

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE *CAPSICUM*
PARA USO EN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO.**

SEBASTIÁN DAVID CONTRERAS PEÑAILILLO

SANTIAGO - CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE *CAPSICUM*
PARA USO EN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO.**

**EVALUATION OF *CAPSICUM*'S GENETIC MATERIAL
FOR USE IN BREEDING PROGRAM.**

SEBASTIÁN DAVID CONTRERAS PEÑAILILLO

SANTIAGO - CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**EVALUACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE *CAPSICUM* PARA
USO EN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

SEBASTIÁN DAVID CONTRERAS PEÑAILILLO

PROFESOR GUÍA	Calificaciones
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo Ph. D.	6,6
PROFESORES EVALUADORES	
Sra. Verónica Díaz M. Ingeniero Agrónomo M.S.	6,8
Sr. Erwin Aballay E. Ingeniero Agrónomo Ph. D.	6,4
COLABORADOR	
Sra. María Teresa Pino Ingeniero Agrónomo Ph. D.	

Santiago, Chile
2012

A mi madre...

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN	8
Hipótesis.....	10
Objetivo General	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Ubicación del ensayo	11
Material vegetal y diseño del ensayo	11
Procedimientos	12
Evaluaciones	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
Características de la planta.....	18
Características del fruto.....	20
Características productivas.....	22
Características industriales.....	26
Análisis de componentes principales	31
Análisis de conglomerados	33
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
APÉNDICES.....	42

EVALUACIÓN DE MATERIAL GENÉTICO DE *CAPSICUM* PARA USO EN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO.

RESUMEN

Se trabajó con una población de 29 accesiones de *Capsicum* pertenecientes a una colección del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) con el objetivo de encontrar un grado de variabilidad que le permita formar parte de la base de un programa de mejoramiento genético.

Se analizaron las accesiones basándose en características cualitativas y cuantitativas, medidas en condiciones de campo propias del cultivo para así poder obtener una mejor imagen individual y en conjunto de las accesiones estudiadas. Los mayores coeficientes de variación se observaron en la masa de fruto con un 105,7%, y en el número de frutos por planta con un 90,9%.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de componentes principales que produjo grupos, que en cierta medida, coinciden con la clasificación comercial que se realiza habitualmente entre los llamados pimientos y ajíes.

Las primeras dos componentes principales explicaron el 77,1% de la variabilidad total en las accesiones. Las variables que más influyeron en la conformación de los componentes principales fueron el grosor de pericarpio, la materia seca, el diámetro de fruto, la masa de fruto y el largo de fruto.

Además se realizó un análisis de conglomerados, esto permitió la agrupación de las accesiones que presentaran mayores similitudes en relación al conjunto de datos y la determinación del grado de esa similitud entre los miembros de cada grupo.

El grado de variabilidad encontrado en las accesiones evaluadas muestra un enorme potencial para el desarrollo de distintas variedades con diferentes propósitos productivos finales.

Palabras Clave. Ají, pimiento, caracterización, componentes principales, análisis conglomerados, variabilidad.

EVALUATION OF *CAPSICUM*'S GENETIC MATERIAL FOR USE IN BREEDING PROGRAM.

ABSTRACT

A population of 29 accessions of *Capsicum* were studied from the germoplasm bank collection of the Institute of Agricultural Research (INIA) in order to find variability for a breeding program.

The accessions were analyzed based on qualitative and quantitative measures under typical field conditions for the crop. Therefore, the objective of this work was to characterize the 29 lines in order to get more information of the studied accessions individually and altogether.

The highest coefficients of variation were observed in fruit weight with a 105.7%, and in number of fruit per plant with a 90.9%.

Data were subjected to principal component analysis followed by hierarchical agglomerative clustering; the first, match up the commercial classification usually done between peppers and chiles and the second, allowed matching up similar accessions establishing the amount of similarity between the members of each group.

The first two principal components explain 77,1% of the total variability in the accessions. The variables that most influenced the conformation of the principal components were pericarp thickness, dry matter, fruit diameter, fruit weight and fruit length.

The amount of variability found showed great potential for the development of different varieties with different production purposes.

Key words. chile, pepper, breeding, components analysis, agglomerative. clustering.

INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annum* L.) es una especie perteneciente a la familia de las solanáceas, cuyo origen botánico se centra en América del Sur, concretamente entre Perú y Bolivia desde donde se expandió al resto de América central y meridional (Giaconi y Escaff, 1995) aunque, según Hawkes (1991) México sería su lugar de origen, centro de distribución y domesticación.

El número de especies silvestres que comprende el género *Capsicum* es de 20 a 23 (Eshbaugh, 1983; Moran *et al.*, 2004; Namendy, 2006). Otros señalan que son alrededor de 27 a 30 (Loaiza-Figueroa *et al.*, 1989; Hernández *et al.*, 1999), y de ellas son sólo cuatro o cinco las especies domesticadas de pimiento que se cultivan en todo el mundo.

El pimiento es una planta de tallo frágil, erecto y verde, con ramas que se subdividen en dos partes, tiene las hojas grandes y de color verde intenso brillante, de forma oblonga (más largas que anchas), lanceolada o globosa. Sus flores son escasas de color blanco o blanco amarillentas. Su densidad de plantación es de aproximadamente 35.000 plantas por hectárea. El inicio de la cosecha se realiza entre los 90 y 115 días después del trasplante y se prolonga durante dos o tres meses. Se adaptan bien a los climas cálidos y no toleran las heladas (López, 2003).

Es una planta de día corto, posee una temperatura base mínima de crecimiento de 13°C y su óptimo ocurre entre 21 y 25°C. Durante la floración necesita temperaturas superiores a 16°C. Se comporta bien en suelos de buen drenaje, con una salinidad ideal de 2,5 mmhos/cm. El pH ideal para el cultivo es entre 5,5 y 6,8 (González, 2003).

El año 2009 se registró un área cosechada de 1.489 hectáreas, con un rendimiento promedio de 36 toneladas por hectárea, lo que implica una producción total de 55.042 toneladas. Del total 6.329 toneladas fueron exportadas, 2.632 toneladas como conservas y 2.437 toneladas como pimiento seco (FAO, 2009).

La superficie del cultivo del pimiento en Chile se distribuye entre la XV región de Arica y Parinacota y la IX región de la Araucanía. Parte importante de la producción de pimiento se realiza principalmente entre la IV y la VII, donde se localizan las principales agroindustrias (Jordán, 2002).

El cultivo del pimiento se concentra entre el primer y segundo trimestre en las regiones de la zona norte, y en el tercer y cuarto trimestre del año en el resto de las regiones. Por otro lado, la cosecha se encuentra fuertemente concentrada entre los meses de enero y junio, a excepción de las regiones de Arica y de Coquimbo que tienen una época de cosecha distribuida prácticamente en todo el año (INE, 2010).

El valor comercial de este cultivo se ha incrementado debido a la diversificación de uso de sus frutos cosechados, que incluye tanto consumo fresco, congelado, como también materia prima para la deshidratación, conserva, elaboración de salsas, p  prika, medicina e industria cosmética (Bravo y Aldunate, 1987).

Entre las variedades de pimientos se distinguen dos grupos, aquellos de pulpa pungente (aj  ) y los de pulpa no pungente o también llamados dulces. La intensidad de la pungencia está determinada principalmente por la concentración de la capsaicina (Erdmann, 1994).

La pungencia asociada con las diferentes formas de *Capsicum* hacen a los frutos frescos o deshidratados un condimento deseado, y muchas propiedades medicinales han sido atribuidas a la capsaicina y sus análogos (Stewart *et al.*, 2005).

El cultivo del pimiento muestra una alta desigualdad productiva entre productores, esta se expresa en un espectro de rendimientos que pueden ir desde 25 a 60 toneladas por hectárea (INDAP, 2005).

Se está sufriendo una erosión de germoplasma de pimientos debido a la implementación de proyectos de modernización rural, a la perdida de entradas de *Capsicum* en los bancos de germoplasma y al desconocimiento de la diversidad genética que aún conservan los pequeños productores en sus parcelas de cultivo (Latournerie *et al.*, 2001). Según Geleta *et al.* (2005) el grado de diversidad genética presente en el cultivo del pimiento depende de su comportamiento reproductivo, el cual pese a ser principalmente de autopolinización mantiene una cantidad considerable de polinización cruzada (Bravo y Aldunate, 1987).

El éxito de un programa de mejoramiento genético depende, de la variabilidad presente en el material manejado y de la heredabilidad de los caracteres a seleccionar (Dudi *et al.*, 1983). La elección de las variedades de pimiento constituye uno de los factores de producción más importante y críticos en el cultivo del pimiento (Jordán, 2002).

La caracterización morfológica de los materiales fitogenéticos es una actividad que permite la selección de los materiales más promisorios para su posterior utilización en programas de mejoramiento. Consiste en registrar todas aquellas características que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes (IPGRI, 1995).

En trabajos de mejoramiento genético en pimientos, la selección genealógica ha sido el método más frecuentemente empleado, ya que permite utilizar eficientemente la variabilidad creada (Rodríguez *et al.*, 2008).

Existe un limitado conocimiento de la distribución del género *Capsicum* y más aún sobre la variabilidad de las especies silvestres, cultivadas y los híbridos interespecíficos por cruzamiento "natural" en los campos de cultivo. Es poco el trabajo que se ha hecho para conservar las especies silvestres o domesticadas en sus ambientes naturales (Latournerie *et al.*, 2001).

Pese a que según Smith y Heiser (1951), la caracterización de color y forma del fruto son de poco valor taxonómico debido a la variación que existe dentro de la misma especie, el color de la fruta y su forma, entre otros, contribuyen a la calidad del cultivo del pimiento. La manipulación de uno o más de estos caracteres morfológicos puede producir fenotipos mejorados (Jarret, 2007). Sin embargo, a la fecha, existe limitada información disponible de lo extenso de la variabilidad presente dentro de las colecciones de germoplasma de *Capsicum*.

Distintas técnicas han sido utilizadas para la clasificación y medición de los patrones de la diversidad fenotípica en la relación entre especies y en colecciones de germoplasma para una variedad de cultivos. Sin embargo, la caracterización morfológica es el primer paso para una descripción y caracterización adecuada de germoplasma (Geleta *et al.*, 2005).

Las descripciones morfológicas, agronómicas y fisiológicas de una caracterización deberían ser acompañadas de información relacionada con prácticas culturales, condiciones ambientales, etc. Además, las colecciones que se describen deben crecer bajo condiciones uniformes para asegurar, de esta manera, que las diferencias registradas sean típicas de los materiales bajo esas circunstancias (Engels, 1979).

La variabilidad del germoplasma permitirá encontrar las características deseables para condiciones específicas buscadas. Mediante esta investigación se pretende caracterizar accesiones de pimientos y para ello se ha planteado la siguiente hipótesis y objetivos.

Hipótesis

Es posible encontrar variabilidad entre accesiones de *Capsicum* del banco de germoplasma del INIA-la Platina, para utilizarlas como base en un programa de mejoramiento.

Objetivo General

Caracterizar accesiones pertenecientes al género *Capsicum* en estudio y estimar la variabilidad existente.

Objetivo específico

- Describir accesiones según características de la planta
- Evaluar las características morfológicas del fruto.
- Identificar de rendimiento de cada accesión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció en instalaciones de la Centro Regional de Investigaciones La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicada en la comuna de la Pintana, Región Metropolitana a 33°33' latitud sur y 70°39' longitud oeste. Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de Hortalizas.

El suelo en el cual se realizó el ensayo es de origen aluvial, pertenece cartográficamente a la serie de suelos Santiago. Éste se caracteriza por tener una profundidad media de 60 cm, se presenta en una topografía plana, su textura es franco arenosa y tiene buen drenaje (CNR, 1981).

Material vegetal y diseño del ensayo

Se trabajó con 29 accesiones de *Capsicum* con distintas características. Cada una de las accesiones estuvo representada por diez plantas, que constituyeron la unidad experimental (Cuadro 1).

Cuadro 1. Accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código	Nombre de Accesoión
190	Numex Vaquero
191	Barkers Hot
466	P1750
571	Farulia
579	Propa Rumba
583	Kerala
615	VIDI
636	C01176-1
640	6574
645	NMG (7JL-K2-98)
646	Big Jim (L.T. TR-CT)
647	Sandia
651	Guaguillo
653	Húngaro
654	Negral Español
655	UF-15
656	Ancho A
657	Ancho B
658	Pasilla
661	PapriMild
662	Negral Peto
663	Papri Mild
664	Negrel
667	Papri King
677	Un Mex. Joe Parker
680	Big Jim
751	NuMex Sweet
1773	Pasilla M-4
1784	NuMex Conquistador

Procedimientos

El sistema de establecimiento se realizó través de almácigo y trasplante, lo que permitió obtener un cultivo más uniforme y con menos necesidad de replante. El establecimiento de almácigos se realizó el 8 y 9 de Noviembre y el trasplante se realizó el 22 de Diciembre de 2010.

El cultivo se dispuso con una densidad de 33.000 plantas/ha lo que implica un marco de plantación de 75 cm entre hileras y 40 cm sobre hileras. El riego se realizó a través de surcos y su regularidad dependió de las condiciones climáticas y el estado del cultivo.

Se realizó una fertilización inicial del terreno equivalente a 92 kg/ha de nitrógeno, 94 kg/ha de fósforo y 120 kg/ha de potasio; mediante la utilización de urea, súper fosfato triple y de muriato de potasio respectivamente. Posteriormente, se efectuó una aplicación equivalente a 27 kg/ha de nitrógeno, 52 kg/ha de fósforo y 14 kg/ha de potasio, en base a fosfato mono amónico y salitre potásico respectivamente.

Se realizaron desmalezados manuales cada tres o cuatro semanas, desde el trasplante hasta el término de la cosecha, según las condiciones que presentaba el cultivo.

La cosecha comenzó una vez que los frutos alcanzaron coloración completa, estuvieron lisos y brillantes (Bravo y Aldunate, 1987) lo que ocurrió aproximadamente a mediados del mes de marzo (85 días desde el trasplante) en la mayoría de las accesiones. La recolección se realizó hasta el 25 de mayo de 2011.

Evaluaciones

Se realizaron mediciones a parámetros y descriptores utilizando como base los señalados por el *International Plant Genetic Resources Institution* (IPGRI, 1995).

Se seleccionaron y marcaron frutos desde el segundo piso de nudos reproductivos por cada accesión, este procedimiento se realizó en el momento en que se alcanzó el cuajado en el 50% de las plantas de cada accesión.

Para determinar las características del fruto, se realizaron mediciones a 10 frutos previamente seleccionados y cosechados de diferentes plantas, salvo excepciones debidamente indicadas. Las características de las plantas se basaron en los datos obtenidos de las primeras 10 plantas de cada accesión.

Las variables medidas se clasificaron en: características de la planta, características del fruto, características productivas y características industriales, tal como se describen a continuación.

Características de la planta

Para las mediciones de las características de la planta se utilizó una unidad muestral que comprendió 10 plantas en cada accesión.

