

DIFERENCIACIÓN DE ESPECIES Y CULTIVARES DE PORTAINJERTOS CÍTRICOS POR LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE SUS SEMILLAS

DIFFERENTIATION OF CITRUS ROOTSTOCK SPECIES AND CULTIVARS BY THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THEIR SEEDS

Palazzo, H. O.¹

¹INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS. Regional NOA. Tafí Viejo, Tucumán. Argentina.

hpalazzo@inase.gob.ar

RESUMEN

El conocimiento exacto de la especie y/o variedad de un portainjerto determina la calidad de la planta a obtener y evita utilizar copas sobre portainjertos incompatibles. Entre los objetivos de la Ley de Semillas y Creaciones fitogenéticas N° 20.247 está el de asegurar al productor calidad e identidad de la semilla que adquiere. El objetivo de este trabajo es poder conocer la especie y/o variedad de un portainjerto mediante las características morfológicas de la semilla. Utilizando semillas de los portainjertos con los que se trabaja en Argentina, se midieron las características morfológicas cuantitativas (largo, ancho, espesor, largo de la punta) y se observaron las características cualitativas (color de la epidermis, color de los tegumentos). Los parámetros tomados permitieron mostrar diferencias significativas entre las distintas especies y/o cultivares. Con estas diferencias se elaboró una clave dicotómica que permite diferenciar los 21 portainjertos utilizados en Argentina.

Palabras clave: calidad, identidad genética.

ABSTRACT

The exact knowledge of the species and / or variety of a rootstock determines the quality of the plant to be obtained and avoids using cups on incompatible rootstocks. Among the objectives of the Law on Seeds and Phyto-genetic Creations No. 20,247 is to ensure the quality and identity of the seed that the producer acquires. The objective of this work is to be able to know the species and / or variety of a rootstock through the morphological characteristics of the seed. Using seeds from the rootstocks with which we work in Argentina, the quantitative morphological characteristics (length, width, thickness, length of the tip) were measured and the qualitative characteristics (color of the epidermis, color of the integuments) were observed. The parameters taken allowed to show significant differences between the different species and / or cultivars. With these differences, a dichotomous key was developed that allows differentiating the 21 rootstocks used in Argentina

Keywords: quality, genetic identity.

INTRODUCCIÓN

Para obtener buenos resultados en la etapa de producción, se debe tener la seguridad de que los portainjertos cítricos elegidos se hayan originado de semillas provenientes de plantas semilleras que respondan fielmente a la especie. Una falla en cualquiera de estos tres factores repercute en la calidad del pie (Anderson et al, 1996).

La identificación de una especie y/o cultivar por las características morfológicas de su semilla botánica, tiene precedentes en distintos cultivos como en trigo, avena y cebada, entre otros. Como lo indica Alsina (1988), para el género *Ornithopus* L (Fabáceas) la valoración de las

características morfológicas de las semillas permite establecer diferencias taxonómicas de rango específico; mientras que aquellos referentes al estudio anatómico se muestran irrelevantes desde el punto de vista taxonómico.

En cítricos, Chapot y Praloran (1955) describen las siguientes formas de semillas: lenticular, cuneiforme, ovoide, fusiforme, almendra, esférica y modificaciones de estas formas. Algunas variedades también tienen formas características que ayudan en su identificación (Reuther et al, 1968). Las semillas son altamente distintivas para las diferentes especies y cultivares de cítricos; aunque varían mucho en tamaño, forma, textura de la superficie, y algo en color. Los caracteres internos incluyen color de la

