

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

CARACTERIZACIÓN DE 47 ACCESIONES DE TOMATE DEL BANCO DE
GERMOPLASMA HORTÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

MARÍA SOLEDAD MENARES MADRID

Santiago, Chile

2018

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE 47 ACCESIONES DE TOMATE DEL BANCO DE
GERMOPLASMA HORTÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

CHARACTERIZATION OF 47 ACCESSIONS OF TOMATOES FROM THE
HORTICULTURAL GERMPLASM BANK OF THE UNIVERSITY OF CHILE

MARÍA SOLEDAD MENARES MADRID

Santiago, Chile

2018

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**CARACTERIZACIÓN DE 47 ACCESIONES DE TOMATE DEL BANCO DE
GERMOPLASMA HORTÍCOLA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

Memoria para optar al título profesional de
Ingeniero Agrónomo

MARÍA SOLEDAD MENARES MADRID

Profesor Guía	Calificación
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,5
Profesores Evaluadores	
L. Antonio Lizana M. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	6,5
Rodrigo Infante E. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,5

Santiago, Chile

2018

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
Palabras claves.....	1
ABSTRACT	2
Key words.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Hipótesis.....	5
Objetivo	5
Objetivos específicos.....	5
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Lugar de estudio	6
Material vegetal	6
Métodos	8
Diseño del ensayo.....	8
Manejo del cultivo.....	9
Evaluaciones.....	10
Descriptores agronómicos	10
Descriptores de la planta.....	10
Descriptores del fruto	10
Extracción de semilla.....	12
Análisis Estadístico	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
Descriptores agronómicos	15
Descriptores de la planta.....	16
Descriptores del fruto	17
Variabilidad del germoplasma.....	23
Análisis componentes principales	24
Análisis de conglomerado	25
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXOS	33
ANEXO I.....	33
APÉNDICE I.....	34
APÉNDICE II.....	36
APÉNDICE III	37
APÉNDICE IV	38
APÉNDICE V	41
APÉNDICE VI.....	44
APÉNDICE VII.....	46
APÉNDICE VIII	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Número, variedad y año de cosecha de 47 Accesiones de <i>S. Lycopersicum</i>	6
Cuadro 2. Valores de tendencia central y dispersión de los descriptores agronómicos obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015	15
Cuadro 3. Valores de tendencia central y dispersión de los descriptores de las características de fruto obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015	17
Cuadro 4. Valores de tendencia central y dispersión de solidos solubles obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomatey sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015	22

RESUMEN

A partir del siglo XX se han estado produciendo nuevas variantes genéticas mediante cruces, lo anterior para buscar solucionar algunos problemas de producción. Esto ha ocasionado el incremento del interés por la protección de los recursos genéticos. La colecta y conservación de estos recursos sin que esté acompañada de la información sobre sus características convierte a las colecciones en simples depósitos de materiales, sin mayor utilidad. Las características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética. Toda la variabilidad es almacenada en el genoma de los miembros de la población y puede expresarse en características visibles o fenotípicas. Por lo tanto, la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación. En el presente estudio se evaluó la variabilidad morfoagronómica de 47 accesiones y segregantes de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). El ensayo se realizó durante la temporada de primavera-verano de 2014-2015. Las accesiones fueron obtenidas del banco de germoplasma hortícola de la Universidad de Chile. Se establecieron un mínimo de 15 plantas por accesión, las que representaron la unidad experimental para cada accesión. Se evaluaron 14 descriptores 7 cuantitativos y 7 cualitativos, de acuerdo al manual de descriptores morfológico para tomate propuesto por el IPGRI (1996). Los descriptores cuantitativos del fruto, fueron los que presentaron mayor variabilidad con coeficientes de variación mayores al 30%. El descriptor más homogéneo fue el periodo de cultivo, obteniendo un coeficiente de variación de 6,7%. Un Análisis de Componentes Principales indicó que los dos primeros componentes explicaron un 73,8% de la variabilidad, asociada a los descriptores del fruto. En tanto un Análisis de Conglomerados permitió la formación de cinco grupos basados en descriptores cuantitativos y cualitativos. La caracterización morfoagronómica permitió confirmar la presencia de variabilidad en el germoplasma de *Solanum lycopersicum* L. para los descriptores asociados al fruto.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., variabilidad, germoplasma, recursos genéticos.

ABSTRACT

From the twentieth century new genetic variants have been produced through crosses, the above seeking to solve some production problems. This has led to increased interest in the protection of genetic resources. The collection and conservation of these resources without being accompanied by the information of their characteristics turns the collections into simple deposits of materials, without greater utility. Morphological characteristics are used to study genetic variability. All variability is stored in the genome of population members and can be expressed in visible or phenotypic characteristics. Characterization is therefore the first step in crop improvement and conservation programs. In the present study, morphoagronomic variability of 47 accessions and segregants of *Solanum lycopersicum* L. were evaluated. The trial was conducted during the 2014-2015 spring-summer season. The accessions were obtained from the Vegetable germplasm bank of the University of Chile. Fifteen plants were established, representing the experimental unit per each accession. Fourteen quantitative and 7 qualitative descriptors were evaluated, according to the tomato manual of morphological descriptors, by IPGRI (1996). Quantitative descriptors of the fruit were the ones that presented the greatest variability with coefficients of variation greater than 30%. The most homogenous descriptor was the cultivation period, obtaining a coefficient of variation of 6.7%. A Principal Components Analysis indicated that the first two components explained 73.8% of the variability, associated to the fruit descriptors. On the other hand, Analysis of Conglomerates allowed the formation of five groups based on quantitative and qualitative descriptors. The morphoagronomic characterization allowed to confirm the presence of variability in the germplasm of *Solanum lycopersicum* L. for the descriptors associated to the fruit.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., variability, germplasm, genetic resources

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies hortícolas de mayor importancia en el mundo, usándose tanto para consumo fresco como para la industria (Giaconi y Escaff, 1995). Perteneció a la familia de las Solanáceas, que contiene más de 3.000 especies, siendo *Solanum* el género más grande en la familia, con 1.250-1.700 especies y probablemente el género económicamente más importante (Weese y Bohs, 2007).

Las especies de tomates silvestres son nativas del oeste de América del Sur a lo largo de los altos Andes y costa del centro de Ecuador, a través de Perú, hasta el norte de Chile, y en las Islas Galápagos (Peralta y Spooner, 2005, y Spooner, Peralta y Knapp, 2005).

El origen de su domesticación aún no está claro, sin embargo, se sostienen dos hipótesis: Una de ellas propone que proviene de Perú, argumentada por DeCandolle en 1886 (Peralta y Spooner, 2007). La otra propuesta por Jenkins en 1948, dando como origen de la domesticación a México. Sin embargo, hasta la fecha el origen de su domesticación queda aún sin resolver ya que ninguna de las hipótesis es concluyente (Bauchet y Causse, 2012; Peralta y Spooner, 2007).

De acuerdo a estimaciones de la FAO, el tomate es la hortaliza más cultivada en el mundo, alcanzando 4,7 millones de hectáreas y una producción de 177 millones de toneladas en el año 2016. En la última década se caracteriza por tener un alza gradual de la superficie (15%) y la producción (25%). Los principales países productores son China, Estados Unidos e India, con participaciones de 33%, 13% y 10,6%, respectivamente (FAOSTAT, 2017).

A nivel nacional, según las cifras del INE, el tomate para consumo fresco es uno de los cultivos, luego del choclo y la lechuga, con más superficie del año 2016, con 4.936 hectáreas, que durante los últimos años se ha mantenido sin grandes variaciones. La región con mayor superficie de esta hortaliza es la Región de O'Higgins, con 1.007,1 ha (19%), seguida de la Región de Valparaíso, con 914,4 ha (17%) (ODEPA, 2017).

El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *S. lycopersicum* var. *lycopersicum*, pero el mejoramiento ha generado muchas variedades distintas para fines muy específicos (Alvarado *et al.*, 2009), siendo una hortaliza con gran diversidad. Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), variedades destinadas para consumo fresco y otras para procesado industrial y dentro de este grupo, muchas especializaciones del producto (INIA, 2005).

De acuerdo a su constitución genética hay dos grandes grupos de variedades, los estándares que son básicamente selecciones de autopolinización y sin un manejo de la polinización, en consecuencia, las plantas son fundamentalmente homocigotas. Por otro lado las variedades híbridas donde la polinización es controlada para asegurar la heterocigosis que proviene de

la combinación de padres homocigotos seleccionados. En la actualidad, este último grupo de semillas se ha impuesto, a pesar de ser sustancialmente de mayor costo que las variedades estándares, por su mayor rendimiento, mejores características de la planta y superior calidad de sus frutos (Alvarado *et al.*, 2009). Este reemplazo de variedades tradicionales estándar por variedades híbridas es percibido como irreversible, y trae como consecuencia una inevitable pérdida de variabilidad genética, (Cubillos y León, 1995) dado que en la actualidad son pocas las empresas que aún venden variedades estándar y los agricultores tampoco las guardan o multiplican.

Salvaguardar la biodiversidad es particularmente importante puesto que beneficia a las generaciones presentes y futuras y su conservación es uno de los objetivos necesarios para un desarrollo racional y sostenible de cualquier sistema agrario. Durante miles de años la humanidad ha usado, desarrollado y mantenido la biodiversidad de los alimentos y la agricultura. Sin embargo, la biodiversidad y en especial la diversidad genética, se han ido perdiendo a una velocidad alarmante. Con la erosión de estos recursos, la humanidad pierde potencial para adaptarse a nuevas condiciones socioeconómicas y ambientales como el crecimiento de la población y el cambio climático. La pérdida de los recursos fitogenéticos supone un riesgo para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria (FAO, 2015).

El Ministerio de Agricultura considera la conservación de los recursos genéticos como un factor crítico para impulsar al sector agrícola y forestal. En primer lugar, una política adecuada de almacenamiento y acceso a este material es la base para el mejoramiento genético, área que posibilita el desarrollo de nuevas variedades vegetales más competitivas para el país (Ministerio de Agricultura, 2014). Actualmente existen bancos de germoplasma preocupados de cuidar de estos recursos genéticos, Bancos activos, que tienen como objetivo la conservación del germoplasma a corto plazo y otros bancos a mediano plazo, además de la ejecución de actividades de recolección, caracterización, evaluación, regeneración, multiplicación, distribución y documentación del germoplasma conservado. Este material es ingresado al banco como una accesión, denominada así a la muestra viva de una planta o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso (FAO, 2008).

Existen las llamadas “variedades tradicionales o patrimoniales”, que se definen como una población dinámica, genéticamente diversa, de una planta cultivada que posee características que la distinguen de otras y no es producto de un proceso formal de mejoramiento. Ha sido cultivada por varias generaciones, adaptada localmente, pudiendo estar asociada con valores culturales y/o sistemas tradicionales de cultivo. Puede tener uno o varios nombres vernaculares, dependiendo de la zona geográfica en que se cultive (ODEPA, 2014).

Con el fin de rescatar estas variedades tradicionales, además de permitir el uso de ellas en futuros programas de mejoramiento, es de gran valor la caracterización del germoplasma de 47 accesiones de tomate del Banco de germoplasma hortícola de la Facultad Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, lo que permitirá identificar con claridad la diversidad conservada en el banco y servir así de mejor forma para las necesidades del país.

Hipótesis

Entre las 47 accesiones de tomate del banco de germoplasma hortícola de la Universidad de Chile existe variabilidad y duplicados.

Objetivo general

Caracterizar morfológica y fenológicamente 47 accesiones y sus segregantes de *Solanum lycopersicum* L. para estimar la diversidad existente dentro del banco de germoplasma de la Universidad de Chile.

Objetivos específicos

- Evaluar y describir aspectos morfológicos y fenológicos de cada accesión a través de catorce descriptores cualitativos y cuantitativos de tomate propuestos por el IPGRI.
- Evaluar la existencia de duplicados dentro de las accesiones del banco de germoplasma.
- Obtener semillas de las variedades estudiadas para su conservación en el Banco de Germoplasma Hortícola de la Universidad de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

La caracterización de germoplasma de tomate se llevó a cabo en el Fundo Santa Rebeca s/n, Peñaflor, Región Metropolitana a 33°38' latitud sur y 70°57' longitud oeste, durante la temporada 2014/2015. Las evaluaciones fueron llevadas a cabo dentro del mismo predio.

Material vegetal

Para el estudio se utilizaron 47 accesiones de *Solanum lycopersicum* L. del banco de germoplasma hortícola de la Universidad de Chile (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número, variedad y año de cosecha de 47 accesiones evaluadas de *S. lycopersicum*.