Altura de planta (cm). Las mediciones se realizaron con una huincha métrica, desde la base a la altura máxima de la planta, en el momento que se alcanzó coloración completa del

primer fruto en el 50% de las plantas de la accesión.

Hábito de crecimiento. Se determinó si corresponde a un crecimiento postrado (1), intermedio (2) o erecto (3) según lo descrito en la Figura 1. La observación se llevó a cabo cuando se produjo la coloración del primer fruto en el 50% de las plantas de cada accesión.

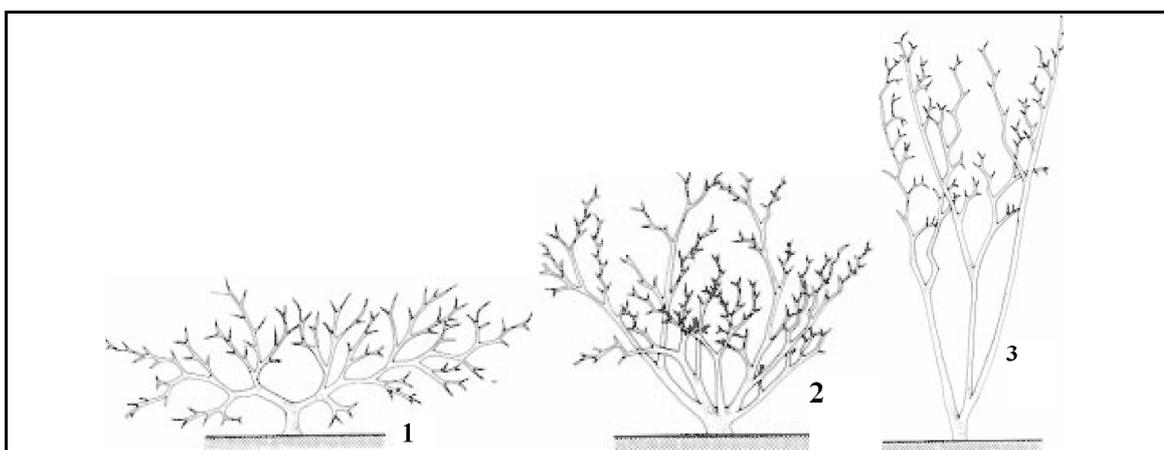


Figura 1. Hábito de crecimiento. (1) Postrado, (2) intermedio (compacta) o (3) erecto. Fuente: IPGRI, 1995.

Periodo de cultivo (días). Se consideró desde el momento de trasplante hasta el momento en que el 50% de las plantas de cada accesión alcanzó coloración definitiva en su primer fruto.

Período de fructificación (días). Número de días desde el primer fruto cuajado (con un diámetro superior a 10 mm) en el 50% de las plantas de cada accesión hasta la última cosecha de frutos con coloración completa que se llevó a cabo la última semana del mes de mayo del 2011.

Periodo de cosecha (días). Número de días desde el inicio de la cosecha hasta el término de ésta, la última semana del mes de mayo.

Características fruto

Para las mediciones de las características del fruto se utilizó una unidad muestral que comprendió 10 frutos de diferentes plantas para cada accesión, salvo en el número de semillas por fruto.

Forma del fruto. Se determinó la forma de cada fruto basándose en parámetros establecidos por el IPGRI descritos en la Figura 2. Estos pueden ser alargados (1), redondos (2), triangulares (3), acampanulados (4) o cuadrados (5).

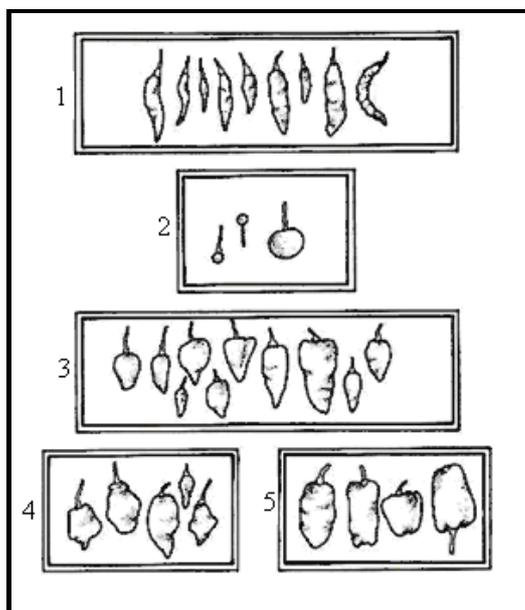


Figura 2. Forma de los frutos. Alargado (1), redondo (2), triangular (3), acampanulado (4) o cuadrado (5). Fuente: IPGRI, 1995.

Forma de ápice del fruto. Los frutos fueron catalogados según su tipo de ápice de acuerdo a la Figura 3.

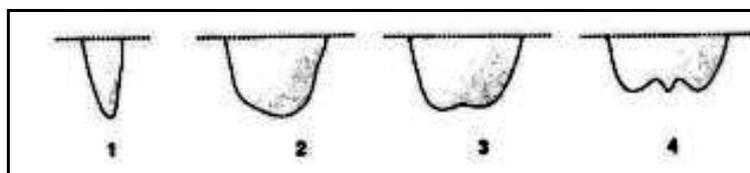


Figura 3. Ápice de los frutos. Puntudo (1), redondo (2), hundido (3), invaginado (4). Fuente: IPGRI, 1995.

Pungencia del fruto. Se realizó una degustación de los frutos de todas las accesiones, clasificándolas en tres categorías: no pungente, pungente y muy pungente. Debido a la subjetividad de la evaluación los resultados sólo pueden ser considerados como una categorización no cuantificable.

Color externo e interno del pericarpio. Se determinó cortando la pared del pericarpio y escaneándola por ambos lados. El análisis se realizó con el programa Win-rhizo Pro (V 2009b 32-bit), éste determinó el color para cada fruto, basado en un modelo de color RGB con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores primarios: rojo, verde y azul.

Se realizó un análisis del color externo e interno a cada fruto previamente escaneado. La utilización del programa Win-rhizo permitió analizar una sección transversal de éste y conocer la tendencia de los píxeles que componen la imagen escaneada.

El programa entrega valores de RGB (rojo, verde y azul) que corresponde a un código que se basa en la mezcla de estos tres componentes para conseguir una gama completa de colores. Cada uno de los componentes toma un valor entre 0 y 255. Con lo que pueden abarcar 16.777.216 colores diferentes. Esto permitió adjudicarle un color individual a cada uno de los frutos cosechados, además de clasificarlos en un modelo de colores universal que puede verificarse en cualquier computadora.

El modelo de color RGB determinado por el programa Win-rhizo también puede representarse mediante valores de matiz, saturación y luminosidad en lo que se denomina modelo HSL, el cual nos permite un análisis de datos más simple al no variar uno de sus datos en frutos de colores similares.

Semillas por fruto (n°). Se contó el número de semillas en cinco frutos de cada accesión para luego obtener un promedio.

Características productivas

Para las mediciones de las características productivas se utilizó una unidad muestral que comprendió 10 frutos de plantas diferentes para cada accesión.

Masa del fruto (g). Se evaluó a través de una balanza electrónica de precisión (Modelo: Max Accurate III Marca: T scales) en la medida que los frutos fueran cosechados.

Longitud del fruto (cm). Fue medido en centímetros a través un pie de metro digital (Modelo: Digital Caliper 300 mm Marca: Veto) desde la inserción del cáliz hasta el extremo opuesto del fruto.

Diámetro ecuatorial del fruto (cm). Se obtuvo mediante un pie de metro, a través del promedio de dos mediciones perpendiculares en la zona media de los frutos.

Frutos por planta (n°). Se contó la totalidad de los frutos cosechados por planta, desde inicio de temporada hasta fines de mayo. Este número no corresponde al total de frutos, sino sólo a los cosechados dentro del periodo estipulado.

Rendimiento (t/ha). Al igual que en frutos por planta, se determinó de acuerdo al periodo de cosecha estipulado. Para estimar el rendimiento por hectárea, se extrapoló el número de frutos por planta y el peso promedio de estos basándose en la densidad poblacional usada de 33.000 plantas por hectárea.

Características industriales

Para las mediciones de las características industriales se utilizó una unidad muestral que comprendió 10 frutos de diferentes plantas para cada accesión salvo excepciones indicadas.

Grosor de la pared del pericarpio (mm). Se evaluó cortando los frutos en un plano perpendicular a su eje y midiendo con un pie de metro en la zona media de cada fruto.

Sólidos solubles (°Brix). Se utilizó para su medición un refractómetro digital (Modelo: PAL-1. Marca: Atago). Se tomaron y promediaron dos muestras de gotas de un triturado de caras opuestas de la banda central del pimiento.

Rendimiento industrial (%). Relación entre pericarpio y fruto completo, obtenido a través de una balanza electrónica, calculando la proporción del peso del pericarpio de al menos 5 frutos con respecto al peso del fruto completo.

Proporción materia seca pericarpio (%MS). Se determinó el valor en gramos de la masa fresca del pericarpio sin semillas, placenta ni pedúnculo (MFP) de al menos 5 frutos de cada accesión y luego se secó en una estufa a 70°C hasta que su masa se mantuvo constante para así obtener la masa seca del pericarpio (MSP). Con estos datos se calculó el porcentaje de materia seca (%MS) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{MSP * 100}{MFP}$$

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo, con promedios y desviaciones estándar para cada parámetro evaluado en cada accesión. También se representó la frecuencia de los datos obtenidos gráficamente mediante histogramas de frecuencia.

Además se realizó un análisis de componentes principales (ACP), para la dimensión del conjunto de datos y un análisis de conglomerados con su respectivo dendrograma para apreciar gráficamente la agrupación entre los datos e incluso la distancia relativa que existe entre estos.

Estos análisis se realizaron mediante el programa estadístico InfoStat (Versión 2011) que permite la visualización de la figura para ver las posiciones relativas de las accesiones y una representación directa de las variables, teniendo en cuenta las interrelaciones entre éstas.

Para la visualización del análisis de componentes se utilizó un gráfico biplot propuesto por Gabriel (1971), con el objetivo de reducir la dimensión, permitiendo visualizar observaciones y variables en un mismo espacio.

Se realizó análisis de conglomerados jerárquicos mediante el método de ligamiento promedio, con datos estandarizados, para que las unidades de las distintas variables no afecten arbitrariamente la similitud entre las accesiones evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Planta

A continuación, se presentan los resultados promedio de las características de la planta para los distintos parámetros con los que se caracterizaron las accesiones de pimientos evaluadas (Cuadro 2). La información detallada de los valores obtenidos para cada accesión, en las diferentes mediciones, además de figuras relacionadas con las características de las plantas pueden encontrarse en el Apéndice 1.

Cuadro 2. Valores promedios y dispersión de datos de características de las plantas evaluados en las 29 accesiones de *Capsicum* sp. durante la temporada 2010/2011.

Variable	Valor			Desviación	
	Media	Mínimo	Máximo	Estándar	CV (%)
Altura de planta (cm)	37,1	9,0	69,0	12,0	32,5
Periodo de cultivo (días)	114,8	75,0	140,0	15,1	13,1
Periodo de fructificación (días)	106,3	93,0	115,0	7,7	7,2
Periodo cosecha (días)	39,5	15,0	71,0	13,5	34,2

Dentro de las características de las plantas, las variables que presentan mayores coeficientes de variación son: la altura de planta (32,5%) y el periodo de cosecha (34,2%), siendo este último condicionado por la fecha de término de cosecha en la totalidad del cultivo.

En relación a las características de las plantas evaluadas, se esperaría que una variedad óptima posea una altura suficiente que impida el contacto de los frutos y el suelo con objeto de evitar problemas asociados a hongos, un hábito de crecimiento que le permita interceptar una alta radiación solar, indispensable para la obtención de altos rendimientos y que al mismo tiempo otorgue protección a los frutos de los daños producidos por ésta misma (golpes de sol) además, en una variedad para la agroindustria, de un corto período de fructificación y un acotado periodo de cosecha que permita la obtención del producto en la menor cantidad de tiempo y una mejor planificación de labores (Bravo y Aldunate, 1987).

Con respecto al hábito de crecimiento, se prefiere el de tipo erecto por sobre el resto, pues facilita el manejo de la planta así como la aplicación de agroquímicos, además evidenciará un mayor número de ramas principales que se correlaciona positivamente con el rendimiento (Martín y González, 1991).

Hábito de crecimiento. Del total de accesiones observadas 16 de éstas presentan un hábito de crecimiento erecto, lo que corresponde al 55,2% del total, seguido por 10 accesiones que presentan hábito de crecimiento intermedio equivalente al 34,5%, dejando a 3 accesiones que presentan hábito de crecimiento postrado, representando el 10,3%. Es interesante

mencionar que la presencia de daños asociados a golpes de sol y hongos resultó considerable en el caso de las accesiones de crecimiento postrado.

Período de cultivo. Se obtuvo un promedio de 115 días, el período más corto se observó en la accesión 653 (Húngaro) con sólo 75 días, esto se debió a que esta accesión se comportó como una planta de crecimiento determinado. El máximo periodo de cultivo se produjo en la accesión 656 (Ancho A) con 140 días.

Período de fructificación. El promedio fue de 106 días, obteniéndose el valor más bajo en la accesión 579 (Propa Rumba) con 93 días y el más alto en las accesiones 636 (C01176-1), 645 (NMG 7JL-K2-98), 651 (Guaguillo), 654 (Negral Español) y 664 (Negrel), todos con 115 días en su periodo de fructificación.

Período de cosecha. Como se mencionó anteriormente, se cosechó hasta el 25 de mayo de 2011 (5 meses desde el trasplante) producto de la incidencia climática sobre el cultivo, por esta razón, el período de cosecha en algunas accesiones más tardías pudo verse reducido, por lo que los datos se aplican para estas condiciones de cultivo y son sólo una referencia para otras condiciones.

El detalle de los datos en relación a la duración de los períodos de cada una de las accesiones puede encontrarse en el Apéndice 1 – Cuadro 6.

Altura de planta. La distribución de la altura promedio de las accesiones señala una amplia curva de frecuencia, agrupándose la mayoría de datos entre 25 y 45 cm (Figura 4).

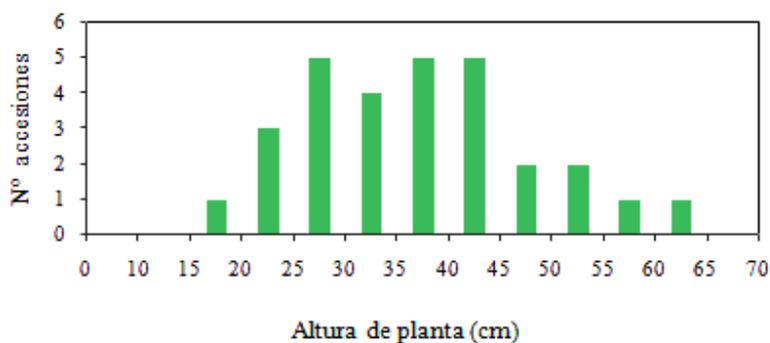


Figura 4. Distribución de altura de planta en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

La mayor altura de planta la alcanzó la accesión 656 (Ancho A) con 62 cm seguido por la accesión 657 (Ancho B) con 57,4 cm y luego la accesión 658 (Pasilla) con 54,9 cm. Las plantas con menor altura promedio resultaron ser las de las accesiones 653 (Húngaro) con sólo 15,8 cm además de las accesiones 466 (P1750) y 583 (Kerala) con 23 y 24 cm respectivamente (Apéndice 1 – Cuadro 7).

