7	92,1
					$\bar{x} + 2\sigma$	115,8	119,5	123	125,4

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 2. Valores promedio de frutos aptos para comercialización (FAC) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	60,0	35,1	78,2*	32,6	Perú	88,4*	62,3	70,5	75,6*
09U089	68,2	54,6	72,4*	62,3	Puracé	87,7*	82,1*	77,0*	73,7*
09U099	88,0*	80,3*	68,3	73,7*	Silvania	65,3	56,2	45,2	53,8
09U136	48,2	23,8	43,5	21,3	Testigo	92,4*	79,1*	72,6*	63,1
09u116	60,0	28,7	61,9	7,8	UN01	44,0	9,1	39,7	6,1
09u128	84,4	83,8*	78,9*	76,5*	UN03	55,9	12,6	60,4	7,2
09u138	54,7	2,5	38,0	17,8	UN13	79,7	76,9	52,5	80,3*
09u140	50,3	33,2	46,8	20,5	UN14	64,5	5,1	63,6	14,9
12U352	84,3	82,5*	68,3	77,3*	UN19	86,5*	81,9*	66,3	74,1*
12U360	60,0	33,6	57,5	68,0	UN26	56,4	63,7	60,9	52,4
12U368	53,0	31,5	40,6	43,1	UN30	41,9	20,2	41,7	31,6
12U377	89,1*	53,4	60,0	54,6	UN34	47,3	19,1	32,1	5,5
12u347	81,7	78,3*	62,7	70,7	UN35	61,1	10,2	21,5	8,2
12u350	88,8*	84,1*	73,8*	76,0*	UN36	62,9	38,0	43,0	30,1
12u357	64,6	69,8	57,1	73,7*	UN43	51,6	15,7	42,9	18,6
12u374	80,5	72,9	60,8	74,4*	UN45	47,5	55,8	48,8	38,6
12u399	85,2*	62,5	68,3	54,0	UN49	87,4*	81,1*	60,7	67,7
13U408	28,1	17,9	30,4	13,1	UN52	58,4	52,7	49,6	34,8
13u407	50,2	28,4	23,9	16,7					
Colombia	80,0	85,6*	72,4*	78,4*	\bar{x}	67,5	50,4	56,1	47,1
Kenia	86,2*	67,8	69,1	73,1	σ	17,0	27,6	15,3	26,4
Neira	77,2	84,9*	63,7	62,2	$\bar{x}+\sigma$	84,6	78,1	71,4	73,6
					$\bar{x}+2\sigma$	101,6	105,7	86,7	100,0

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 3. Valores promedio de peso de fruto sin cáliz (PFSC) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	5,2	6,0	7,2	3,9	Perú	7,3**	7,7**	8,7*	5,6**
09U089	4,9	5,9	8,3	4,5	Puracé	5,6	5,7	8,5	4,4
09U099	5,4	6,0	8,0	4,2	Silvania	6,1*	6,4	8,7*	4,8
09U136	5,2	6,0	7,2	4,2	Testigo	5,2	6,6	8,0	5,2
09u116	5,5	6,6	7,2	4,7	UN01	4,8	6,4	7,4	4,3
09u128	5,9	6,2	6,7	4,1	UN03	4,4	5,9	7,5	4,3
09u138	5,7	6,9*	8,2	4,3	UN13	4,8	5,6	7,9	4,6
09u140	5,3	6,2	7,5	3,7	UN14	4,5	5,6	6,1	3,8
12U352	5,6	5,7	8,2	4,2	UN19	5,4	5,7	8,1	4,9*
12U360	5,4	6,0	8,1	4,7	UN26	5,1	5,8	7,4	4,4
12U368	5,5	5,5	7,1	4,6	UN30	4,7	6,2	7,7	4,6
12U377	5,2	6,1	8,6*	4,1	UN34	4,6	5,7	6,9	4,5
12u347	6,3*	6,2	8,0	4,4	UN35	4,5	6,5	7,2	4,4
12u350	6,2*	6,9*	8,4	4,7	UN36	4,3	5,6	7,5	3,8
12u357	5,7	7,2**	7,2	4,7	UN43	4,7	5,2	7,1	3,6
12u374	5,2	6,6	8,7*	4,4	UN45	4,6	5,5	7,7	3,5
12u399	5,5	6,3	7,3	4,0	UN49	5,2	5,6	8,1	5,0
13U408	6,3	6,7*	9,0*	4,8	UN52	4,9	5,6	8,2	4,5
13u407	7,2**	7,2**	9,4**	5,3**					
Colombia	4,9	5,5	7,5	4,4	\bar{x}	5,3	6,1	7,8	4,4
Kenia	5,0	5,3	7,7	4,3	σ	0,68	0,56	0,72	0,45
Neira	5,9	6,0	9,5**	5,0*	$\bar{x}+\sigma$	6,0	6,7	8,6	4,9
					$\bar{x}+2\sigma$	6,7	7,2	9,3	5,3