N°			N°		
Accesión	Variedad o Tipo	Cosecha	Accesión	Variedad o Tipo	Cosecha
UCH 0469	Cherry	2010	UCH 0493	Mille Fleur	2012
UCH 0470	Cherry	S/R*	UCH 0494	Orange/appeal	2012
UCH 0471	Cherry	2010	UCH 0495	Pera Amarillo	2012
UCH 0472	Cherry	2012	UCH 0496	Pera Amarillo	2009
UCH 0473	Cherry	2012	UCH 0497	Pera casi naranajo	2013
UCH 0474	Cherry	2013	UCH 0498	Pera botellita	2013
UCH 0475	Cherry	2009	UCH 0499	Pera Amarillo	2013
UCH 0476	Cherry Chadwick	2011	UCH 0500	Pera Amarillo	2013
UCH 0477	Cherry tam moneda	S/R	UCH 0501	Perita	2012
UCH 0478	Cherry Grande Rojo	2013	UCH 0502	Poncho Negro	2011
UCH 0479	Cherry Rojo enano	2013	UCH 0503	Rainbow (Seminis)	2009
UCH 0480	Cherry Rojo	2013	UCH 0504	Roma Amarillo	2011
UCH 0481	Cherry Morado	2013	UCH 0505	Rosado	2012
UCH 0482	Cherry Ovalado	2013	UCH 0506	Rosado	2012
UCH 0483	Cherry amarillo	2013	UCH 0507	Rosado	2013
UCH 0484	Corazón de Buey	S/R	UCH 0508	Round beaf	2011
UCH 0485	F1 Corazón de Buey*Rosado	S/R	UCH 0509	San Marzano	2012
UCH 0486	German Pink	S/R	UCH 0510	Siberian	S/R
UCH 0487	Larga Vida	2012	UCH 0511	Silvery fir tree	S/R
UCH 0488	Lemon	2012	UCH 0512	S/Antecedentes	2011
UCH 0489	Liguria	2013	UCH 0513	S/Antecedentes	2007
UCH 0490	Limachino	2006	UCH 0514	S/Antecedentes	2011
UCH 0491	Limachino	2003	UCH 0515	S/Antecedentes	2012
UCH 0492	Martin´s Rome	S/R			

Fuente: Registro de introducción de semillas. Banco de Germoplasma Hortícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. * S/R: Sin registro

Métodos

Diseño del ensayo

Las 47 accesiones de tomate fueron establecidas al aire libre en orden numérico ascendente dado por el número de ingreso del banco de germoplasma en una parcela de 300 m² como se muestra en la Figura 1. El estudio se realizó a partir de una caracterización tipo descriptiva. Para la caracterización se utilizó el manual de descriptores morfológico para tomate propuesto por el IPGRI en donde cada accesión contó 15 plantas por unidad experimental, excepto algunas accesiones en donde la germinación de las plantas fue menor a esa cantidad (472, 476, 493, 494, 496 y la 502 con 14 plantas, 487 con 2 plantas, 495 con 7 plantas, 509 con 13 plantas, 510 con 9 plantas y 511 con 8 plantas).

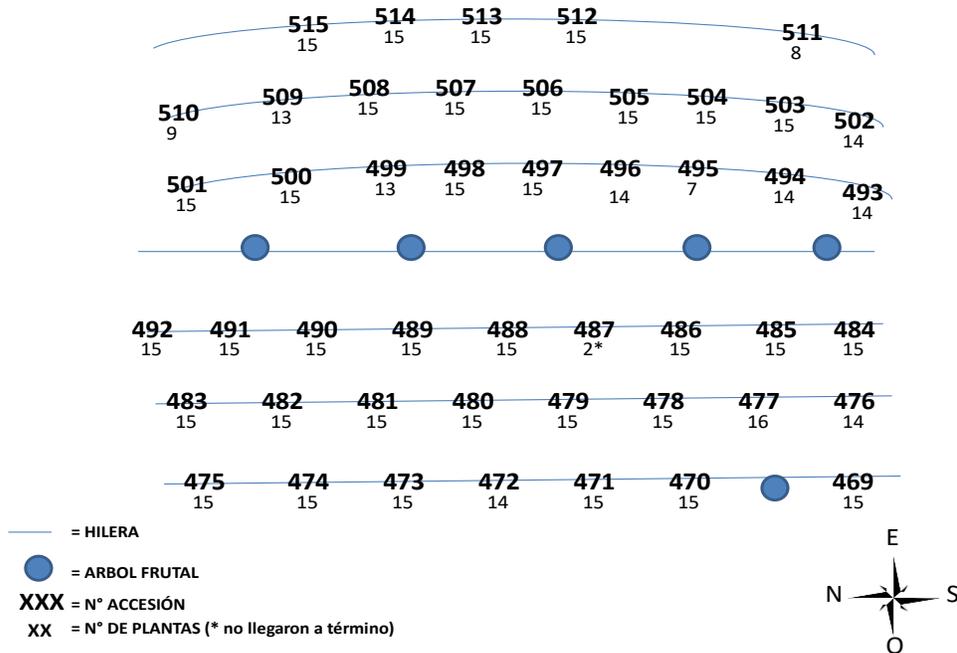


Figura 1. Bosquejo del establecimiento de cada accesión y su número de plantas.

Manejo del cultivo

El establecimiento del cultivo fue mediante almácigo-trasplante. El almácigo fue sembrado a fines de octubre (30 octubre del 2014). La preparación del terreno se llevó a cabo 20 días previos al trasplante mediante aradura con vertedera y dos rastrajes, trazando luego los surcos de plantación a 1,2 m entre hilera y 0,3 m sobre la hilera con orientación norte-sur. La densidad de plantación fue de 27.777 plantas ha⁻¹. El trasplante se llevó a cabo cuando las plantas tenían 20 cm de altura, aproximadamente 40 días después de siembra (8 de diciembre del 2014), excepto las accesiones 487, 490, 493, 495 y 510 que se trasplantaron 15 días después puesto que su crecimiento estaba más retrasado (Figura 2).



Figura 2. Fotografía del trasplante y establecimiento de las accesiones de tomate evaluadas del Banco de germoplasma hortícola de la Universidad de Chile. (A) trazado surcos de plantación. (B) Trasplante de plántulas. (C) Primer riego luego de trasplante. (D) Riego a los 20 días.

En cuanto a fertilización, ésta no se realizó debido a los excelentes resultados que arrojó el análisis de suelo hecho previamente al trasplante (Anexo I). El sistema de riego fue gravitacional, por surcos y su frecuencia fue en base a la demanda del cultivo (2 veces por semana con un tiempo de riego de 1 hora aproximadamente) como se muestra en la Figura 2.

El control de malezas se realizó manualmente según necesidades. Los frutos fueron cosechados al estado de coloración completa, considerando coloración completa cuando los frutos alcanzaron el color final de cada accesión. Los frutos cosechados para las evaluaciones se descartaron todas aquellas plantas fuera de tipo.

Evaluaciones

Descriptores agronómicos

Periodo del cultivo (días): Número de días desde el trasplante hasta cosecha. Considerando cosecha cuando el primer fruto del 50% de las plantas alcanzó coloración completa.

Días a Floración (días): Número de días desde trasplante a floración. Considerando floración cuando el 50% de las plantas presenten al menos una flor abierta.

Días a cuaja (días): Número de días desde trasplante a cuaja. Determinando el estado de cuaja cuando el 50% de las plantas se encontró con al menos un fruto de más 10 mm de diámetro.

Descriptores de la planta

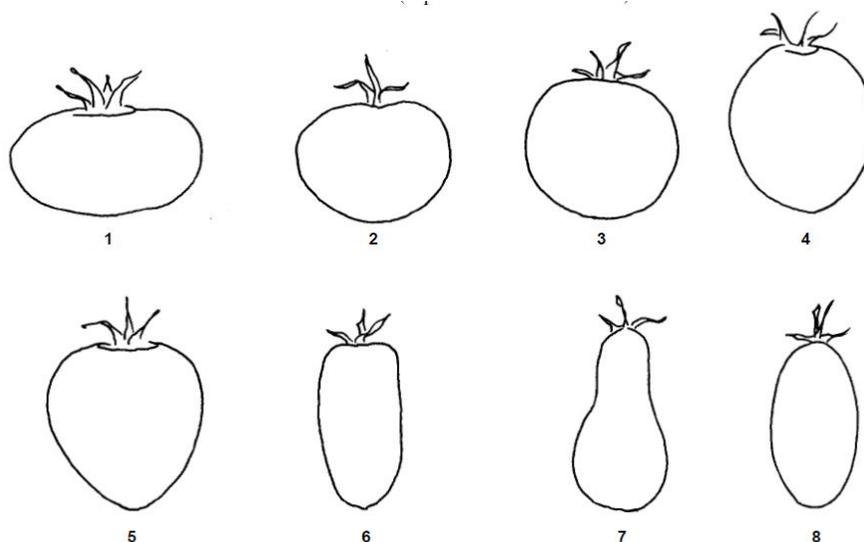
Para la evaluación de los siguientes parámetros se utilizó el manual de descriptores para tomate propuesto por el IPGRI (1996).

Altura de la planta: Estimación visual de la parcela completa, cuando estas hubieron alcanzado su primer fruto con coloración completa. Las categorías fueron: pequeña, intermedia y grande.

Tipo de crecimiento de la planta: Medido cuando el 50% de las plantas tuvo su primer fruto con coloración completa. Las categorías fueron: enano, determinado, semideterminado e indeterminado.

Descriptores del fruto

Forma predominante del fruto: La medición se llevó a cabo en 10 frutos de cada accesión, cuando los frutos estaban maduros y con coloración completa. La forma descrita se clasificó según la Figura 3.



Fuente: IPGRI, 1996

Figura 3. Forma del fruto: (1) Achatado, (2) Ligeramente achatado, (3) Redondeado, (4) Redondo-alargado, (5) Cordiforme, (6) Cilíndrico (oblongo-alargado), (7) Piriforme, (8) Elipsoide (forma de ciruela), (9) Otro (especificar).

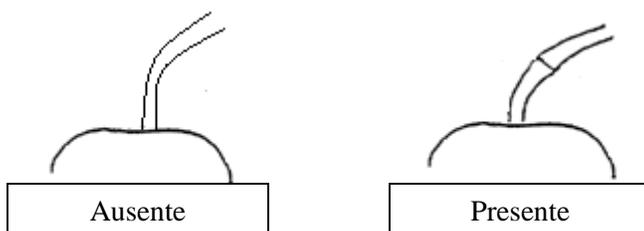
Longitud del fruto (mm): La medición se llevó a cabo en 10 frutos de cada accesión, con color completo. La medición fue tomada desde los hombros hasta el extremo opuesto del fruto con un pie de metro digital Digital caliper 300 mm, Veto, Chile

Ancho del fruto (mm): Las mediciones se llevaron a cabo en 10 frutos de cada accesión cuando alcanzaron coloración completa, considerando la parte transversal más ancha del fruto. Las mediciones se tomaron con un pie de metro digital Digital caliper 300 mm, Veto, Chile.

Peso del fruto (g): Las mediciones se llevaron a cabo en 10 frutos de cada accesión, cuando alcanzaron coloración completa, con 3 repeticiones por accesión con una balanza Cuisinart KML-K03B, para luego sacar un promedio de estos.

Color exterior del fruto maduro: Observado en 10 frutos de cada accesión cuando alcanzaron coloración completa. Lo observado se homologó con la información descrita por IPGRI (1996) y de esta forma las categorías identificadas fueron: verde, amarillo, naranja, rosado, rojo, otro.

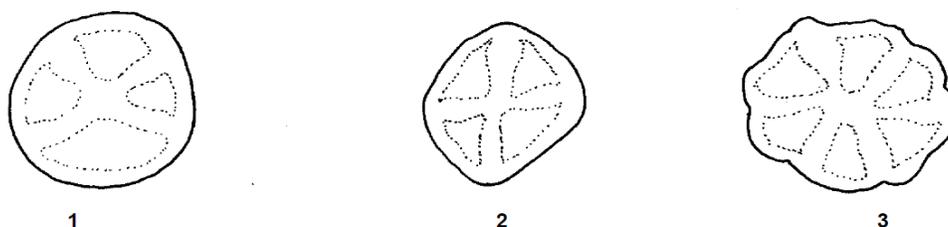
Presencia o ausencia de unión en el pedicelo: Observado en 10 frutos de cada accesión cuando alcanzaron coloración completa. Esto fue clasificado según lo descrito por el IPGRI (1996), siendo las siguientes categorías: (1) Presente, (2) Ausente (Figura 4).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Presencia o ausencia de unión en el pedicelo

Forma del corte transversal del fruto: Observado en 5 frutos de cada accesión cuando alcanzaron coloración completa. Las categorías se clasificaron según la Figura 5.



Fuente: IPGRI, 1996

Figura 5. Forma del corte transversal del fruto: (1) Redondo, (2) Angular, (3) Irregular.

Lóculos (N°): Observado en 10 frutos con un corte transversal de cada accesión cuando alcanzaron coloración completa.

Sólidos solubles (°Brix): Dos muestras de zumo y cada zumo compuesto por 5 frutos de cada accesión, cuando alcanzaron coloración completa. Para las mediciones se utilizó un refractómetro digital de Bolsillo PAL-1, ATAGO, Japón.

Extracción semilla

Al tratarse de plantas autógamas no se realizó aislación y se consideró que la descendencia era prácticamente igual a la planta madre. Para la extracción de las semillas, se utilizaron 10 a 20 frutos maduros de cada planta de cada accesión evaluada. A pesar de que las semillas de los tomates ya son viables aun cuando éste está inmaduro, es preferible

cosecharlos maduros ya que facilita la extracción de las semillas. Los frutos elegidos no presentaban anomalías, enfermedades, ataques de insectos ni deformaciones.