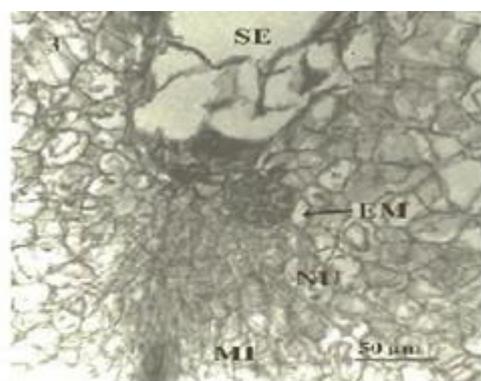
cubierta interior de la semilla, la región chalazal, los cotiledones, y el grado de poliembriónía (Hodgson, 1967). En relación con algunas especies y variedades del género *Citrus* y géneros relacionados es de destacar que éstos presentan como característica, la producción de más de un embrión en sus semillas. Estos embriones son de origen sexual y asexual y se encuentran cubiertos por un tegumento interno que es fino, seco y marrón y un tegumento externo denominado testa, que es duro, coriáceo, color pajizo, muy resbaladizo cuando húmedo. (Toll Jubbes et al, 1974)

La poliembriónía es el desarrollo de dos o más embriones en una semilla; ésta es común en algunos cultivos hortícolas (Dhillon et al., 1993). La formación de semillas poliembriónicas en *Citrus* es uno de los procesos apomícticos que ocurren en óvulos de angiospermas (Koltunow, 1993); este proceso es la embriónía adventicia, en la cual el embrión desarrolla directamente de una célula inicial sin la formación de un saco embrionario (Sedgley y Griffin, 1989).

Chapot y Praloran (1955) reportaron la asociación del color del extremo de la chalaza del tegmen con el color de algunas partes de la planta y la acidez de la fruta.

En algunas semillas poliembriónicas la superficie puede ser rugosa debido al desarrollo desigual de los embriones. Algunos autores consideran que, con posterioridad a la fecundación, algunas células de la nucela comienzan a dividirse y producen pequeñas masas de células que tratan de introducirse en el saco embrionario (**Figura 1**), empujando a lo largo del embrión gamético derivado de la ovocélula, Toll Jubes y Padilla, 1974. En ese sentido, en *Poncirus trifoliata*, Moreira et al. 1947, relacionaron el grado de rugosidad de la semilla con el número de embriones.

Figura 1. Formación de un embriocito. (Sánchez Damas et al, 2006).



NU: Nucela
MI: Micrópilo
SE: Saco embrionario
EM: Embriocito (embrión nucelar)

Hamilton et al., 2007, estudiaron la morfología comparativa de las semillas de tres especies australianas de cítricos, *C. australasica*, *C. inodora* y *C. garrawayi* bajo luz y microscopía electrónica de barrido. Estos autores encontraron que la morfología de las semillas, especialmente la topografía superficial, era una herramienta útil para la identificación taxonómica en cítricos silvestres australianos.

El trabajo que se presenta permitiría realizar el reconocimiento de los portainjertos a través de los caracteres morfológicos de la semilla. Esto, habilitaría que una persona pueda reconocer la especie y/o variedad de una semilla de cítricos, entre los estudiados en este trabajo, de una manera muy rápida y eficiente, solo con la ayuda de una carta de colores, un calibre digital y un bisturí. La eficiencia buscada en este trabajo consiste en tener una rápida conclusión acerca de la identidad de la semilla en observación.

Por lo expuesto se puede elaborar la siguiente

HIPOTESIS

Los atributos morfológicos cualitativos y cuantitativos de la semilla de las especies y cultivares de cítricos empleados para la producción de portainjertos, son descriptores útiles para la identificación y la clasificación.

Objetivo general

Determinar los descriptores de semillas de cítricos empleados como portainjertos que permitan la identificación y diferenciación de las especies y cultivares.

Objetivos específicos

1. Identificar los caracteres cuantitativos y cualitativos utilizados actualmente que permitan la diferenciación de las semillas de los portainjertos.
2. Identificar o determinar nuevas características cualitativas y cuantitativas, que permitan la diferenciación de las semillas de las especies y cultivares de los portainjertos.
3. Evaluar las características cuantitativas y cualitativas que mejor permiten la diferenciación de las semillas botánicas de las especies y cultivares utilizadas como portainjertos a fin de sugerir nuevos descriptores.
4. Caracterizar morfológicamente las semillas de especies y cultivares de cítricos empleados como portainjertos.
5. Elaborar una clave dicotómica que permita identificar las semillas botánicas de las especies y cultivares utilizadas como portainjertos a partir de muestras de semillas de identidad desconocida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Se utilizaron semillas de 20 portainjertos cítricos inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares de INASE y que son los más utilizados en la propagación comercial de cítricos en Argentina. Los mismos pertenecen a los

