

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

VARIABILIDAD MORFOLÓGICA EN MAÍZ CHOCLERO
(Zea mays L.)

MARÍA JOSÉ ARAYA FRÍAS

Santiago, Chile.
2008

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

Memoria de Título

VARIABILIDAD MORFOLÓGICA EN MAÍZ CHOCLERO
(Zea mays L.)

MORPHOLOGICAL VARIABILITY IN CHOCLERO MAIZE
(Zea mays L.)

MARÍA JOSÉ ARAYA FRÍAS

Santiago, Chile.
2008

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

VARIABILIDAD MORFOLÓGICA EN MAÍZ CHOCLERO (*Zea mays* L.)

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

MARÍA JOSÉ ARAYA FRÍAS

	Calificaciones
PROFESORES GUÍA	
Sr. Ricardo Pertuzé C. Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,7
Sr. Marco Méndez T. Profesor de Estado en Ciencias Naturales y Biología, Dr.	7,0
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Juan C. Magofke S. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,5
Sra. María L. Prat del R. Ingeniero Agrónomo, M. Sc.	7,0
COLABORADOR	
Sra. Erika Salazar S. Ingeniero Agrónomo	

Santiago, Chile.
2008

A mis padres...

AGRADECIMIENTOS

Debo comenzar agradeciendo a todo el personal del Centro Regional de Investigación La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias que hizo posible la realización de esta memoria. No sólo agradezco el apoyo técnico otorgado sino también el cariño y la buena convivencia que generaron en esta etapa de mi vida que no olvidaré. En forma especial debo agradecer a Rosa E. Salinas, Gloria Tobar, Katherine Kofre y Richard Meza por toda la ayuda prestada en campo y también en las posteriores mediciones en laboratorio, así como también a Claudio Villegas por la información otorgada acerca de los maíces tradicionales chilenos.

También quiero agradecer a Erika Salazar, guía principal de este trabajo, quien me brindó siempre su ayuda y preocupación respecto de todos los detalles pertinentes. Agradezco mucho la confianza entregada siempre.

Agradezco a mi profesor guía Ricardo Pertuzé por todo el apoyo y ánimo, así como la ayuda para finalizar esta memoria.

También no puedo olvidar agradecer a Marco Méndez y Bárbara Leyton, del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, por toda la ayuda brindada en lo que se refiere al análisis estadístico. Especialmente a Marco debo agradecer la exigencia y también el apoyo, así como también la preocupación y ánimo, no sólo respecto a esta memoria sino también a nivel profesional.

A mis amigos David, Paty, Sebastián, Cristóbal y Carola por brindarme su ayuda en distintos momentos, así como también por su amistad; ellos aportaron con un granito de arena en este trabajo.

Por último agradezco a mi familia por estar siempre conmigo y a mis padres por esforzarse siempre en darme lo mejor, por entregarme educación y valores, lo que me ha llevado a ser quien soy hoy.

A todos ellos, muchas gracias....

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
Palabras clave.....	1
ABSTRACT	2
Key words.....	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	7
Lugar del estudio.....	7
Material Vegetal.....	7
Tratamientos y Diseño de experimentos.....	7
Verificación de origen de los materiales.....	7
Procedimiento.....	9
Variables medidas.....	9
Caracteres vegetativos.....	9
Caracteres de la mazorca.....	10
Caracteres del grano.....	10
Análisis Estadístico.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Análisis Univariado y Descriptivo.....	13
Análisis de componentes principales.....	15
Análisis de conglomerados.....	17
Grupo A.....	18
Grupo B.....	19
Grupo C.....	21
Análisis discriminante.....	23
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
APÉNDICES	31

RESUMEN

Las variedades tradicionales de maíz se han adaptado a través de los años al manejo, selección y a las condiciones climáticas donde son cultivadas, encontrándose en ellas características de adaptación y resistencia, así como una base genética más amplia que las variedades comerciales. La caracterización morfológica permite un entendimiento de las relaciones genético-ambientales existentes entre las poblaciones, facilitando así el uso de ellas por parte de mejoradores. En este trabajo se evaluó la variabilidad morfológica de 34 accesiones de maíces nativos de raza Choclero, recolectados entre la III y VIII región. El ensayo se realizó durante la temporada primavera-verano de 2005-2006 utilizando semilla obtenida del Banco Base de Germoplasma de INIA, CRI- Intihuasi. El diseño experimental se basó en bloques completos al azar con tres repeticiones, midiéndose un total de 37 caracteres morfológicos de tipo reproductivo, vegetativo y fenológico de acuerdo a los descriptores establecidos por el IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). Las pruebas de hipótesis indicaron diferencias significativas para todos los caracteres cuantitativos a excepción del índice de macollamiento y el número de mazorcas por macollo. Los coeficientes de correlación fueron calculados para todas las variables cuantitativas, descartando aquellas que se encontraron altamente correlacionadas ($r > 0,6$). Once caracteres fueron escogidos por esta vía, y con ellos se realizó un análisis de componentes principales (ACP) en base a la matriz de correlaciones y un análisis de conglomerados, previa estandarización de las variables. El dendrograma arrojado mostró tres grupos principales, los cuales tuvieron cierta correspondencia con el agrupamiento observado en la figura de los dos primeros ejes del ACP. La descripción de los grupos fue complementada con descripciones de caracteres cualitativos relevantes para cada grupo. Los resultados mostraron la existencia de variabilidad inter poblacional dentro de la raza Choclero evidenciada por la formación de grupos claramente diferenciables explicados en parte por la diversidad de ambientes de recolección, siendo tres los principales: maíz pequeño (grupo A), con accesiones precoces a intermedias y mazorcas gruesas y cortas, principalmente del tipo cónico, sus zonas de origen son de altas temperaturas y baja humedad relativa; maíz intermedio-grande (grupo C) con plantas intermedias- altas, tallos gruesos, panojas grandes, granos de alto peso y mazorcas de tamaños intermedio a largo; maíz intermedio (grupo B), con características menos acorde para la raza probablemente debido a la introgresión de genes de otras razas como Diente de Caballo, mazorcas de menor diámetro, de tamaño intermedio a largo y panojas pequeñas de pocas ramificaciones, así como algunas accesiones con mazorcas cilíndricas y con hileras irregulares a regulares. Para validar el agrupamiento obtenido se realizó un análisis discriminante con los grupos formados a dos distancias diferentes en el análisis de conglomerados. Éste clasificó correctamente la mayoría de los grupos salvo en los grupos 5 y 6 (grupo C), donde la diferenciación no fue clara. Dentro de las explicaciones posibles está la distancia genética que pudiera existir entre ellos o la falta de discriminación de los caracteres elegidos.

Palabras clave: variedades tradicionales, caracterización morfológica, maíz Choclero, Recursos genéticos.

ABSTRACT

Maize landraces have been adapted among years to handling, selection and climatic condition where they have been cultivated, having them adaptation and resistance characteristics as well as a broader genetic base than commercial varieties. The morphological characterization allows to understand the existent genetic-environmental relation between populations, thus facilitating the use of them by growers. This study evaluates the morphological variability of 34 accessions of Choclero maize landraces collected between the III and VIII region. The trial was conducted during 2005-2006 spring-summer season, using seeds from the Base Germplasm Bank of INIA, CRI-Intihuasi. The experimental design was a randomized complete block with three replicates, measuring a total of 37 morphological, reproductive, vegetative and phenologic characters according to IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) maize descriptors. The hypothesis tests indicated significant differences for all quantitative characters, except tillering index and number of ears by tiller. The correlation coefficient was calculated for all the quantitative variables, disregarding those that were highly correlated ($r > 0,6$). Eleven characters were chosen this way, and a principal component analysis (PCA) was conducted with them, based on the correlation matrix and a cluster analysis after standardization of the variables. Dendrogram showed three main groups, which had some correspondence with the clustering observed in the figure of the first two axes of the PCA. The description of the groups was complemented with relevant qualitative characters descriptions for each group. The results showed the existence of inter population variability within Choclero race, evidenced by the formation of clearly distinguished groups, in part explained by the diversity of environments of the collection, with three main groups: small size (group A), with early to intermediate accessions, short and large ears of primary conical shape, their origin areas are of high temperatures and low relative humidity; intermediate-large corn (group C) with intermediate-high plants, thick stems, large tassels, high weight grains and ears of intermediate to long size; intermediate corn (group B), with fewer features in line for the race, probably due to the introgression of genes from other races like "Diente de Caballo", ears of smaller diameter with medium to long size and small tassel with few branches, as well as some accessions with cylindrical ears and irregular to regular rows. To validate the obtained grouping, a discriminant analysis was performed with the formed groups at two different distances in the cluster analysis. The analysis correctly classified most of the groups, except groups 5 and 6 (group C), because in both groups there were no clear differentiation. The possible explanations are the genetic distance that may exist between them or the lack of discrimination of the chosen characters.

Key words: maize landraces, morphological characterization, Choclero maize, Genetic resources.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el primer cereal de importancia a nivel mundial en cuanto a volumen de producción y rendimiento y el tercero en cuanto a superficie sembrada. Es de gran valor económico ya sea como alimento humano, para el ganado o como fuente de numerosos productos (Paliwal, 2001a; FAO, 2007). En la alimentación humana se acostumbra el consumo de su mazorca en estado lechoso, conocido como choclo (Latham, 1936). Se estima que anualmente en Chile se destinan unas 12.500 hectáreas a la siembra de esta hortaliza (aproximadamente 10 % del total de la superficie hortícola, de acuerdo a ODEPA, 2008), situándose como el segundo cultivo hortícola con mayor superficie sembrada. El cultivo de esta hortaliza se produce en Chile gracias a dos tipos de maíz: (1) el maíz choclero, cultivado en la zona central del país y destinado a consumo fresco; y (2) el maíz dulce (*Zea mays saccharata*), destinado principalmente a la industria de congelados (Faiguenbaum, 2004). Hasta fines de la década del setenta, el choclo cultivado en el país correspondía a la raza Choclero y Diente de Caballo; ésta última prácticamente ya no se utiliza. En la actualidad, más de dos tercios del choclo transado en el mercado chileno corresponden en su mayor parte a la raza Choclero, lo que equivale a 89.872.231 de unidades en la temporada 2007 (ODEPA, 2008). La raza Choclero se caracteriza por tener mazorcas gruesas, de una forma principalmente cónica a cilindro-cónica y de gran diámetro, con abundantes hileras, dispuestas en forma irregular, con granos dentados de forma trapezoidal, de color amarillo pálido, textura harinosa y coronta generalmente blanca. (Paratori *et al.*, 1990; Faiguenbaum, 2004). De acuerdo a Saavedra (2003) la calidad de este maíz es muy distinta a otros tipos; la cremosidad única otorgada por el tipo de almidón y la suavidad del pericarpio del grano, así como el mayor número y ancho de las hojas envolventes (chalias) son las principales características que lo diferencian del maíz dulce y el silero, por lo que goza de diversos usos en la cocina tradicional chilena. Esta raza se cree que derivó de la introducción de germoplasma dentado de Norteamérica en maíces de tipo córneo en Sudamérica (Parker y Paratori, 1965).

Las características físicas, sanitarias y fisiológicas son fundamentales en el éxito del establecimiento de un cultivo, sin embargo, es el potencial genético de la semilla el que marca la diferencia en la productividad de un cultivo, ya sea por la obtención de un mayor rendimiento y/o de un producto final de mejor calidad que satisfaga los requerimientos del mercado. Para ello es necesario estar desarrollando continuamente nuevas variedades que se ajusten a estas demandas, tanto a nivel de productor como de consumidor. La definición y posterior búsqueda de características deseables es fundamental para responder con éxito a estas demandas. Jara (2005), menciona que la altura de la planta se relaciona directamente con el grado de tendadura y con la altura de inserción de la mazorca y, por tanto, con la facilidad de labores de cosecha del choclo. También menciona la forma y tamaño de la mazorca como variables importantes en términos de comercialización ya que el consumidor elige aquellas mazorcas que poseen un mayor diámetro.

Anderson y Cutler (1942), citado por Paliwal (2001c), introducen el concepto de raza de maíz definiéndolo como un grupo de individuos relacionados, con suficientes características fenotípicas en común lo cual permite agruparlos, teniendo un alto número de genes comunes. La clasificación propuesta por estos autores incluye caracteres de planta, panoja, mazorca y grano, por lo tanto refleja la mayor fracción del genotipo estudiado al contener una mayor parte de los genes, a diferencia de la propuesta por Sturtevant (1899), basada sólo en la composición del endosperma del grano (Mangelsdorff, 1974).