La extracción de las semillas es una tarea fácil de realizar pero laboriosa. El proceso se dividió en las siguientes fases:

- 1) Cosecha de los tomates: se seleccionaron de cada planta, los tomates maduros y se dispusieron en bolsas separadas e identificadas.
- 2) Extracción de las semillas: Es importante mantener constantemente identificadas las muestras y tomates, previendo los recipientes necesarios para ello. Se aplastaron ligeramente, para facilitar la extracción posterior, antes de cortarlos. Se exprimieron manualmente vertiendo el contenido de su interior, semillas y mucílago, en un recipiente. Se eliminaron pedazos grandes de pulpa, grumos o restos de la piel del fruto.
- 3) Fermentación: La pulpa, semillas y mucilago se dejó reposar durante dos días, durante este tiempo se produce la fermentación, se procedió a revolver el líquido varias veces al día para favorecer el desprendimiento de la pulpa y la separación de las semillas, mejorar la fermentación evitando la formación de hongos en la parte sobrenadante. Trascurrido el tiempo, las semillas se encontrarán depositadas en el fondo del recipiente. El proceso de fermentación de las semillas ayuda al control de algunas enfermedades (FAO, 2011). El proceso de fermentación se prolongó de 2 a 3 días dependiendo de la temperatura. Se despreció toda mala fermentación, es decir, aquellas cuyas semillas cambiaron de color amarillento normal a marrón oscuro y donde la fermentación tomó un olor pestilente (Figura 6).



Figura 6. Proceso de fermentación para facilitar la extracción de las semillas.

- 4) Lavado: con cuidado se retiró el entelado que cubría el caldo, pues a menudo presentaba semillas adheridas. Se rellenó el envase con agua, para posteriormente decantarlo. Con la decantación se eliminaron los restos de mucílago y semillas flotantes ya que las semillas viables, al ser más densas, se precipitaban y permanecían en el fondo. Se vertieron en un colador de entramado fino y se lavaron con abundante agua, retirando los restos de mucilago adherido a las

semillas. Una vez limpias, se dispusieron encima de papel y se identificaron con el número de accesión.

- 5) Secado: Estas bandejas de papel se colocaron en una zona fresca, seca y con poca luz.
- 6) Almacenaje: Una vez secas las semillas, se colocaron en cartuchos de papel rotulados para ser almacenados. Las semillas fueron depositadas en el Banco de Germoplasma Hortícola de la Universidad de Chile.

Análisis estadístico

Para los descriptores cualitativos se realizaron análisis de frecuencia para determinar la moda en cada accesión. Para los descriptores cuantitativos se realizaron análisis de tipo descriptivo: promedio, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Coeficientes de variación (CV) menores al 20% fueron considerados indicadores de baja variabilidad (Franco e Hidalgo, 2003). Se consideró una desviación estándar para determinar las accesiones que tuvieron mayor o menor incidencia en el descriptor evaluado.

Para variables cuantitativas se realizó análisis Multivariado de Componentes Principales y se establecieron correlaciones entre las variables analizadas. Los resultados fueron presentados mediante gráfico Biplot. Los análisis fueron efectuados con el software estadístico Infostat (Versión 2008, Córdoba, Argentina).

Para complementar los resultados, las variables cualitativas y cuantitativas fueron agrupadas y evaluadas mediante análisis Multivariado de Conglomerados. Este análisis agrupa elementos en grupos homogéneos, en el caso del agrupamiento jerárquico, los datos se ordenan en niveles de manera que los niveles superiores contienen a los inferiores, utilizando una matriz de distancias o similaridad entre los elementos de la muestra (Balzarini, 2011). Para éste estudio se utilizó el coeficiente de similaridad de Gower y el método de enlace de Ward. El coeficiente de similaridad de Gower permitió evaluar características cuantitativas y cualitativas de forma simultánea (Franco e Hidalgo, 2003). El enlace de Ward permitió transformar la matriz de similaridad del enlace de Gower a una de disimilaridad. El enlace de Ward es un método jerárquico que une los casos buscando minimizar la varianza dentro de cada grupo y maximizarla entre ellos (Balzarini, 2011). Los resultados fueron presentados a través de dendrograma utilizando el software estadístico Clustan Graphics 8 (Versión 2004, Escocia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 47 accesiones de *Solanum lycopersicum* L. y sus segregantes, provenientes del Banco de germoplasma hortícola de la Universidad de Chile de acuerdo a los descriptores IPGRI (1996) y otros descritos anteriormente. Se encontraron 3 accesiones que presentaron segregación para el parámetro de presencia o ausencia de pedicelo sin unión, estas son (470), (471), (475), las cuales fueron evaluadas como entradas independientes, además se encontró segregación para varios parámetros en la accesión (499), razón por la cual también fue evaluada como cuatro entradas independientes (499A, 499B, 499C y 499D). La accesión 487 que contaba con solo 2 plantas germinadas, no sobrevivió al trasplante por lo tanto no fue evaluada, quedando un total de 52 accesiones evaluadas. A continuación se describen los resultados de las evaluaciones.

Descriptores agronómicos

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los valores de tendencia central y dispersión obtenidos de los descriptores agronómicos. Los resultados generales de estas evaluaciones pueden ser observados en el Apéndice I.

Periodo del cultivo. El promedio para la variable periodo del cultivo fue de 103,6 días. Las accesiones que obtuvieron mayores periodos del cultivo fueron 503, 504, 505, 507, 508, 511, 512, 514, 515 con 112 días y la 513 que obtuvo el máximo con 124 días a cosecha. Los menores periodos de cultivo fueron representados por las accesiones 490, 493, 495 y 510 obteniendo el mínimo valor con 92 días.

Días a Floración. El promedio para la variable días a floración fue de 33,3 días. Las accesiones que obtuvieron mayor cantidad de días a floración fueron 507, 512 y 507 con 45 días, mientras que las accesiones 488 y 497 llegaron solo con 24 días a floración siendo el mínimo observado.

Días a cuaja. El promedio observado para este descriptor fue de 50,1 días a cuaja. Los máximos valores observados correspondieron a las accesiones 479, 512 y 513 con valores de 67 días. El mínimo observado fue de 39 días a cuaja correspondiente a la accesión 493, siguiendo muy de cerca las accesiones 469, 470A, 470B, 471A, 471B, 472, 473, 474, 475A, 475B Y 498 con 41 días a cuaja.

Cuadro 2. Valores de tendencia central y dispersión de los descriptores agronómicos obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	CV (%)
Periodo de cultivo	103,6	92	112	6,98	6,74
Días a Floración	33,3	24	45	5,85	17,57
Días a Cuaja	50,1	39	67	7,02	14,01

La planta de tomate necesita un período entre 3 y 4 meses entre su establecimiento y la cosecha del primer fruto (Alvarado *et al.*, 2009). Su ciclo completo, de semilla a semilla, es de 90 a 130 días en condiciones óptimas y según las variedades. La primera flor aparece a los 50 o 60 días de la siembra y serán necesarios de 55 a 70 días más para que los tomates maduren y, así, obtener de nuevo la semilla (Nuez, 1995). Según estos parámetros bibliográficos, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos normales del cultivo. Las accesiones con los periodos de cultivo más altos coinciden las hileras más emboscadas, a las cuales llegaba en menor medida la radiación solar, es por esto que se presume que sus frutos maduraron más tardíamente.

Descriptores de la planta

Los resultados generales de las evaluaciones cualitativas de los descriptores de la planta pueden ser observados en el Apéndice II.

Altura de la planta. En la Figura 7 se muestra la moda de altura de la planta según categorías descritas por el IPGRI (1996). El 50% de las accesiones se presentó con una altura de la planta grande, mientras que las plantas de altura pequeña presentaron la menor frecuencia con un 15,4%, representada en su mayoría por plantas de hábito de crecimiento semideterminado y determinado.

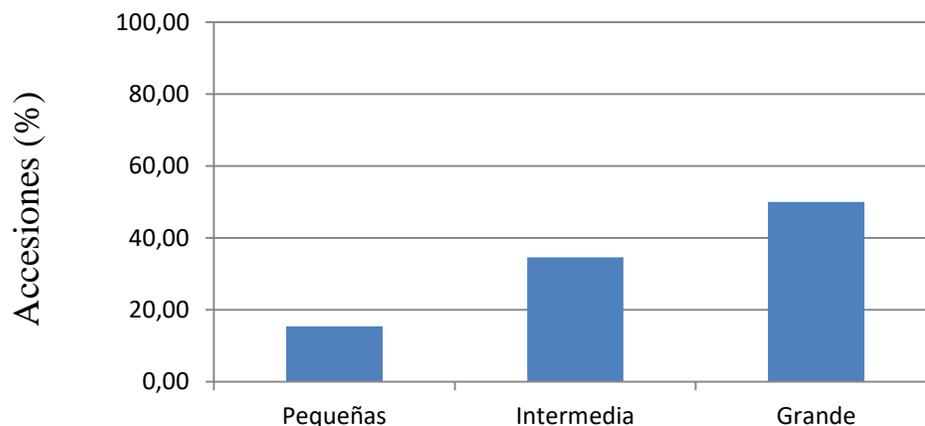


Figura 7. Moda de la altura de la planta obtenida de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Tipo de crecimiento de la planta. La Figura 8 muestra la moda del hábito de crecimiento. Los fenotipos de las 47 accesiones de tomate evaluadas presentaron solo tres de los cuatro hábitos de crecimiento descritos por IPGRI (1996). La mayor frecuencia se obtuvo en el hábito de crecimiento indeterminado con un total de 82,7% del total de las accesiones. El hábito de crecimiento determinado presentó la menor frecuencia obtenida con 5,8% y se encuentra representado sólo por las accesiones 478, 479 y 493. No se presentaron accesiones enanas.

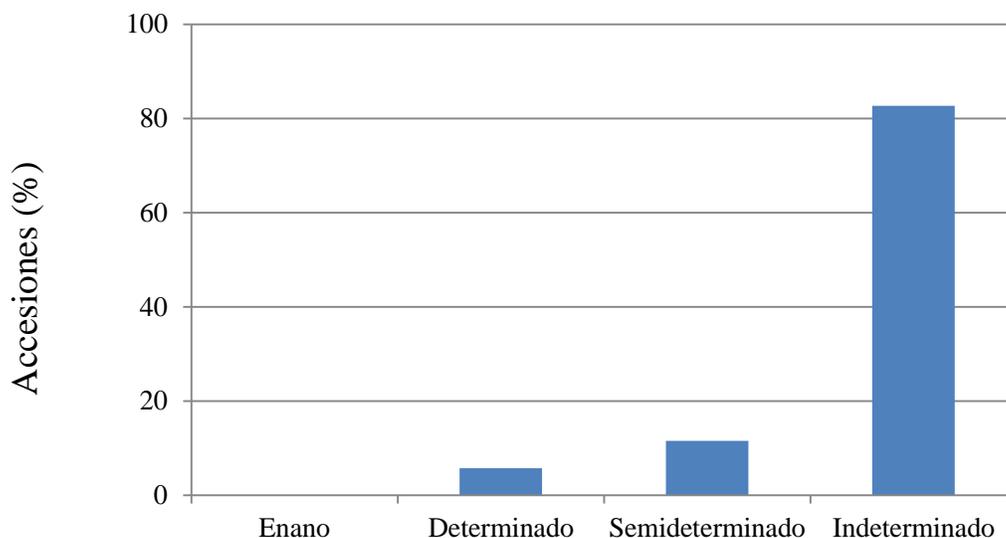


Figura 8. Moda del tipo de crecimiento obtenida de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Las variedades con plantas determinadas, rastreras o arbustivas, de crecimiento uniforme y compacto, de buen desarrollo foliar, son plantas cultivadas como tomates para la industria. Lo anterior, puesto que es necesario mejorar la eficacia de la fotosíntesis y proteger a los frutos contra las quemaduras de sol, ya que se trata de cultivos al aire libre. Dentro de esta descripción, claramente se puede mencionar las accesiones 478 y 479, puesto que se ajustan a las características mencionadas (Nuez, 1995).

Descriptor del fruto

Los resultados generales de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas de los descriptores del fruto pueden ser observados en el Apéndice III. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los valores de tendencia central y dispersión obtenidos de los descriptores cuantitativos del fruto.

Longitud del fruto (mm). El promedio para la variable longitud del fruto fue de 39,5 mm. Las accesiones que obtuvieron mayores longitudes del fruto fueron 484, 489 y 498, con

valores superiores a 61,6 mm. Las menores longitudes del fruto fueron representados por las accesiones 480, 493 y 499A con valores menores a 23,2 mm.

Ancho del fruto (mm). El promedio para la variable ancho del fruto fue de 41,8 mm. Las accesiones que obtuvieron mayor ancho del fruto fueron 485, 503 y 505, con valores superiores a 83,4 mm. El menor ancho del fruto fue representado por las accesiones 493, 499A y 499C con valores menores a 18 mm.

Peso del fruto (g/fruto). El promedio para la variable peso del fruto fue de 60 g. Las accesiones que obtuvieron mayor peso del fruto fueron 485, 503 y 507, con valores superiores a 203 g. El menor peso del fruto fue representado por las accesiones 482, 493 y 499A con valores menores a 6,4 g.

Lóculos. El promedio para el número de lóculos por fruto fue de 4,29. Las accesiones que obtuvieron mayor número de lóculos por fruto fueron 485, 503 y 505, con valores superiores a 10,4. Las accesiones con menor número de lóculos por fruto fueron 470A, 470B, 471A, 471B, 473, 475A, 480, 498, 499A y 514 con valores menores o igual a 2.

Cuadro 3. Valores de tendencia central y dispersión de los descriptores de las características del fruto obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	CV (%)
Longitud del fruto (mm)	39,5	18,33	72,27	12,54	31,73
Ancho del fruto (mm)	41,8	18,00	84,76	22,60	54,03
Peso del fruto (g)	60,0	4,17	222,95	67,14	111,88
N° lóculos	4,3	2,00	11,20	2,91	67,78

Forma predominante del fruto. La Figura 9 muestra la moda de la forma del fruto. Los fenotipos de las 47 accesiones y sus segregantes evaluadas presentaron siete de las ocho formas descritas por IPGRI (1996). La mayor frecuencia obtenida para la variable forma predominante del fruto fue la forma redondo-alargado y piriforme, ambas con un porcentaje de 21,15%. La forma del fruto cilíndrico y elipsoide presentó la menor frecuencia con 1,92 y 3,85% respectivamente. Las accesiones 470, 471 y 499 mostraron segregación para las formas del fruto.