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 4. Valores promedio de Rendimiento en calibre C (RC) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	10,0	2,3	2,0	10,8	Perú	8,0	3,0	1,0	6,5
09U089	15,5*	5,3	3,5	15,0*	Puracé	8,5	6,0	0,8	5,8
09U099	11,0	4,0	2,0	14,0*	Silvania	4,0	1,8	0,3	8,0
09U136	11,8	4,0	3,8	10,8	Testigo	9,8	2,3	1,0	3,8
09u116	6,8	6,0	3,0	9,3	UN01	13,3	4,0	2,3	8,8
09u128	9,5	8,8**	7,0*	9,0	UN03	18,5*	4,3	4,5	10,5
09u138	12,0	1,5	2,0	8,8	UN13	12,8	4,3	12,3**	13,8*
09u140	5,8	1,5	1,8	7,5	UN14	11,8	7,8*	5,3	7,0
12U352	7,8	6,0	4,0	3,0	UN19	8,5	4,5	0,0	5,3
12U360	6,5	5,0	1,0	11,8	UN26	13,5	4,3	1,3	11,3
12U368	5,5	4,3	2,3	10,5	UN30	7,8	1,8	2,8	8,5
12U377	10,8	2,3	1,0	7,5	UN34	18,0*	1,0	4,5	11,8
12u347	3,8	2,3	1,0	8,5	UN35	18,3*	1,3	6,8*	13,5*
12u350	6,0	4,3	1,8	7,0	UN36	15,8*	5,3	6,5*	9,5
12u357	10,5	6,3*	3,3	7,8	UN43	15,5*	6,5*	3,0	8,5
12u374	9,3	2,3	2,8	8,8	UN45	16,5*	7,0*	6,0*	7,5
12u399	14,3	6,5*	4,0	17,5**	UN49	6,5	3,3	2,0	7,5
13U408	4,4	1,8	1,0	7,0	UN52	13,8	4,5	4,0	8,8
13u407	6,5	1,8	3,0	6,3					
Colombia	8,0	6,3*	5,5*	10,3	\bar{x}	10,3	4,1	3,1	9,2
Kenia	10,5	6,8*	1,3	12,5*	σ	4,13	2,02	2,36	2,98
Neira	5,3	3,8	3,5	8,5	$\bar{x}+\sigma$	14,4	6,1	5,5	12,2
					$\bar{x}+2\sigma$	18,6	8,2	7,8	15,2