géneros *Citrus*, *Poncirus* y sus híbridos interespecíficos e intergenéricos. En la **Tabla 1** se presentan discriminados por nombre científico, nombre común y cultivar, así como por el nombre con el cual se los reconocerá a lo largo del cuerpo de este trabajo.

Tabla 1. Lista de especies y cultivares de portainjertos cítricos incluidos en el presente estudio.

Especie	Nombre Común Cultivar	Nombre usado en el texto
<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrango - TROYER	TROYER
<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Trifolio - RUBIDOUX	RUBIDOUX
<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Trifolio - FLYING DRAGON	F. DRAGON
<i>Citrus paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrumelo – CPB 4475	CPB
<i>Citrus reticulata</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrandarín – 61AA3	61AA3
<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrango – C-35	C35
<i>Citrus paradisi</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrumelo – 75 AB	75AB
<i>Citrus reshni</i> x (<i>C. paradisi</i> x <i>P. Trifoliata</i>)	Híbrido Triple – 79 AC	79AC
<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrango - BENTON	BENTON
<i>Citrus reticulata</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrandarín – x 639	X639
<i>Citrus reshni</i> Hort. Ex Tanaka	Mandarino Cleopatra	CLEOPATRA
<i>Citrus jambhiri</i> Lush	Limón Rugoso	RUGOSO
<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja Agrio	AGRIO
<i>Citrus volkameriana</i> Pasquale	Volkameriano	VOLKAMERIANO
<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Trifolio - RICH	RICH
<i>Citrus limonia</i> Osbeck	Lima Rangpur	RANGPUR
<i>C. volkameriana</i> x <i>Citrus reshni</i>	Citrus (Otros Híbridos) – 81 G 220	81G220
<i>C. volkameriana</i> x <i>Citrus reshni</i>	Citrus (Otros Híbridos)– 81 G 513	81G513
<i>Citrus sinensis</i> x <i>Poncirus trifoliata</i>	Citrango - CARRIZO	CARRIZO
<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.	Trifolio - CONCORDIA	CONCORDIA

Extracción de las semillas

Los frutos se cortaron en dos mitades con un cuchillo estéril y se recogieron las semillas sobre tamices. Las semillas extraídas se lavaron varias veces con agua corriente para eliminar el mucílago, luego se secaron sobre papel de filtro, se esterilizaron superficialmente con solución de hipoclorito sódico al 10% durante 10 minutos (Mumford y Grout, 1979) y se enjuagaron en agua destilada. Posteriormente se secaron al aire a temperatura ambiente por 24 horas para obtener un contenido de humedad del 15% y se almacenaron en

bolsas de polietileno en el refrigerador hasta su utilización.

Metodología de trabajo

Para este estudio se utilizaron los llamados descriptores de caracterización (IBPGR, 2000). Estos descriptores de caracterización incluyen caracteres cualitativos y cuantitativos, que fueron aplicados para el análisis de las semillas de portainjertos cítricos tomados para este estudio. Se seleccionaron características morfológicas de las semillas botánicas de los portainjertos cítricos, siguiendo los parámetros establecidos por el

International Bureau of Plant Genetic Resources (IBPGR, 2000) y la Dirección de Registro de Variedades del INASE, los cuales se utilizaron como base del trabajo de descripción de cada semilla.

Todas las evaluaciones descriptas se realizaron sobre muestras previamente homogeneizadas que consistían en 5 repeticiones de 10 semillas de cada especie y cultivar en estudio.