Las variedades tradicionales, o poblaciones locales, son aquellas que han derivado de la adaptación a un ambiente ecológico determinado, producto de la selección por agricultores, y, por lo tanto, se han ajustado a las características de suelo y clima así como a las prácticas culturales existentes. Estas variedades poseen una gran diversidad genética con características amplias de adaptación, resistencia y productividad, constituyendo la base para el mejoramiento genético de especies cultivables pues contribuyen con una gama de genes y combinaciones de genes que generalmente esta ausente en las variedades comerciales, las cuales poseen, producto de años de selección, una base genética más estrecha. (Paratori, 1983; Esquinas, 2005). Debido a la variabilidad genética existente en estas poblaciones locales es posible satisfacer las eventuales necesidades del mercado, ampliar la producción a zonas nuevas, buscar mayores rendimientos, alimentos más nutritivos y poder incluso, a futuro, enfrentar cambios ambientales o la aparición de nuevas plagas y enfermedades (FAO, 2004).

La recolección de germoplasma es la etapa inicial del estudio de los recursos fitogenéticos, sin embargo, también se debe realizar una adecuada conservación, caracterización y posterior evaluación (Alfaro y Segovia, 2000a; Campos y Seguel, 2000). Para hacer uso de estos recursos por parte de científicos, fitomejoradores y agricultores es imprescindible identificar que es lo que se conserva, cuanto y en que lugar se encuentra; sin embargo el estudio y comprensión de la naturaleza y estructura de la variación genética y morfológica de estos recursos es lo que le otorga valor al germoplasma al facilitar su utilización (Salazar *et al.*, 2006). El uso exitoso de los recursos fitogenéticos conservados *ex situ* depende de la disponibilidad y calidad de la información (Gutiérrez *et al.*, 2003). En general, los programas de mejoramiento genético hacen poco uso de este material, siendo una tendencia habitual el utilizar el mismo germoplasma que posee el mejorador o aquel proveniente del intercambio con otros mejoradores (Alfaro y Segovia, 2000a; Paliwal, 2001c). El desconocimiento de la organización genética y de la relación existente entre los materiales que conforman una colección, a menudo dificultan su utilización en fitomejoramiento (Becerra y Paredes, 2000).

Los objetivos de la caracterización de una especie son estimar la variabilidad existente en el genoma de los individuos que conforman la población; establecer la representatividad de los ejemplares en la colección en relación con su variabilidad, permitiendo definir estructuras poblacionales y, por último, indagar sobre la estructura genética (Campos y Seguel, 2000; Hidalgo, 2003). La variabilidad de una especie puede ser detectada en forma visual o a través de técnicas especiales; por tanto se debe definir a qué nivel se realizará el estudio. La variabilidad observada se puede agrupar en tres tipos de caracteres: los de tipo

botánico-taxonómico, los morfo-agronómico, es decir aquellos de interés para mejoradores y agrónomos, y los evaluativos que son aquellos que se expresan sólo ante estímulos ambientales bióticos o abióticos como plagas, enfermedades, sequías, entre otros. Para medir la variabilidad genética, se pueden utilizar diversas técnicas de laboratorio tales como marcadores citológicos (cariotipos) o marcadores moleculares (isoenzimas, RFLPs, AFLPs, RAPDs, microsátélites, entre otros) (Hidalgo, 2003).

La caracterización morfológica ha sido ampliamente utilizada en la clasificación de recursos genéticos, en estudios de variabilidad y en la confección de colecciones núcleo (Ozer *et al.*, 2004). La selección de caracteres a analizar dentro de un estudio de variabilidad morfológica no depende sólo de su valor taxonómico, si no también del material genético cuya interrelación se pretende estudiar (Alfaro y Segovia, 2000b). Goodman y Paterniani (1969), concluyeron que la variación en distintos ambientes es mayor para los caracteres vegetativos que para aquellos de mazorca y grano. Smith y Smith (1989), citado por Alfaro y Segovia (2000b), sugieren que los caracteres morfológicos deberían ser estudiados considerando aquellos con una alta repetibilidad entre ambientes. En 1980, el Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales (IPGRI), publicó una lista de descriptores de maíz, donde se determina las variables y sus sistemas de medición, el cual posee un carácter internacional y sirve como una forma estandarizada uniforme de medición entre países (IBPGR, 1991).

Desde el punto de vista morfológico, los recursos genéticos de maíz de América Latina han sido ampliamente caracterizados (Roberts *et al.*, 1957; Wellhausen *et al.*, 1958; Grobman *et al.*, 1961; Ramírez *et al.*, 1961; Timothy *et al.*, 1961; Timothy *et al.*, 1966; Paterniani y Goodman, 1978). La iniciativa de generar esta información permitió el rescate de los recursos nativos de maíz, la clasificación de las razas y la identificación de relaciones en el material sudamericano, siendo la base de otros estudios (Mangelsdorff, 1974).

En Chile, las primeras actividades de recolección se iniciaron alrededor de 1950 (Timothy *et al.*, 1961; Parker y Paratori, 1965), la que fue complementada con una segunda colecta realizada a principios de los ochenta (Paratori, 1983). De esta forma se logró conformar la colección actual de maíces nativos de Chile compuesta por 936 accesiones colectadas entre la XV y X región. Los trabajos de caracterización morfológica y de agrupación racial, determinaron la existencia de 23 formas raciales. Según el menor o mayor grado de mezcla o contaminación con otras razas o híbridos comerciales, cada accesión fue identificada morfológicamente como típica (presentan todas las características de la raza), similar (posee casi todas las características de la raza), mezcla (evidente mezcla de razas) o híbrido (híbrido entre razas) (Paratori, 1983; Paratori *et al.*, 1990). Una de estas razas es el Choclero, que está conformada por 96 accesiones, distribuidas entre la I y VIII región y con un rango de adaptación de 60 a 850 m de altitud, las cuales se encuentran en su mayoría descritas en cuanto a caracteres de planta, mazorca y grano (Paratori *et al.*, 1990). A pesar de esto, la falta de estudios tendientes a cuantificar y relacionar la variabilidad de los caracteres de las poblaciones que conforman el germoplasma de la raza Choclero limita el

uso de estos materiales en programas de mejoramiento genético. (Moreau¹).

La importancia de esta raza en el mercado local instó a las empresas a desarrollar programas de mejoramiento para generar variedades híbridas de mayores rendimientos y uniformidad, con características adecuadas para el consumo fresco y mejor adaptadas a las condiciones locales, las cuales hicieron su aparición en los años ochenta (Cox, 1989). Sin embargo, en la actualidad son pocas las empresas semilleras que ofrecen variedades comerciales de maíces Chocleros ya sea porque no poseen germoplasma o porque la base genética que poseen es estrecha; por otro lado un programa de mejoramiento implica un costo alto y por lo tanto los avances en este ámbito son escasos (Jara, 2005).

El estudio de la variabilidad morfológica de la colección de germoplasma de Choclero conservada *ex situ* en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias es el primer paso hacia una valorización de estos materiales que permitirá, en un futuro próximo, promover su uso en los actuales programas de mejoramiento en esta especie.

Hipótesis

Debido a la amplia distribución geográfica y diversidad de ambientes donde fueron recolectados, accesiones de la raza nativa Choclero presentarán diversidad morfológica intraracial.

Objetivo General

Evaluar la variabilidad de 34 entradas de maíces de raza Choclero recolectados entre la III y la VIII región a partir de caracteres morfológicos.

Objetivos Específicos

Verificar las coordenadas de procedencia de las diferentes accesiones, buscando generar un mapa de localización que permita visualizar la distribución geográfica del material.

Describir los caracteres morfológicos de las distintas accesiones, en base a variables definidas por el IPGRI.

Determinar la existencia de grupos de afinidad y la representatividad de las colecciones por medio del uso de métodos estadísticos multivariados.

¹Benoit Moreau. Investigador. Semameris S.A. 2007. Chile. (Comunicación personal)

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

El ensayo fue realizado entre diciembre de 2005 y mayo de 2006, en el Centro de Investigación La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Pintana, Región Metropolitana, Chile, ubicado a 33° 34' latitud sur, 70°38' longitud oeste y 605 msnm.

Material Vegetal

Se analizó un total de 34 accesiones de maíz (*Zea mays*) raza Choclero obtenidas del Banco Base de semillas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, clasificadas como típicas (13), similares (19), híbrida (1) y mezcla (1). Los datos de registro y tipificación de dicho material se muestran en el Cuadro 1.

Tratamientos y Diseño de Experimentos

El número total de tratamientos fue de 34, correspondiente al total de accesiones. El diseño experimental se realizó en bloques completos al azar con tres repeticiones.

Verificación de origen de los materiales

Las coordenadas de origen de las accesiones, registradas en el Catálogo de Recursos Genéticos de Maíz de Chile (Paratori *et al.*, 1990), fueron verificadas en mapas de escala 1:250.000. La lista de coordenadas de origen corregida de cada uno de los materiales se encuentra en el Apéndice I. La información geográfica fue complementada con la ayuda de atlas agro-climáticos con el fin de obtener información que permitiera explicar el agrupamiento obtenido en los análisis posteriores. Los datos de origen e identificación de las 34 accesiones se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Datos de origen e identificación de 34 accesiones de maíz raza Choclero.

Número de Registro ^{1/}	Identificador ^{2/}	Origen		Fecha Colecta Día/Mes/Año	Nombre Común	Tipo ^{3/}
		Provincia	Localidad			
LP547	CHZM 03 018	Atacama	Atacama	01-01-55	SN	X
LP035	CHZM 05 003	Petorca	Petorca	25-05-81	Choclero	T
LP036	CHZM 05 007	Petorca	Longotoma	25-05-81	Choclero	T
LP037	CHZM 05 019	Quillota	Nogales	26-05-81	Choclero	T
LP038	CHZM 05 024	San Felipe	Putando	27-05-81	Choclero	T
LP039	CHZM 05 025	Los Andes	Rinconada	27-05-81	Choclero	T
LP040	CHZM 05 028	San Felipe	Santa Maria	27-05-81	Choclero	T
LP041	CHZM 05 034	Quillota	San Pedro	27-05-81	Choclero Platina	T
LP042	CHZM 05 039	Quillota	Limache	28-05-81	Malloquino	T
LP043	CHZM 05 042	Quillota	Limache	28-05-81	Choclero Platina	T
LP538	CHZM 05 052	Valparaíso	Valparaíso	01-01-55	Choclero Ligero	S
LP882	CHZM 05 102	Valparaíso	Aconcagua	—	Amarillo Tierno	S
LP888	CHZM 05 103	Valparaíso	Valparaíso	—	Choclero	S
LP893	CHZM 05 104	Valparaíso	Valparaíso	—	Choclero Til-Til	M
LP881	CHZM 07 125	Linares	Linares	—	SN	T
LP884	CHZM 07 126	Linares	Linares	—	Camelia	S
LP033	CHZM 08 002	Ñuble	Niblinto	12-05-81	Chocla	T
LP886	CHZM 08 126	Ñuble	Ñuble	—	Ñampe	S
LP237	CHZM 13 002	Santiago	Chacabuco	29-04-81	Chinoco Mediano	S
LP044	CHZM 13 008	Santiago	Colina	30-04-81	Chinoco Mediano	S
LP239	CHZM 13 011	Santiago	Chacabuco	30-04-81	Chinoco Mediano	S
LP240	CHZM 13 012	Santiago	Chacabuco	30-04-81	Chinoco Chico	S
LP034	CHZM 13 013	Santiago	Curacaví	29-05-81	Choclero	T
LP271	CHZM 13 018	Santiago	Mallarauco	22-06-82	Diente de Caballo	S
LP537	CHZM 13 028	Santiago	Santiago	01-01-55	Choclero	T
LP539	CHZM 13 029	Santiago	Santiago	01-01-55	Choclero	S
LP540	CHZM 13 030	Santiago	Santiago	01-01-55	Chinoco	S
LP541	CHZM 13 031	Santiago	Santiago	01-01-55	Choclero	S
LP543	CHZM 13 032	Santiago	Santiago	01-01-55	Choclero Colina	S
LP883	CHZM 13 144	Santiago	Santiago	—	SN	S
LP887	CHZM 13 145	Santiago	Santiago	—	SN	S
LP885	CHZM 13 171	Santiago	Santiago	—	SN	S
LP542	CHZM SI	SI	SI	01-01-55	SN	S
LP544	CHZM SI	SI	SI	01-01-55	SN	S

Fuente: Paratori *et al.*, 1990.

^{1/}Número de registro: número asignado dentro del Banco de Germoplasma La Platina

^{2/}Identificador: CH= Chile, ZM= Zea mays, XX: código de la primera división política del país, XXX: número de colección.