Características del fruto

A continuación se presentan las características del fruto para los distintos parámetros con los que se caracterizaron las accesiones de *Capsicum* evaluadas. La información detallada de los valores obtenidos en las diferentes mediciones, además de figuras correspondientes a las características del fruto de cada accesión pueden encontrarse en el Apéndice 2.

Diferentes tipos de *Capsicum* son utilizados en la elaboración de variados productos industriales, en la fabricación de paprika se utilizan frutos de color rojo intenso y no pungentes, para salsas o encurtidos en cambio, se usan diferentes grados de pungencia y si el objetivo es obtener altos rendimientos industriales se privilegian los frutos cuadrados y alargados (Sanders, 1992).

Con respecto a las características ideales del fruto, como la forma que presenten, su color y su pungencia están más relacionadas con las preferencias de los consumidores que con cualidades del fruto predeterminadas. En cambio el número de semillas, indispensable para su propagación, puede resultar inconveniente para ciertos usos industriales, donde la presencia de muchas semillas por fruto constituye una característica poco deseable y podría dificultar su utilización en productos elaborados o simplemente afectar negativamente la calidad del producto final.

Forma del fruto. Dentro de cada accesión existe cierta variabilidad, mas es posible su diferenciación permitiendo su clasificación dentro de las categorías previamente enunciadas (Figura 2). Del total de accesiones, la mayor parte correspondió al tipo alargado con un 65,5% del total seguido por un 17,2% del tipo cuadrado, dejando el resto repartidos entre triangulares (6,8%), acampanulados (6,8%) y redondos (3,4%).

Forma de ápice del fruto. Se encontró variabilidad dentro de cada accesión en la forma del ápice de los frutos, por lo que cada accesión se clasificó según sus formas predominantes, basándose en los parámetros que el IPGRI dispone para ese género (Figura 3). La forma de ápice que se presentó en mayor proporción fue la del tipo hundido con un 58,6%, seguida por el tipo puntudo con un 27,6% quedando un 10,3% para los de ápice redondo y sólo un fruto presentó un ápice del tipo invaginado (3,4%).

Pungencia del fruto. Prácticamente la mitad de las accesiones resultó no ser pungente alcanzando un 51,7%. En tanto las pungentes alcanzaron un 37,9% dejando a las muy pungentes con sólo un 10,3% del total. (Apéndice 2 – Cuadro 8).

Color externo e interno del pericarpio. Los frutos rojos representaron el 72,4% del total, los frutos marrones en cambio corresponden al 24,1%, dejando al único fruto amarillo de esta muestra con un 3,4%. El color interno de los frutos es coincidente al externo en todas las accesiones, pero varía en cuanto a valores numéricos (Apéndice 2 – cuadros 9 y 10).

Es importante que no exista un contraste significativo, sobretodo en la agroindustria, ya que los frutos pueden presentarse procesados en tiras, anillos, bandas o dados para su

utilización directa o conserva y también triturados donde se pone especial importancia al color que estos aporten al producto final (Sanders, 1992).

Las accesiones que mantienen una menor diferencia entre los valores de matiz, saturación y luminosidad son 466 (P1750), 651 (Guaguillo) y 615 (VIDI) lo que implicaría una menor diferencia entre el color interno y externo del fruto (Apéndice 2 – Cuadro 11).

La utilización del programa Win-rhizo para la determinación del color en frutos puede resultar una buena alternativa en relación a los métodos convencionales ya que presenta la ventaja de realizar un barrido de una mayor zona de escaneo y por lo mismo entrega valores más representativos sobre el color real externo e interno del fruto.

Semillas por fruto. La distribución de la frecuencia de las semillas se presenta de manera muy amplia y posee mayoritariamente valores elevados, concentrándose entre 150 y 250 semillas por fruto (Figura 5).

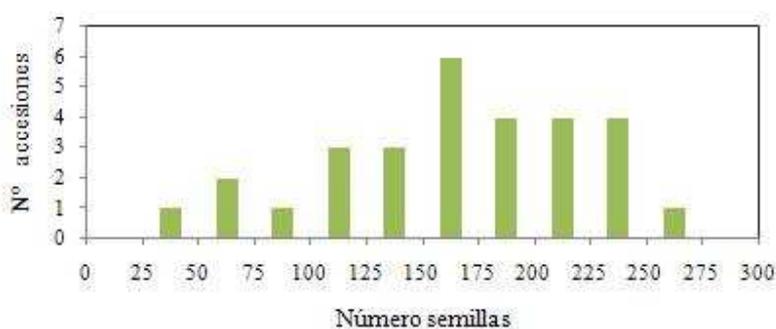


Figura 5. Distribución número de semillas por frutos en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

El mayor número de semillas por fruto se observó en la accesión 579 (Propa Rumba) con 267 semillas, seguido por la accesión 466 (P1750) y por la accesión 662 (Negral Peto) con 249 y 246 respectivamente. Al contrario, las con un menor número de semillas fueron la accesiones 640 (6574), 571 (C01176-1) y 636 (Farulia) con 29, 52 y 65 semillas promedio respectivamente (Apéndice 2 – Cuadro 12).

En relación al número de semillas presentes en el fruto, trabajos de caracterización han encontrado correlaciones con otros parámetros, según Martíns y González (1991) existe una correlación positiva entre el número de semillas y el grosor del pericarpio, asimismo con el diámetro del fruto y con la masa de fruto. Para este estudio los análisis realizados pese a presentar tendencias similares no mostraron resultados significativos. Además, González (1985) en su trabajo de caracterización encontró una correlación inversa entre el número de semillas por fruto y la pungencia. Es decir que los materiales que presentan un alto número de semillas tienden a ser poco pungentes, esto no ha podido corroborarse en este trabajo al realizar un análisis de pungencia no cuantificable.

Características Productivas

A continuación se presentan las características productivas para los distintos parámetros con los que se caracterizaron las accesiones de pimientos evaluadas (Cuadro 3). La información detallada de los valores obtenidos, para cada accesión en las diferentes mediciones correspondientes a las características productivas, puede encontrarse en el Apéndice 3.

Cuadro 3. Dispersión de datos de características productivas evaluados en las 29 accesiones de *Capsicum* sp. durante la temporada 2010/2011.

Variable	Valor			Desviación	
	Media	Mínimo	Máximo	Estándar	CV (%)
Masa fruto (g)	61,02	3,30	337,01	64,52	105,72
Longitud del fruto (cm)	11,92	3,50	20,58	4,30	36,08
Diámetro ecuatorial del fruto (cm)	3,64	0,80	8,75	1,83	50,22
Frutos por planta (nº)	6,22	1,00	35,00	5,65	90,87
Rendimiento (t/ha)	9,52	0,31	44,01	8,40	88,31

Los resultados de las todas las mediciones dentro de las características productivas presentan considerables rangos de variabilidad, los mayores coeficientes de variación se registraron en la masa del fruto y en el número de frutos por planta. El rendimiento al relacionar los dos anteriores también presenta un alto coeficiente de variación.

Los parámetros de longitud y diámetro de fruto presentan una menor variabilidad con respecto al resto, además se destaca que los valores más elevados para el diámetro ecuatorial del fruto correspondieron a las accesiones del tipo cuadrado o bell y valores más altos para el largo del fruto corresponden a variedades alargadas.

Para que los cultivares presenten un alto potencial de rendimiento, además de una buena adaptación climática y la resistencia a las principales enfermedades del cultivo, se deben tomar en cuenta parámetros productivos como largo del fruto, diámetro del fruto, número de frutos por planta, masa del fruto y rendimiento por planta (Rodríguez *et al.*, 2008).

Si otorgáramos valores ideales a las características productivas, estos tenderían en casi la totalidad de las situaciones a presentar los valores más altos posibles ya que de esta forma se lograría alcanzar la potencialidad del cultivo, con la eventualidad de que el objetivo de alguna producción apunte hacia un mercado que por imposibilidad técnica o por preferencias de los consumidores limite alguno de estos parámetros.

Masa fruto. Tal como puede observarse en la Figura 6, pese a la amplia distribución de los datos, el grupo de frutos más importante posee una masa inferior a los 100 g concentrándose principalmente entre 25 y 50 g.



Figura 6. Distribución masa de frutos en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

El valor mínimo fue de 5,0 g, que corresponde a la accesión 640 (76574) seguido por la accesión 636 (C01176-1) y 190 (Numex Vaquero) con 9,3 y 19,8 g respectivamente. Las accesiones con mayor peso promedio fueron la 615 (VIDI) con 233,9 g seguido por las accesiones 466 (P1750) y 571 (Guaguillo) con 229,6 y 200,5 g respectivamente (Apéndice 3 – Cuadro 13).

Longitud de frutos. La distribución del largo de los frutos presenta una frecuencia donde se destacan por sobre el resto, accesiones con valores entre 14 y 16 cm (Figura 7).

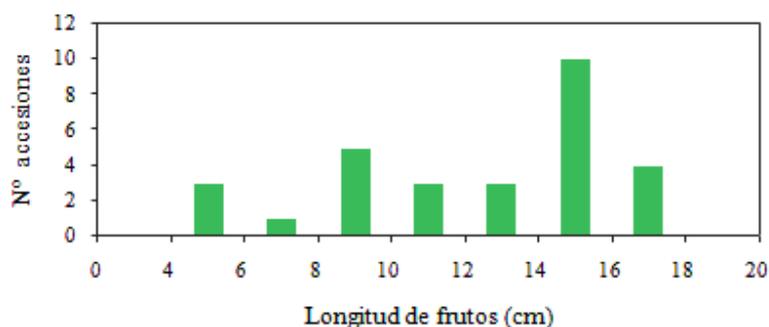


Figura 7. Distribución longitud de frutos en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Los valores máximos fueron alcanzados por las accesiones 645 (NMG 7JL-K2-98), 646 (Big Jim L.T. TR-CT) y 658 (Pasilla) con valores de 17,6; de 16,7 y 16,4 cm respectivamente. En cambio los valores mínimos promedio corresponden a las accesiones 662 (Negral Peto), con 4,6 cm seguido por las accesiones 664 (Negrel) y 654 (Negral español), con 4,8 y 4,9 cm respectivamente (Apéndice 3 – Cuadro 14).

Diámetro ecuatorial de frutos. Las medidas del diámetro de los frutos nos muestran una distribución de frecuencia donde predominan las accesiones con valores entre 2 y 4 cm (Figura 8).

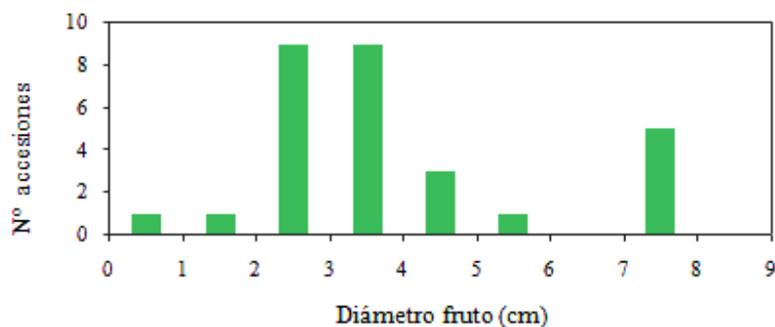


Figura 8. Distribución diámetro frutos en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Los mayores diámetros se observaron en las accesiones 571 (Farulia) con 7,7 cm además de la accesiones 615 (VIDI) y 579 (Propa rumba) ambas con 7,4 cm. Los menores valores promedio de la medición del diámetro se encontraron en las accesiones 640 (6574) con 0,9 cm, 636 (C01176-1) y 1773 (Pasilla M-4) con 1,6 y 2,2 cm respectivamente (Apéndice 3 – Cuadro 15).

Frutos por planta. La distribución de los frutos por planta nos indica que la mayor proporción de accesiones no superó los 10 frutos, concentrándose principalmente entre 2 y 6 frutos por planta (Figura 9).

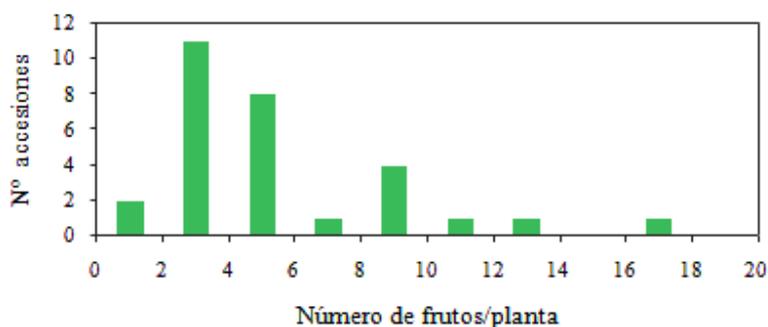


Figura 9. Distribución número de frutos por planta en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

El mayor número de frutos promedio por planta se alcanzó en la accesión 636 (C01176-1) con 17,6 frutos por plantas seguido por las accesiones 654 (Negral Español) y 662 (Negral Peto) con 12,8 y 10,4 frutos por planta. Los menores promedios de frutos por planta se encontraron en las accesiones 466 (P1750) y 615 (VIDI) con 2 frutos por planta y la accesión 579 (Propa Rumba) con 2,2 frutos por planta (Apéndice 3 – Cuadro16).

Rendimiento. La frecuencia del rendimiento presenta una distribución concordante con la masa y el número de frutos por planta, con un mayor número de casos con valor entre 4 y 6 t/ha (Figura 10).

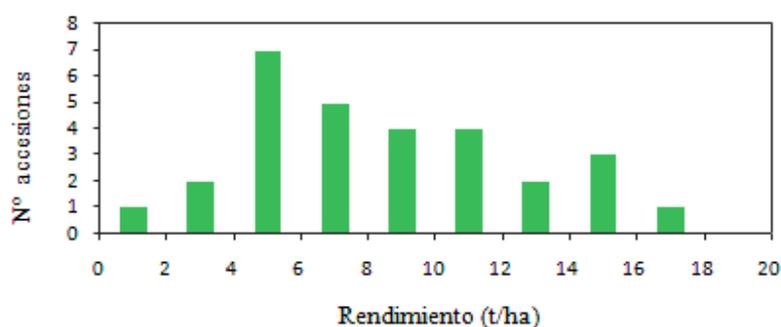


Figura 10. Distribución del rendimiento en relación al número de frutos y el peso promedio de la accesión correspondiente llevado a una hectárea en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

El mayor rendimiento por hectárea se alcanzó en las accesiones 583 (Kerala) con una producción promedio de 17,6 t/ha seguido por las accesiones 571 (Farulia) y 615 (VIDI) con 15,6 y 15,3 t/ha respectivamente. Al contrario las menores producciones por hectárea fueron en las accesiones 640 (6574), 190 (Numex Vaquero) y 658 (Pasilla) con producciones de 1,5; 3,1 y 3,4 t/ha (Apéndice 3 – Cuadro 17).