Los caracteres cualitativos involucrados fueron: color de tegumentos, rugosidad de tegumentos. Para color de tegumentos se utilizó la cartilla de colores de la Real Horticultural Society (RHS, Colour Chart, 2007). La rugosidad se analizó mediante observación visual; se consideró su presencia clasificando en una escala de 0 a 3, siendo 0 (cero) sin rugosidad; 1 (uno) poco visible, 2 (dos) media y 3 (tres) fuerte. Se observó, además, la orientación de las rugosidades y se clasificó como paralela cuando se orientaba siguiendo el eje longitudinal de las semillas o como no definida cuando tenía más de una orientación.

Los caracteres cuantitativos seleccionados para el estudio fueron el largo, ancho y espesor de las semillas. Se incluyó la medición del largo de la punta o tamaño del extremo de la semilla característica no común en los descriptores. Las mediciones se efectuaron con calibre digital y con ayuda de microscopio estereoscópico.

Los datos cuantitativos obtenidos fueron analizados estadísticamente considerando un DCA con cinco repeticiones. Se realizaron análisis de la varianza y test de comparación de medias DGC ($p < 0,05$).

Con los datos cualitativos se calculó la eficiencia para color de testa y tegmen para cada portainjerto, siendo 100% eficiente cuando la totalidad de las semillas tenían el mismo color de testa o tegmen. Asimismo, se contabilizaron los portainjertos que poseían la característica evaluada, lo que se denominó Contaminante, 0% de contaminante significa que solo ese portainjerto poseía esta característica comparada al resto en estudio. Estos dos últimos cálculos, eficiencia y contaminante, expresan la solidez o importancia de una determinada característica para ser utilizada como rasgo distintivo y específico en la diferenciación.

En resumen, las variables cuantitativas a considerar fueron: largo, ancho y espesor de las semillas, parámetros que se encuentran en los descriptores. Las variables cualitativas incorporadas fueron: el color de los tegumentos y la rugosidad de las semillas. La variable

cuantitativa incorporada fue: tamaño del extremo de la semilla. Esto, porque podría existir una relación entre este carácter y el largo de la semilla propiamente dicho.

Con los resultados obtenidos se estableció una clave de clasificación y diferenciación de portainjertos por las características de las semillas.

RESULTADOS

Evaluación de caracteres cuantitativos

1- Largo de semillas

Los valores mínimos y máximos y la media para largo de semillas de cada uno de los portainjertos en estudio figuran en la **Tabla 2**.

2- Ancho y espesor de semillas

En las **Tablas 3 y 4** se muestran los valores obtenidos para ancho y espesor de semillas; más del 50% de los 20 portainjertos estudiados presentaron los valores medios más altos para estas dos variables.

3- Largo de la punta de semillas

Los valores obtenidos para largo de punta (**Tabla 5**) mostraron una gran dispersión siendo el menor valor (0.79 milímetros) para el portainjerto 79 AC y el mayor valor para 81G220 (4.04 milímetros)

Evaluación de caracteres cualitativos

1- Rugosidad

En la **Tabla 6** se presentan los resultados obtenidos para el carácter rugosidad.

2- Color de tegumentos

En la **Tabla 7** se presentan los resultados obtenidos para el carácter color de tegumentos.

3- Análisis estadístico

Los resultados del análisis estadístico sobre el valor promedio de las variables largo, ancho, espesor y largo de punta de semillas para los portainjertos estudiados se presentan en la **Tabla 8**.

Con respecto a las variables cualitativas en la **Tabla 9** se presenta para color de testa y tegmen, la eficiencia y contaminantes para cada uno de los portainjertos estudiados. Los valores obtenidos para la variable FORMA, no permiten realizar algún análisis que ayude a utilizarla como variable de diferenciación.