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 5. Valores promedio de rendimiento en calibre D (RD) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	60,5	40,3	50,8	39,5	Perú	37,8	35,0	31,5	48,5
09U089	59,3	40,3	41,5	53,3	Puracé	70,5*	58,0*	40,3	58,3
09U099	64,0	51,3	48,5	51,8	Silvania	46,8	24,0	29,5	58,5
09U136	66,0	37,3	44,0	45,0	Testigo	69,5*	33,3	29,3	57,0
09u116	64,6	38,0	45,8	50,6	UN01	62,8	43,3	52,3	48,5
09u128	58,0	55,0*	66,3*	55,8	UN03	47,5	46,0	72,3*	49,0
09u138	59,8	40,3	31,0	37,0	UN13	63,0	52,3	43,5	48,8
09u140	71,0*	37,5	29,8	32,8	UN14	37,0	49,3	69,8*	28,5
12U352	59,5	48,0	42,3	45,5	UN19	71,5*	52,3	34,5	49,8
12U360	67,0	54,3*	34,8	60,3*	UN26	68,8*	53,3	39,3	55,8
12U368	61,5	45,3	52,3	60,8*	UN30	54,5	39,3	61,8*	54,0
12U377	71,8*	37,3	32,5	48,5	UN34	55,5	41,0	50,0	60,5*
12u347	64,8	35,3	44,0	58,8*	UN35	45,0	37,3	48,8	48,8
12u350	56,8	45,3	41,8	51,0	UN36	40,0	62,3*	62,5*	26,8
12u357	56,8	51,5	43,8	42,8	UN43	45,5	58,3*	72,6**	26,8
12u374	66,8	42,3	40,5	59,8*	UN45	41,5	56,5*	50,8	21,0
12u399	59,5	43,3	42,5	36,8	UN49	67,5	54,3*	43,8	58,8
13U408	46,3	27,3	25,3	52,5	UN52	54,8	54,0	57,5*	52,0
13u407	45,8	28,3	33,8	50,3					
Colombia	66,5	46,3	54,8	54,0	\bar{x}	58,3	45,0	44,9	48,4
Kenia	63,0	55,3*	29,3	44,0	σ	10,0	9,2	12,5	10,3
Neira	63,8	50,3	32,5	55,8	$\bar{x}+\sigma$	68,3	54,2	57,5	58,7
					$\bar{x}+2\sigma$	78,7	63,4	70,0	69,0

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 6. Valores promedio de rendimiento en calibre E (RE) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana L.*), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	16,5	56,3	43,8	4,3	Perú	45,5**	61,3*	64,5*	17,5*
09U089	6,0	51,3	52,5	5,8	Puracé	13,8	34,3	56,8	2,3
09U099	13,5	43,3	48,8	0,0	Silvania	47,5**	74,3**	69,5*	11,5
09U136	7,5	58,3	47,8	1,8	Testigo	7,8	60,3*	69,5*	16,8*
09u116	27,2	54,3	48,5	5,1	UN01	0,8	52,0	44,3	1,5
09u128	15,5	30,3	20,3	1,8	UN03	1,3	48,3	20,5	1,3
09u138	9,8	57,3	64,3*	4,5	UN13	3,8	41,3	40,5	16,8*
09u140	13,5	60,3*	66,8*	3,5	UN14	2,8	33,3	14,8	0,8
12U352	25,0	42,0	46,0	4,8	UN19	12,8	40,5	64,8*	13,3*
12U360	22,5	39,3	63,0	12,3	UN26	6,5	41,3	58,0	6,0
12U368	28,3	48,3	41,3	7,8	UN30	6,5	57,3	31,3	11,5
12U377	10,8	60,3*	65,8*	3,5	UN34	2,5	57,3	43,3	4,0
12u347	26,5	60,3*	54,3	6,0	UN35	2,8	59,3	37,3	1,3
12u350	31,8	49,3	55,5	16,3*	UN36	0,8	29,3	28,0	1,8
12u357	15,8	35,3	47,8	0,8	UN43	7,0	30,3	17,3	1,3
12u374	17,5	52,3	54,5	6,8	UN45	4,8	30,3	37,5	1,0
12u399	6,8	46,3	51,8	0,8	UN49	14,8	39,5	53,3	13,0
13U408	46,9**	70,3*	73,0*	16,3*	UN52	12,8	35,3	36,3	6,0
13u407	42,8**	68,3*	59,5	27,0**					
Colombia	8,8	36,3	33,3	4,0	\bar{x}	15,7	48,0	48,9	6,8
Kenia	13,3	32,8	67,8*	2,0	σ	13,1	12,2	15,4	6,3
Neira	27,0	45,3	61,5	12,0	$\bar{x}+\sigma$	28,7	60,2	64,3	13,2
					$\bar{x}+2\sigma$	41,8	72,4	79,8	19,5