^{3/} Tipo: clasificación de acuerdo al grado de contaminación con otras razas o híbridos comerciales; T= típico; X= híbrido; S= similar; M= mezcla
SI= sin información; SN= sin nombre

Procedimiento

El terreno fue preparado mediante una aradura (arado de vertedera), más dos rastrajes, disponiendo una separación de surcos de 0,7 m. Para el control de malezas de pre-emergencia del cultivo se utilizó atrazina; para el control de gusanos se realizó una aplicación de clorpirifos. Se realizó una fertilización con 320 Kg de nitrógeno/há, 107 Kg de P_2O_5 /há y 120 Kg de K_2O /há, aplicados en forma de urea, superfosfato triple y muriato de potasio, respectivamente. La dosis de nitrógeno fue parcializada, aplicando un 50% a la siembra y el 50% restante 45 días después (estado de ocho a diez hojas). Para el control preventivo de hongos, la semilla fue desinfectada con captan. La siembra se realizó entre los días 1 y 2 de Diciembre de 2005, la que se hizo manualmente con bastón. Se sembraron dos semillas por golpe a una distancia de 0,25 m sobre hilera, distribuidas en cinco hileras. Se realizaron 80 golpes por parcela experimental. Las plantas se ralearon en estado de dos hojas verdaderas. El control de malezas de post-emergencia se realizó en forma manual en un inicio y posteriormente cuando el cultivo se encontraba en sexta hoja desplegada se realizó una aplicación de 2,4 -D con bomba de espalda. A los 32 días luego de la siembra se procedió a pasar cultivador, con la finalidad de aporcar y controlar malezas. El riego fue realizado a través de sistema de tubos, con una frecuencia de siete días en la época de mayor demanda hídrica.

Las mazorcas evaluadas en este estudio fueron aquellas que se polinizaron manualmente con polen colectado de la misma accesión, el día anterior. Se polinizaron sólo las mazorcas superiores de cada planta. La primera cosecha del material se inició la primera semana de abril, cuando las primeras accesiones presentaron granos con alrededor de 12% de humedad, y finalizó la primera semana de mayo. Se cosecharon todas las mazorcas polinizadas en forma dirigida, incluidas aquellas pertenecientes a los bordes de la parcela. Las mazorcas sin chalas fueron secadas en cámara de secado para homogeneizar la humedad de grano a 10%.

Variables medidas

Se utilizaron diferentes variables de acuerdo a la pauta de descriptores establecidos por el IPGRI (IBPGR, 1991) utilizando además como guía el Catálogo de Recursos Genéticos de Maíz de Chile (Paratori *et al.*, 1990). En total se evaluaron 37 variables: 20 vegetativas (2 fenológicas, 13 de la planta y 5 de la panoja), 11 de la mazorca y 6 del grano.

Caracteres vegetativos

La medición de caracteres morfológicos vegetativos, se efectuó una vez alcanzado el estado de grano lechoso en las distintas accesiones. Para ello se consideró un tamaño muestral de 20 plantas por repetición, encontradas en competencia perfecta. La medición de los

caracteres fenológicos se realizó considerando el número total de individuos presentes en cada parcela.

Caracteres de la mazorca

Conteo de chalas (brácteas) y su grado de cobertura se realizó sobre 20 mazorcas tomadas al azar de los centros de cada parcela. El resto de los caracteres se midieron sobre 10 mazorcas secas (8 a 12 % de humedad), obtenidas de los centros de la parcela. La inclusión de mazorcas del borde se realizó cuando no se logró obtener 10 mazorcas del centro con buen grado de fecundación. Esta decisión fue tomada debido a que el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis no arrojó diferencias significativas entre los grupos de ambas procedencias.

Caracteres del grano

Para la medición de los caracteres del grano se tomó una muestra de 10 granos obtenidos del punto medio de cada una de las 10 mazorcas, de los cuales se registró el promedio.

El total de caracteres evaluados se listan en el Cuadro 2 de acuerdo al tipo de variable (cuantitativa o categórica). La definición de cada uno de ellos se presenta en el Apéndice II.

Análisis Estadístico

Con la finalidad de poder excluir del análisis multivariado aquellas variables que no presentaran diferencias significativas y al mismo tiempo tener una idea de la variabilidad presente entre cada uno de los caracteres, se utilizaron dos procedimientos dependiendo si se trataba de variables continuas o discretas. Para variables continuas, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 0,05, previamente verificados los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Cuando se encontraron diferencias significativas se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey como prueba *a posteriori*. Para variables discretas y para aquellas que no cumplieran los supuestos requeridos para el ANDEVA se realizó la prueba de Kruskal Wallis. En el caso de las variables ordinales y nominales se calculó la frecuencia para cada una de sus categorías.

Para los análisis multivariados se consideró aquellas variables de tipo continuo y discreto, por lo que se calcularon los coeficientes de correlación para los valores de las medias de dichas variables, con el fin de descartar los caracteres altamente correlacionados y que aportaran por tanto información redundante en los análisis multivariados. Para ello se procedió a seleccionar entre aquellas variables cuyo valor absoluto de correlación fuera mayor o igual a 0,6 el cual sería lo suficientemente grande como para sustituir una variable por otra (Johnson, 1999). Esto permitió reducir el número total de variables a 11.

Una vez definidas las variables a utilizar se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con base en la matriz de correlaciones. Esta es una técnica estadística de síntesis o reducción de la información ya que transforma un conjunto de variables respuesta correlacionadas en un conjunto menor de variables no correlacionadas conocidas como componentes principales.

Los componentes principales son una combinación lineal de las variables originales y contienen la mayor cantidad de información posible de éstas en orden decreciente, es decir, cada componente subsiguiente toma en cuenta tanto de la variabilidad restante como sea posible (Johnson, 1999).

Paralelamente, se realizó un análisis de conglomerados en base a la estandarización de las 11 variables anteriormente seleccionadas. Este análisis agrupa elementos en grupos homogéneos o conglomerados, en función de las similitudes de una serie de características o atributos. 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 similitudes entre los elementos de la muestra (Peña, 2002). Para este estudio se utilizó el método Ward (Ward, 1963) y la matriz de distancia de Manhattan como medida de similitud. Esta distancia considera la sumatoria de los valores absolutos de cada variable (Peña, 2002). El método Ward es un método jerárquico que une los casos buscando minimizar la varianza dentro de cada grupo, creando grupos homogéneos y con tamaños similares (Díaz, 2002).

Finalmente, se realizó un análisis discriminante para validar el agrupamiento efectuado por el análisis de conglomerados. Ésta técnica permite localizar las variables que contribuyen en mayor grado a discriminar los sujetos en los diferentes grupos establecidos por la variable dependiente así como también determinar el grupo al que pertenece un individuo (Díaz, 2002). Para ello se utilizó como variable predictora (independiente) los valores propios obtenidos para cada accesión en los cinco primeros componentes principales y como variable cualitativa (dependiente) los grupos formados por el análisis de conglomerados.

El programa utilizado fue Statistica para Windows, versión 6.1 (Statsoft, 2000)

Cuadro 2. Variables utilizadas en la descripción morfológica de 34 accesiones de maíz Choclero, según tipo de variable.

Tipo de Carácter	Variables Cuantitativas		Variables Categóricas	
	Continuas	Discretas	Nominales	Ordinales
Vegetativo	Altura de planta	Días a la antesis masculina		Grado de pigmentación del tallo
	Altura de inserción de mazorca	Días a la antesis femenina		
	Longitud hoja de la mazorca	Nº de hojas sobre la mazorca		Grado de pubescencia
	Ancho hoja de la mazorca	Nº de hojas por planta		
	Índice de la nervadura	Índice de macollamiento		
	Diámetro de tallo	Nº de mazorcas en el eje central		
	Longitud de la panoja	Nº de mazorcas por macollo		
	Longitud parte ramificada de la panoja	Nº de ramificaciones secundarias de la panoja		
	Longitud pedúnculo de la panoja	Nº de ramificaciones primarias de la panoja		
Mazorca	Longitud de la mazorca	Nº de chalas	Forma de la mazorca	Grado de cobertura de la chala
	Diámetro de la mazorca	Nº de hileras de granos	Disposición de hileras	
	Diámetro de la coronta		Color de la coronta	
	Diámetro del raquis			
	Peso de 100 granos			
Grano	Longitud del grano		Forma de la superficie del grano	
	Ancho del grano		Color del grano	
	Espesor del grano		Textura del grano	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis descriptivos, de los contrastes de hipótesis y los coeficientes de correlación de las diferentes variables medidas para las 34 accesiones en estudio permitieron resumir y establecer las relaciones entre los tratamientos y entre las variables, logrando de esta forma depurar la información útil en el agrupamiento de las poblaciones en estudio. El uso de técnicas multivariadas permitió generar grupos de semejanza de acuerdo a las variables de tipo cuantitativo, siendo esta información complementada con aquellas de tipo categórico. Dichos resultados son expuestos a continuación.

Análisis Univariado y Descriptivo

La descripción, por medio de medidas de similitud y de dispersión, de las variables cuantitativas así como la síntesis de los análisis de varianza y de las pruebas de Kruskal Wallis realizados se presentan en el Cuadro 3. La descripción de cada una de las accesiones para los 37 caracteres medidos se muestra en el Apéndice III y IV. Las variables diámetro de tallo y longitud de panoja no cumplieron con los supuestos de homocedasticidad y normalidad de datos, respectivamente, por lo que se utilizó la prueba de Kruskal Wallis. Para todas las variables estudiadas se observan diferencias significativas entre las accesiones a excepción de índice de macollamiento y número de mazorcas por macollo. El carácter con mayor coeficiente de variación fue altura de inserción de la mazorca seguido por altura de planta y peso de 100 granos (CV: 25,5; 19,8 y 18,0 % respectivamente). El carácter menos variable es espesor de grano seguido por diámetro de tallo (CV: 5,0 y 5,5 % respectivamente). La longitud promedio de mazorca fue de 13,5 cm, con valores que fluctuaron entre 10,6 cm y 17,8 cm promedio; el diámetro de mazorca varió de 4,3 cm hasta 6,6 cm con un promedio de 5,7 cm. Con respecto a estas características, Paratori *et al.* (1990) encontraron en parte de este material, valores para longitud de mazorca de 8 hasta 15 cm y valores para diámetro de mazorca de 4,3 a 6,4 cm, coincidiendo en el primer carácter mencionado las accesiones pertenecientes a dichos valores. Sepúlveda (2000) encontró en un grupo de maíces Chocleros comerciales del tipo precoz a intermedio, mazorcas de segunda selección con tamaños que variaron de 19,6 a 23,6 cm promedio y diámetros desde los 5 a los 7,5 cm promedio; si bien en éstas existe una selección previa en cuanto a su tamaño, se pueden observar diferencias importantes en términos promedio con respecto al material nativo, explicado en parte por la mayor capacidad de producción que presentan las variedades híbridas con respecto a una variedad de polinización libre (Paratori, 1995a; Paliwal, 2001d). El número de días a la antesis de la flor femenina varió entre 56 y 76 con un rango de 20 días de ocurrencia. Se debe considerar que estos valores fluctúan con la fecha de siembra y con las características agro-climáticas del lugar donde se miden (Fauguenbaum, 2003), por lo cual no se debe esperar valores similares al comparar con la descripción otorgada por Paratori *et al.* (1990); sin embargo, cuando consideramos el orden numérico que presenta cada accesión con respecto a este valor (ranking), se pueden

observar coincidencias, es decir, aquellas consideradas precoces y tardías en este estudio lo fueron también en aquel entonces. Es importante mencionar que la descripción entregada en el Catálogo de Recursos Genéticos de Maíz de Chile (Paratori *et al.*, 1990), se encuentra incompleta ya que, de las 34 accesiones consideradas en el presente trabajo, 22 presentan la descripción completa y 2 poseen sólo la descripción de mazorca y grano, por lo cual este trabajo permite la descripción del total de maíz Choclero típico y similar.

Cuadro 3. Descripción de datos continuos y discretos, en base a los datos de medias y medianas de cada uno de los 34 tratamientos, y síntesis de las pruebas realizadas.

Variable	Media ^{1/}	Med.	Mín.	Máx.	F	H	p ^{2/}	EE	CV
Altura de planta	150,5	—	69,5	223,5	26,7	—	0,00	5,1	19,8
Altura de inserción de mazorca	83,2	—	29,2	125,4	18,7	—	0,00	3,6	25,5
Longitud hoja mazorca	70,8	—	55,1	88,4	11,1	—	0,00	1,0	8,6
Ancho hoja mazorca	8,5	—	7,1	9,8	5,3	—	0,00	0,1	7,0
Diámetro tallo	2,5	—	2,2	2,7	—	55,0	0,00	0,0	5,5
Longitud panoja	37,2	—	31,0	42,2	—	78,5	0,00	0,5	7,8
Longitud pedúnculo	18,4	—	14,9	22,3	5,6	—	0,00	0,3	10,5
Longitud parte ramificada panoja	13,5	—	10,4	16,1	5,8	—	0,00	0,3	10,8
Longitud mazorca	13,5	—	10,6	17,8	12,4	—	0,00	0,3	11,9
Diámetro mazorca	5,7	—	4,3	6,6	24,8	—	0,00	0,1	9,5
Diámetro coronta	3,9	—	2,9	4,6	27,2	—	0,00	0,1	11,4
Diámetro raquis	2,7	—	1,9	3,5	25,8	—	0,00	0,1	14,6
Peso 100 granos	23,6	—	17,2	37,5	15,2	—	0,00	0,7	18,0
Longitud grano	1,2	—	1,0	1,5	13,6	—	0,00	0,0	7,7
Ancho grano	0,7	—	0,7	0,9	15,2	—	0,00	0,0	6,9
Espesor grano	0,5	—	0,4	0,5	4,4	—	0,00	0,0	5,0
Índice nervadura	2,7	—	2,4	3,2	6,3	—	0,00	0,0	6,6
Días antesis masculina	—	66	54	73	—	90,4	0,00	—	—
Días antesis femenina	—	69	56	76	—	89,4	0,00	—	—
Número hojas por planta	—	13	11	16	—	81,5	0,00	—	—
Número hojas sobre mazorca	—	5	4	7	—	78,8	0,00	—	—
Número mazorcas eje central	—	2	1	2	—	71,5	0,00	—	—
Índice macollamiento	—	0	0	0	—	46,8	0,06	—	—
Número mazorcas/macollo	—	0	0	0	—	38,1	0,25	—	—
Número ramificaciones primarias	—	29	17	37	—	80,9	0,00	—	—
Número ramificaciones secundarias	—	5	2	11	—	77,5	0,00	—	—
Número chalas	—	10	8	14	—	78	0,00	—	—
Número hileras	—	24	18	31	—	89,8	0,00	—	—

^{1/} Los valores de las medias se encuentran expresados en centímetros; Peso de 100 granos expresado en gramos. Índice de la nervadura expresado en número de venas/cm.