Tabla 2. Valores máximos, mínimos y medio en milímetros del largo de semillas de distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

Portainjerto	Media	Mín	Máx
RUGOSO	8,71	6,56	10,69
79AC	8,76	7,40	9,94
RANGPUR	9,15	7,61	11,46
CLEOPATRA	9,53	1,45	11,57
81G513	9,70	6,55	12,61
75AB	9,82	7,85	11,77
61AA3	9,86	8,19	12,52
VOLKAMERIANO	10,09	4,09	12,43
81G220	10,36	7,86	12,31
RICH	10,51	7,78	12,20
F. DRAGON	10,67	8,61	13,28
BENTON	10,85	8,90	13,08
X639	10,86	8,90	12,41
RUBIDOUX	11,29	8,91	13,02
C-35	11,45	9,09	13,63
CONCORDIA	11,57	10,08	13,11
CPB	11,90	9,58	13,71
CARRIZO	12,46	9,51	15,34
TROYER	13,05	10,16	15,55
AGRIO	15,05	10,78	17,70

Tabla 3. Valores máximos, mínimos y medio en milímetros de espesor de semillas de distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

Portainjerto	Media	Mín	Máx
81G220	3,65	2,44	4,52
VOLKAMERIANO	4,48	3,51	5,38
RANGPUR	4,68	3,63	7,97
81G513	4,81	3,21	6,07
RUGOSO	4,89	3,75	7,70
CLEOPATRA	5,01	3,85	6,14
X639	5,20	4,27	5,92
79AC	5,44	4,35	6,45
AGRIO	6,02	3,75	7,56
75AB	6,15	4,74	7,81
C-35	6,29	4,99	8,30
BENTON	6,51	5,00	8,40
F. DRAGON	6,66	5,30	8,50
CARRIZO	6,76	0,90	9,91
61AA3	6,78	5,23	8,57
CONCORDIA	6,78	5,61	8,23
CPB	6,93	5,50	8,47
RICH	6,94	4,40	8,41
RUBIDOUX	7,30	6,12	8,58
TROYER	7,52	5,66	9,54

Tabla 4. Valores máximos, mínimos y medio en milímetros de ancho de semillas de distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

Portainjerto	Media	Mín	Máx
RUGOSO	2,28	0,02	4,42
81G220	2,78	2,03	3,46
RANGPUR	3,37	2,02	4,41
VOLKAMERIANO	3,39	2,42	4,61
81G513	3,78	2,82	5,06
79AC	3,88	2,90	4,93
CLEOPATRA	4,07	3,31	4,90
AGRIO	4,11	3,27	5,27
C-35	4,17	2,86	5,45
X639	4,44	3,56	5,36
CONCORDIA	4,47	3,70	5,44
F. DRAGON	4,67	3,67	6,27
RICH	4,86	3,51	6,02
CARRIZO	5,05	3,88	6,47
BENTON	5,06	3,54	6,55
RUBIDOUX	5,13	4,05	7,94
CPB	5,17	3,91	6,53
75AB	5,35	3,48	6,96
61AA3	5,42	4,08	6,77
TROYER	6,00	4,36	7,56

Tabla 5. Valores máximos, mínimos y medio en milímetros del largo de la punta de semillas de distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

Portainjerto	Media	Mín	Máx
79AC	0,59	0,06	1,43
RICH	0,63	0,01	1,71
F. DRAGON	0,70	0,01	1,47
RUBIDOUX	1,02	0,01	2,42
RUGOSO	1,04	0,02	2,38
CONCORDIA	1,62	0,51	2,86
BENTON	1,63	0,28	4,30
61AA3	1,93	0,43	3,54
C-35	1,97	0,76	3,72
RANGPUR	2,08	0,98	3,59
VOLKAMERIANO	2,18	0,84	4,60
CPB	2,26	0,77	4,18
CLEOPATRA	2,51	1,20	4,42
75AB	2,62	1,35	4,94
CARRIZO	2,92	0,56	5,43
TROYER	3,16	0,89	5,22
81G513	3,21	1,47	5,13
X639	3,25	1,08	5,93
AGRIO	3,46	1,39	6,32
81G220	4,04	2,02	6,21

Tabla 6. Detalle de los hallazgos en términos del análisis del carácter cualitativo rugosidad, en semillas de distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