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 7. Valores porcentuales de frutos rajados (FR) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	4,0	4,5	3,5**	5,0*	Perú	5,0	9,0	28,0	11,5
09U089	15,5	10,5	20,5	7,3*	Puracé	7,8	9,8	21,0	22,3
09U099	9,0	12,5	31,0	22,0	Silvania	31,5	35,5	53,5	40,5
09U136	24,5	20,5	17,5	13,0	Testigo	5,5	9,5	26,5	21,0
09u116	12,2	21,5	13,0*	13,3	UN01	0,0*	13,0	24,0	16,0
09u128	9,0	4,5	18,5	12,5	UN03	5,0	11,5	6,0*	7,3*
09u138	8,0	9,0	17,5	19,0	UN13	15,5	12,0	41,5	15,5
09u140	6,5	6,5	11,0*	24,0	UN14	5,0	7,0	2,5**	5,3*
12U352	12,0	7,0	28,5	10,5	UN19	10,5	9,5	31,0	16,0
12U360	37,5	23,0	41,0	25,5	UN26	19,8	12,0	33,5	29,0
12U368	44,0	62,0	56,0	49,0	UN30	6,5	13,5	21,5	25,0
12U377	7,0	7,0	30,0	6,8*	UN34	8,0	20,0	22,3	23,8
12u347	3,5	10,0	36,5	22,0	UN35	5,5	18,5	33,0	16,0
12u350	5,0	5,5	25,0	16,0	UN36	13,5	5,8	23,0	26,5
12u357	24,0	21,5	42,0	19,5	UN43	11,0	4,5	24,4	13,5
12u374	17,5	18,0	37,0	19,0	UN45	12,5	1,3*	29,5	7,0*
12u399	10,5	9,5	27,5	16,3	UN49	8,5	6,0	33,0	15,5
13U408	10,9	18,5	21,5	11,5	UN52	15,0	15,0	24,0	24,0
13u407	22,5	7,0	36,3	17,5					
Colombia	8,0	7,5	26,5	15,0	\bar{x}	12,6	12,9	27,1	18,3
Kenia	8,0	9,0	30,5	22,0	σ	9,32	10,43	11,55	9,01
Neira	18,5	6,0	35,5	29,5	$\bar{x}-\sigma$	3,28	2,47	15,55	9,29
					$\bar{x}-2\sigma$	-6,04	-7,96	4,0	0,28

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GE

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 8. Valores promedio porcentaje de sanidad (SAN) en 40 genotipos de uchuva
(Physalis peruviana L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	100	98,7	98,5	100	Perú	100	97,5	96,0	100
09U089	100	98,7	97,0	100	Puracé	100	99,2	97,0	100
09U099	100	99,0	100*	100	Silvania	100	96,5	95,0	100
09U136	100	100*	98,5	99,0	Testigo	100	99	98,7	100
09u116	100	97,5	98,2	98,3	UN01	100	99,2	98,5	98,7
09u128	99,0	98,7	98,2	100	UN03	100	99,2	93,7	100
09u138	100	100*	98,7	98,7	UN13	100	98	97,7	99,0
09u140	100	100*	98,7	95,5	UN14	100	100*	99,2	100
12U352	100	99	98,5	100	UN19	100	100*	98,2	100
12U360	100	100*	98,2	100	UN26	100	99,2	95,5	100
12U368	97,2	95,0	95,5	98,7	UN30	100	99,2	97,0	99,0
12U377	98,5	100*	98,7	99,0	UN34	100	98,5	99,2	100
12u347	100	99	98,5	100	UN35	100	98,5	97,2	99,2
12u350	99,0	100*	99,0	100	UN36	100	99	98,7	100
12u357	99,2	98,5	89,0	100	UN43	100	98,7	99,0	99,0
12u374	100	100*	98,2	100	UN45	100	100*	100*	100
12u399	100	98,5	97,2	98,7	UN49	98,7	100*	99,2	100
13U408	99,0	99,0	96,2	98,7	UN52	100	99	98,7	100
13u407	98,7	98,0	98,5	98,2					
Colombia	100	99,2	97,7	99,0	\bar{x}	99,7	99,0	97,7	99,5
Kenia	100	98,5	97,2	99,0	σ	0,6	1,0	2,0	0,9
Neira	100	100*	99,2	100	$\bar{x}+\sigma$	100,6	100	99,7	100,4
					$\bar{x}+2\sigma$	100,9	101	103	101,3