La longitud y el diámetro del fruto son consideradas las características que más influyen en el rendimiento, además de poseer una alta heredabilidad (Achal *et al.*, 1986). Dentro de las accesiones evaluadas se corroboró una correlación positiva ($r = 0,84$) entre el diámetro del fruto y el rendimiento, pero no así en relación a la longitud del fruto donde no se encontró relación con el rendimiento (Apéndice 3 - Figura 31).

Características Industriales

A continuación se presentan los resultados promedio de las características productivas para los distintos parámetros con los que se caracterizaron las accesiones de pimientos evaluadas (Cuadro 4). La información detallada de los valores obtenidos en las diferentes mediciones correspondientes a las características industriales puede encontrarse en el Apéndice 4.

Cuadro 4. Dispersión de datos de características industriales evaluados en las 29 accesiones de *Capsicum* sp. durante la temporada 2010/2011.

Variable	Valor			Desviación	
	Media	Mínimo	Máximo	Estándar	CV (%)
Grosor de la pared del pericarpio (mm)	3,14	0,87	8,50	1,30	41,35
Sólidos solubles (°Brix)	9,04	5,50	15,75	2,03	22,50
Rendimiento industrial (%)	82,30	70,02	96,37	5,73	6,96
Proporción materia seca del pericarpio (%MS)	12,65	3,44	20,97	3,20	25,31

Entre de las variables correspondientes a las características industriales evaluadas se destaca con una alta variabilidad, el grosor de la pared del pericarpio, presentando un coeficiente de variación de 41,4% y contrariamente en el rendimiento industrial se observó una baja variación en sus datos, con un coeficiente de 6,9%.

Una variedad ideal, dentro de las características industriales para su uso en conservas o congelados, presentaría un alto grosor de pericarpio ya que aumentaría el rendimiento industrial en cambio, cuando el destino es deshidratado se requieren frutos con paredes del pericarpio delgadas que faciliten este proceso (Sanders, 1992), además de la utilización de variedades que satisfagan los requerimientos de alta materia seca, colores intensos, nitidez al corte y resistencia a la manipulación (Jordán, 2002).

Basado en los datos obtenidos de las mediciones a las características industriales no fue posible encontrar en un fruto un amplio grosor de pericarpio, un alto valor en sólidos solubles y un valor elevado de materia seca ya que en los frutos de este estudio observamos una correlación inversa ($r = -0,86$) entre el grosor de la pared del pericarpio y la proporción de materia seca de pericarpio (Figura 11), además de una correlación inversa ($r = -0,78$) de la relación entre el grosor de la pared del pericarpio con los sólidos solubles (Figura 12).

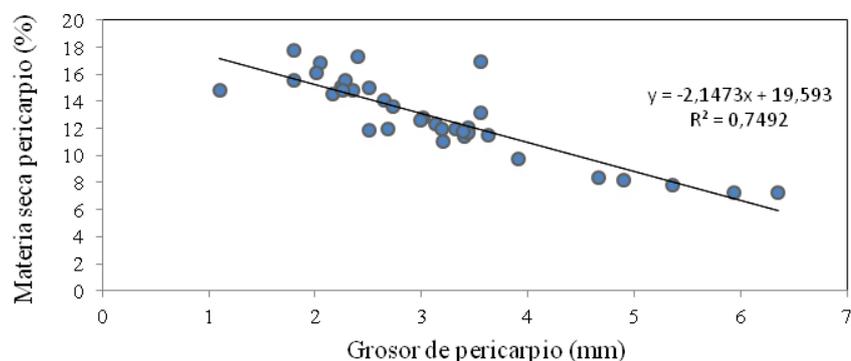


Figura 11. Regresión entre grosor de la pared del pericarpio y la proporción de materia seca de pericarpio en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

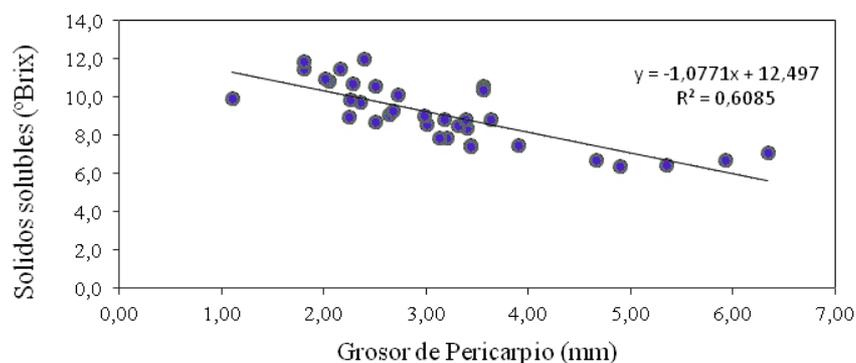


Figura 12. Regresión entre grosor de la pared del pericarpio y sólidos solubles (°Brix) en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Estos datos verifican la alta dificultad de encontrar en una misma variedad, características que incluyan altos valores en todos los parámetros industriales ya descritos, sin embargo, el amplio grado de variabilidad existente pone de manifiesto sus posibilidades de mejora.

Es necesaria una selección teniendo en cuenta el monitoreo de las correlaciones de importancia encontradas para mejorar la presión de selección y tratar de eliminar los efectos de caracteres indeseables (Ruiz y Martín, 2000).

Se plantea como algo esencial la precisión de la selección en los diferentes caracteres, el estudio de los parámetros genéticos y la heredabilidad de éstos antes de emprender un programa de mejoramiento (Rodríguez *et al.*, 2008). Por lo tanto es indispensable conocer no sólo la variabilidad del material utilizado en un plan de mejoramiento, sino también las relaciones que existan entre los parámetros y su heredabilidad.

Grosor de la pared del pericarpio. La distribución de los datos de la medición del grosor de pericarpio de los frutos tiene un comportamiento del tipo normal resultando las mayores frecuencias con un valor entre 3 y 3,5 mm (Figura 13).

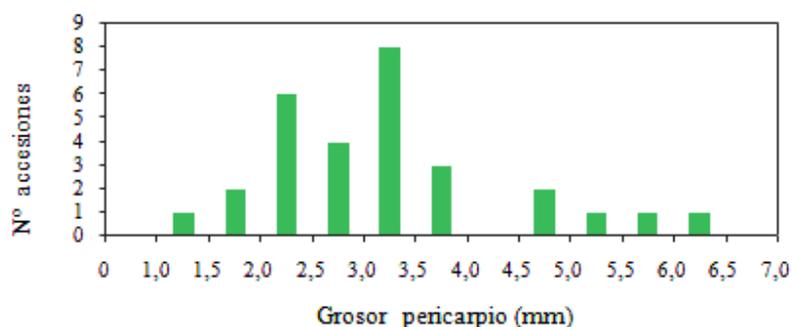


Figura 13. Distribución del grosor del pericarpio en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Las accesiones con un mayor grosor del pericarpio fueron 571 (Farulia), 466 (P1750) y 579 (Propa Rumba) con mediciones promedio de 6,3, de 5,9 y de 5,4 mm respectivamente. Por el contrario las menores mediciones promedio se constataron en las accesiones 640 (6574) con 1,1 mm seguida por las accesiones 636 y 655 (C01176-1 y UF-15 respectivamente) ambas con 1,8 mm (Apéndice 4 – Cuadro 18).

Sólidos solubles. La distribución de los datos en sólidos solubles se presenta de forma multimodal con tres claros valores máximos de frecuencias entre 7 y 7,5; entre 8,5 y 9 y entre 10,5 y 11 °Brix (Figura 14).

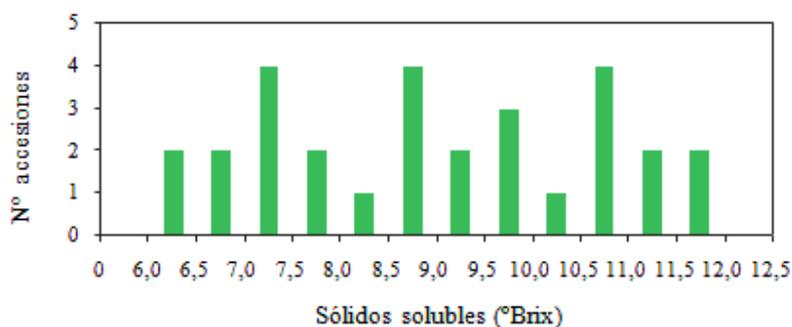


Figura 14. Distribución de sólidos solubles en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

El valor promedio más alto de sólidos solubles fue observado en la accesión 658 (Pasilla) con 12 °Brix seguido por las accesiones 655 (UF-15) y 636 (C01176-1) con 11,9 y 11,5 °Brix respectivamente. Las accesiones que presentaron un menor valor promedio de sólidos solubles fueron las accesiones 583 (Kerala) y 579 (Propa Rumba) ambas con 6,4 °Brix y seguida por la accesión 615 (VIDI) con 6,7 °Brix (Apéndice 4 – Cuadro 19).

Rendimiento industrial. La distribución de la frecuencia entre la relación entre el pericarpio y el fruto completo es de forma bimodal, con dos claros grupos de valores máximos entre 76 y 78 % y entre 84 y 86 % (Figura 15).

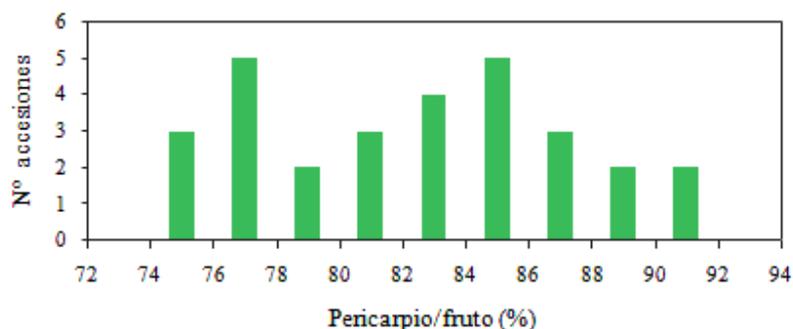


Figura 15. Distribución de la relación de la masa del pericarpio y la masa del fruto completo en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Las relaciones más altas entre la masa del pericarpio y del fruto completo se encontraron en las accesiones 571, 615 y 579 (Farulia, VIDI y Propa Rumba respectivamente) con valores de 91,9, de 90,4 y 89,8% respectivamente. Las relaciones más bajas se obtuvieron en accesiones 636 (C01176-1) con 74,3% seguido por las accesiones 664 y 662 (Negrel y Negral Peto) con valores de 75,5 y 75,6% respectivamente (Apéndice 4 – Cuadro 20).

Proporción de materia seca del pericarpio. La materia seca en relación al del pericarpio posee una curva de frecuencias bimodal, agrupándose la mayoría de los datos entre 11 y 12 y entre 14 y 15% (Figura 16).

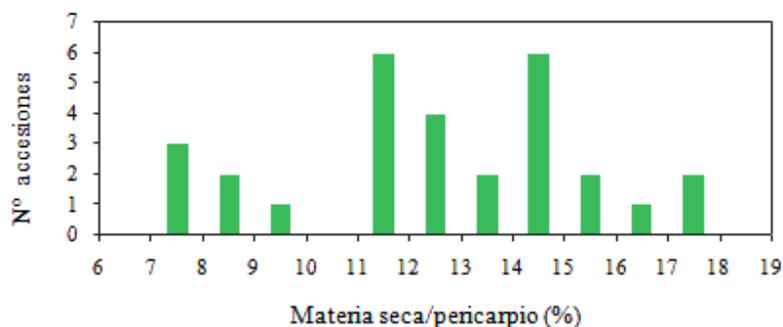


Figura 16. Distribución del porcentaje de materia seca del pericarpio en función de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Los mayores resultados promedio se obtuvieron en las accesiones 636, 658 y 651 (C01176-1, Pasilla y Guaguillo respectivamente) con porcentajes promedio que alcanzaron los 17,8; 17,3 y 16,9% respectivamente así mismo los menores porcentajes se midieron en las accesiones 571 (Farulia) y 466 (P1750) con 7,2 y 7,2% respectivamente, seguida por la accesión 579 (Propa Rumba) con 7,8% en relación a la masa del pericarpio (Apéndice 4 – Cuadro 21).

Análisis de componentes principales

Se efectuó un análisis de componentes principales (ACP) con 11 variables cuantificables con importancia en la variabilidad del germoplasma colectado para conseguir un nuevo conjunto de variables no correlacionadas, denominadas Componentes Principales (Cuadro 6).

Kaiser en 1960 estableció un criterio utilizado frecuentemente y que consiste en la selección de los componentes cuyo valor propio sea mayor o igual que 1, en cambio Cliff en 1987 indicó que se deben considerar como aceptables las componentes cuyos valores propios expliquen un 70% o más de la variabilidad total (Franco e Hidalgo, 2003).

En este caso, entre las dos primeras componentes principales se recogen el 77,1% de la variabilidad total en las observaciones y ambas componentes poseen valores propios superiores a 1. En base a este resultado, se puede establecer que las variables elegidas representan un buen criterio para explicar la variación morfológica encontrada (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores propios y proporción de la variabilidad total en el análisis de componentes para la caracterización de las 29 accesiones a partir de las 11 variables utilizadas.

Componente principal	Valor propio	Proporción de la Variabilidad total	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
1	6,33	57,54	57,54
2	2,16	19,63	77,17
3	0,87	7,93	85,10
4	0,68	6,19	91,29
5	0,48	4,32	95,61
6	0,21	1,93	97,54
7	0,11	0,94	98,48
8	0,07	0,65	99,13
9	0,05	0,48	99,61
10	0,03	0,27	99,88
11	0,01	0,12	100,00

La interpretación de los componentes principales se hace a partir de las correlaciones entre las variables observadas y los componentes principales y se deben centrar en los coeficientes; mientras más altos sean estos, independientemente del signo, más eficientes serán en la discriminación de las accesiones. Dichas correlaciones se muestran en Cuadro 6.

Cuadro 6. Correlación entre variables y los dos primeros componentes principales para la caracterización de 29 accesiones de *Capsicum*.

Variables	CP 1	CP 2
Masa fruto (g)	0,918	0,202
Largo de fruto (cm)	-0,127	0,909
Diámetro fruto (cm)	0,939	-0,031
Número de frutos	-0,549	-0,680
Rendimiento ha (t/ha)	0,812	-0,062
Grosor pericarpio (mm)	0,956	-0,029
Sólidos solubles (°Brix)	-0,841	0,378
Rendimiento industrial (%)	0,749	0,538
Materia seca/pericarpio (%)	-0,945	0,126
Número de semillas	0,543	0,007
Altura planta (cm)	-0,500	0,610

Se observa como la primera componente principal está positivamente correlacionada con el grosor del pericarpio, diámetro del fruto, masa del fruto, rendimiento/ha, rendimiento industrial y número de semillas; y negativamente con la materia seca y los sólidos solubles. En cambio en segundo componente principal se muestra positivamente relacionado con el largo de los frutos y la altura de la planta; y negativamente con el número de frutos (Cuadro 5, Figura 17).