^{2/} Valor p para análisis respectivo; p≤0,05 indica diferencia significativa.

Med.=mediana; Min.=mínimo; Máx.=máximo; F=valor F para el análisis de varianza; H=valor H para la prueba de Kruskal Wallis; EE=Error Estándar; CV=coeficiente de variación.

Los caracteres con mayor Error Estándar fueron altura de planta, altura de inserción de la mazorca, longitud de la hoja de la mazorca y peso de 100 granos. Este índice cuantifica el error cometido al estimar la media poblacional a través de la media muestral (Abraira, 2002), indicando además que dichos caracteres presentan variación entre las poblaciones. Estos descriptores, así como otros, son altamente influenciados por las condiciones ambientales asociadas al cultivo y muestran alta variabilidad intra-poblacional (Goodman y Paterniani, 1969), sin embargo, en estudios de diversidad fenotípica realizados en más de un ambiente, la estimación de repetibilidad de estos caracteres en los distintos ambientes ha mostrado en algunos casos valores altos, por lo cual han sido considerados en la elaboración de los grupos (Herrera *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005; González *et al.*, 2006). Según Hidalgo (2003) los caracteres morfo-agronómicos poseen en su mayoría heredabilidad local aceptable, pero son afectados por cambios ambientales. La desventaja del uso de caracteres cuantitativos en estudios de diversidad se debe a que están regidos por múltiples genes y por la interacción que poseen con el medio ambiente. El rendimiento y la mayor parte de los caracteres de tipo económico son cuantitativos, sin embargo, son utilizados en la descripción de las poblaciones debido a la importancia agronómica y la variabilidad inter-poblacional que permiten explicar (Jugenheimer, 1959; IBPGR, 1991; Hidalgo, 2003).

Análisis de componentes principales

En la Figura 1 se muestra la distribución de las 34 accesiones de maíz sobre el plano determinado por los dos primeros componentes principales (CP), los cuales en conjunto explican 48% de la variación establecida por los once caracteres seleccionados. La gráfica de los dos primeros CP es utilizada con el fin de visualizar la dispersión de los casos considerando la mayor concentración de la variación posible en una gráfica bidimensional (Alfaro y Segovia, 2000a, 2000b; Chávez, 2003; Herrera *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005). El primer componente mostró una mayor asociación con altura de inserción de la mazorca, ancho de la hoja de la mazorca, diámetro de tallo, longitud de la parte ramificada de la panoja, longitud de mazorca y peso de 100 granos (Cuadro 4); la variable número de chalas fue la única que tuvo una correlación negativa en este componente por lo que este carácter está asociado a plantas más bajas y con mazorcas más cortas. El segundo componente tuvo mayor asociación con diámetro de raquis, número de chalas, ancho de la hoja e índice de la nervadura. El 85% de la variación es explicada por los primeros cinco CP.

Al graficar los dos primeros CP (Figura 1), en el cuadrante positivo de ambos componentes se observan accesiones de precocidad intermedia y semi-tardía, así como aquellas con el mayor período a emisión de estilos (LP271, LP883, LP884)(Cuadro 1); los valores para los caracteres restantes son variables, a pesar de lo cual se puede visualizar una tendencia a valores superiores para altura de inserción de la mazorca, peso de 100 granos, ancho de la hoja y diámetro del tallo con respecto al resto de las accesiones (valores se encuentran en los dos tercios superiores del total). La procedencia geográfica de éstas varía en latitud y longitud abarcando sectores de litoral, valles costeros y valle central por lo que la sumatoria

térmica y la humedad relativa (HR) se muestran variable; sin embargo, se puede observar una propensión hacia valores bajos en el período libre de heladas en 8 de las 11 entradas aquí presentes (245-249 días) (CIREN, 1990). La humedad, la temperatura y la duración del período libre de heladas son condiciones climáticas que pueden ser determinantes en las características fenotípicas de las poblaciones locales debido a la adaptación producida a través de los años (Paratori, 1995a).

Cuadro 4. Valor de correlación de las variables y su componente respectivo, para cada uno de los cinco primeros componentes principales (CP) y % de varianza asociada.

Variable	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
Altura de inserción de la mazorca	0,899525	-0,043625	-0,068975	0,001607	0,082029
Ancho de la hoja de la mazorca	0,536731	0,599414	0,187195	-0,394117	0,066953
Diámetro del tallo	0,650299	0,210285	-0,231977	0,115471	0,530200
Longitud parte ramificada panoja	0,546868	-0,034712	-0,579185	-0,300615	-0,413586
Longitud de la mazorca	0,679012	-0,328859	0,499945	-0,125382	-0,169207
Diámetro del raquis	0,143829	0,842659	-0,219579	0,139296	0,127623
Peso de 100 granos	0,747844	0,144745	0,303882	0,389797	-0,296857
Espesor del grano	0,015823	0,312196	-0,108767	0,865171	-0,237288
Índice de la nervadura	0,110296	-0,530401	-0,503589	0,468241	0,162264
Número ramificaciones primarias	0,001236	0,091398	-0,886896	-0,262483	-0,168849
Número de chalas	-0,501483	0,703805	0,094956	-0,015909	-0,152095
% varianza explicada	28,40087	19,34805	17,09641	13,48201	6,64270
% varianza acumulada	28,40087	47,7489	64,8453	78,3273	84,9700

Por otra parte, siguiendo en el cuadrante positivo de CP2 y tomando el cuadrante negativo de CP1 se encuentran aquellas poblaciones con el menor número de días a emisión de estilos (mayor precocidad), mazorcas de menor longitud e inserción en la planta (11,5 cm y 49 cm promedio respectivamente), granos pequeños (19,5 gramos promedio el peso de 100 granos) y mayor número de chalas en la mazorca. Estas accesiones, denominadas localmente como Chinoco Mediano y Chinoco Chico se colectaron en la zona de Chacabuco. En dicho cuadrante se confinan también tres accesiones originarias de la zona de Santiago (LP539, LP543 y LP885), las cuales presentan también valores bajos para los caracteres mencionados. Se observó que las zonas de origen de las accesiones limitadas a este cuadrante presentan características agro-climáticas similares, donde la sumatoria térmica en los meses en que se lleva a cabo el cultivo del maíz está dentro de las más altas del grupo de accesiones estudiadas. El cuadrante negativo de ambos CP agrupa accesiones con precocidad variable que van desde semi-precoz a semi-tardío, valores en general bajos para altura de inserción de la mazorca (56-78,5 cm y dos accesiones con valores sobre 96 cm promedio), peso de 100 granos y diámetro del tallo; y tendencia a mazorcas más angostas y de longitud intermedia (2,3 y 13,5 cm promedio para diámetro de raquis y longitud de mazorca, respectivamente). Los sitios de colecta de estas accesiones se restringen a las zonas de Santiago y Valparaíso, a excepción de dos accesiones, una

proveniente de Ñuble (LP886) y la otra de Atacama (LP547). Se registran valores para período libre de heladas desde los 235 a los 334 días para todas las localidades exceptuando Atacama. No se observaron valores en común en la sumatoria térmica y humedad relativa de las zonas de origen ya que en el caso de la zona de Valparaíso estos valores se encuentran alrededor de los 960 día-grado (D°) y 74% de HR, sin embargo en la zona de Santiago éstos son del orden de los 1.380 D° y 55% de HR (CIREN, 1990). El agrupamiento de éstas accesiones puede deberse a las diferencias existentes entre las zonas de origen con respecto a la zona de estudio, ya que aquellas provenientes de Valparaíso y Ñuble, al provenir de sectores con menor acumulación térmica diaria se presentan con plantas bajas pero poseen mazorcas de longitud intermedia así como aquellas provenientes de Santiago. En el cuadrante positivo de CP1 y negativo de CP2 también se agrupan accesiones con precocidad variable (semi-precoz a tardía) que provienen de zonas diversas con características agroclimáticas variables. Se puede observar una cierta tendencia hacia valores altos para altura de inserción de la mazorca, a diferencia de diámetro del raquis y peso de 100 granos que muestra cierta propensión a valores bajos.

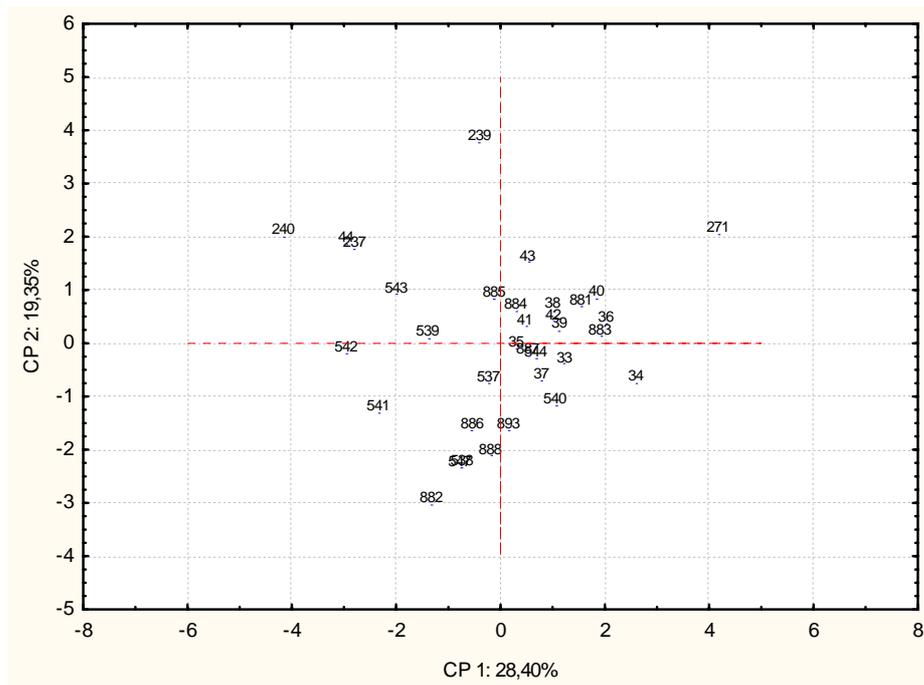


Figura 1. Dispersión de 34 accesiones de maíz raza Choclero identificadas según número de registro (Cuadro 1), en el plano determinado por los dos primeros componentes principales.

Análisis de conglomerados

En la Figura 2 se muestra la clasificación de las poblaciones agrupadas por las características morfológicas evaluadas. Los distintos caracteres cualitativos son exhibidos por medio de una tabla con colores que varían de un extremo a otro de acuerdo a la categoría representante de cada una de las accesiones; el color de grano se encuentra con las categorías obtenidas de la carta de colores de la Royal Horticultural Society, siendo los colores 13C y 14C del tipo amarillo y 15B junto con 15C del tipo amarillo anaranjado. La variable disposición de hileras no es considerada en dicha tabla ya que todas las accesiones presentaron como moda la categoría Irregular.

Inicialmente se puede identificar tres grupos principales: el primero ubicado en el extremo izquierdo de la Figura 2 (grupo A), el del centro (grupo B) y el del extremo derecho (grupo C). En ellos se observan variaciones en los valores de los diferentes caracteres, con tendencias claras para algunos y de difícil interpretación en otros, debido a la variación que presentan; por ello en la siguiente descripción de los grupos se consideran las tendencias de los valores (rangos o “ranking”) y los datos promedio de los grupos a fin de establecer las diferencias.