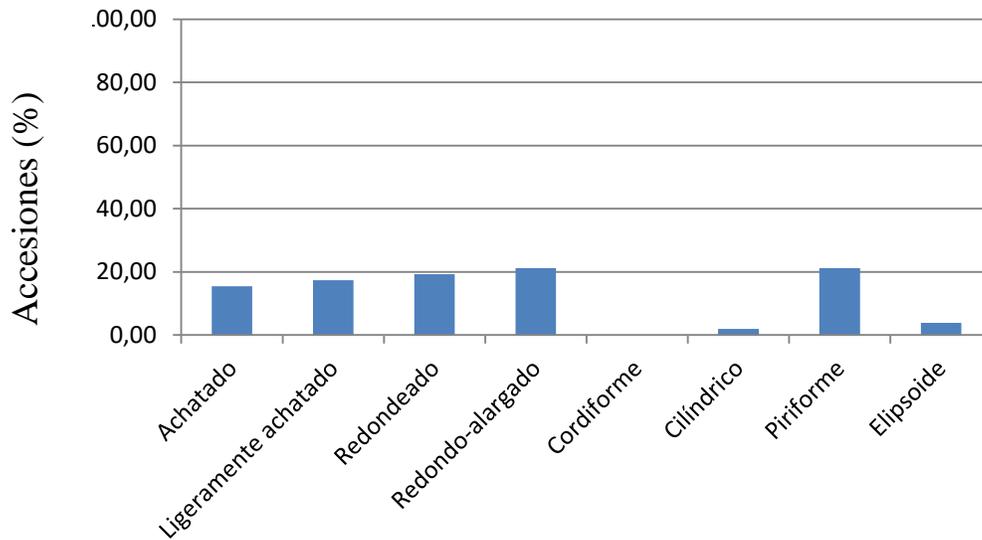


Figura 9. Moda de la forma del fruto obtenida de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Color exterior del fruto maduro. La Figura 10 muestra la frecuencia del color del fruto en estado maduro. Los fenotipos de las 47 accesiones evaluadas presentaron cuatro de los cinco colores del fruto descritos por el IPGRI (1996). El 63,5% de las accesiones obtuvo coloración de los frutos roja, siendo la coloración con mayor frecuencia. El color del fruto naranja presentó la menor frecuencia obtenida con 1,9% y se encuentra representado sólo por la accesión 494.

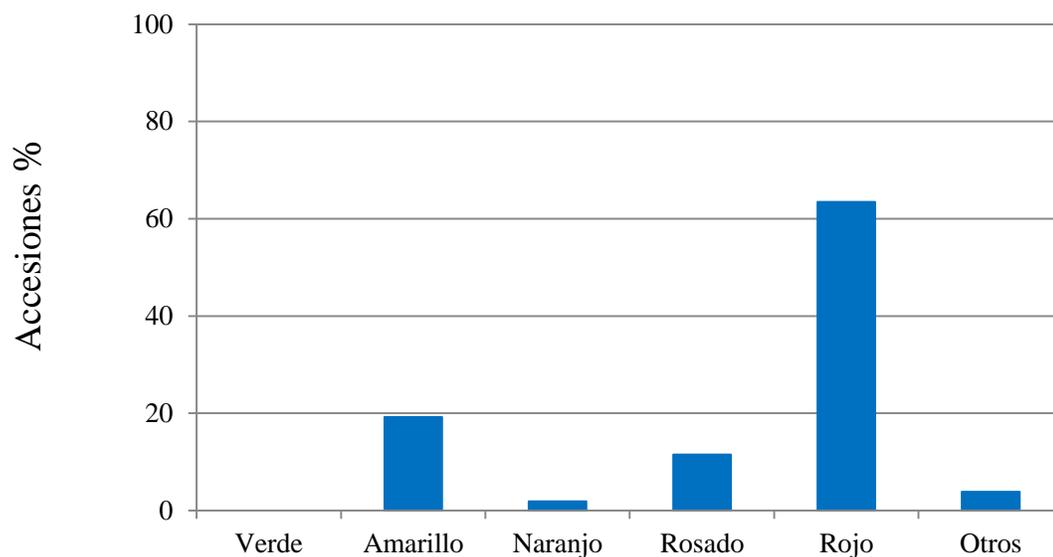


Figura 10. Moda del color del fruto obtenida de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Las accesiones 485, 505 y 506 presentaron cierto grado de segregación, puesto que mostraron los colores rojos y rosados, unos en mayor proporción que otros, dejando como color predominante aquel que tuviera mayor cantidad.



Figura 11. Fotografía de accesiones segregantes en color.

Dentro de la opción “otros” colores, la accesión 481 presentó color morado y la accesión 483 un “amarillo anaranjado”, mostrados en la Figura 12.

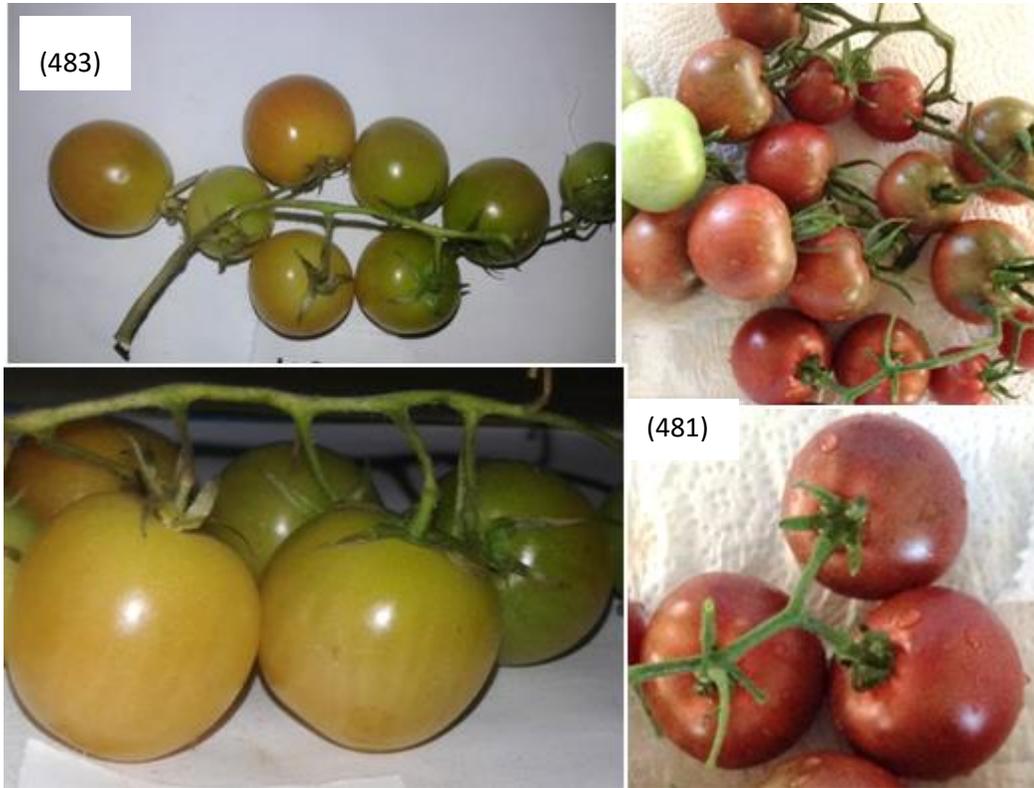


Figura 12. Fotografía de accesiones con colores amarillo- anaranjado (483) y morado (481), ocupando la opción “otros” dentro de las descripciones propuestas por el IPGRI.

Hubo una accesión que mostró una particularidad con el color, la variedad Rainbow (de la empresa Seminis - UCH 0503), que presentó un cierto moteado en el color mientras madura, hasta tomar el color rojo definitivo, al hacer un corte transversal se puede ver en su interior una dualidad de colores teniendo el centro color rojo rodeado de un amarillo como se puede observar en las siguientes fotografías (Figura 13).



Figura 13. Accesión 503 con moteado de colores rojo-amarillo en su exterior y pulpa.

Presencia o ausencia de unión en el pedicelo (codo). La Figura 14 muestra la moda de presencia o ausencia de codo. Las 47 accesiones y sus segregantes evaluadas presentaron en su mayoría pedicelos con codo en un porcentaje de 88,5% y solo un 11,5% mostró presencia de pedicelo sin codo dado por las accesiones 470B, 471B, 475B, 478, 479 y 498.

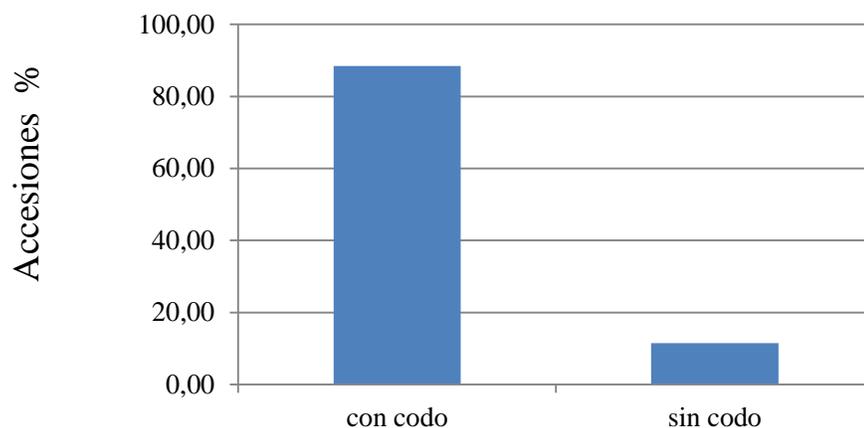


Figura 14. Moda de presencia o ausencia de codo obtenida de 47 de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Forma del corte transversal del fruto. La Figura 15 muestra la moda de corte transversal del fruto. El 92,3% de las accesiones obtuvo la forma redonda del corte transversal de los frutos. Solo las accesiones 484 y 489 presentaron la forma irregular y las accesiones 503 y 506 presentaron la forma angular del corte transversal, ambas con una frecuencia del 3,9%, siendo la frecuencia mínima observada.

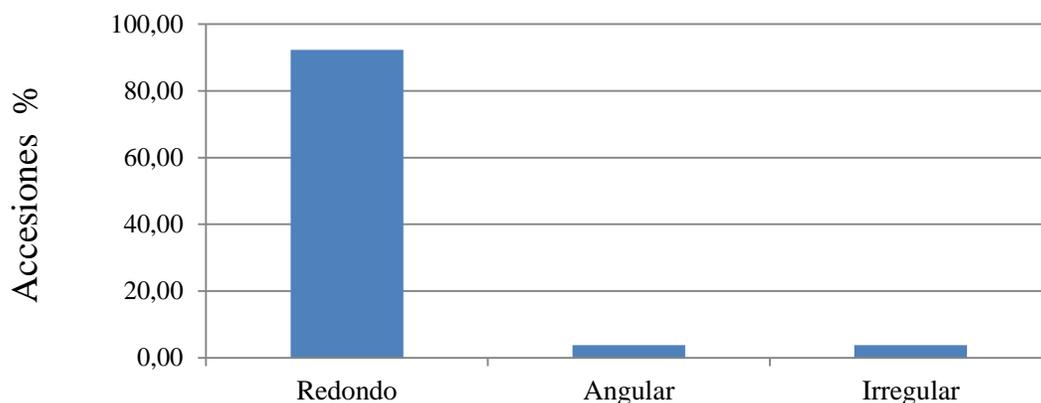


Figura 15. Moda para corte transversal del fruto obtenida de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Los tomates destinados a la industria son frutos redondos o alargados, normalmente en forma de pera o redondo-ovales, cuyas paredes son gruesas y de alta firmeza para soportar el transporte y combatir el agrietado, de piel lisa y sin depresiones en la zona de unión con el pedúnculo (Nuez, 1995). Como se observó dentro de la caracterización del fruto existen algunas accesiones que concuerdan con la definición antes mencionadas, tales como 482, 492, 495, 496, 497, 498, 499C, 500,501, 504, 509.

Sólidos Solubles (°Brix). En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los valores de tendencia central y dispersión. El promedio de sólidos solubles fue de 5,6 °Brix. Las accesiones que obtuvieron el mayor contenido de sólidos solubles fueron 480 y 497 con valores superiores los 8 °Brix. Los menores contenidos de sólidos estuvieron representados por las accesiones 479 y 481 con valores menores a 3,9 °Brix.

Cuadro 4. Valores de tendencia central y dispersión de Sólidos Solubles obtenidos de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes evaluadas durante la temporada 2014/2015.

Variable	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	CV (%)
Sólidos solubles (° Brix)	5,6	3,2	8,5	1,2	21,9

Los sólidos solubles presentes en el fruto de tomate dependen del potencial fisiológico y genético de éstos para desarrollarlos (Young et al., 1993). En la mayor parte de las variedades este indicador se sitúa entre 4,5 y 7,5 °Brix y puede estar influenciado por otros factores como clima, riego, estado de madurez de los frutos, entre otros. Para el caso de tomate para proceso como puré, pastas y concentrados, este parámetro oscila entre los 5 y 18 °Brix (Bartell et al., 2010). Según lo descrito, casi el total de las accesiones están dentro de los parámetros indicados. Las accesiones que obtuvieron valores bajo lo descrito, fueron 479, 481, 510 y 514, las cuales probablemente fueron influenciadas por factores fisiológicos y abióticos.