Estos resultados coinciden en parte con los presentados por Castañón *et al.* (2008) además de Latournerie *et al.* (2002) donde pese a diferir en el tipo y número de variables utilizadas coinciden en la importancia del diámetro y largo del fruto en la conformación de los componentes principales.

Estos componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales que recogen la mayor parte de la variabilidad de los datos, obteniéndose de esta manera, una reducción de la dimensión en los mismos (Villardón, 2006). Por lo tanto, el propósito fundamental de la técnica consiste en la reducción de la dimensión de los datos con el fin de simplificar el problema en estudio.

La Figura 17 muestra las dos componentes principales para el conjunto de datos y los vectores que representan a las 11 variables utilizadas además se han superpuesto sobre el gráfico la ubicación de las accesiones dependiendo de su relación con cada variable.

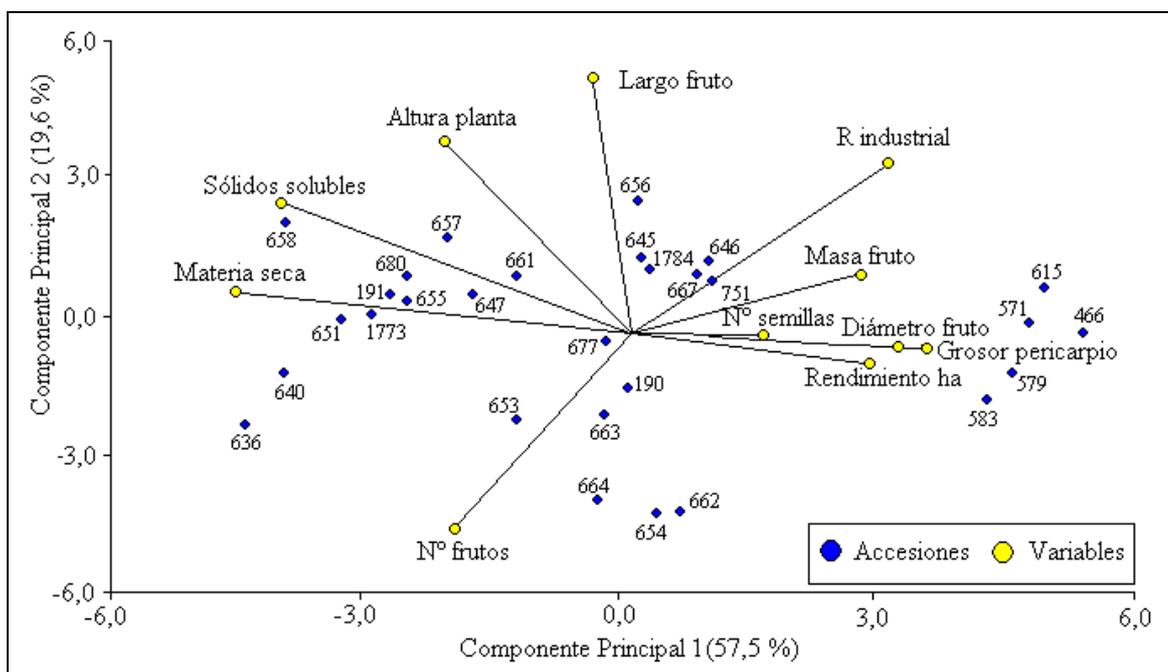


Figura 17. Variables presentes en análisis de los componentes principales para la caracterización de 29 accesiones de *Capsicum*.

Sobre los diagramas de dispersión, es posible interpretar las distancias entre los puntos en términos de similitud, con la garantía de que la pérdida de información es mínima si se han recogido las fuentes de variabilidad más importantes en el conjunto de datos (Villardón, 2006).

Si prescindimos por el momento de los vectores que representan a las variables, podemos interpretar las distancias entre puntos y buscar grupos. Dos accesiones próximas entre sí tendrán características similares, mientras que dos accesiones alejadas tendrán características diferentes. Se pueden buscar también grupos de puntos cercanos con características similares. En este sentido las accesiones 466, 615, 571, 579 y 583 claramente están diferenciadas del resto. Si nos basamos en la Figura 17 podemos señalar que por su ubicación en el gráfico con respecto a los vectores de las variables, éste grupo de accesiones presenta altos valores de grosor de pericarpio, diámetro del fruto, masa del fruto, rendimiento, rendimiento industrial y número de semillas. Asimismo presentan bajos valores de porcentaje de materia seca y de sólidos solubles.

Análisis de conglomerados

El método utilizado es del tipo jerárquico y aglomerativo, que entrega una escala de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados y parte con una situación en que cada observación forma un conglomerado y en sucesivos pasos se van uniendo, hasta que finalmente todas están en un único conglomerado.

El dendrograma de la Figura 18 muestra las diferentes agrupaciones entre accesiones, sintetizando la información que entrega cada una de las 11 variables utilizadas con los criterios ya mencionados y entregando una representación gráfica de los conglomerados que permite apreciar la distancia genética que existe entre las accesiones.

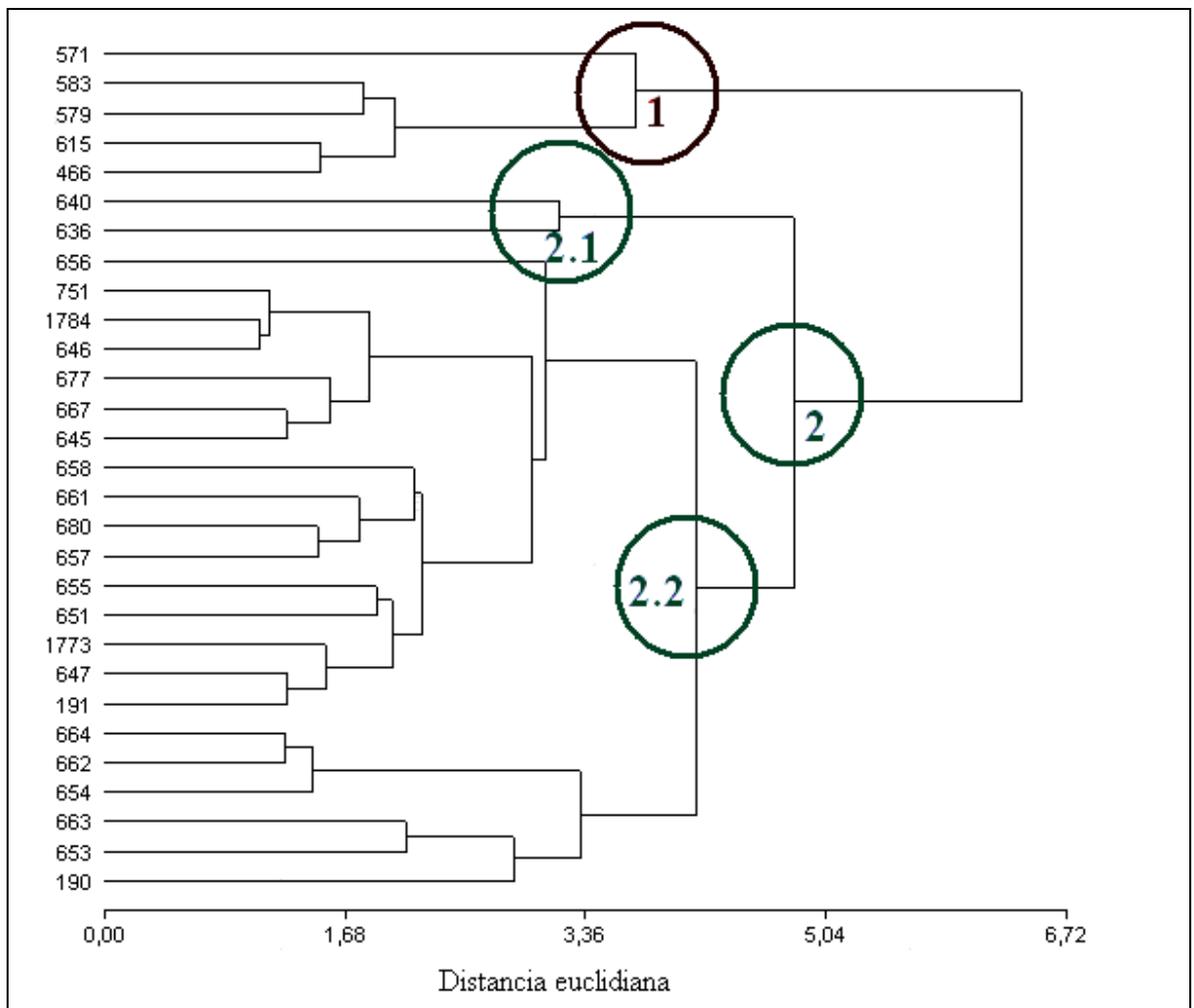


Figura 18. Formación de grupos principales en análisis de conglomerados para la caracterización de 29 accesiones de *Capsicum*.

En la Figura 18 podemos distinguir la formación de los dos grupos principales de conglomerados que realizan la división más común en torno a los pimientos. En este caso los grupos de accesiones se unen con el método de encadenamiento simple, basándose en la distancia de los dos miembros más cercanos. Para la medición numérica de las distancias se utilizó la medición euclidiana (Galbiati, 2001).

Grupo 1. Conformado por las accesiones 571, 583, 579, 615 y 466 y comparten las siguientes características:

- Masa de frutos sobre 148 g de promedio.
- Diámetro ecuatorial superior a 7,0 cm de promedio.
- Grosor de pericarpio superior a 4,6 mm de promedio.
- Sólidos solubles inferior a 7,1 °Brix de promedio.
- Materia seca pericarpio inferior a 8,4 % promedio.

Grupo 2. Formado por las 24 accesiones restantes que comparten las siguientes características:

- Masa de frutos bajo 83,4 g de promedio.
- Diámetro ecuatorial inferior a 5,0 cm de promedio.
- Grosor de pericarpio inferior a 3,9 mm de promedio.
- Sólidos solubles superior a 7,4 °Brix de promedio.
- Materia seca pericarpio superior a 9,8 % promedio.

Grupo 2.1. Está compuesto sólo por las accesiones 636 y 640, que comparten las siguientes características:

- Masa de frutos bajo 9,3 g de promedio.
- Diámetro ecuatorial inferior a 1,6 cm de promedio.
- Grosor de pericarpio inferior a 1,8 mm de promedio.

Grupo 2.2. Este grupo está compuesto por 22 accesiones que poseen estas características en común:

- Masa de frutos entre 19,8 y 83,4 g de promedio.
- Diámetro ecuatorial entre 2,2 y 5,0 cm de promedio.
- Grosor de pericarpio entre 1,8 y 3,9 mm de promedio.

A su vez el grupo 2,2 es separado en dos grupos, y estos a su vez en otros dos. Al aumentar la cantidad de divisiones los parámetros que marcan diferencias ya no son tan claros, por lo que no es posible distinguir a simple vista las razones de la división de alguno de estos subgrupos.

Existen diversas formas de medir la distancia entre los conglomerados que producen diferentes agrupaciones y diferentes dendrogramas. No hay un criterio para seleccionar cuál de los algoritmos es el mejor. La decisión es normalmente subjetiva y depende del método que mejor refleje los propósitos de cada estudio particular y está atada al destino del producto evaluado.

En general, se esperaría que los rasgos cualitativos sean los que más contribuyen en la agrupación de conglomerados, pero son las características cuantitativas las que toman mayor importancia en los programas de mejoramiento (Lotti *et al.*, 2007). Estos valores cuantitativos son los que tienen una mayor importancia agronómica pero de ninguna manera los valores cualitativos deben pasarse por alto ya que estos pueden significar el éxito o fracaso en la introducción de una nueva variedad.

La valoración de variabilidad genética entre genotipos es muy útil en la conservación de los recursos, para el mejoramiento de las bases genéticas de los cultivares y para la protección de estos (Yüzbaşıoğlu *et al.*, 2006). Por esto la estimación de datos obtenidos es muy importante para los programas de mejoramiento que apuntan hacia la obtención de variedades con altos rendimientos y con características que aprecian la mayoría de los consumidores.

El análisis de conglomerados resulta un método muy eficaz para la clasificación de individuos y facilita la relación entre estos, pero sus resultados dependen del criterio de selección del algoritmo y de las variables utilizadas por lo que la clasificación puede resultar subjetiva.

CONCLUSIONES

- Mediante este trabajo se pudo individualizar productivamente 29 líneas de *Capsicum* para establecer una caracterización de las accesiones permitiendo confirmar presencia de variabilidad fenotípica en las accesiones evaluadas, lo que podría permitir su utilización en un programa de mejoramiento.
- El alto nivel de variabilidad encontrado en las accesiones evaluadas nos muestra un enorme potencial para el desarrollo de nuevas variedades con diferentes propósitos productivos finales.
- En general las características de las plantas no presentaron mayores diferencias con los cultivos comerciales, salvo la accesión 653 (Húngaro) la cual se comportó como una planta de crecimiento determinado.
- Los mayores coeficientes de variación se alcanzaron en la medición de la masa de fruto que presenta un elevado CV con un 105,7%, de la misma forma el número de frutos por planta con un 90,9% y por consiguiente el rendimiento que combina a estos dos parámetros con un 88,3%.
- Los rendimientos alcanzados por las accesiones fluctúan entre 1 y 17 t/ha, lejos de los promedios nacionales, y por las condiciones específicas del cultivo, sus resultados sólo pueden ser tomados como referencia.
- Los valores característicos de los dos componentes principales presentaron ser significativos alcanzando el 71,1% de la variabilidad total entre ambos. La variabilidad de las accesiones se explica principalmente por: el grosor de pericarpio, la materia seca, el diámetro del fruto, masa del fruto y largo del fruto.
- La obtención de una mayor cantidad de datos, en relación a la diversidad o similitud fenotípica de una colección de germoplasma, complementará la información genotípica que los mejoradores puedan encontrar aumentando la eficiencia en la intención de mejorar una especie.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHAL, S., S. LAL and C. PANT. 1986. Variability studies in chilli. *Progressive Horticulture* 18(3): 270-272.
- BRAVO, A y P. ALDUNATE. 1987. El cultivo del pimentón-aji. *El Campesino*. 18(9):35-51.
- CASTAÑÓN, G., L. LATOURNERIE, M. MENDOZA, A. VARGAS y H. CÁRDENAS. 2008. Colección y caracterización de chile (*Capsicum sp*) en Tabasco, México. *Phyton Journal*. 77:189-202.
- DUDI, B., J. DIVINITY and P. PASTARP. 1983. Components of variability, heredabilidad and genetic advance studies in tomato (*Lycopersicum esculentus*, Mill) Haryana Agricultural University Journal of Reseach. 12: 135-139.
- ENGELS, J. 1979. La documentación en centros de recursos genéticos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 12p.
- ERDMANN, H. 1994. Caracterización de 11 variedades de Pimiento (*Capsicum annum L.*) para Pimentón. Memoria Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de agronomía. 93p.
- ESHBAUGH, W. 1983. The genus *Capsicum (Solanaceae)* in África. *Bothalia* 14(3):845-848.
- FAO, 2009. [On-line] Estadísticas de Pimientos en Chile para el año 2009. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>. Leído: 20 de Enero de 2011.
- FERNÁNDEZ, S. 1984. Caracterización química y agronómica preliminar de 73 tipos de chile picante (*Capsicum spp.*) de la colección del CATIE. San Jose. Costa Rica. 70p.
- FRANCO, T. e R. HIDALGO. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico nº 8. Instituto internacional de recursos fitogenéticos (IPGRI). Cali. Colombia. 89p.
- GABRIEL, K. 1971. Biplot display of multivariate matrices with application to principal components analysis. *Biometrika* 58(3):453-467.
- GALBIATI, J. 2001. Tablas de probabilidad. Instituto de estadística universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 322p.