PORTAINJERTO	PRESENCIA	INTENSIDAD	PATRON
75AB	LISAS 100%		
81G513	LISAS 100%		
CLEOPATRA	LISAS 100%		
CONCORDIA	LISAS 100%		
F.DRAGON	LISAS 100%		
RICH	LISAS 100%		
RUBIDOUX	LISAS 100%		
81G220	LISAS 64%	100% LIGERA	100% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
RUGOSO	LISAS 76%	DEL 24% EL 100% LIGERA	DEL 24% EL 100% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
CPB	LISAS 82%	DEL 18% EL 89% LIGERA EL RESTO MEDIA	DEL 18% EL 89% SIN PATRON DEFINIDO,
BENTON	LISAS 84%	100% LIGERA	50% SIN PATRON DEFINIDO Y 50% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
61AA3	LISAS 94%	DEL 6% EL 100% LIGERA	DEL 6% EL 67% NO DEFINIDO
RANGPUR	LISAS 94%	DEL 6% EL 100% LIGERA	DEL 6% EL 100% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
X639	LISAS 96%	DEL 4% EL 100% LIGERA	DEL 4% EL 100% SIN PATRON DEFINIDO
C35	RUGOSAS 100%	4% FUERTE, 50% MEDIA Y 46% LIGERA	88% RUGOSIDAD DIFERENTE EN AMBAS CARAS. 84% SIN PATRON DEFINIDO
VOLKAMERIANA	RUGOSAS 60%	DEL 60% EL 97% LIGERA Y 3% MEDIO	100% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
79AC	RUGOSAS 80%	DEL 80% EL 95% LIGERA	58% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
CARRIZO	RUGOSAS 90%	98% LIGERA Y 2% MEDIA	DEL 67% EL 100% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
AGRIO	RUGOSAS 96%	21% FUERTE, 44% MEDIA Y 35% LIGERA	96% PARALELO AL EJE LONGITUDINAL
TROYER	RUGOSAS 98%	DEL 98% EL 100% LIGERA	DEL 98% EL 72% SIN PATRON DEFINIDO

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el color de testa, observamos que nos permite dividir en dos grupos, los de testa verde amarillento y los de testa de otros colores.

Seguimos con el mismo análisis hasta poder separar todos los portainjertos en estudio, desarrollando una clave dicotómica, consiguiendo cumplir con el objetivo general planteado.

Asimismo, repasando los objetivos específicos podemos agregar:

Respecto del objetivo "Identificar los caracteres cuantitativos y cualitativos utilizados actualmente que permitan la diferenciación de las semillas de los portainjertos". Este trabajo logró determinar que, por sí solas, las variables estudiadas no permiten diferenciar los portainjertos cítricos; pero, tomándolas en conjunto, las características cualitativas, FORMA (predominante) y rugosidad; y las características cuantitativas LARGO, ANCHO y ESPESOR; no permiten separar todos los portainjertos estudiados.

El primer objetivo específico ha sido cumplido al reconocer que: color de TESTA, color de TEGMEN y

RUGOSIDAD, son características que ayudan a la diferenciación de los portainjertos cítricos en estudio.

También se ha cumplido con el segundo objetivo específico debido a que se han estudiado estas características y se evaluó su importancia en la diferenciación de los portainjertos en estudio, logrando obtener una clave de diferenciación.

En cuanto al cuarto objetivo específico: concluimos que este trabajo permitió cumplirlo eficientemente.

El quinto objetivo específico: ha sido cumplido al haber llegado a una clave dicotómica que permite diferenciar los distintos portainjertos cítricos estudiados.

Sin embargo, sería importante la repetición del ensayo en, por lo menos, dos años más. Esos ensayos permitirían saber si existen variables que pueden tener diferencias en el tiempo o estar influenciadas por algún factor ambiental.

Además, había que realizar un ejercicio de validación, tomando frutos de portainjerto y verificar si se puede identificar la especie y/o cultivar que se trate, utilizando la clave conformada en este estudio.

Tabla 7. Presentación visual de los datos obtenidos de los colores de Testa y Tegmen de semillas de los distintos portainjertos cítricos incluidos en este estudio.