De acuerdo a Díaz (2002), la distinción de grupos lo suficientemente homogéneos que se diferencien claramente entre sí, se localiza en aquel punto en que la distancia de unión con respecto a la etapa anterior es sustancialmente mayor. Esto ocurre en la etapa treinta donde la distancia de unión es de 19, 67, la cual está a 5 puntos de la distancia de unión de la etapa anterior diferenciando claramente los grupos. Según este parámetro se pueden identificar los grupos A, 3, 4, C (excepto LP271) y un conglomerado compuesto por una sola accesión, LP271 (Figura 2).

Grupo A: se encuentra conformado por siete accesiones, del tipo precoz a intermedia, de plantas y panojas pequeñas (tercio menor del total en estudio) y granos de bajo peso; sus mazorcas son las más cortas y cuatro de las accesiones presentan diámetro del raquis superior a 3 cm pero poseen granos cortos (menor a 1,1 cm) por lo que presentan diámetro de mazorca variable y con forma cónica a cilindro-cónica. En este grupo se observa una menor relación entre los valores de diámetro de la mazorca con diámetro del raquis y de la coronta, a diferencia del resto de accesiones que tienden a valores correlativos. Esto es un indicio de que el aporte porcentual en peso de la coronta es mayor en este grupo. Este grupo coincide con aquel encontrado en el cuadrante positivo de CP2 y el cuadrante negativo de CP1, donde también se presentan los maíces del tipo Chinoco Chico y Mediano. Las zonas de origen de las accesiones pertenecientes a este grupo se encuentra en la zona de Santiago-Chacabuco y tienen en común valores altos en su sumatoria térmica (1.360 a 1.390 D°) y valores bajos para la humedad relativa (50–55%) en los meses de octubre a marzo, en comparación con las zonas de origen de las restantes entradas y un período libre de heladas de 255 a 285 días al año. Esto se debe a que la cuenca de Santiago posee un régimen de temperaturas similar al área más interna del valle de Aconcagua en la V región (CIREN,

1990). La asociación existente entre plantas pequeñas y precoces con zonas de altas temperaturas y alta evaporación fue también observada por López *et al.* (2005) lo cual se podría explicar por la presión de selección natural de los factores climáticos sobre las poblaciones colectadas en dichas zonas. En las plantas que se polinizan libremente durante muchos años se produce, en zonas de escasa humedad, una disminución del desarrollo vegetativo, se reduce el área foliar, el tamaño de las mazorcas y granos y bajan también los rendimientos (Paratori, 1995a). Por otro lado, se puede mencionar que las altas temperaturas de localidades microclimáticas de la V región y región Metropolitana, como es el caso de Colina, permiten obtener producciones a partir de noviembre con siembras que se realizan desde mediados de agosto (Sepúlveda, 2000), lo que lleva a los agricultores a seleccionar hacia variedades más precoces, como los Chocleros corrientes del tipo Chinoco, Colinano y Chadino que lograban muy buenos precios en el mercado (Paratori, 1995b). El grupo de maíces del tipo Chinoco Mediano y Chico fueron estudiados por Parker y Paratori (1965) y por Aljaro (1972) encontrando en ellos mazorcas con longitudes promedio de 11 cm y altura de inserción de la mazorca de 63 cm. El grupo A se divide a su vez en dos: el del extremo izquierdo está compuesto sólo por dos accesiones las cuales se diferencian de las restantes del grupo en tener corontas de color rosado y rojo y poseer las mazorcas con menor longitud.

Grupo B: Compuesto por poblaciones con mazorcas de mayor longitud que el grupo A y C (tamaño intermedio a largo) y menor diámetro que el resto de las accesiones, plantas de diferentes alturas, tendiendo a valores intermedio a bajo (83 cm promedio para altura de inserción de la mazorca), con panojas más bien pequeñas (11,1 a 13,8 cm longitud de la parte ramificada) y tendencia a pocas ramificaciones primarias (17 a 33, con siete de ellas entre los diez menores valores para este parámetro), de fenología semi-precoc a tardío. Éste grupo se divide a su vez en dos grupos: el del extremo derecho (grupo 4) está conformado por tres accesiones las cuales poseen en promedio valores superiores para altura y longitud de mazorca, diámetro de raquis, peso de 100 granos y espesor de grano y menores para longitud de la parte ramificada de la panoja y número de ramificaciones primarias; en ésta última variable presentan los menores valores para el total de accesiones en estudio, además de mazorcas del tipo cilíndrica. Las tres accesiones aquí mencionadas tienen en común un aparente grado de contaminación con otras razas ya que LP547 se encuentra clasificada como híbrido y posee, junto a las otras dos accesiones, las más altas frecuencias de mazorcas cilíndricas (63 a 68%); a esto se agrega que LP034, a pesar de ser típica de la raza, posee el menor contenido porcentual de mazorcas con hileras irregulares (34%), con un valor similar para disposición de hileras regulares (30%) y rectas (30%) y posee en promedio las mazorcas más largas de todas las poblaciones estudiadas; sin embargo Paratori *et al.* (1990) encontraron en esta accesión mazorcas del tipo cónica, con una longitud similar o menor a otras accesiones descritas y una textura de grano harinosa. Debido a las características mencionadas en estas accesiones se podría considerar que existe un grado de contaminación, posiblemente con la raza Diente de Caballo o con maíces del tipo dentado comercial, especialmente en LP034, revelado quizás por la segregación en campo de esta población en la temporada de estudio. Dicha raza se caracteriza por sus mazorcas largas, cónicas a cilindro-cónicas, hileras regulares, granos bien dentados de gran

tamaño y plantas vigorosas con mayor altura de inserción de las mazorcas que en la raza Choclero (Paratori *et al.*, 1990; Faiguenbaum, 2004). Por otro lado, LP547 tiene una alta frecuencia de mazorcas con hileras irregulares (90%), posee plantas de portes bajos (64,6 cm promedio en altura de inserción de la mazorca) y semi-precoces pero mazorcas de longitud intermedia (14,6 cm) y angostas (2 cm) con granos grandes (27,9 gramos para peso de 100 granos), a diferencia de varias accesiones que mostraron una relación positiva entre el grado de precocidad y la longitud de mazorca y tamaño del grano lo cual puede deberse a las marcadas diferencias entre su zona de origen (Atacama) y el lugar donde fue realizado el ensayo; la evaluación de un genotipo en un ambiente diferente al de su origen afecta el comportamiento de éste (Alfaro y Segovia, 2000b). Las características que presenta esta entrada avala la clasificación de híbrido que posee.

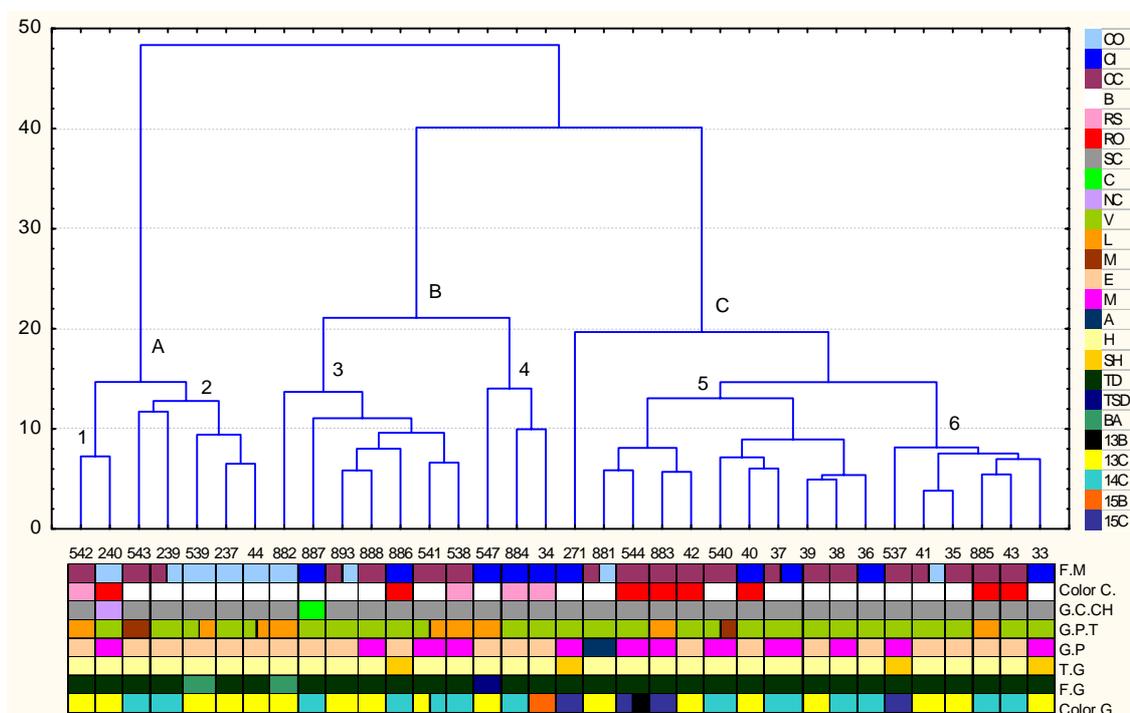


Figura 2. Dendrograma de 34 accesiones de maíz raza Choclero, identificadas por número de registro (Cuadro 1), utilizando el método Ward y la matriz de distancias de Manhattan.

F.M: forma de la mazorca (CO: cónica; CI: cilíndrica; CC: cilindro-cónica); Color C: color coronta (B: blanco; RS: rosado; RO: rojo); G.C.CH: grado cobertura chala (SC: sobre-cubre; C: cubre; NC: no cubre); G.P.T: grado pigmentación del tallo (V: verde; L: leve; M: media); G.P: grado pubescencia (E: escasa; A: alta); T.G: textura grano (H: harinoso; SH: semi-harinoso); F.G: forma grano (TD: trapezoidal dentado; TSD: trapezoidal semi-dentado; BA: brevemente aristado; Color G: color del grano (13C, 14C, 15B, 15C)

Este grupo puede ser considerado de interés en el mejoramiento genético de variedades Chocleras ya que por un lado posee panojas pequeñas y poco ramificadas, las cuales se asocian a una menor competencia por fotosintatos con la mazorca y también menor sombreado de la planta que panojas de gran tamaño (Zerene, 1985); al mismo tiempo mazorcas cilíndricas son de mayor utilidad ya que poseen el mismo diámetro a lo largo de todo el choclo, permitiendo usar este producto trozado (Moreau¹).

El grupo del extremo izquierdo (grupo 3) presenta plantas de altura intermedia a baja, granos delgados (4,31 mm de espesor) y mayor precocidad que el grupo 4 además de las ya mencionadas diferencias; sus zonas de origen se concentran en la provincia de Valparaíso, Santiago y una proveniente de Ñuble (LP886). Este grupo proviene de zonas con características agro-climáticas similares que el grupo ubicado en el cuadrante negativo de CP1 y CP2. De las siete accesiones que conforman el grupo 3, cinco de ellas poseen los valores más bajos para disposición de hileras irregular (49 a 60%) de los cuales dos poseen porcentajes altos para textura de grano semi-harinosa (47 y 57%). Casi la totalidad de estas accesiones se encuentran clasificadas como similares, es decir hay un grado de contaminación, menor que en el grupo 4, pero que se manifiesta con algunas características que se escapan de las descritas para la raza y que se ven reflejados en este estudio. Herrera *et al.* (2004) hallaron dentro de la raza Chalqueño variantes en cuanto a color, textura y forma del grano y mazorca, asociándolo al intercambio de semilla entre agricultores y traslado de razas a otras zonas. Es muy posible que, dada la zona de recolección de la raza Choclero, donde se cultiva también maíz dentado comercial, hubiese intercambio de semilla o, en menor grado, flujo de polen.

Grupo C: éste es el más numeroso ya que posee 16 accesiones las cuales presentan valores intermedios para la mayor parte de sus caracteres, sin embargo en promedio presenta los valores más altos para altura de inserción de la mazorca, ancho de la hoja, diámetro del tallo, longitud de la parte ramificada de la panoja y número de ramificaciones primarias, con respecto a los grupos A y B. Las características agro-climáticas de ese grupo son variables, debido a que provienen de zonas distantes en latitud y longitud; en él se encuentran la mayor parte de las entradas halladas en CP1 positivo. En este grupo se observan casi todas las accesiones clasificadas como típicas de la raza, más cinco del tipo similar. A su vez este grupo se separa en otros tres grupos, los cuales tampoco provienen de zonas agro-climáticas similares. De ellos se puede decir que el grupo del centro está conformado por seis accesiones que en promedio presentan plantas más altas, con panojas un tanto más grandes y más ramificadas, pero con mazorcas más cortas y de mayor diámetro que los otros dos grupos que lo rodean. El grupo del extremo izquierdo (grupo 6) está conformado por cuatro accesiones y presenta en promedio mazorcas más largas y mayor número de días a floración. El grupo del extremo derecho está también compuesto por seis accesiones de plantas más pequeñas con tallos más delgados y panojas con menores ramificaciones y granos de mayor peso.