- GELETA, L., M. LABUSCHAGNE and C. VILJOEN. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annum L.*) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation* 14(10): 2361-2375.
- GIACONI, V y M. ESCAFF. 1995. Cultivo de Hortalizas. 10ª ed. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 249p.
- GONZÁLEZ, M. 2003. Nuevas fichas hortícolas: área centro sur. Boletín INIA n°109. Chillan. Chile. 62p.
- GONZÁLEZ, O. 1985. Caracterización de 10 introducciones de chile picante (*Capsicum* spp.) proveniente de varios países americanos. Tesis de magister Universidad de Costa Rica. 164p.
- HAWKES, J. 1991. Centros de diversidad genética vegetal en latinoamérica. *Diversity* 7(2):7-9.
- HERNÁNDEZ, V., P. DÁVILA y K. OYAMA. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del genero capsicum. Boletín de la sociedad botánica de México 64:65-84.
- INFOSTAT (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- INSTITUTUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO, INDAP. 2005. Competitividad y problemas críticos de la agricultura familiar campesina en las cadenas agroalimentarias. INDAP. Santiago. Chile. 18p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, INE. 2010. Información hortícola publicación especial 2008-2009. INE. Santiago. Chile. 128p.
- IPGRI, AVRDC y CATIE, 1995. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Asiático para el Desarrollo y la Investigación relativos a los Vegetales, Taipei, Taiwán y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba. Costa Rica. 55p.
- JARRET, R. 2007. Morphologic variation for fruit characteristic in the USDA/ARS *Capsicum baccatum L.* germplasm collection. *Hortscience* 42:1303-1305.
- JORDÁN, G. 2002. Competitividad de la agroindustria hortícola chilena. Fundación Chile. Santiago. 94p.
- LATOURNERIE, L., J. CHÁVEZ, M. PÁREZ, C. FERNÁNDEZ, R. MARTÍNEZ. L, ARIAS y G. CASTAÑÓN. 2001. Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, Mexico. *Agronomía Mesoamericana* 12:41-47.

- LOAIZA-FIGUEROA, F., K. RITLAND, J. LABORDE-CANCINO and S. TANKSLEY. 1989. Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (*Solanaceae*) in Mexico. *Plant Systematic and evolution* 165: 159-188.
- LÓPEZ, C. 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas. Boletín de servicios agrícolas FAO 151. Balcarce. Argentina. 179p.
- LOTTI C., A. MARCOTRIGIANO, C. DE GIOVANNI, P. RESTA, A. RICCIARDI, A. ZONNO, G. FANIZZA and L. RICCIARDI. 2007. Univariate and multivariate analysis performed on bio-agronomical traits of *Cucumis melo* L. germplasm. *Genetic Resources Crop Evolution* 55(4):511-522.
- NAMEDNY, A. 2006. Compendios de agricultura Pimientos. Horticultura SL. Madrid. 168p.
- MARTÍNS, N y W. GONZÁLEZ. 1991. Caracterización de accesiones de Chile (*Capsicum spp.*). *Agronomía Mesoamericana* 2:31-39.
- MORAN, B., M. RIVERO, Y. GARCÍA y P. RAMÍREZ. 2004. Patrones isoenzimáticos de chiles criollos (*Capsicum annuum* L.) de Yucatan. Cali, Colombia. IPGRI. Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. 255p.
- RODRÍGUEZ, Y., T. DEPESTRE y O. GÓMEZ. 2008. Eficiencia de la selección en líneas de pimiento (*Capsicum annuum*), provenientes de cuatro sub-poblaciones, en caracteres de interés productivo. *Ciencia e Investigación Agraria* 35(1):37-49.
- RUIZ, M y I. MARTIN. 2000. Las Variedades autóctonas. Un patrimonio genético que no debemos perder. *Cámara agraria* 4:12-14.
- SMITH, P and JR. HEISER. 1951. Taxonomic and genetic studies of the cultivated peppers, *Capsicum annuum* L. and *Capsicum frutescens* L. *American Journal of Botany* 38(5):362-368.
- STEWART, C., B. KANG, D. LEVY, M. MAZOUREK, S. MOORE, E. YOO, K. PARAN and M. JAHN. 2005. The *pun1* gene for pungency in pepper encodes a putative acyltransferase. *Plant journal* 42:675- 688.
- SANDERS. D. 1992. Requisitos agroindustriales para la producción de pimiento. *Agroeconómico*. 12:47-50.
- VILLARDÓN, J. 2006. [On-line] Análisis de componentes principales. Disponible en <http://biplot.usal.es/DOCTORADO/3CICLO/BIENIO-04-06/ACP/ACP.pdf> leído: 15 de Agosto de 2011.

VILLARDÓN, J. 2006. [On-line] Introducción al análisis de cluster. Disponible en <http://biplot.usal.es/ALUMNOS/CIENCIAS/2ESTADISTICA/MULTIVAR/cluster.pdf> leído: 16 de Agosto de 2011.

WIN RHIZO PRO (2009). Win Rhizo pro Version 2009b. Regent Instruments Inc, Canadá.

YÜZBAŞIOĞLU, E., S. OZCAN, and L. ACIK. 2006. Analysis of genetic relationships among Turkish cultivars and breeding lines of *Lens culinaris* Mestile using RAPD markers. Genetic Resources Crop Evolution 53(3):507-514.

APÉNDICES

APÉNDICE I. Características plantas asociadas a cada accesión.

Figura 20. Desarrollo de la planta en 29 accesiones de *Capsicum* 24 días después del trasplante (16/01/2011).

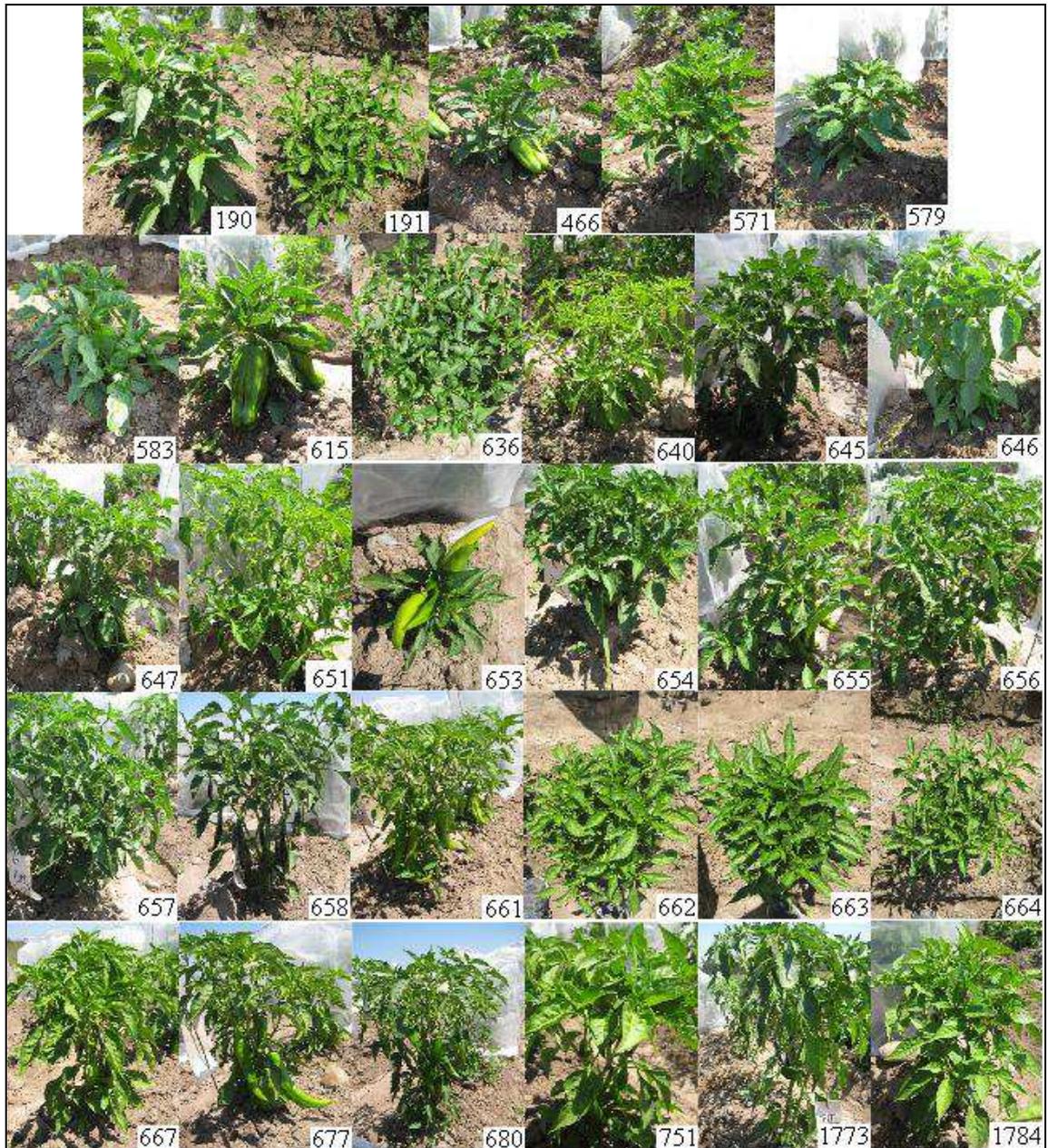


Figura 21. Desarrollo de la planta en 29 accesiones de *Capsicum* 71 días después del trasplante (04/03/2011).

Cuadro 7. Descripción del hábito de crecimiento, periodo de cultivo, fructificación y cosecha de 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código accesión	Habito. crecimiento	Periodo de cultivo	Periodo Fructificación	Periodo Cosecha
190	erecto	117	99	38
191	erecto	113	105	42
466	postrado	110	99	45
571	intermedio	115	105	40
579	intermedio	117	93	38
583	postrado	115	113	40
615	postrado	110	113	45
636	intermedio	112	115	43
640	intermedio	131	99	24
645	erecto	117	115	38
646	intermedio	105	100	50
647	erecto	112	113	43
651	erecto	117	115	38
653	intermedio	75	94	60
654	intermedio	103	115	52
655	erecto	89	114	66
656	erecto	140	103	15
657	erecto	125	101	30
658	erecto	131	115	24
661	erecto	131	114	24
662	intermedio	84	104	71
663	erecto	124	100	31
664	intermedio	99	115	55
667	erecto	106	112	48
677	erecto	112	115	42
680	erecto	130	102	25
751	intermedio	131	95	24
1773	erecto	125	99	30
1784	erecto	132	101	23

Cuadro 8. Altura de plantas medida en centímetros en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	27	47	34,6	6,3	18,2
191	33	54	43,3	6,5	15,1
466	21	25	23,0	1,6	6,9
571	22	37	29,2	6,8	23,4
579	25	31	28,0	1,9	6,9
583	19	30	24,0	2,9	12,1
615	22	29	24,7	2,4	9,6
636	21	43	30,2	7,0	23,0
640	25	33	29,4	3,0	10,4
645	25	52	38,8	8,7	22,3
646	27	46	37,6	5,7	15,2
647	26	60	40,6	10,5	25,9
651	34	63	49,2	9,2	18,7
653	9	26	15,8	4,7	29,8
654	30	40	35,4	3,6	10,2
655	40	45	43,4	1,6	3,6
656	51	68	62,0	7,6	12,2
657	42	65	57,4	7,0	12,1
658	44	63	54,9	5,0	9,1
661	30	42	37,4	4,4	11,9
662	26	33	30,1	2,5	8,2
663	27	38	32,5	3,8	11,6
664	23	36	29,9	4,3	14,3
667	36	69	43,1	9,6	22,4
677	33	40	36,8	3,1	8,5
680	38	60	47,6	7,3	15,3
751	26	34	29,6	3,6	12,3
1773	36	62	51,1	8,0	15,7
1784	32	54	40,4	6,1	15,1

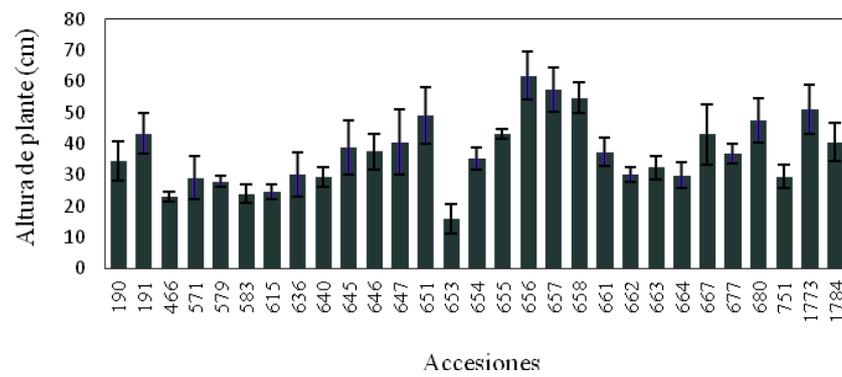


Figura 22. Altura de planta en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (cm).