Variabilidad del germoplasma

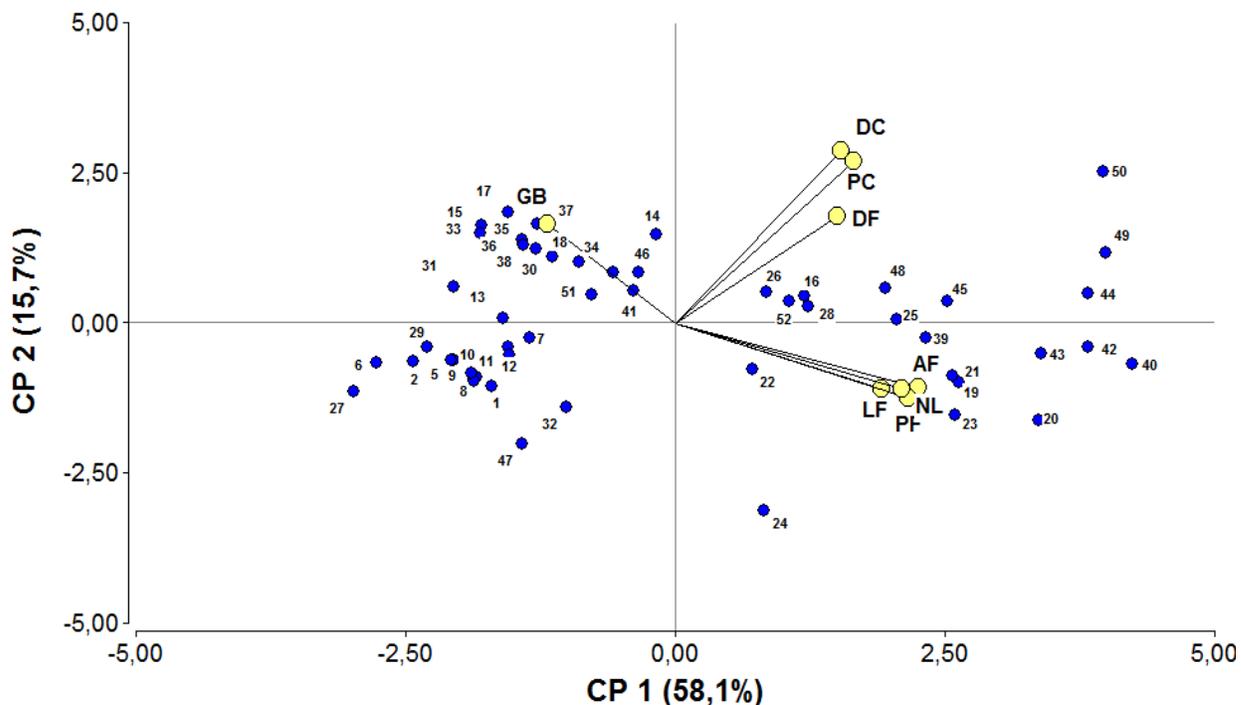
La evaluación de los ocho descriptores cuantitativos mostró variabilidad para cada una de las variables. Los descriptores asociados al fruto (Cuadro 3): longitud del fruto, ancho del fruto, peso del fruto y número de lóculos, fueron los que presentaron mayor variabilidad con coeficientes de variación de 31,7; 54,0; 111,8 y 67,8%.

Dentro del germoplasma se detectaron descriptores poco variables, es decir, que tienden a cierto grado de homogeneidad. Tal es el caso del periodo de cultivo que obtuvo un coeficiente de variación de 6,7% y en general todos los descriptores agronómicos. (Cuadro 2).

Análisis de Componentes Principales (ACP)

En la Figura 16 se muestra la distribución de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes sobre el primer y segundo Componente en torno a las ocho variables cuantitativas. El número de Componentes Principales (CP) fue obtenido a partir del criterio de Cliff (1987 citado por Franco e Hidalgo, 2003). Se seleccionaron los dos primeros Componentes, los cuales en conjunto explican el 73,8% de la variabilidad. El primer componente principal explica un 58,1% de la variabilidad. Las variables que presentan mayor asociación sobre el primer Componente son: Ancho del fruto, Peso del fruto y Número de lóculos. Variables asociadas directamente con los descriptores del fruto. La variable sólidos solubles obtuvo correlaciones negativas con el CP1. Los resultados anteriores indican que el Primer Componente permitió distinguir las accesiones con los frutos más anchos, con más masa y número de lóculos, y que registran igualmente menor contenido de Grados Brix.

El segundo componente principal explica un 15,7% de la variabilidad. Las variables que presentan mayor asociación sobre el segundo Componente son: Días a cuaja y Período del cultivo; las variables Peso del fruto, Largo del fruto, Número de lóculos y Ancho del fruto obtuvieron correlaciones negativas en éste componente. Los resultados anteriores indican que el segundo componente principal permitió distinguir las accesiones con mayor periodo de días a cuaja y cosecha pero que igualmente registra frutos con menos masa, frutos más cortos, angostos y con menos número de lóculos.



● Descriptores:

LF: Largo del fruto; AF: Ancho Fruto; PF: Peso del fruto; NL: Número de lóculos; GB: Grados Brix; PC: Periodo del cultivo; DF: Días a flor; DC: Días a cuaja.

◆ Accesiones:

1= 469; 2=470A; 3=470B; 4=471A; 5=471B; 6=472; 7=473; 8=474; 9=475A; 10=475B; 11=476; 12=477; 13=478; 14=479; 15=480; 16=481; 17=482; 18=483; 19=484; 20=485; 21=486; 22=488; 23=489; 24=490; 25=491; 26=492; 27=493; 28=494; 29=495; 30=496; 31=497; 32=498; 33=499 A; 34=499 B; 35=499 C; 36=499D; 37=500; 38=501; 39=502; 40=503; 41=504; 42=505; 43=506; 44=507; 45=508; 46=509; 47=510; 48=511; 49=512; 50=513; 51=514; 52=515.

Figura 16. Representación Biplot de la distribución de 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes sobre el primer y segundo componente en torno a las doce variables analizadas

Análisis de Conglomerados

En la Figura 17 se muestra la clasificación de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes agrupadas según descriptores cualitativos y cuantitativos. En el dendrograma obtenido se conformaron cinco grupos a una distancia de Gower de 1,1.

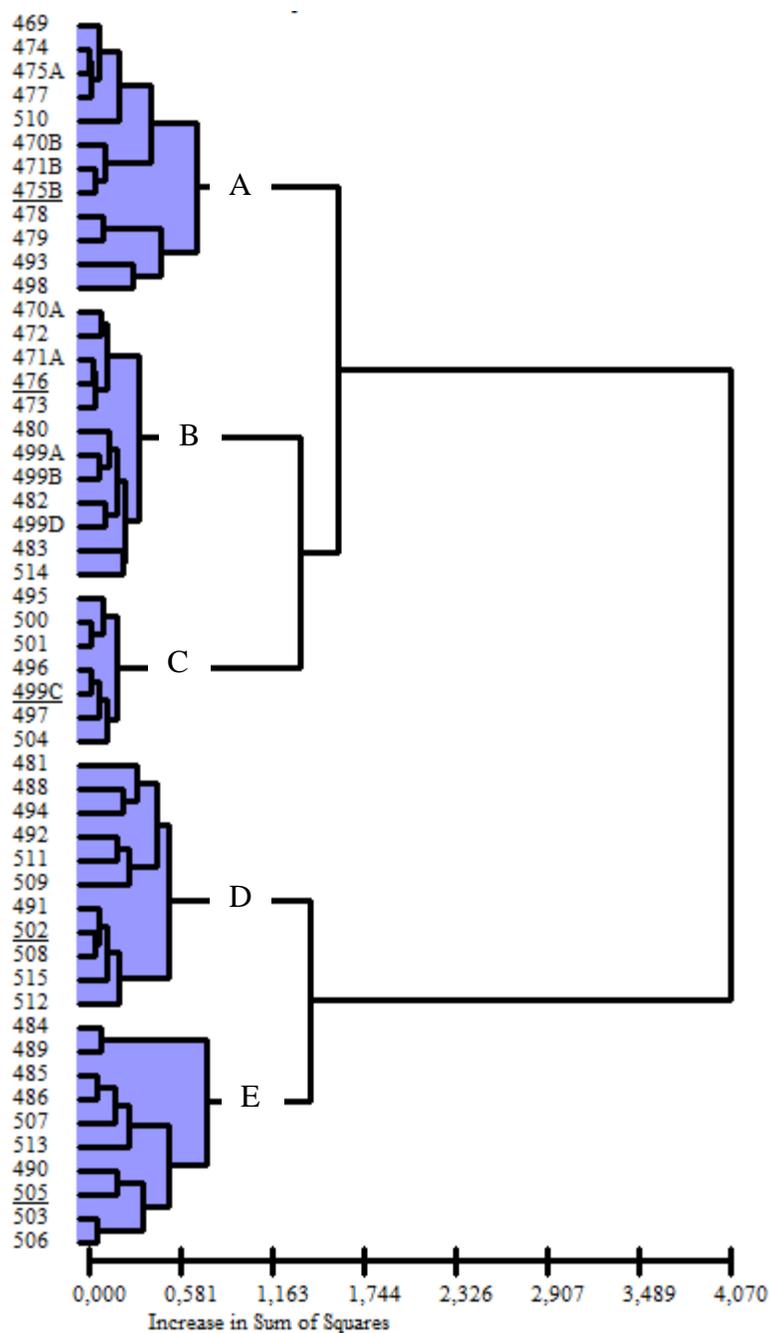


Figura 17. Dendrograma obtenido a partir de las variables cualitativas y cuantitativas de las 47 accesiones de variedades tradicionales de tomate y sus segregantes, utilizando el coeficiente de disimilaridad de Gower y el método de enlace de Ward.

De acuerdo a la Figura 17, a continuación se describen las particularidades de cada uno de los 5 grupos formados por el dendograma según el coeficiente de disimilaridad de Gower y el método de enlace de Ward.

Grupo A. CHERRY ROJO OVALADO: Este grupo está representado por 12 accesiones. Muestra dentro de los descriptores cuantitativos del fruto, valores bajo el promedio general mostrados en el Cuadro 3, resultando un largo, ancho y peso promedio del grupo de 33 mm, 26 mm, y 14 g respectivamente, además de obtener la menor cantidad de lóculos comparativamente con los demás grupos (2,2 lóculos), y un promedio de 5,3 °Brix. Cualitativamente, son frutos en su mayoría redondo-alargados, rojos con una pequeña porción de amarillos (23%), con pedicelo con y sin articulación casi en igual proporción. Las plantas de este grupo son variables, de pequeñas a medianas, en su mayoría indeterminadas a semi-determinadas, con un pequeño porcentaje de plantas determinadas. En relación a variables agronómicas, como periodos de cultivo, días a floración y días a cuaja se muestran resultados menores a los promedios expuestos en el Cuadro 2, siendo 96, 30 y 44 días respectivamente. Ver fotos en Apéndice IV.

Grupo B. CHERRY ROJO REDONDO: Representado por 12 accesiones. Se observa dentro de los descriptores cuantitativos del fruto valores más bajos que el promedio general mostrados en el Cuadro 3, con largo y ancho promedio de igual medida (27 mm) formando frutos redondo en su mayoría, (en forma y corte transversal), pequeños, de bajo peso (13 g apróx.), con 2,3 lóculos en promedio, además valores levemente mayores de sólidos solubles respecto al Grupo A, alcanzando 6,4 °Brix, sus frutos son de color rojo, con pedicelos articulados. Sus plantas de tamaño grande casi en su totalidad, además de indeterminadas. Respecto al periodo de cultivo, días a floración y cuaja, son ligeramente mayores que el grupo anterior, mostrando promedios de 102, 31 y 48 días respectivamente. Ver fotos en Apéndice V.

Grupo C. CHERRY PERA AMARILLO: Se muestra conformado por 7 accesiones. Este grupo presenta los frutos de menor masa, con un promedio de 9,2 g, largo y ancho de 34 y 22 mm respectivamente, su contenido de sólidos solubles y número de lóculos es ligeramente mayor que los grupos anteriores logrando 7,1 °Brix y 2,7 lóculos en promedio. Sus frutos son de color amarillo en un 80%, de forma piriforme casi en su totalidad y redondos al corte transversal, además de presentar pedicelo articulado. Sus plantas son en un 60% grandes y un 40% medianas, y en su totalidad indeterminadas. En cuanto al periodo de cultivo, días a floración y cuaja es similar al grupo anterior mostrando promedios de 104, 30 y 50 días correspondientemente. Ver fotos en Apéndice VI.

Grupo D. MULTICOLOR ROMA Y COMÚN: Este grupo se encuentra conformado por 11 accesiones. Respecto a las características cuantitativas del fruto se observa un largo y ancho promedio de 50 y 55 mm, con un peso aproximado de 90 gramos, valores mayores que el promedio general mostrado en el cuadro 3, la cantidad de grados brix obtenidos promedian 5 °Brix (el menor observado dentro de todos los grupos), el número de lóculos es de 4,8; doblando la cantidad de los grupos anteriores. Respecto a las características cualitativas, este cluster posee frutos de forma ligeramente achatada y redondos al corte transversal, de variados colores, en su mayoría rojos (72%) con presencia de pedicelo articulado. Sus plantas son de variados tamaños (55 % medianas, 27% grandes y 18%

pequeñas), por consiguiente de variados tipos de crecimiento, 64% indeterminadas, 27% determinadas y un 9 % semideterminadas. Las características agronómicas observadas fueron, periodo de cultivo 108 días, con 39 días a floración, y 54 días a cuaja, un tanto mayor en comparación a los grupos anteriores. Ver fotos en Apéndice VII.