¹Benoit Moreau. Investigador. Semameris S.A. 2007. Chile. (Comunicación personal)

Con respecto a ellas se puede indicar que LP033 presenta prácticamente la mitad de sus mazorcas con forma cilíndrica así como de mazorcas con hileras irregulares (57%) y con grano semi-harinoso (62%), por lo que se piensa que podría presentar un grado de contaminación racial.

En general el grupo C no posee características claramente diferenciables de los otros dos grupos, esto debido a que posee valores intermedios en los distintos caracteres y posiblemente la variación existente entre las accesiones presentes en él no es alta, para los caracteres considerados. Alfaro y Segovia (2000b) encontraron que de acuerdo al análisis de conglomerados para 46 entradas de maíces, 31 eran concentradas en un grupo, el cual era subdividido en cinco grupos que no poseían una tendencia clara que explicara diferencias, asociando esta situación a la imprecisión que pudieran tener los caracteres, sobre todo vegetativos, en la tarea de diferenciación de las poblaciones.

Al igual que en la gráfica expuesta del ACP (Figura 1), la accesión LP271 está separada del resto del grupo C (Figura 2); esto se puede explicar porque posee el mayor valor para peso de 100 granos, el segundo mayor valor para altura de inserción y longitud de mazorca, la cual es principalmente de forma cilíndrica, tiene un 58% de mazorcas con hileras irregulares, sus granos son semi-harinosos (73% de frecuencia, el valor más alto), y de coloración amarillo-anaranjada, todo lo cual la separa notoriamente del resto en cuanto a tamaño y forma. Esta accesión es denominada localmente como Diente de Caballo indicando posible hibridación con esta raza. Los valores encontrados por Paratori *et al.* (1990) en esta entrada para varios caracteres fueron altos con respecto a otras, así como en este estudio. Esta accesión, junto con LP034, LP036 y LP040 fueron consideradas parte del 20% superior del germoplasma nativo de maíz en cuanto a rendimiento, precocidad, altura de plata y tendadura por Paratori y Silva (1987).

La presencia de grupos distantes en cuanto a sus características morfológicas puede ser de gran utilidad en mejoramiento genético ya que los híbridos más convenientes o de mayores rendimientos se podrían lograr a través de cruza entre líneas altamente homocigotas (autofecundadas), con características diferentes, siendo la distancia genética de gran importancia en este aspecto; en cruzamientos de líneas provenientes de razas distantes, se logran mejores rendimientos o adaptabilidad a ciertas condiciones (Jugenheimer, 1959). La variedad de climas presentes en Chile, producto de su amplia variación latitudinal y altitudinal, genera una alta diversidad de germoplasma nativo (Campbell *et al.*, 2003). Sin embargo, de acuerdo a Paterniani (2000), el cruzamiento de genotipos muy lejanos puede producir híbridos de bajos rendimientos debido a la poca adaptación a las condiciones de evaluación, por lo que el grado de heterosis por sí solo no es lo primordial para fines prácticos, sino el rendimiento y otros atributos de interés para el mejorador.

Análisis discriminante

Se utilizaron los valores propios obtenidos en el ACP para cada accesión en los cinco primeros CP, ya que de esta forma fue posible la reducción de la información con la confianza suficiente debido a que se concentra en esta matriz de datos el 85% de la variación observada en los datos originales (Méndez *et al.*, 2002). Se realizaron dos análisis: el primero consideró los tres grupos principales formados en el análisis mencionado (grupos A, B y C) de acuerdo a la inspección del dendrograma (Figura 2) siendo estos resultados expuestos en el Cuadro 5; el segundo análisis consideró los seis grupos formados en el dendrograma a una distancia de 14,01. Éste es el valor más bajo que permitió la conformación de diferentes grupos sin generar pérdida de datos (exceptuando LP271), es decir, a esa distancia se generan conglomerados con un mínimo de dos accesiones; valores más bajos provocan conglomerados formados por una sola accesión. Los resultados de dicho análisis se muestran en el Cuadro 6. Ambos análisis mostraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos ($p < 0.0000$).

Cuadro 5. Matriz de clasificación discriminante para tres grupos formados en el análisis de conglomerados

Grupos	A	B	C	% Clasificación correcta
A	7	0	0	100,00
B	0	10	0	100,00
C	0	0	17	100,00

En el Cuadro 5 se puede observar que el total de accesiones consideradas en cada grupo fueron clasificadas correctamente. Esto, junto con las características ya expuestas que hacen diferenciables a los tres grupos, reafirman la separación del material en grupos definidos así como la existencia de variabilidad dentro de la raza estudiada.

Cuadro 6. Matriz de clasificación discriminante para seis grupos formados en el análisis de conglomerados

Grupos	1	2	3	4	5	6	% Clasificación correcta
1	2	0	0	0	0	0	100,00
2	0	5	0	0	0	0	100,00
3	0	0	7	0	0	0	100,00
4	0	0	0	3	0	0	100,00
5	0	0	0	0	9	1	90,00
6	0	0	0	0	1	5	83,33

Al considerar los seis grupos formados en la Figura 2 y analizados en el Cuadro 6, se observa que en cuatro de ellos todos los casos son clasificados correctamente y dos no

logran la clasificación completamente correcta, esto debido que uno de los casos del grupo cinco (LP042) fue clasificado en el grupo seis y uno del grupo seis (LP035) fue a su vez clasificado en el grupo cinco. Esto podría deberse a que en ambos grupos las diferencias no son tan marcadas, ya que, como se ha expuesto anteriormente, los caracteres utilizados en los análisis multivariados pudieran ayudar a separar grupos en algunos casos pero dificulta la separación de grupos diferenciables en el grupo C.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que existe variabilidad inter poblacional dentro de la raza Choclero. Los caracteres morfológicos, junto con el uso de análisis estadísticos multivariados permiten diferenciar grupos afines, logrando de esta forma sintetizar la información generada durante la descripción de las accesiones. La conformación de los grupos permite entender la relación existente entre las accesiones y definir las características acordes de cada grupo.

Los grupos formados coinciden en algunos casos en el origen de las accesiones que los conforman, siendo la diversidad de ambientes influyente en la separación de ciertos grupos.

Los caracteres morfológicos evaluados dan origen a tres grupos principales: Maíces pequeños (grupo A), maíces intermedios-grandes (grupo C) y un tercer grupo de características intermedias y menos definidas para la raza debido a la probable introgresión de genes de otras razas como Diente de Caballo (grupo B).

La diferenciación de accesiones es marcada en los casos de los grupos A y B; sin embargo, en el caso del grupo C, no existe una tendencia clara del comportamiento de los caracteres. La separación de las entradas de este grupo podría ser explicada quizás de mejor forma por otro tipo de caracteres. También se debe considerar la posibilidad de que exista en el mencionado grupo, una relación genética más estrecha que en las restantes entradas, lo cual sólo podría verificarse con un estudio a nivel molecular.

Un estudio molecular del material aportaría una idea más representativa de la variabilidad de este grupo racial, sobre todo si se realiza a la totalidad de las accesiones de la colección de Choclero, compuesta por 96 accesiones.

Esta clasificación debe ser complementada con análisis específicos para caracteres de tipo cualitativo, los cuales podrían contribuir a perfeccionar el agrupamiento y la tipificación.

Es necesario evaluar la colección en más de un ambiente para descartar aquella variabilidad morfológica que es debida a la interacción del genotipo con el ambiente.

Los caracteres que explican la variabilidad encontrada en las 34 accesiones son de interés en los programas de mejoramiento del maíz Choclero, por lo tanto, el uso de estos materiales puede contribuir considerablemente en la selección de caracteres y parentales.

Los estudios de esta naturaleza permiten el entendimiento de los materiales conservados en los bancos de germoplasma y son el primer paso para desarrollar estrategias de conservación y mejoramiento, promoviendo su uso.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraira, V. 2002. Desviación estándar y error estándar. SEMERGEN 28(11):621-623
- Alfaro, Y. y V. Segovia. 2000a. Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonomía numérica. I. Caracteres de la planta. Agronomía Tropical 50(3):413-433.
- Alfaro, Y. y V. Segovia. 2000b. Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonomía numérica. II. Caracteres de la planta y de la mazorca. Agronomía Tropical 50(3):435-460.
- Aljaro, A. 1972. Efecto de un programa de selección recurrente y masal en una población de maíz Choclero (*Zea mays* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 63 p.
- Becerra, V. y M. Paredes. 2000. Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. Agricultura técnica 60(3):270-281 .
- Campbell, M., E. Anih, C. Conatser, B. Grau-Saavedra and L. Pollak. 2003. Development of a core subset of Chilean lowland subtropical and temperate maize (*Zea mays* L.) populations using near infrared transmittance spectroscopy. Issue 148:1-9.
- Campos, H. e I. Seguel. 2000. Biotecnología y Recursos Genéticos Vegetales. Agro sur 28(1):13-24.
- Chávez, J. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica. pp. 72-76. In: Franco, T. y R. Hidalgo. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- CIREN. 1990. Atlas agro-climático de Chile. Regiones cuarta a novena. Publicación N° 87. Ciren. Chile. 67 p.
- Cox, J. 1989. Choclero híbrido: avances en la investigación nacional. Chile Agrícola 14 (152):440-441.
- Di Rienzo, J., F. Casanoves, L. González, E. Tablada, M. Díaz, C. Robledo y M. Balzarini. 2005. Estadística para las ciencias agropecuarias. Editorial Brujas. Córdoba. 330 p.
- Díaz de Rada, V. 2002. Técnicas de análisis multivariante para investigación social y comercial. Editorial RA-MA, Madrid. 384 p.
- Esquinas, J. 2005. Protecting crop genetic diversity for food security: political, ethical and technical challenges. Nature reviews genetic 6(12):946-53.

Faiguenbaum, H. 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Impresora y Editora Ograma. Santiago. Chile. 760 p.

Faiguenbaum, H. 2004. Cultivo del Choclo. *El Campesino* 135(5):16-21.

FAO, 2004. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Sala de prensa. Disponible en:
<http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/51102/index.html>. Leído el 13 octubre 2007.

FAO, 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas mundiales. Disponible en:
<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=291&lang=es>. Leído el 15 octubre de 2007.

González, A., J. Sahagún, D. Pérez, A. Domínguez, R. Serrato, V. Landeros y E. Dorantes. 2006. Diversidad fenotípica del maíz Cacahuacintle en el valle de Toluca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(3):255-261.

Goodman, M. and E. Paterniani. 1969. The races of Maize III: Choices of appropriate characters for racial classification. *Economic Botany* 23:265-273

Grobman, A., W. Salhuana and R. Sevilla. 1961. Races of maize in Perú. National Academy of Sciences. National Research Council Washington D.C., USA. Publication 915. 374 p.

Gutiérrez, L., J. Franco, J. Crossa and T. Abadie. 2003. Comparing a preliminary racial classification with a numerical classification of the maize landraces of Uruguay. *Crop Science* 43:718-727.

Herrera, E., F. Castillo, J. Sánchez, M. Hernández, R. Ortega y M. Major. 2004. Diversidad del maíz Chalqueño. *Agrociencia* 38:191-206.

Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. pp. 2-26. *In*: Franco, T. y R. Hidalgo. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.

IBPGR, 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 88 p.

Jara, C. 2005. Resultado parcial de un programa de mejoramiento genético en maíz Choclero (*Zea mays* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. 38 p.

- Johnson, D. 1999. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Editorial Thomson Paraninfo. México. 566 p.
- Jugenheimer, R. 1959. Obtención de maíz híbrido y producción de semilla. FAO, Roma, Italia. 395 p.
- Latcham, R. 1936. La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. Chile. 336 p.
- López, G., A. Santacruz, A. Muñoz, F. Castillo, L. Córdova y H. Vaquera. 2005. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. *Interciencia* 30 (5):284-290.
- Mangelsdorff, P. 1974. Corn: Its origin, evolution and improvement. Harvard University. Press. Cambridge. 262 p.
- Méndez, M., C. Hödar, C. Vulpe, M. González and V. Cambiazo. 2002. Discriminant analysis to evaluate clustering of gene expression data. *FEBS letters* 552:24-28.
- ODEPA, 2008. Estadísticas de la agricultura chilena. Disponible en: <http://www.odepa.cl>. Leído el 28 de agosto de 2008.
- Ozer, H., R. Suárez, y T. Abadie. 2004. Elaboración de una colección núcleo para la colección de germoplasma de maíz de la raza blanco dentado. *Agrociencia* 8(1):1-10.
- Paliwal, R. 2001a. Introducción al maíz y su importancia. pp. 3-5. *In*: Paliwal, R., G. Granados, H. Lafitte y A. Violic. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 376 p.
- Paliwal, R. 2001b. Origen, evolución y difusión del maíz. pp. 5-11. *In*: Paliwal, R., G. Granados, H. Lafitte y A. Violic. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 376 p.
- Paliwal, R. 2001c. Recursos genéticos. pp. 107-116. *In*: Paliwal, R., G. Granados, H. Lafitte y A. Violic. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 376 p.
- Paliwal, R. 2001d. Mejoramiento del maíz híbrido. pp. 145-163. *In*: Paliwal, R., G. Granados, H. Lafitte y A. Violic. El maíz en los trópicos, mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 376 p.