APENDICE II. Características de los frutos para cada accesión.Cuadro 9. Descripción de la forma del fruto, forma del ápice y pungencia del fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código accesión	Forma fruto	Forma Ápice	Pungencia fruto
190	Alargado	Redondo	Pungente
191	Alargado	Puntudo	Pungente
466	Cuadrado	Hundido	No pungente
571	Cuadrado	Hundido	No pungente
579	Cuadrado	Hundido	No pungente
583	Cuadrado	Invaginado	No pungente
615	Cuadrado	Hundido	No pungente
636	Alargado	Puntudo	Muy pungente
640	Alargado	Puntudo	Muy pungente
645	Alargado	Hundido	No pungente
646	Alargado	Hundido	No pungente
647	Alargado	Puntudo	Pungente
651	Alargado	Hundido	Pungente
653	Alargado	Puntudo	No pungente
654	Acampanulado	Hundido	Pungente
655	Alargado	Hundido	No pungente
656	Triangular	Hundido	Muy pungente
657	Alargado	Puntudo	Pungente
658	Alargado	Hundido	Pungente
661	Alargado	Hundido	Pungente
662	Redondo	Hundido	No pungente
663	Triangular	Hundido	Pungente
664	Acampanulado	Redondo	No pungente
667	Alargado	Puntudo	No pungente
677	Alargado	Hundido	No pungente
680	Alargado	Puntudo	Pungente
751	Alargado	Hundido	No pungente
1773	Alargado	Hundido	Pungente
1784	Alargado	Redondo	No pungente

Cuadro 10. Color externo del pericarpio en base al modelo HSL en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código accesión	Matiz	Saturación	luminosidad	Vista
190	6	179	80	
191	7	171	73	
466	6	160	73	
571	6	158	77	
579	6	162	77	
583	37	205	96	
615	6	160	73	
636	7	182	88	
640	7	182	98	
645	8	173	81	
646	7	164	70	
647	7	159	72	
651	8	162	71	
653	7	168	77	
654	15	89	43	
655	5	161	74	
656	6	163	78	
657	15	100	46	
658	23	65	39	
661	5	145	68	
662	18	83	40	
663	16	106	45	
664	15	101	43	
667	7	166	72	
677	9	152	62	
680	8	166	75	
751	5	165	83	
1773	33	57	40	
1784	6	158	71	

Cuadro 11. Color interno del pericarpio en base al modelo HSL en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código accesión	Matiz	Saturación	luminosidad	Vista
190	14	163	91	
191	14	161	90	
466	12	165	80	
571	16	144	85	
579	14	152	84	
583	38	145	111	
615	13	150	80	
636	13	161	95	
640	14	158	105	
645	14	158	90	
646	15	151	91	
647	11	159	85	
651	11	156	80	
653	13	159	93	
654	20	131	74	
655	11	164	87	
656	14	151	93	
657	25	123	70	
658	27	120	64	
661	10	166	77	
662	19	134	78	
663	20	136	82	
664	18	138	72	
667	13	160	89	
677	13	166	86	
680	10	149	87	
751	12	157	91	
1773	23	106	65	
1784	12	162	83	

Cuadro 12. Diferencia entre color externo e interno del pericarpio en base al modelo HSL en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Código Accesión	Matiz	Saturación	luminosidad
190	8	16	11
191	7	10	17
466	6	5	7
571	10	14	8
579	8	10	7
583	1	60	15
615	7	10	7
636	6	21	7
640	7	24	7
645	6	15	9
646	8	13	21
647	4	0	13
651	3	6	9
653	6	9	16
654	5	42	31
655	6	3	13
656	8	12	15
657	10	23	24
658	4	55	25
661	5	21	9
662	1	51	38
663	4	30	37
664	3	37	29
667	6	6	17
677	4	14	24
680	2	17	12
751	7	8	8
1773	10	49	25
1784	6	4	12

Cuadro 13. Número de semillas por fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	64	104	90,80	15,72	17,32
191	116	217	163,00	47,71	29,27
466	27	395	249,40	144,14	57,79
571	0	193	52,50	94,01	179,06
579	118	415	267,83	109,30	40,81
583	151	329	239,29	53,21	22,24
615	171	326	245,20	58,57	23,89
636	36	111	65,40	31,17	47,65
640	18	48	29,17	12,27	42,07
645	138	196	166,20	21,12	12,71
646	127	273	223,17	61,91	27,74
647	115	267	211,00	54,00	25,59
651	9	165	106,33	61,10	57,46
653	97	249	172,27	43,29	25,13
654	165	235	204,00	29,68	14,55
655	149	183	161,80	15,71	9,71
656	49	324	171,20	104,08	60,79
657	52	288	147,00	93,69	63,74
658	118	203	143,50	32,22	22,45
661	24	202	109,40	68,93	63,01
662	210	272	246,80	22,62	9,17
663	104	220	170,17	43,49	25,55
664	156	220	181,50	20,54	11,32
667	154	195	175,80	15,50	8,82
677	100	173	142,40	30,34	21,30
680	59	178	124,20	48,07	38,70
751	137	264	204,00	63,79	31,27
1773	137	249	187,00	41,74	22,32
1784	109	284	196,80	65,65	33,36



Figura 23. Frutos cosechados representativos de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.



Figura 24. Escáner longitudinal de frutos cosechados de las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

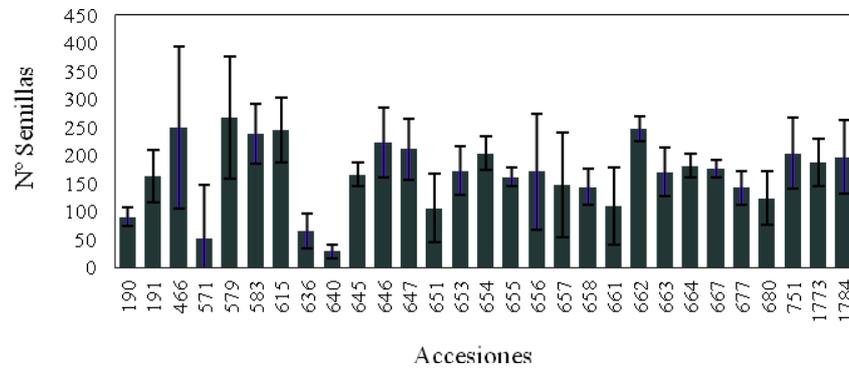


Figura 25. Número de semillas por fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

APENDICE III. Características productivas para cada accesión.Cuadro 14. Masa de los frutos en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (g).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	14,23	24,73	19,80	2,95	14,92
191	24,75	37,15	33,20	4,51	13,57
466	145,53	306,40	229,96	57,32	24,92
571	141,33	256,06	200,55	43,97	21,92
579	58,44	337,01	158,91	88,87	55,93
583	127,31	215,51	148,25	26,19	17,66
615	177,54	305,96	233,85	43,03	18,40
636	5,65	14,42	9,27	2,40	25,84
640	3,30	5,72	5,03	0,84	16,76
645	38,95	86,75	65,11	13,80	21,19
646	48,76	99,40	76,34	16,17	21,18
647	21,67	55,15	42,34	10,12	23,91
651	6,05	27,07	20,85	6,21	29,79
653	19,58	29,43	25,53	2,54	9,96
654	23,66	35,27	29,83	4,14	13,87
655	23,89	55,60	36,19	8,87	24,50
656	62,91	105,14	83,35	16,43	19,71
657	33,26	65,32	41,37	13,46	32,53
658	18,88	33,87	27,32	4,43	16,20
661	28,70	62,17	44,44	12,58	28,31
662	23,92	31,94	28,77	2,25	7,83
663	18,78	42,36	29,67	8,40	28,32
664	20,83	31,26	25,53	4,01	15,70
667	39,39	89,00	67,31	12,65	18,79
677	35,57	83,69	51,86	19,40	37,41
680	16,35	50,18	31,52	10,64	33,75
751	35,28	112,96	75,25	31,05	41,27
1773	20,35	37,03	27,37	4,99	18,24
1784	33,12	78,06	57,65	16,21	28,12

Cuadro 15. Longitud de frutos en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (cm).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	6,35	8,99	7,50	0,87	11,58
191	11,37	16,11	14,24	1,53	10,78
466	9,45	13,74	11,37	1,62	14,26
571	7,58	11,64	9,88	1,51	15,27
579	6,20	11,48	8,75	1,83	20,87
583	8,53	12,83	10,36	1,57	15,19
615	10,95	18,89	15,05	2,34	15,55
636	7,76	9,98	8,75	0,72	8,23
640	8,57	12,58	10,76	1,23	11,42
645	15,83	19,82	17,59	1,33	7,57
646	10,29	20,58	16,65	2,88	17,30
647	8,21	18,80	14,40	3,48	24,18
651	6,77	14,99	12,19	2,54	20,80
653	8,21	11,94	9,88	1,27	12,83
654	4,37	5,39	4,93	0,41	8,23
655	11,70	17,11	14,66	1,46	9,93
656	12,25	16,75	14,24	1,74	12,22
657	11,93	15,03	13,65	1,40	10,28
658	12,83	19,07	16,36	1,93	11,79
661	11,88	16,05	14,01	1,48	10,58
662	3,50	5,37	4,61	0,55	11,95
663	6,90	9,96	8,76	1,12	12,76
664	4,26	5,36	4,75	0,32	6,83
667	11,81	19,97	15,74	2,50	15,89
677	9,72	18,26	13,28	4,12	31,04
680	11,13	19,78	14,05	2,89	20,59
751	11,91	19,54	16,08	3,05	18,95
1773	11,79	17,07	14,88	2,04	13,71
1784	12,66	17,67	15,37	1,78	11,59

Cuadro 16. Diámetro ecuatorial frutos en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (cm).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	2,11	2,60	2,22	0,14	6,30
191	2,08	3,36	2,73	0,48	17,74
466	6,28	8,70	7,26	0,96	13,22
571	6,90	8,64	7,74	0,67	8,66
579	5,78	8,75	7,36	1,05	14,22
583	6,39	7,83	7,02	0,48	6,91
615	6,65	8,35	7,37	0,54	7,35
636	1,44	1,94	1,62	0,15	9,07
640	0,80	1,08	0,93	0,08	8,88
645	2,39	3,51	3,12	0,35	11,09
646	2,96	4,00	3,50	0,31	8,84
647	2,40	3,45	2,99	0,34	11,23
651	1,30	3,00	2,27	0,42	18,43
653	2,28	3,03	2,62	0,24	9,31
654	3,90	5,01	4,51	0,35	7,87
655	2,16	3,54	2,72	0,46	16,77
656	4,31	5,79	5,01	0,56	11,20
657	3,06	4,19	3,45	0,46	13,21
658	1,99	2,58	2,29	0,19	8,42
661	2,77	3,73	3,15	0,40	12,64
662	3,92	5,01	4,51	0,35	7,85
663	2,37	3,67	3,20	0,44	13,89
664	3,79	4,79	4,23	0,31	7,38
667	2,56	3,89	3,18	0,36	11,48
677	2,12	4,48	3,40	1,01	29,84
680	1,99	3,54	2,45	0,49	19,86
751	2,74	4,66	3,35	0,76	22,69
1773	1,87	2,74	2,20	0,25	11,35
1784	2,56	3,41	3,06	0,27	8,81

Cuadro 17. Número de frutos por planta en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	2	12	4,69	2,96	63,15
191	1	14	5,63	5,13	91,11
466	1	3	2,00	0,82	40,82
571	1	4	2,33	1,03	44,26
579	1	5	2,22	1,39	62,75
583	1	8	3,56	2,55	71,86
615	1	4	2,00	1,10	54,77
636	1	35	17,64	12,32	69,87
640	2	25	9,00	8,07	89,68
645	1	9	4,70	2,79	59,38
646	1	7	3,09	2,12	68,56
647	1	12	5,91	3,27	55,33
651	1	21	8,64	6,45	74,73
653	1	12	5,07	3,81	75,17
654	5	20	12,82	4,83	37,71
655	2	16	9,00	3,67	40,82
656	1	5	3,00	1,58	52,70
657	1	11	4,00	4,06	101,55
658	1	14	3,73	3,98	106,71
661	2	4	3,20	0,84	26,15
662	3	19	10,40	4,34	41,72
663	2	13	5,73	3,72	64,90
664	3	18	9,53	5,66	59,32
667	1	12	6,00	2,76	46,06
677	2	10	6,00	3,81	63,46
680	1	12	3,90	3,87	99,27
751	2	4	2,40	0,89	37,27
1773	1	16	6,33	5,05	79,76
1784	1	8	3,57	2,64	73,83

Cuadro 18. Rendimiento por hectárea en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (t/ha).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	1,32	7,92	3,09	1,95	63,15
191	1,11	15,49	6,23	5,67	91,11
466	7,67	23,00	15,33	6,26	40,82
571	6,69	26,74	15,60	6,90	44,26
579	5,30	26,48	11,77	7,39	62,75
583	4,94	39,53	17,57	12,63	71,86
615	7,80	31,18	15,59	8,54	54,77
636	0,31	10,82	5,45	3,81	69,87
640	0,34	4,19	1,51	1,35	89,68
645	2,17	19,53	10,20	6,06	59,38
646	2,54	17,81	7,87	5,39	68,56
647	1,41	16,93	8,34	4,61	55,33
651	0,70	14,60	6,00	4,49	74,73
653	0,85	10,21	4,32	3,24	75,17
654	4,97	19,89	12,75	4,81	37,71
655	2,41	19,30	10,86	4,43	40,82
656	2,78	13,89	8,33	4,39	52,70
657	1,38	15,17	5,52	5,60	101,55
658	0,91	12,75	3,39	3,62	106,71
661	2,96	5,93	4,74	1,24	26,15
662	2,88	18,22	9,97	4,16	41,72
663	1,98	12,85	5,66	3,68	64,90
664	2,55	15,31	8,11	4,81	59,32
667	2,24	26,93	13,46	6,20	46,06
677	3,46	17,29	10,37	6,58	63,46
680	1,05	12,61	4,10	4,07	99,27
751	5,02	10,03	6,02	2,24	37,27
1773	0,91	14,60	5,78	4,61	79,76
1784	1,92	15,37	6,86	5,07	73,83

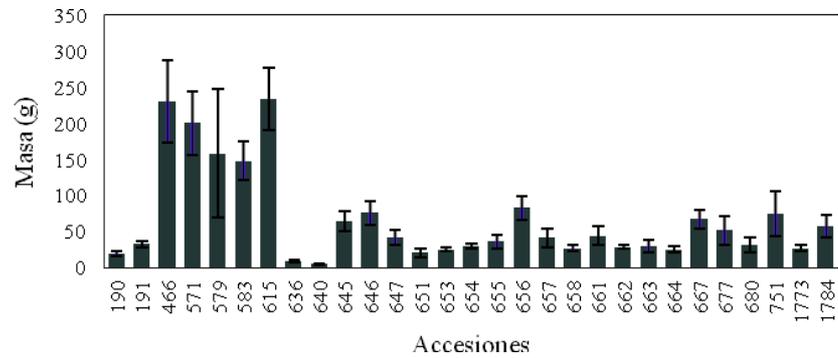


Figura 26. Masa del fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas. (g).

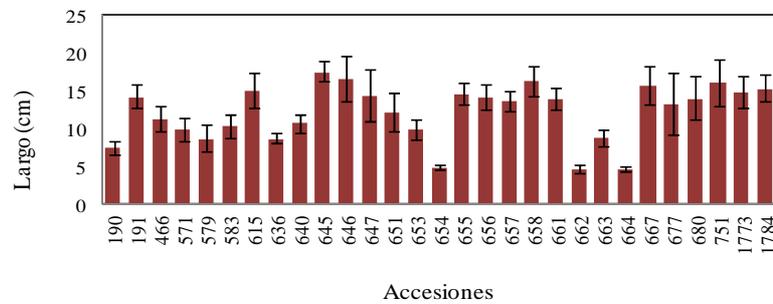


Figura 27. Longitud de fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (cm).