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GE

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 9. Valores promedio de sólidos solubles totales (SST) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	14,9	15,0	14,9	14,6	Perú	13,7	13,8	14,0	13,8
09U089	15,6*	14,3	15,3	15,5	Puracé	15,3	14,9	15,5	15,4
09U099	15,5*	15,5*	16,2*	15,5	Silvania	14,7	14,8	14,7	15,2
09U136	14,6	15,4	15,5	15,6	Testigo	15,5*	15,2	15,3	15,5
09u116	14,8	15,9**	15,0	14,7	UN01	14,1	15,2	14,4	13,5
09u128	15,3	15,3	14,9	16,2*	UN03	14,5	15,1	14,5	13,8
09u138	14,6	14,6	14,9	14,8	UN13	15,0	15,1	15,6	15,1
09u140	15,0	14,6	14,8	15,7*	UN14	15,0	13,8	14,6	15,5
12U352	15,5*	15,6*	15,8*	15,6	UN19	14,8	15,3	15,7	15,7*
12U360	15,1	15,7*	15,6	15,9*	UN26	15,4	15,0	15,8*	14,9
12U368	14,7	14,7	15,4	15,1	UN30	15,6*	14,6	15,5	15,4
12U377	15,3	15,3	15,8*	15,2	UN34	15,3	15,2	15,3	15,0
12u347	15,6*	15,5*	15,8*	14,8	UN35	15,3	15,1	15,2	15,3
12u350	15,6*	15,3	15,6	15,9*	UN36	15,4	15,5*	15,3	15,1
12u357	15,0	15,3	15,8*	14,8	UN43	15,0	14,9	15,3	14,7
12u374	14,8	15,1	16,0	14,4	UN45	14,6	14,9	14,8	14,8
12u399	15,4	15,2	15,8*	15,8*	UN49	14,9	15,5*	16,3**	15,2
13U408	14,2	14,8	15,5	14,4	UN52	15,2	14,8	15,6	15,2
13u407	15,0	14,8	15,2	15,1					
Colombia	15,4	15,0	15,1	14,7	\bar{x}	15,0	15,0	15,3	15,1
Kenia	15,6*	15,2	15,8*	15,5	σ	0,44	0,44	0,50	0,61
Neira	15,1	15,1	15,6	14,3	$\bar{x} + \sigma$	15,5	15,5	15,8	15,7
					$\bar{x} + 2\sigma$	15,9	15,9	16,3	16,3

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 10. Valores promedio de acidez (AC) en 40 genotipos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), evaluados en Gualmatán, Ipiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiales	Obonuco	Puerres
09U086	1,7	1,9	2,1*	1,7	Perú	1,7	1,8	1,8	1,7
09U089	2,1**	2,0	2,0	1,8	Puracé	1,9	2,1*	1,8	2,0*
09U099	2,0*	2,1*	2,0	1,8	Silvania	2,1**	2,1*	2,1*	1,9*
09U136	1,7	1,9	1,8	1,5	Testigo	2,0*	2,1*	2,1*	1,8
09u116	1,6	2,0	2,0	1,8	UN01	1,9	2,0	1,8	1,3
09u128	1,9	2,0	2,3**	1,9*	UN03	1,9	2,1*	1,6	1,4
09u138	1,7	2,0	1,6	1,6	UN13	2,0*	2,1*	2,0	1,9*
09u140	1,8	2,1*	1,7	1,6	UN14	2,0*	2,0	1,8	1,6
12U352	2,0*	2,1*	2,1*	2,0*	UN19	2,0*	2,2**	2,1*	1,7
12U360	2,1**	2,2**	2,1*	1,8	UN26	2,1**	1,9	2,2*	1,8
12U368	2,0*	2,2**	2,3**	1,9*	UN30	1,9	2,1*	1,9	1,6
12U377	1,9	2,2**	2,0	1,9*	UN34	1,9	2,1*	1,6	1,5
12u347	2,0*	2,1*	2,0	1,8	UN35	1,7	2,1*	1,7	1,4
12u350	1,9	2,2**	2,1*	1,9*	UN36	1,8	2,0	1,9	1,6
12u357	1,9	2,1*	2,0	1,7	UN43	1,7	2,0	1,6	1,5
12u374	1,8	2,1*	2,2*	2,0*	UN45	1,7	1,8	1,8	1,3
12u399	1,9	2,2**	2,0	1,8	UN49	1,9	2,1*	2,1*	1,8
13U408	1,7	2,0	1,7	1,5	UN52	2,0*	2,0	1,9	1,7
13u407	1,6	1,8	1,6	1,5					
Colombia	1,8	2,0	2,0	1,6	\bar{x}	1,9	2,0	1,9	1,7
Kenia	1,8	1,9	1,7	1,9*	σ	0,14	0,12	0,20	0,19
Neira	1,9	2,1*	1,9	1,6	$\bar{x}+\sigma$	2,0	2,1	2,1	1,9
					$\bar{x}+2\sigma$	2,1	2,2	2,3	2,1