PORTAINJERTO	CODIGO CARTA RHS	COLOR DE TESTA	CODIGO CARTA RHS	COLOR DE TEGMEN
TROYER	WG156D o WGNN155A	blanco verdoso	GY161 (ABC)	verde amarillento
AGRIO	W155 A	blanquecino	GO165 (BC)	verde anaranjado
81G220	GO161C	verde anaranjado	GO165 C y GO166C	verde anaranjado
81G513	GO161C	verde anaranjado	GO165 (AB)	verde anaranjado
75AB	GO164D	verde anaranjado	GO164 (BC)	verde anaranjado
X639	GO164D	verde anaranjado	GO164 (BC)	verde anaranjado
CARRIZO	GW158B	verde blancuzco	GO164B	verde anaranjado
RANGPUR	GY160C	verde amarillento	GO164 (AC)	verde anaranjado
CONCORDIA	GY162 (AB)	verde amarillento	GO164 (BC)	verde anaranjado
CLEOPATRA	GW156 (BCD)	verde blancuzco	GW156 (AC)	verde blancuzco
RUGOSO	GW156 (AB)	verde blancuzco	GO166 (BC)	verde anaranjado
79AC	GW156D	verde blancuzco	GO164B	verde anaranjado
CPB	GY161 (ABCD)	verde amarillento	GO164B	verde anaranjado
BENTON	GY161 (ABC)	verde amarillento	GO164 (BCD)	verde anaranjado
RICH	GY161 (BCD)	verde amarillento	GO164C	verde anaranjado
RUBIDOUX	GY161 (ACD)	verde amarillento	GY161 (ABC)	verde amarillento
F. DRAGON	GY161 (ABCD)	verde amarillento	GY161 (AB)	verde amarillento
61AA3	GY161 (ABCD)	verde amarillento	GY164B y GO165 (BC)	verde amarillento (68%) y verde anaranjado (32%)
C-35	GY161 (BCD)	verde amarillento	GO165C	verde anaranjado
VOLKAMERIANA	GW156D	verde blancuzco	GO165 (BC)	verde anaranjado

Tabla 8. Valores promedio de las variables largo, ancho, espesor y largo de punta de semillas para las semillas de los portainjertos incluidos en este estudio. *Dentro de una misma columna, las medias seguidas con la misma letra no difieren significativamente (DGC, $p < 0,05$)

	LARGO	ESPESOR	ANCHO	LARGO DE PUNTA
PORTAINJERTO	Medias			
RUGOSO	8,71 A	2,28 A	4,89 CD	1,04 B
79AC	8,76 AB	3,88 DE	5,44 F	0,59 A
RANGPUR	9,15 BC	3,37 C	4,68 BC	2,08 DE
CLEOPATRA	9,53 CD	4,07 EF	5,01 DE	2,51 FG
81G513	9,70 DE	3,78 D	4,81 CD	3,21 I J
75AB	9,82 DE	5,35 LM	6,15 G	2,62 GH
61AA3	9,86 DE	5,42 M	6,78 JK	1,93 CD
VOLKAMERIANO	10,09 EF	3,39 C	4,48 B	2,18 DE
81G220	10,36 FG	2,78 B	3,65 A	4,04 K
RICH	10,51 FGH	4,86 I J	6,94 K	0,63 A
F. DRAGON	10,67 GH	4,67 H I	6,66 I J	0,70 A
BENTON	10,85 H	5,06 JK	6,51 H I	1,63 C
X639	10,86 H	4,44 G	5,20 EF	3,25 J
RUBIDOUX	11,29 I	5,13 KL	7,30 L	1,02 B
C35	11,45 I	4,17 F	6,29 GH	1,97 DE
CONCORDIA	11,57 I J	4,47 GH	6,78 JK	1,62 C
CPB	11,90 J	5,17 KL	6,93 JK	2,26 EF
CARRIZO	12,46 K	5,05 JK	6,76 I JK	2,92 H I
TROYER	13,05 L	6,00 N	7,52 L	3,16 I J
AGRIO	15,05 M	4,11 EF	6,02 G	3,46 J

Tabla 9. Porcentaje de eficiencia y contaminantes para color de testa para distintos portainjertos incluidos en este estudio.