- Paratori, O. 1983. Recolección, clasificación y estudio de germoplasma chileno de maíz. *Simiente* 53(1-2):33-38.
- Paratori, O. 1989. Germoplasma de maíz. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina* N° 55. p. 40-45.
- Paratori, O. 1995a. Adaptación, clasificación y producción de semilla. pp. 13-19. *In: Paratori, O. y S. Altamirano. El cultivo del Maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago. Chile. 173 p.*
- Paratori, O. 1995b. Maíz para consumo tierno. pp. 149-153. *In: Paratori, O. y S. Altamirano. El cultivo del Maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago. Chile. 173 p.*
- Paratori, O. y F. Silva. 1987. Evaluación y regeneración de germoplasma nativo de maíz. *Informe Anual Etapa 1. Latin American Maize Project. Santiago. 79 p.*
- Paratori, O., R. Sbárbaro y C. Villegas. 1990. Catálogo de recursos genéticos de maíz. *Boletín Técnico* N° 165. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile. 210 p.
- Parker, I. y O. Paratori. 1965. Distribución geográfica, clasificación y estudio del maíz (*Zea mays*) en Chile. *Agricultura técnica* 25(2):70-86.
- Paterniani, E. 2000. Mejoramiento genético y biotecnología. Sección 4: Métodos de mejoramiento genético de poblaciones de maíz. *In: Fontana, N. y C. González. El maíz en Venezuela. Fundación para la Investigación Agrícola Danac. Caracas, Venezuela. 530 p.*
- Paterniani, E. and M. Goodman. 1978. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México, D.F., México 95 p.
- Peña, D. 2002. Análisis de datos multivariantes. Edición Mc. Graw Hill. España. 539 p.
- Ramírez, E., D. Timothy, E. Díaz, y U. Grant. 1961. Razas de maíz en Bolivia. Ministerio de Agricultura de Colombia. Oficina de Investigaciones Especiales, Colombia. 157 p.
- Roberts, L., U. Grant, R. Ramirez, W. Hatheway y D. Smith. 1957. Razas de maíz en Colombia. Ministerio de Agricultura de Colombia. Oficina de Investigaciones Especiales (Colombia). 159 p.
- Saavedra, G. 2003. Hortaliza típica chilena, maíz Choclero. *Tierra adentro* 49(marzo-abril):18-20.
- Salazar, E., P. León, M. Rosas y C. Muñoz. 2005. Estado de la conservación ex situ de los recursos fitogenéticos cultivados y silvestres en Chile. *Boletín INIA* N° 156. 181 p.

- Sepúlveda, R. 2000. Evaluación de seis variedades de maíz Choclero para consumo fresco. Tesis Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, Chile. 42 p.
- Statsoft Inc. 2000. Statistica for Windows. User guides. Tulsa, OK. USA. 846 p.
- Timothy, D., B. Peña, R. Ramírez, W. Brown and E. Anderson. 1961. Races of maize in Chile. USA. National Academy of Sciences. National Research Council. Publication 847. Washington D.C., USA. 84 p.
- Timothy, D., W. Hatheway, U. Grant, M. Torregrosa, D. Sarria y D. Varela. 1966. Razas de maíz en Ecuador. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico N° 12. 147 p.
- Ward, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association. 58:236-244.
- Wellhausen, E., A. Fuentes y A. Hernández. 1958. Razas de maíz en América Central. Secretaría de Agricultura y Ganadería (México). Folleto Técnico N° 138. 31 p.
- Zerene, I. 1985. Grado de asociación entre los caracteres de la panoja y el rendimiento del grano de maíz: (*Zea Mays* L). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. 57 p.

APÉNDICES

Apéndice I. Coordenadas y altitud de origen de 34 accesiones de maíz raza Choclero.

Número de Registro	Identificador	Latitud	Longitud	Altura msnm
LP00547	CHZM 03 018	23°30'	68°15'	2.300
LP00035	CHZM 05 003	32°15'	70°56'	60
LP00036	CHZM 05 007	32°23'	71°21'	150
LP00037	CHZM 05 019	32°43'	71°13'	300
LP00038	CHZM 05 024	32°38'	70°42'	710
LP00039	CHZM 05 025	32°50'	70°41'	800
LP00040	CHZM 05 028	32°45'	70°39'	820
LP00041	CHZM 05 034	32°56'	71°17'	100
LP00042	CHZM 05 039	33°00'	71°16'	140
LP00043	CHZM 05 042	33°01'	71°16'	150
LP00538	CHZM 05 052	33°02'	71°38'	0
LP00882	CHZM 05 102	32°15'	70°50'	0
LP00888	CHZM 05 103	33°02'	71°38'	0
LP00893	CHZM 05 104	33°02'	71°38'	0
LP00881	CHZM 07 125	35°51'	71°36'	200
LP00884	CHZM 07 126	35°51'	71°36'	200
LP00033	CHZM 08 002	36°36'	71°46'	400
LP00886	CHZM 08 126	36°35'	71°50'	200
LP00237	CHZM 13 002	33°27'	70°40'	800
LP00044	CHZM 13 008	33°12'	70°41'	800
LP00239	CHZM 13 011	33°27'	70°40'	800
LP00240	CHZM 13 012	33°27'	70°40'	800
LP00034	CHZM 13 013	33°24'	71°09'	150
LP00271	CHZM 13 018	33°34'	71°10'	250
LP00537	CHZM 13 028	33°27'	70°40'	625
LP00539	CHZM 13 029	33°27'	70°40'	625
LP00540	CHZM 13 030	33°27'	70°40'	625
LP00541	CHZM 13 031	33°27'	70°40'	625
LP00543	CHZM 13 032	33°27'	70°40'	625
LP00883	CHZM 13 144	33°27'	70°40'	625
LP00887	CHZM 13 145	33°27'	70°40'	625
LP00885	CHZM 13 171	33°27'	70°40'	625
LP00542	CHZM SI	—	—	—
LP00544	CHZM SI	—	—	—

msnm: metros sobre el nivel del mar

Apéndice II. Definición de 37 caracteres medidos en planta, panoja, mazorca y grano.

- Días a la antesis de la flor masculina: días desde siembra al 50 % de plantas con polen liberado.
- Días a la antesis de la flor femenina: días desde siembra al 50% de las plantas con emergencia de estigmas.
- Altura de la planta (cm): medido desde el nivel del suelo hasta la base de la panoja (nudo de la hoja bandera).
- Altura de inserción de la mazorca (cm): medido desde el suelo hasta el nudo de la mazorca más alta.
- Número total de hojas por planta: número de nudos con hojas contadas sobre el tallo principal.
- Número de hojas sobre la mazorca
- Longitud de la hoja de la mazorca (cm): medido desde la lígula hasta el ápice de la hoja que sobresale de la mazorca más alta.
- Ancho de la hoja de la mazorca (cm): medido en el punto medio de la lámina de la mazorca más alta.
- Índice de la nervadura: número de venas de la hoja de la mazorca dividida por el ancho de la hoja de la mazorca, medido en la parte media de la lámina foliar.
- Diámetro del tallo (mm): diámetro mayor sobre el tallo principal, en el punto medio del primer entrenudo emergente del suelo, medido con pie de metro.
- Longitud de la panoja (cm): distancia medida desde la primera ramificación hasta la punta de la panoja o eje central.
- Longitud del pedúnculo de la panoja (cm): medido desde el nudo de la hoja bandera hasta la primera ramificación.
- Longitud parte ramificada de la panoja (cm): distancia entre la inserción de la primera y la última rama primaria.
- Número de ramificaciones primarias de la panoja.
- Número de ramificaciones secundarias de la panoja.
- Grado de pubescencia: grado de pilosidad medido en la vaina de la hoja que acompaña a la mazorca; escasa, moderada, alta.
- Grado de pigmentación del tallo: presencia o ausencia de antocianos en la vaina de la hoja de la mazorca, considerado verde como ausencia de ellos, moderado menos del 50% de cubrimiento, alto sobre 50% de cubrimiento.
- Índice de macollamiento: número de macollos por planta.
- Número de mazorcas en el eje central: número de mazorcas observadas en el eje principal, considerada aquellas que asoman por la vaina de la hoja.
- Número de mazorcas por macollo: número de mazorcas observadas en cada macollo, considerando aquellas que se asoman por la vaina de la hoja.
- Forma de la mazorca: forma observada en la mazorca; cilíndrica (posee prácticamente el mismo diámetro a lo largo), cónica (diámetro de mazorca disminuye notoriamente a lo largo, apariencia de cono), cilindro-cónica (diámetro

disminuye gradualmente a lo largo), esférica (diámetro disminuye hacia ambos extremos de la mazorca).

- Número de chalas: número de chalas contabilizadas en cada mazorca, considerando como base el punto de inserción en el pedúnculo de la mazorca.
- Grado de cobertura de la chala: grado de cobertura de la chala con respecto la punta de la mazorca; no cubre (la punta de la mazorca se puede observar), cubre (la punta de la mazorca topa con el largo de la chala), sobre cubre (la chala sobrepasa la punta de la mazorca) y sobre cubre con “flags” (la chala sobrepasa la punta de la mazorca y además se observan “flags” o prolongaciones).
- Longitud de la mazorca (cm): distancia desde la base de la mazorca o punto de inserción del pedúnculo hasta el ápice de ésta.
- Diámetro de la mazorca (mm): diámetro mayor medido con pie de metro en el punto medio de la longitud de la mazorca.
- Número de hileras de granos en la mazorca: contabilizados en el centro de la mazorca.
- Disposición de hileras: nivel de ordenamiento de los granos en la mazorca; irregular (granos no se continúan uno tras otro, apariencia desordenada), regular (granos se continúan ordenadamente uno tras otro pero sus bordes no forman una línea recta), recta (los bordes de los grano forman una línea recta, ordenamiento perfecto), en espiral (granos se ordenan uno tras otro formando hileras de apariencia espiral).
- Diámetro de la coronta (mm): medido en la parte central de la mazorca, luego de desgranada.
- Diámetro del raquis (mm): medido en la parte central de la mazorca, luego de desgranada.
- Color de la coronta: color observado en la coronta una vez desgranada la mazorca; blanco, rosado, rojo, morado, café.
- Peso de 100 granos (g): peso de 100 granos secos y sanos, tomados al azar de cada mazorca.
- Largo del grano (mm): promedio de la longitud de los 10 granos puestos a lo largo en hilera uno debajo del otro.
- Ancho del grano (mm): promedio del ancho de los 10 granos puestos a lo ancho uno al lado del otro, en la zona más ancha de cada grano.
- Espesor del grano (mm): promedio del espesor de los 10 granos medidos con pie de metro.
- Forma de la superficie del grano: trapezoidal dentado (grano disminuye su ancho hacia el punto de inserción con la coronta, dentición pronunciada), trapezoidal semi-dentado (grano disminuye su ancho hacia el punto de inserción con la coronta, dentición leve), rectangular dentado (ancho similar en toda la longitud del grano, dentición pronunciada) redondo aplanado (ancho mayor del grano es su punto medio, aplanado) brevemente aristado (grano forma una pequeña arista o prolongación en la punta), fuertemente aristado (arista más pronunciada), redondo (forma esférica).

- Textura del grano: harinoso (corte transversal del grano muestra sobre 60% de almidón blanco), semi-harinoso (corte transversal del grano muestra un 40% o más de almidón duro).
- Color de grano: color observado en 5 granos tomados al azar utilizando carta de colores de la Royal Horticultural Society, medido en el tercio superior del grano.