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)

Anexo 11. Valores promedio de Índice de madurez (IM) en 40 genotipos de uchuva
(Physalis peruviana L.), evaluados en Gualmatán, Ipiiales, Obonuco y Puerres.

GEN	Gualmatán	Ipiiales	Obonuco	Puerres	GEN	Gualmatán	Ipiiales	Obonuco	Puerres
09U086	8,5	8,1*	7,3	8,8	Perú	8,3	7,6	7,7	8,4
09U089	7,6	7,2	7,7	8,7	Puracé	8,1	7,3	8,4	7,6
09U099	7,8	7,3	8,0	8,6	Silvania	7,0	6,9	6,8	8,0
09U136	8,8*	8,0*	8,8*	10,5*	Testigo	7,8	7,3	7,5	8,6
09u116	9,2**	7,9*	7,6	8,0	UN01	7,5	7,6	8,0	10,4*
09u128	7,9	7,8*	6,6	8,7	UN03	7,7	7,2	8,8*	10,0*
09u138	8,7*	7,4	9,2*	9,3	UN13	7,7	7,1	7,9	7,8
09u140	8,3	7,1	8,6*	9,8	UN14	7,6	7,0	7,9	9,8
12U352	7,7	7,5	7,7	7,8	UN19	7,5	6,9	7,4	9,1
12U360	7,1	7,1	7,4	8,7	UN26	7,5	7,9*	7,3	8,3
12U368	7,3	6,6	6,7	7,9	UN30	8,2	7,0	8,4	9,9
12U377	8,0	6,9	8,0	8,3	UN34	8,1	7,2	9,3*	10,3*
12u347	8,0	7,4	8,0	8,1	UN35	8,9*	7,3	9,0*	11,3**
12u350	8,0	6,9	7,3	8,5	UN36	8,5	7,7	8,2	9,7
12u357	7,7	7,3	7,8	9,0	UN43	8,7*	7,7	9,8**	9,8
12u374	8,3	7,3	7,2	7,4	UN45	8,6	8,7**	8,3	11,0**
12u399	8,0	6,8	7,9	9,1	UN49	8,0	7,4	7,8	8,4
13U408	8,2	7,5	9,2*	9,9	UN52	7,6	7,6	8,2	9,1
13u407	9,4**	8,6**	9,5*	10,2*					
Colombia	8,7*	7,6	7,5	9,0	\bar{x}	8,1	7,4	8,0	9,0
Kenia	8,6	7,8*	9,5*	8,4	σ	0,6	0,5	0,8	1,0
Neira	8,0	7,1	8,1	9,2	$\bar{x}+\sigma$	8,7	7,9	8,8	10,0
					$\bar{x}+2\sigma$	9,2	8,3	9,6	11,0

\bar{x} = media general de 40 GEN; σ = desviación estándar de 40 GEN

*: Diferencia significativa (95%)

** : Diferencia altamente significativa (99%)