Grupo E. MULTILÓCULOS ROSADOS: Se muestra conformado por 10 accesiones. Se observa en las variables cuantitativas un largo y ancho de 54 y 78 mm aproximadamente, con el mayor peso y número de lóculos promedio visto en general, de 163 g y 9 lóculos por fruto, además de de 5,1 °Brix. Este grupo posee frutos de color rojo (60%) y rosado (40%), de forma achatada y redondos al corte transversal casi en su totalidad, con pedicelo articulado. Las características de las plantas muestran un tipo de crecimiento indeterminado, plantas grandes y medianas (70 y 30 % respectivamente). El periodo de cultivo observado fue de 109 días, días a floración 37 y días a cuaja 56 en promedio (ver fotos en Apéndice VIII).

Como se muestra en la formación de los grupos, los dos primeros A y B en general contienen las accesiones con tomates Cherry rojos, diferenciados principalmente por forma del fruto y sólidos solubles. El grupo C es el que se muestra más homogéneo, considerando solo tomates cherry pera amarillos. El grupo D deja de ser tipo cherry para mostrar tomates de tamaño y tipo regular y roma, de variados colores, tamaño de planta y crecimiento. Por último el grupo E que posee los tomates de mayor calibre, mayor número de lóculos y en general contiene todos los rosados presentes.

CONCLUSIONES

Las 47 accesiones de tomate y sus segregantes del Banco de germoplasma Hortícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile presentan su mayor variabilidad representada por los descriptores del fruto. El 74% de variabilidad se encuentra asociada principalmente a descriptores del fruto, días a cuaja y periodo de cultivo. La variabilidad permite su utilización en futuros programas de mejoramiento.

Una caracterización del germoplasma en base a 14 descriptores permite el agrupamiento del material en cinco grupos de similitud tomando en cuenta todos los descriptores simultáneamente. La conformación de grupos permite comprender la relación existente entre accesiones y definir características acordes a cada grupo. De acuerdo a este agrupamiento podemos concluir que no hay existencia de duplicados entre las accesiones evaluadas, sin embargo, a simple vista se puede decir que el grupo C Cherry pera amarillo, posee un estrecho parecido según las fotografías y evaluaciones del fruto.

En el germoplasma se presenta una gran diversidad de colores pero sólo una accesión con color del fruto morado y otra amarillo-anaranjado, lo que indica la necesidad de priorizar su conservación, puesto que al ser tan pocos ejemplares de dicho color si no hay un mantenimiento y multiplicación de las semillas podrían estar en peligro de desaparición.

Para lograr esta conservación en el presente trabajo se extrajo de cada accesión y sus segregantes semillas para ser entregadas en el Banco de germoplasma Hortícola de la Universidad de Chile.

Estudios mediante biología molecular del germoplasma permitirían complementar la descripción de la variabilidad encontrada.

Estudios de carácter morfoagronómicos permiten la comprensión de los materiales conservados, y son el primer paso para el desarrollo de estrategias de conservación y mejoramiento.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, P., V. Escalona, A. Martín, H. Monardes, y C. Urbina. 2009. Manual del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Santiago, Chile. 60p.

Balzarini, M. 2011. Aplicaciones del Análisis Estadístico Multivariado. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Córdoba. 89p.

Bauchet, G. and M. Causse. 2012. Genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and its wild relatives. p. 133–62. In: Caliskan M, editor. Genetic diversity in plants. X p.
Bartell, D.; J. Beaulieu and R. Shewfelt. 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. Crit. Rev. Food Sci., 50: 369-389.

Clustan Graphics 8. 2004. Software estadístico. Disponible en: <http://www.clustan.com/>. Citado: 20 marzo 2005.

Cubillos, A. y P. León. 1995. Chile: Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. 109 p.

FAOSTAT. 2017 [on-line]. Crops 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Citado: 14 de junio de 2017.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2008. Estado de los recursos fitogenéticos: Conservación y utilización sostenible para alimentación y agricultura Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Chile.pdf>. Consultado: 24 de septiembre de 2014.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015 [on-line]. La FAO salvaguarda el medio ambiente mundial: Biodiversidad. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting_SP.pdf. citado: 20 de octubre 2015.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011 [on-line]. Manual técnico Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. Disponible en: https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=B55X-G3WiugC&oi=fnd&pg=PA2&dq=caracterizacion+morfoagronomica+&ots=i37wASMJXE&sig=zqA3IP560BLyZS0oGZG0AXJZ_c#v=onepage&q=caracterizacion%20morfoagronomica&f=true citado: 03 de mayo 2017.

Franco, T.L; Y R. Hidalgo. (eds.). 2003. Análisis estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico n° 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89p.

Giaconi, V. y M. Escaff. 1995. Cultivo de hortalizas. 11ª edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 337p.

INIA (Instituto de investigaciones agropecuarias). 2005. Seminario internacional “Producción de tomate para procesamiento”. Santiago, Chile. 108 p.

Infostat. 2008. Software estadístico. Disponible en: www.infostat.com.ar. Citado: 20 de marzo 2015.

IPGRI (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos). 1996. [on-line]. Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* ssp.). Disponible en: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnach866.pdf. Citado: 24 de septiembre de 2014.

Ministerio de Agricultura. 2014. [on-line]. Acciones y mejora de los bancos de germoplasma en Chile. Disponible en: <http://www.minagri.gob.cl/wp-content/uploads/2014/03/Acciones-y-Mejoras-de-los-Bancos-de-Germoplasma-en-Chile-1.pdf>. Citado: 24 de septiembre de 2014.

Nuez, F. 1995. El Cultivo del Tomate. Mundi-Prensa, España. 793p.

ODEPA (Oficina de estudios y políticas agrarias). 2014. [on-line]. Estudio sobre alternativas de protección jurídico- normativa y de otra índole para semillas y prácticas tradicionales relacionadas con la agricultura, utilizadas y mantenidas por agricultoras y agricultores de nuestro país. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/proteccionjuridicase semillas.pdf>. Citado: 24 de diciembre de 2017.

ODEPA (Oficina de estudios y políticas agrarias). 2017 [on-line]. Boletín de hortalizas frescas. Disponible en: <http://www.odepa.cl/boletin/boletin-hortalizas-frescas-febrero-de-2017> citado: 20 de diciembre 2018.

Peralta, I.E.; D.M.Spooner. 2005. Morphological characterization and relationships of wild tomatoes (*Solanum* L. Section *Lycopersicon*). Monogr Syst Bot 104: 57–227.

Peralta, I.E. and D.M. Spooner. DM. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). p. 1–27. In: Razdan MK, Matto AK, editors. Genetic improvement of solanaceous crops, vol. 2. Tomato, Enfield, NH: Science Publishers.

Spooner, D.M.; I.E. Peralta and S. Knapp. 2005. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. Taxon 54: 43–61.

Weese , TL. and L. Bohs. 2007. A three-gene phylogeny of the genus *Solanum* (*Solanaceae*). Syst Bot 32: 63 –445.

Young, T., J. Juvik and J. Sullivan. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118:286-292.

Apéndice I: Evaluaciones agronómicas

Accesión	N° Hilera	Fecha de Siembra	Fecha de trasplante	Fecha de floración	Fecha de cuajado	Fecha de inicio de cosecha	Días a floración	Días a cuaja	Periodo del cultivo (días)
469	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
470A	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
470B	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
471A	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
471B	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
472	1	30-10-2014	08-12-2014	02-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	24	41	96
473	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	24-03-2015	31	41	106
474	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
475A	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
475B	1	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
476	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	25-01-2015	14-03-2015	31	47	96
477	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	25-01-2015	14-03-2015	31	47	96
478	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	30-01-2015	14-03-2015	31	52	96
479	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	15-02-2015	24-03-2015	31	67	106
480	2	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	14-03-2015	41	53	96
481	2	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	41	53	106
482	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	31	56	106
483	2	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	31	56	106
484	3	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	31	56	106
485	3	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
486	3	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
487	3	30-10-2014	22-12-2014	-	-	-	0	0	0
488	3	30-10-2014	08-12-2014	02-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	24	53	106
489	3	30-10-2014	08-12-2014	02-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	24	56	106
490	3	30-10-2014	22-12-2014	19-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	27	42	92
491	3	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	41	53	106
492	3	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	41	53	106
493	4	30-10-2014	22-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	27	39	92
494	4	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	41	53	106
495	4	30-10-2014	22-12-2014	23-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	31	42	92
496	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
497	4	30-10-2014	08-12-2014	02-01-2015	25-01-2015	24-03-2015	24	47	106
498	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	19-01-2015	14-03-2015	31	41	96
499A	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
499B	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
499C	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
499D	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
500	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	31	56	106
501	4	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	31	53	106
502	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	24-03-2015	41	53	106
503	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	30-03-2015	41	53	112

Fuente: Elaboración propia.

Continuación Apéndice I

Accesión	N° Hilera	Fecha de Siembra	Fecha de trasplante	Fecha de floración	Fecha de cuajado	Fecha de inicio de cosecha	Días a floración	Días a cuaja	Periodo del cultivo (días)
504	5	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	25-01-2015	30-03-2015	31	47	112
505	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	30-03-2015	41	53	112
506	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	41	56	106
507	5	30-10-2014	08-12-2014	23-01-2015	04-02-2015	30-03-2015	45	56	112
508	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	30-03-2015	41	53	112
509	5	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	25-01-2015	24-03-2015	41	47	106
510	5	30-10-2014	22-12-2014	19-01-2015	04-02-2015	24-03-2015	27	42	92
511	6	30-10-2014	08-12-2014	19-01-2015	31-01-2015	30-03-2015	41	53	112
512	6	30-10-2014	08-12-2014	23-01-2015	15-02-2015	30-03-2015	45	67	112
513	6	30-10-2014	08-12-2014	23-01-2015	15-02-2015	12-04-2015	45	67	124
514	6	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	25-01-2015	30-03-2015	31	47	112
515	6	30-10-2014	08-12-2014	09-01-2015	31-01-2015	30-03-2015	31	53	112

Fuente: Elaboración propia

Apéndice II: Evaluaciones de la planta.

Accesión	Altura planta	Tipo de crecimiento de la planta	Accesión	Altura planta	Tipo de crecimiento de la planta
469	chica	indeterminado	493	chico	determinado
470A	mediana	indeterminado	494	chico	semideterminado
470B	mediana	indeterminado	495	mediano	indeterminado
471A	grande	indeterminado	496	grande	indeterminado
471B	grande	indeterminado	497	grande	indeterminado
472	muy grande	indeterminado	498	chico	semideterminado
473	muy grande	indeterminado	499A	grande	indeterminado
474	mediano	indeterminado	499B	grande	indeterminado
475A	mediano	indeterminado	499C	grande	indeterminado
475B	mediano	indeterminado	499D	grande	indeterminado
476	grande	indeterminado	500	mediano	indeterminado
477	mediano	indeterminado	501	mediano	indeterminado
478	chico	determinado	502	mediano	indeterminado
479	chico	determinado	503	mediano	indeterminado
480	grande	indeterminado	504	grande	indeterminado
481	grande	indeterminado	505	grande	indeterminado
482	grande	indeterminado	506	mediano	indeterminado
483	grande	indeterminado	507	mediano	indeterminado
484	grande	indeterminado	508	mediano	indeterminado
485	grande	indeterminado	509	chicos	semideterminado
486	grande	indeterminado	510	chicos	semideterminado
488	mediano	semideterminado	511	mediano	semideterminado
489	grande	indeterminado	512	grande	indeterminado
490	grande	indeterminado	513	grande	indeterminado
491	grande	indeterminado	514	grande	indeterminado
492	mediano	indeterminado	515	mediano	indeterminado

Fuente: Elaboración propia

Apéndice III: Evaluaciones cuantitativas y cualitativas del fruto.