Apéndice III. Promedio de caracteres vegetativo para cada accesión, ordenados según número de registro

Nº de Registro	Alt.pl.	Alt.mz.	L.h. mz.	A.h. mz.	D. tallos	L.pan.	L.ped	L.p. ra.	In. ner.	Di. an.m.	Di. an.fe.	Nº h/pl.	Nº h.so.	Nº mz.	Nº mz/mac.	In. mac.	Nº ram.1º	Nº ram.2º	G.pi tallos	G. pub
	cm																			
LP033	164,2	84,9	73,7	8,8	2,4	38,5	19,9	14,0	2,8	63	65	14	5	2	0	0	28,5	7,0	V	M
LP034	193,9	107,8	76,1	8,8	2,5	40,9	22,3	12,9	2,7	71	72	14	6	2	0	0	20,0	4,0	V	E
LP035	152,2	80,6	72,2	8,6	2,5	39,3	20,3	13,3	2,8	65	68	13	5	2	0	0	27,0	5,0	V	E
LP036	172,2	94,8	79,5	8,6	2,6	39,7	20,9	15,1	2,8	67	69	14	5	2	0	0	28,0	5,0	V	E
LP037	180,6	101,9	73,6	8,4	2,4	38,3	20,3	15,1	3,0	67	68	14	5	2	0	0	36,0	6,0	V	M
LP038	165,4	94,3	77,3	8,6	2,6	39,9	18,9	14,3	2,8	66	68	13	5	2	0	0	31,5	5,0	V	M
LP039	161,0	97,0	72,2	8,0	2,5	40,1	18,9	15,0	2,7	67	69	13	5	2	0	0	32,0	5,0	V	E
LP040	193,2	125,4	75,3	8,8	2,6	36,7	18,8	15,1	2,8	70	72	15	5	2	0	0	30,0	11,0	V	E
LP041	149,3	80,8	70,7	8,2	2,6	37,5	20,2	13,3	2,7	66	68	13	5	2	0	0	28,0	4,0	V	E
LP042	166,0	96,6	64,7	9,1	2,4	37,8	18,2	13,1	2,8	63	66	14	5	2	0	0	30,0	6,0	V	E
LP043	156,7	79,6	73,4	8,9	2,5	37,7	15,7	14,4	2,9	64	67	14	6	2	0	0	28,5	6,0	V	E
LP044	101,8	46,1	64,3	8,5	2,3	33,9	14,9	13,7	2,5	56	59	12	5	2	0	0	33,0	5,0	M	E
LP237	97,1	46,5	61,4	8,3	2,2	34,3	16,0	12,9	2,7	56	59	11	5	2	0	0	33,5	6,0	V	E
LP239	146,5	74,6	69,1	9,4	2,6	37,4	17,4	12,9	2,4	59	62	14	5	2	0	0	28,0	4,5	V	E
LP240	69,5	29,2	55,1	8,1	2,4	31,6	15,2	10,5	2,5	54	56	11	4	2	0	0	25,0	2,0	V	M
LP271	223,5	122,6	88,4	9,8	2,6	42,2	21,3	14,9	2,5	70	73	16	7	2	0	0	27,0	4,0	V	M
LP537	164,5	96,0	71,2	7,1	2,5	39,0	19,4	14,0	2,8	69	72	14	5	2	0	0	29,0	3,0	V	M
LP538	154,4	82,9	68,7	7,7	2,5	33,9	20,9	12,9	3,2	68	72	14	6	2	0	0	31,0	5,0	M	M
LP539	131,5	69,8	67,3	8,1	2,3	38,0	17,8	15,3	2,7	62	65	14	5	2	0	0	32,5	4,0	V	E
LP540	162,5	100,8	73,2	8,3	2,6	32,7	18,2	15,4	3,1	68	70	13	5	2	0	0	37,0	11,0	V	M
LP541	134,5	60,9	64,5	7,6	2,3	32,0	16,5	11,9	2,8	66	69	13	5	2	0	0	24,0	2,0	V	M
LP542	110,5	56,4	60,0	8,1	2,5	31,0	18,2	11,5	2,6	65	68	11	5	2	0	0	29,0	4,0	M	E
LP543	147,6	71,3	71,2	8,6	2,3	36,6	19,6	10,4	2,7	65	69	12	5	2	0	0	23,0	2,0	A	E
LP544	163,2	92,2	69,6	8,9	2,5	32,2	19,3	13,4	2,7	67	70	13	5	2	0	0	31,5	4,0	V	M

Continúa

Nº de Registro	Alt.pl	Alt.mz	L.h.mz	A.h.mz	D.tallo	L.pan	L.ped	L.p.ra	In.ner	Di.an.m	Di.an.fe	Nº h/pl	Nº h.so	Nº mz	Nº mz/mac	In.mac.	Nº ram.1º	Nº ram.2º	G.pi.tallo	G.Pub
	cm																			
LP547	125,4	64,6	69,3	7,3	2,4	38,8	18,4	11,1	2,9	62	64	12	5	2	0	0	17,0	3,0	M	E
LP881	152,7	92,7	70,5	9,0	2,6	37,9	18,6	16,1	2,5	67	70	13	5	2	0	0	27,0	5,5	V	A
LP882	110,3	60,4	65,6	7,7	2,2	36,3	15,2	15,6	2,6	66	69	11	4	2	0	0	33,0	9,0	M	E
LP883	162,0	103,4	76,7	9,0	2,7	38,7	17,9	13,2	2,8	69	74	14	5	1	0	0	36,0	5,0	M	M
LP884	167,8	100,1	78,0	8,7	2,5	38,5	19,7	11,4	2,5	73	75	14	5	2	0	0	21,0	4,0	V	E
LP885	153,8	85,6	73,9	8,5	2,3	40,7	17,0	14,1	2,6	65	67	14	5	2	0	0	27,0	4,0	M	E
LP886	166,3	98,0	72,7	8,2	2,2	38,1	18,3	12,7	2,7	69	71	14	5	2	0	0	23,0	3,0	V	E
LP887	145,8	84,3	70,5	9,4	2,4	38,7	15,1	13,8	2,4	71	76	13	6	1	0	0	26,0	3,0	V	E
LP888	143,4	78,5	69,6	8,3	2,4	35,3	19,7	13,2	2,8	62	65	13	5	2	0	0	30,5	6,5	V	M
LP893	127,6	69,0	68,6	8,0	2,5	38,9	17,0	13,4	2,8	66	67	12	4	2	0	0	26,5	4,0	V	E

Alt.pl.: altura de planta; Alt. mz.: altura inserción de mazorca; L.h.mz: longitud hoja de la mazorca; A.h.mz: ancho hoja de la mazorca; D.tallo: diámetro del tallo; L.pan: longitud panoja; L.ped.: longitud pedúnculo de la panoja; L.p.ra.: longitud parte ramificada de la panoja; In.ner.: índice de nervadura; Di.an.m.: días antesis masculina; Di.an.fe.: días antesis femenina; Nº h/pl.: número hojas por planta; Nº.h.so.: número de hojas sobre la mazorca; Nº mz.: número de mazorcas en eje central; Nº mz./mac.: número de mazorcas por macollo; In. mac.: índice de macollamiento; Nº ram.1º: número ramificaciones primarias; Nºram.2º: número ramificaciones secundarias; G.pi.tallo: grado pigmentación del tallo (V: verde; M: medio; A: alto); G.pub: grado de pubescencia (E: escasa; M: moderada; A: alta).

Apéndice IV. Promedio de caracteres de mazorca y grano para cada accesión, ordenados según número de registro

Nº de Registro	L.mz	D.mz.	D. co.	D. raq.	Nº hil.	Nº ch.	G.c ch.	Forma mz.	Disp. hil.	Col. co.	Pe.100 g.	cm			Tex.	Forma g.	Col. G.
												L.g.	A.g.	Es.g			
LP033	14,5	5,4	3,6	2,5	20,0	10,0	SC	CI	I	B	29,8	1,2	0,8	0,5	SH	TD	13C
LP034	17,8	5,6	3,7	2,5	18,0	10,0	SC	CI	I	RS	30,7	1,2	0,8	0,5	H	TD	15B
LP035	13,0	5,9	3,9	2,8	25,0	10,0	SC	CC	I	B	24,4	1,3	0,7	0,4	H	TD	13C
LP036	14,0	6,1	4,1	3,0	24,5	10,0	SC	CI	I	B	29,2	1,3	0,8	0,5	H	TD	14C
LP037	12,7	6,0	4,1	2,9	24,0	9,0	SC	CC	I	B	23,5	1,3	0,7	0,5	H	TD	14C
LP038	11,2	6,3	4,3	3,0	28,0	9,0	SC	CC	I	B	24,8	1,3	0,7	0,5	H	TD	14C
LP039	13,0	6,2	4,3	3,0	26,0	10,0	SC	CC	I	B	26,4	1,3	0,8	0,5	H	TD	13C
LP040	12,9	6,4	4,5	3,3	28,0	10,0	SC	CI	I	RO	22,1	1,2	0,7	0,5	H	TD	13C
LP041	12,8	6,1	4,1	2,9	26,0	10,0	SC	CO	I	B	26,8	1,3	0,7	0,5	H	TD	13C
LP042	15,0	6,1	4,2	3,0	24,0	11,0	SC	CC	I	RO	24,8	1,3	0,8	0,5	H	TD	13C
LP043	12,8	6,5	4,4	3,3	26,0	11,5	SC	CC	I	RO	25,8	1,4	0,8	0,5	H	TD	14C
LP044	11,1	6,0	4,3	3,2	28,0	13,0	SC	CO	I	B	17,2	1,1	0,7	0,4	H	TD	13C
LP237	11,5	5,9	4,2	3,2	25,0	13,5	SC	CO	I	B	20,9	1,1	0,7	0,5	H	TD	13C
LP239	12,2	6,5	4,6	3,5	28,0	14,0	SC	CO	I	B	22,7	1,2	0,7	0,5	H	TD	14C
LP240	10,9	5,6	4,1	3,0	24,5	14,0	C	CO	I	RO	17,3	1,0	0,7	0,5	H	TD	13C
LP271	16,8	6,6	4,2	3,0	20,0	12,0	SC	CI	I	B	37,5	1,5	0,9	0,4	SH	TD	15C
LP537	13,6	5,6	4,0	2,9	23,0	11,5	SC	CC	I	B	23,8	1,1	0,7	0,5	SH	TD	15C
LP538	13,2	5,3	3,6	2,5	23,0	10,0	SC	CC	I	RS	18,1	1,1	0,7	0,4	H	TD	14C
LP539	12,5	5,4	3,6	2,5	24,0	13,0	SC	CO	I	B	21,9	1,2	0,7	0,5	H	BA	13C
LP540	13,2	5,3	3,6	2,5	25,0	10,0	SC	CC	I	B	20,7	1,2	0,7	0,5	H	TD	14C
LP541	13,2	5,3	3,5	2,6	23,0	12,0	SC	CC	I	B	20,3	1,2	0,7	0,4	H	TD	14C
LP542	10,6	5,0	3,2	2,2	24,5	12,0	SC	CC	I	RS	17,4	1,1	0,7	0,5	H	TD	13C
LP543	12,0	5,7	4,0	2,7	24,0	13,0	SC	CC	I	B	24,1	1,2	0,8	0,5	H	TD	14C
LP544	13,7	5,7	3,7	2,6	25,0	10,0	SC	CC	I	RO	23,6	1,3	0,7	0,4	H	TD	15C
LP547	14,6	5,1	3,0	2,1	19,0	10,0	SC	CI	I	B	27,9	1,2	0,8	0,5	H	TSD	13C
LP881	13,5	5,7	3,8	2,8	24,0	11,0	SC	CC	I	B	23,7	1,2	0,7	0,4	H	TD	13C

Continúa

N° de Registro	L.mz	D.mz.	D.co.	D.raq.	N° hil.	N° ch.	G.c ch	Forma mz.	Disp. hil.	Col.co.	Pe.100 g.	L.g.	A.g.	Es.g.	Tex.g.	Forma g.	Col. G.
	cm										g	cm					
LP882	13,3	4,3	2,9	1,9	18,0	8,0	SC	CO	I	B	18,9	1,1	0,7	0,4	H	BA	13C
LP883	14,8	5,7	3,9	2,8	22,5	10,0	SC	CC	I	RO	24,0	1,2	0,8	0,5	H	TD	15C
LP884	13,4	6,4	4,4	3,3	30,5	9,0	SC	CI	I	RS	21,7	1,3	0,7	0,4	H	TD	14C
LP885	13,7	6,0	4,1	3,0	25,0	12,0	SC	CC	I	RO	24,6	1,3	0,8	0,5	H	TD	14C
LP886	14,2	5,3	3,5	2,3	21,5	10,0	NC	CI	I	RO	22,6	1,2	0,8	0,4	SH	TD	14C
LP887	16,1	5,2	3,4	2,3	22,0	11,0	SC	CI	I	B	20,0	1,1	0,7	0,4	H	TD	14C
LP888	15,1	4,9	3,3	2,2	20,0	9,0	SC	CC	I	B	20,2	1,2	0,7	0,4	H	TD	13C
LP893	14,9	5,0	3,2	2,2	18,5	10,0	SC	CO	I	B	24,1	1,2	0,8	0,5	H	TD	13C

L.mz: longitud mazorca; D.mz: diámetro mazorca; D.co: diámetro coronta; D.raq: diámetro raquis; N° hil.: número de hileras en la mazorca; N° ch.: número de chalas; G.c.ch: grado cobertura chala (SC: sobre cubre; C: cubre; NC: no cubre) Forma mz.: forma mazorca (CO: cónica; CI: cilíndrica; CC: cilindro-cónica); Disp. Hil.: disposición hileras (I: irregular); Col.co.: color coronta (B: blanco; RS: rosado; RO: rojo); Pe.100 g.: peso de 100 granos; L.g.: longitud grano; A.g.: ancho grano; Es.g.: espesor grano; Tex. g.: textura grano (H: harinoso; SH: semi-harinoso); Forma g.: forma grano (TD: trapezoidal-dentado; BA: brevemente aristado); Col.g.: color del grano.