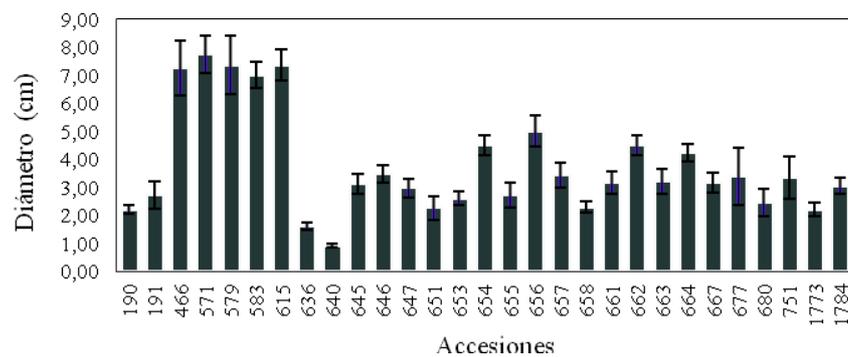


Figura 28. Diámetro ecuatorial de frutos en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (cm).

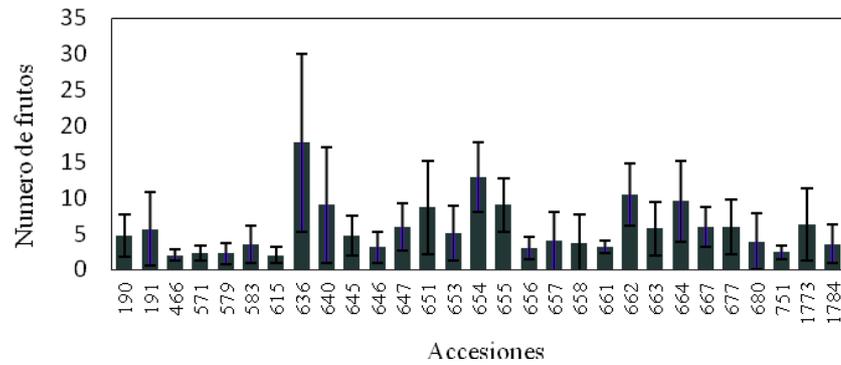


Figura 29. Numero de frutos en cada planta en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

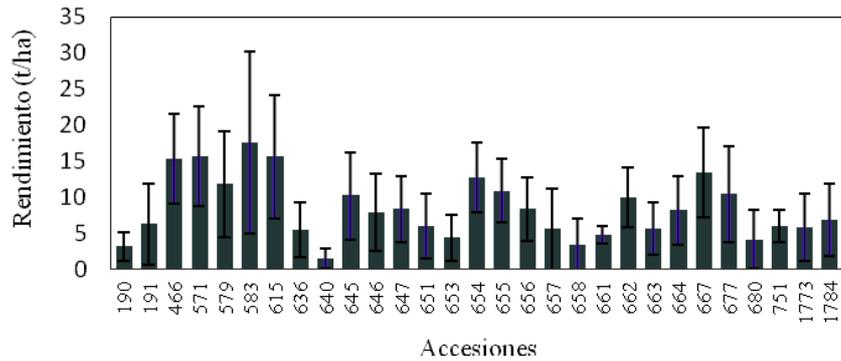


Figura 30. Rendimiento por hectárea en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (t/ha).

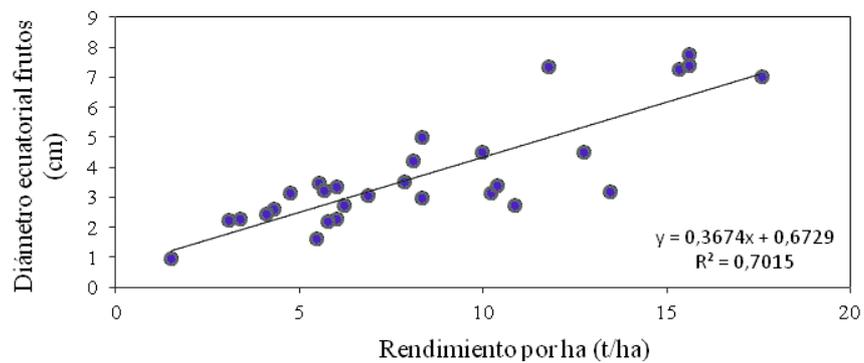


Figura 31. Regresión entre el rendimiento por ha y el diámetro ecuatorial de los frutos en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

APÉNDICE IV. Características industriales para cada accesión.

Cuadro 19. Grosor de la pared del pericarpio en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (mm).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	3,23	4,85	3,91	0,54	13,94
191	1,73	2,69	2,17	0,38	17,44
466	4,51	7,11	5,93	0,99	16,64
571	5,24	8,50	6,35	1,22	19,30
579	2,74	8,20	5,36	1,90	35,40
583	4,06	6,01	4,89	0,54	11,05
615	3,45	6,83	4,66	0,88	18,84
636	1,35	2,39	1,80	0,29	16,32
640	0,87	1,64	1,11	0,25	22,65
645	2,31	4,52	3,01	0,71	23,63
646	2,29	4,42	3,40	0,69	20,35
647	1,59	2,85	2,29	0,38	16,53
651	1,34	2,68	2,05	0,41	19,84
653	2,08	3,18	2,65	0,35	13,31
654	2,56	3,92	3,44	0,43	12,51
655	0,91	2,39	1,81	0,48	26,90
656	3,22	3,87	3,56	0,26	7,20
657	2,21	2,91	2,51	0,33	13,20
658	1,98	2,80	2,40	0,27	11,34
661	2,27	3,48	2,73	0,53	19,24
662	2,48	4,13	3,39	0,51	15,15
663	2,50	3,94	3,21	0,48	15,08
664	2,23	4,31	3,13	0,62	19,85
667	2,83	4,33	3,63	0,47	12,85
677	2,01	4,49	2,99	1,04	34,80
680	1,52	3,06	2,35	0,54	22,88
751	2,71	4,54	3,32	0,71	21,25
1773	1,61	2,89	2,26	0,37	16,31
1784	2,40	4,75	3,18	0,79	24,82

Cuadro 20. Sólidos solubles en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (°Brix).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	5,70	8,45	7,50	0,87	11,55
191	10,45	12,70	11,44	0,74	6,47
466	6,30	7,65	6,72	0,54	8,06
571	6,65	7,55	7,08	0,34	4,79
579	5,50	6,85	6,43	0,42	6,52
583	5,65	6,85	6,40	0,47	7,34
615	5,65	7,50	6,70	0,53	7,84
636	8,85	14,75	11,49	1,53	13,31
640	8,60	11,40	9,89	1,11	11,23
645	6,70	10,10	8,59	1,20	13,94
646	7,70	10,10	8,40	0,84	10,05
647	8,90	14,60	10,71	1,74	16,21
651	7,55	13,30	10,80	1,83	16,89
653	7,80	10,55	9,10	1,01	11,08
654	6,20	8,70	7,44	0,70	9,47
655	9,05	15,75	11,86	1,73	14,58
656	9,70	11,50	10,60	0,70	6,56
657	8,45	12,80	10,60	1,92	18,14
658	6,80	14,95	12,00	2,14	17,81
661	8,45	10,75	10,09	0,95	9,37
662	6,60	8,55	7,44	0,49	6,61
663	6,90	8,90	7,86	0,61	7,79
664	7,15	8,40	7,86	0,46	5,87
667	7,40	10,40	8,83	0,89	10,11
677	8,75	9,90	9,05	0,50	5,51
680	8,30	11,25	9,72	1,03	10,55
751	8,05	9,15	8,53	0,51	5,96
1773	7,15	13,80	9,86	1,89	19,17
1784	7,55	9,95	8,86	0,88	9,94

Cuadro 21. Rendimiento industrial en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (%).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	83,46	86,28	85,15	0,95	1,11
191	74,47	81,30	78,26	2,44	3,12
466	85,23	92,39	89,50	3,16	3,53
571	87,24	95,52	91,96	4,06	4,41
579	80,13	96,37	89,80	5,60	6,23
583	81,78	91,54	86,24	4,15	4,82
615	87,48	93,82	90,37	2,19	2,42
636	70,62	77,60	74,28	2,73	3,67
640	71,94	82,71	77,75	3,68	4,73
645	82,99	87,85	85,33	1,88	2,20
646	78,35	86,62	82,68	2,71	3,28
647	78,23	86,40	81,07	3,33	4,11
651	77,93	84,66	81,51	3,37	4,14
653	76,41	79,16	77,64	1,19	1,54
654	73,35	79,76	76,44	2,63	3,44
655	78,63	85,37	82,33	3,13	3,80
656	86,38	88,50	87,05	0,89	1,03
657	79,83	88,36	83,96	3,19	3,79
658	73,97	88,21	79,39	5,14	6,47
661	79,85	87,59	84,59	2,85	3,37
662	70,02	78,20	75,64	3,25	4,29
663	71,98	89,79	77,83	6,14	7,89
664	74,20	77,25	75,51	1,13	1,50
667	83,94	87,03	86,00	1,13	1,32
677	77,57	85,77	82,08	3,61	4,40
680	74,73	84,94	80,27	4,94	6,15
751	82,52	89,90	85,83	3,21	3,74
1773	73,37	79,84	76,23	2,52	3,30
1784	84,68	89,15	85,98	1,80	2,09

Cuadro 22. Porcentaje de materia seca del pericarpio en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (%).

Accesión	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Coefficiente Variación (%)
190	9,03	10,62	9,77	0,60	6,14
191	12,81	17,18	14,52	1,64	11,26
466	6,14	7,96	7,22	0,80	11,06
571	3,44	8,82	7,21	2,15	29,74
579	6,91	8,88	7,78	0,66	8,43
583	7,85	9,18	8,19	0,50	6,15
615	7,90	9,02	8,39	0,41	4,87
636	15,24	20,97	17,78	2,20	12,36
640	12,74	17,33	14,79	1,53	10,36
645	10,81	14,47	12,83	1,66	12,95
646	10,69	13,46	11,44	1,03	9,01
647	14,54	17,26	15,53	1,11	7,17
651	14,36	18,09	16,86	1,37	8,15
653	12,97	15,13	14,06	0,97	6,92
654	11,53	12,70	12,09	0,48	3,97
655	12,30	19,04	15,61	2,47	15,86
656	12,01	14,32	13,17	0,87	6,59
657	13,05	16,50	15,00	1,57	10,48
658	14,62	20,57	17,28	2,00	11,55
661	12,15	16,34	13,59	1,44	10,56
662	10,63	12,69	11,70	0,68	5,78
663	8,62	12,42	11,04	1,45	13,11
664	11,65	13,11	12,35	0,61	4,90
667	10,80	12,29	11,53	0,68	5,87
677	10,03	18,24	12,64	3,21	25,42
680	13,61	16,00	14,81	1,03	6,95
751	11,02	12,87	11,93	0,70	5,88
1773	11,71	17,24	14,82	2,37	16,00
1784	11,20	12,76	12,00	0,73	6,09

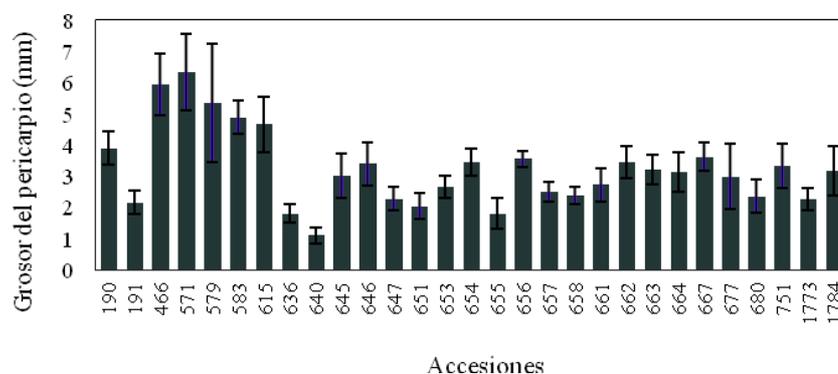


Figura 32. Grosor de la pared del pericarpio por fruto en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (mm).

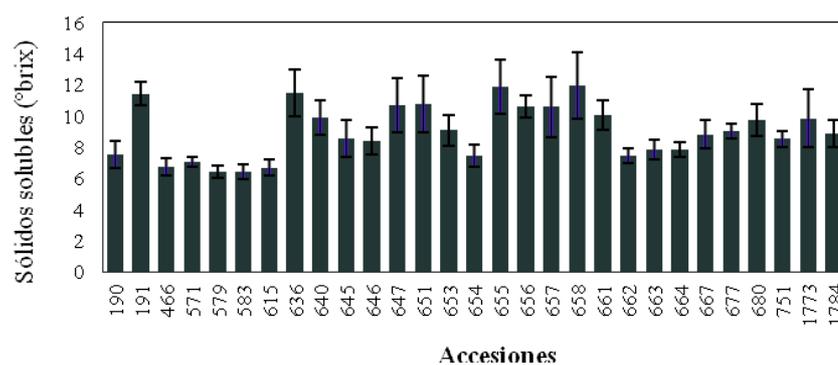


Figura 33. Contenido de sólidos solubles en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (°brix).

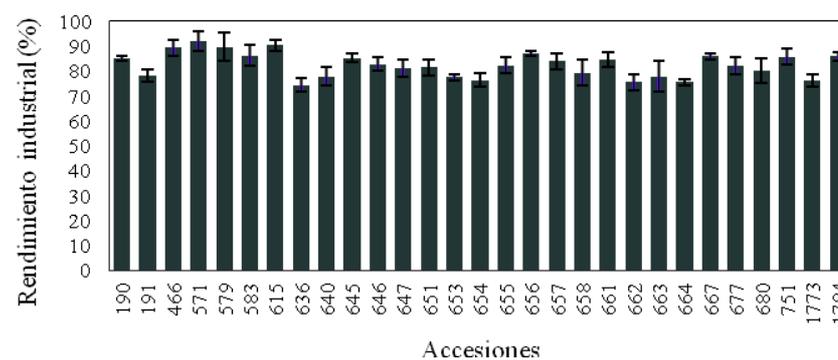


Figura 34. Relación de peso entre pericarpio y fruto completo en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas.

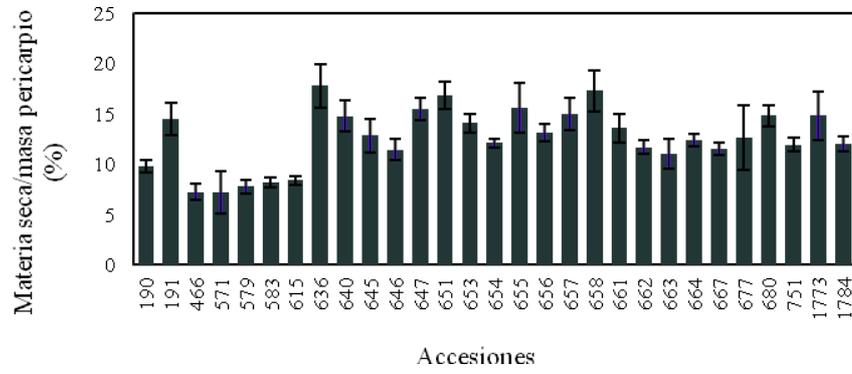


Figura 35. Proporción de materia seca del pericarpio en las 29 accesiones de *Capsicum* evaluadas (%).