Accesión	Largo del fruto (mm)	Ancho del fruto (mm)	N° lóculos	Sólidos solubles(° brix)	Peso del fruto	Presencia/ausencia de unión en el pedicelo	Forma del fruto	Forma transversal del fruto	Color exterior del fruto
469	32,77	27,54	2,6	5	12,77	con codo	redondo-alargado	redonda	rojo
470A	28,12	27,74	2	7	11,97	con codo	redondeado	redonda	rojo
470B	33,42	27,1	2	6,6	16,03	sin codo	cilindrico	redonda	rojo
471A	30,65	28,98	2	5,25	13,67	con codo	redondeada	redonda	rojo
471B	32,21	27,54	2	6,5	13,43	sin codo	redondo-alargado	redonda	rojo
472	26,39	28,06	2,3	7,64	12,30	con codo	redondeado	redondo	rojo
473	28,87	30,92	2	5	18,30	con codo	redondeado	redondo	rojos
474	31,54	27,33	2,5	5,54	14,90	con codo	redondo-alargado	redondo	rojos
475A	30,37	27,31	2	5	13,40	con codo	redondo-alargado	redondo	rojos
475B	32,75	28,13	2,09	5,70	13,47	sin codo	redondo-alargado	redondo	rojos
476	30,41	33,22	2,2	5,74	21,77	con codo	redondeado	redondo	rojos
477	31,45	26,82	2,3	5,02	14,07	con codo	redondo-alargado	redondo	rojo
478	28,21	25,28	2,1	5,5	10,13	sin codo	redondo-alargado	redondo	rojo
479	25,78	23,4	2,2	3,2	9,80	sin codo	redondo-alargado	redondo	rojos
480	23,2	24,51	2	8,46	9,27	con codo	redondeado	redondo	rojos
481	34,077	43,44	6,9	3,9	37,70	con codo	ligeramente achatado	redondo	morado
482	27,68	19,01	2,5	8	6,43	con codo	elipsoide	redonda	rojo
483	25,41	28,25	2,2	5	10,40	con codo	redondeada	redonda	amarillo anaranjado
484	72,27	67,96	6,4	4,4	116,60	con codo	piriforme	irregular	rojo
485	53,74	83,44	11	4,75	202,97	con codo	achatado	redondo e irregular	rojos (30%) rosados (70%)
486	50,96	75,81	10	6,75	194,03	con codo	achatado	redondo y angulado	rosados
488	52,83	56,64	3,5	5	97,40	con codos	ligeramente achatado	redondo	amarillo
489	61,59	74,44	9	4,6	146,13	con codo	parecido pera, achatado	irregular	rojo
490	42,91	70,03	9,9	4,4	110,53	con codo	achatada	redonda	rojo
491	49,84	67,98	5,4	5,4	124,50	con codo	ligeramente achatada	redonda	rojos
492	56,97	31,96	2,8	4,5	39,77	con codo	piriforme	redonda	rojos
493	20,57	18	2,5	6,05	4,43	con codo	redondeado	redondo	amarillos
494	43,42	48,31	5,20	5,10	74,43	con codo	ligeramente achatada	redondo	naranja
495	33,41	20,78	2,1	7	7,67	con codo	piriforme	redondo	amarillo
496	35,72	21,23	2,4	6,65	8,57	con codo	piriforme	redondo	amarillo
497	33,64	20,57	2,6	8	6,97	con codo	piriforme	redondo	amarillo
498	64,21	22,56	2	5,5	18,60	sin codo	piriforma	redonda	amarillo
499A	18,325	18,66	2	6,75	4,17	con codo	redondeado	redondo	rojos
499B	33,99	37,29	4,1	6,9	26,97	con codo	redondeado	redondo	rojos
499C	32,607	19,733	2,5	7,5	7,30	con codo	piriforme	redondo	amarillo
499D	28,032	23,037	2,3	7	9,37	con codo	redondo-alargado	redondo	rojo
500	33,181	21,332	2,6	7,75	7,07	con codo	piriforme	redondo	amarillo
501	33,891	20,601	2,3	7	7,83	con codo	piriforme	redondo	amarillo
502	48,9	68,49	5,9	4,5	133,27	con codo	regularmente achatado	redondo	rojos
503	54	83,65	10,4	4,5	222,95	con codo	achatada	redonda e irregular	rojos
504	37,31	32,4	4,1	5,75	19,27	con codo	piriforme	redondo	amarillo
505	48,18	84,76	11,2	4,75	171,73	con codo	achatado	redondo e irregular	rojos y rosados
506	49,86	75,3	8,6	4,5	197,60	con codo	achatado	redondo y angular	rojos, rosados
507	51,52	82,58	9,4	6,5	203,20	con codo	achatado	redondo y angular	rosado
508	57,22	65,65	5,8	5,25	114,67	con codo	ligeramente achatado	redondo	rojos
509	42,042	29,02	2,9	6,25	20,87	con codo	elipsoide	redondo	rojo
510	39,187	34,736	2,7	4	27,90	con codo	redondo-alargado	redondo	rojo
511	57,252	54,75	3,1	4,75	101,60	con codo	redondo-alargado	redondo	rojo
512	55	73,8	6,7	4,25	159,30	con codo	ligeramente achatado	redondo	rojo
513	51,22	79,03	8,5	5	51,70	con codo	achatada	redondo	rosado
514	29,77	24,39	2	4	12,63	con codo	ligeramente achatada	redondo	rojo
515	47,5	61,39	4,3	5,75	94,30	con codo	ligeramente achatada	redondo	rojo

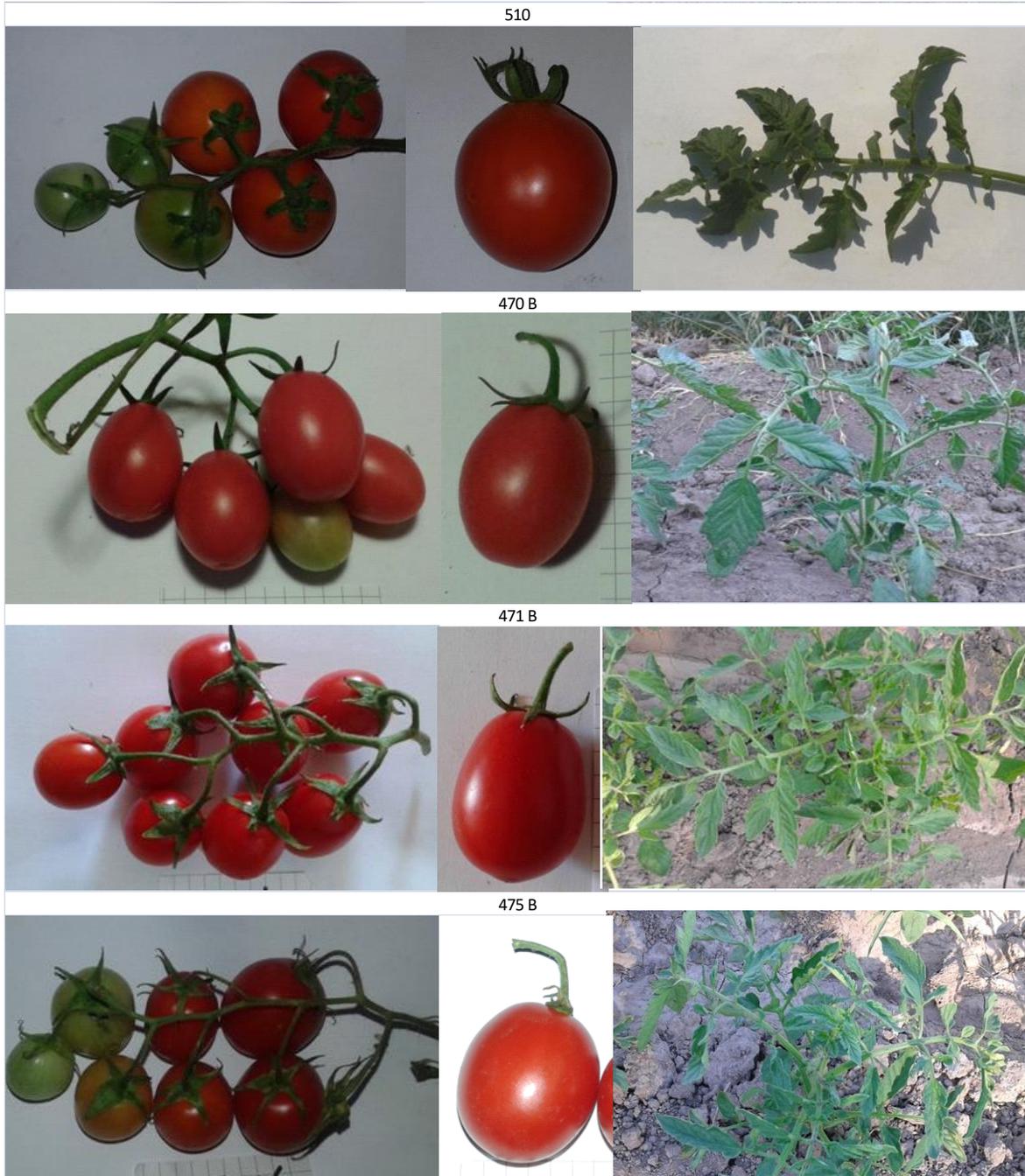
Fuente: Elaboración propia

Apéndice IV: Grupo A. Cherry rojo ovalados



Fuente: Elaboración propia

Continuación Apéndice IV: Grupo A. Cherry rojo ovalados



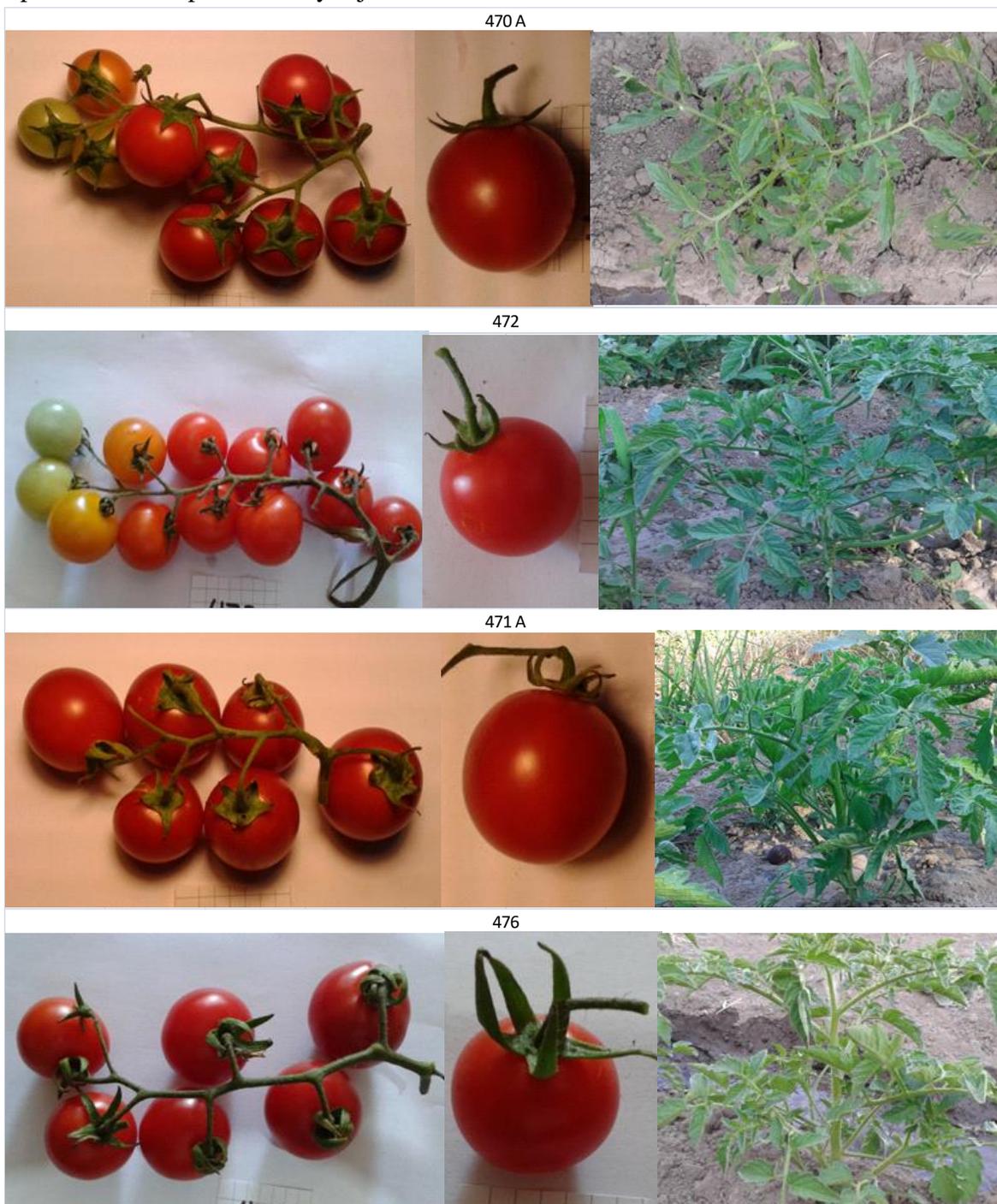
Fuente: Elaboración propia

Continuación Apéndice IV: Grupo A. Cherry rojo ovalados



Fuente: Elaboración propia

Apéndice V: Grupo B. Cherry rojo Redondos



Fuente: Elaboración propia

Continuación Apéndice V: Grupo B. Cherry rojo Redondos



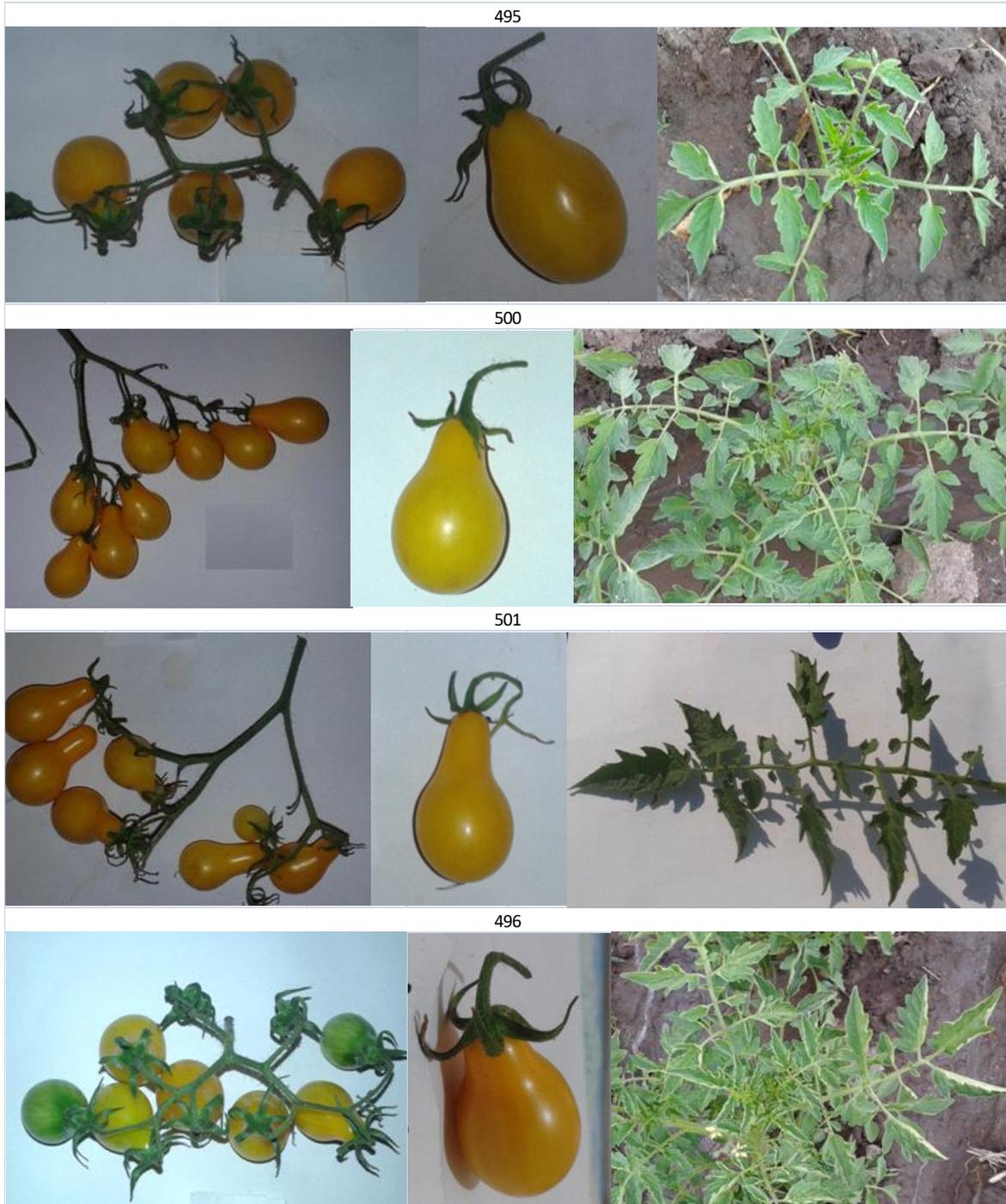
Fuente: Elaboración propia

Continuación Apéndice V: Grupo B. Cherry rojo Redondos



Fuente: Elaboración Propia

Apéndice VI: Grupo C. Cherry Pera Amarillo



Fuente: Elaboración Propia

Continuación Apéndice VI: Grupo C. Cherry Pera Amarillo



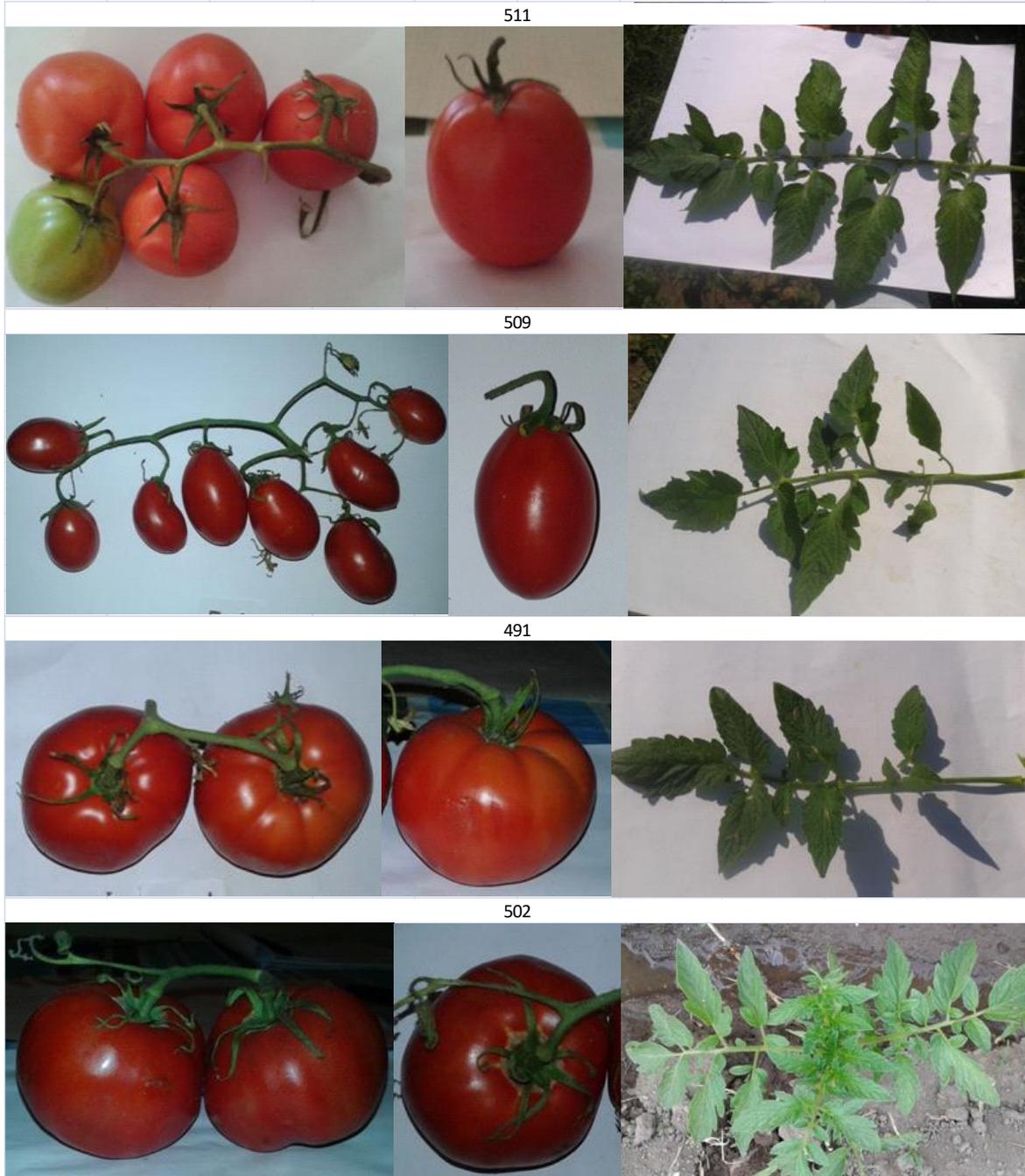
Fuente: Elaboración Propia

Apéndice VII: Grupo D. Multicolores roma y común



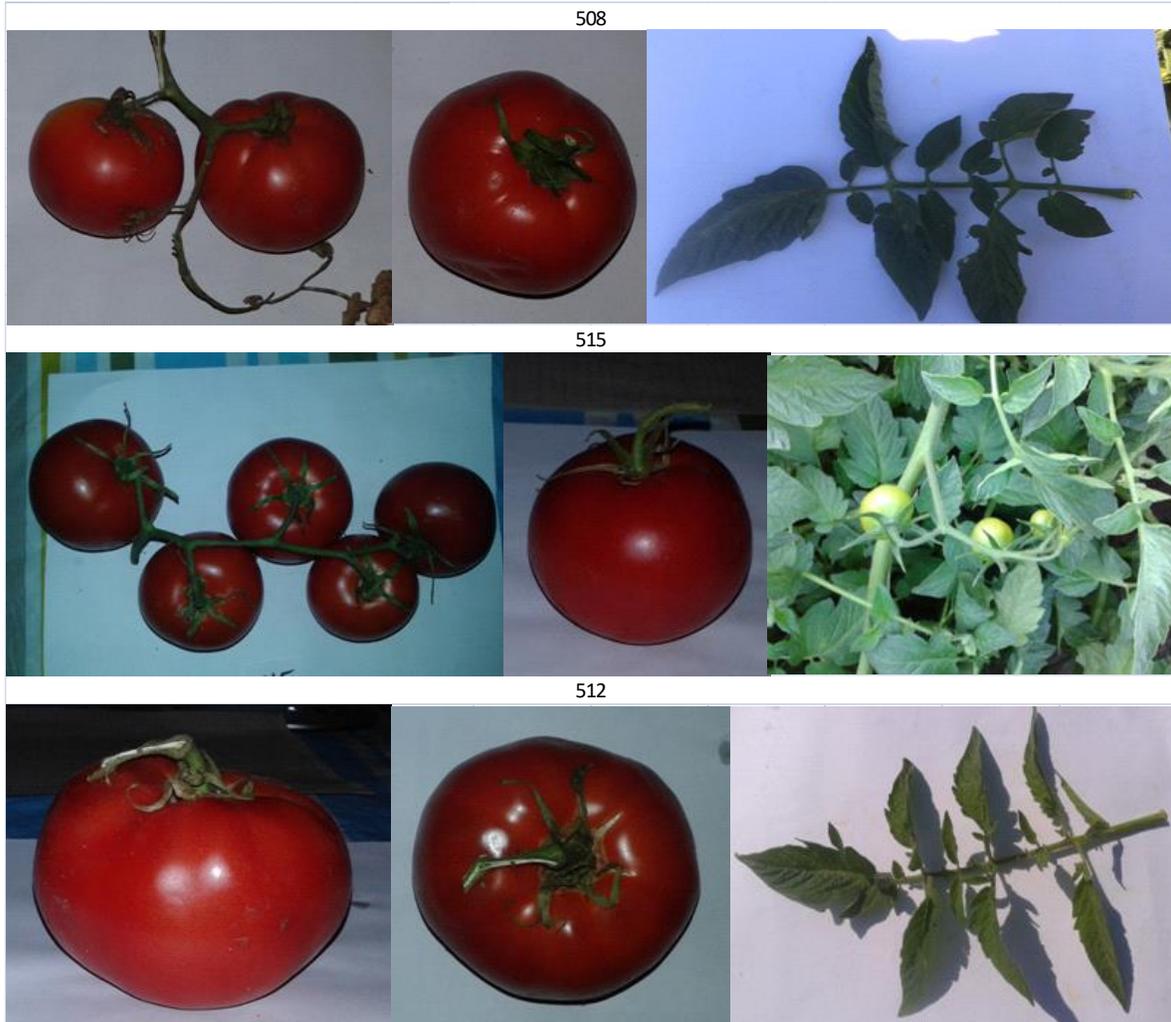
Fuente: Elaboración Propia

Continuación Apéndice VII: Grupo D. Multicolores roma y común



Fuente: Elaboración Propia

Continuación Apéndice VII: Grupo D. Multicolores roma y común



Fuente: Elaboración Propia

Apéndice VIII: Grupo E. Multilocular rosados



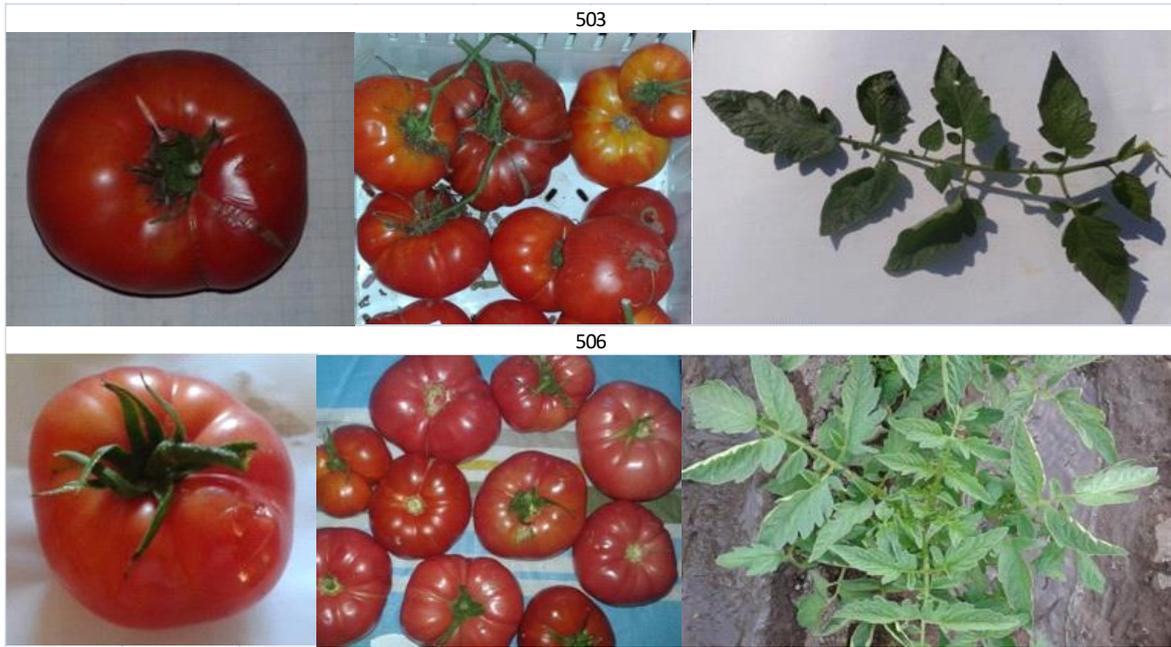
Fuente: Elaboración Propia

Continuación apéndice VIII: Grupo E. Multilocular rosados



Fuente: Elaboración Propia

Continuación Apéndice VIII: Grupo E. Multilocular rosados



Fuente: Elaboración propia