Portainjerto	Eficiencia de color de testa (%)	Contaminantes de color de testa (%)	Contaminante
TROYER	100	0	
AGRIO	100	0	
CARRIZO	100	0	
RANGPUR	100	0	
RUGOSO	100	0	
81G513	100	1	821G220
CLEOPATRA	100	1	79AC
CONCORDIA	100	1	RICH
61AA3	100	8	RUBIDOUX, F. DRAGON, CPB, 75AB, 79AC, BENTON, RICH, C35
RUBIDOUX	98	8	61AA3, F. DRAGON, CPB, 75AB, 79AC, BENTON, RICH, C35
CPB	98	8	RUBIDOUX, F. DRAGON, 61AA3 75AB, 79AC, BENTON, RICH, C35
81G220	94	1	81G513
RICH	94	8	RUBIDOUX, F. DRAGON, CPB, 75AB, 61AA3, 79AC, BENTON, C35
X639	92	3	C35, 75AB, BENTON
79AC	90	4	BENTON, X639, CLEOPATRA, VOLKAMERIANO
75AB	80	3	C35, X639, BENTON
BENTON	80	8	RUBIDOUX, F. DRAGON, CPB, 75AB, 61AA3, 79AC, RICH, C35
F. DRAGON	78	8	61AA3, RUBIDOUX, CPB, 75AB, 79AC, BENTON, RICH, C35
C-35	70	8	RUBIDOUX, F. DRAGON, CPB, 75AB, 61AA3, 79AC, RICH, BENTON
VOLKAMERIANA	68	4	79AC, BENTON, X639, CLEOPATRA

CLAVE DICOTÓMICA

1. Testa verde amarillenta:
 - 1.1. Tegmen verde amarillento:
 - 1.1.1. Semillas más largas y globosas: RUBIDOUX.
 - 1.1.2. Semillas más cortas y aguzadas: F. DRAGON
 - 1.2. Tegmen verde anaranjado:
 - 1.2.1. Semillas algo rugosas: BENTON
 - 1.2.2. Semillas lisas:
 - 1.2.2.1. LARGO, ANCHO y ESPESOR significativamente menores: RANGPUR
 - 1.2.2.2. LARGO, ANCHO y ESPESOR significativamente mayores:
 - 1.2.2.2.1. Semillas de LARGO mayor y más aguzadas: CONCORDIA.
 - 1.2.2.2.2. Semillas de LARGO menor y aplanadas: RICH.
2. Testa de otros colores:
 - 2.1. Testa con predominancia de blanco:
 - 2.1.1. Testa blanquecina: AGRIO.
 - 2.1.2. Testa blanco-verdosa: TROYER.
 - 2.1.3. Testa blanco-amarillenta:
 - 2.1.3.1. Semillas con rugosidad diferencial en ambas caras: C35.
 - 2.1.3.2. Semillas con rugosidad sin diferenciar en las caras:

- 2.1.3.2.1. Semillas significativamente más largas: CPB.
- 2.1.3.2.2. Semillas significativamente más cortas: 61AA3.
- 2.2. Testa con predominancia de verde:
 - 2.2.1. Testa verde anaranjado:
 - 2.2.1.1. Testa de coloración más clara que el Tegmen:
 - 2.2.1.1.1. Semilla más larga y aguzada: 81G220.
 - 2.2.1.1.2. Semilla más corta y globosa: 81G513.
 - 2.2.1.2. Testa de coloración más oscura que el Tegmen:
 - 2.2.1.2.1. Semilla más larga y aguzada: X639.
 - 2.2.1.2.2. Semilla más corta y globosa: 75AB.
 - 2.2.2. Testa verde blanquecina:
 - 2.2.2.1. Tegmen verde blanquecino, cubierta lisa: CLEOPATRA.
 - 2.2.2.2. Tegmen verde anaranjado:
 - 2.2.2.2.1. Semillas con rugosidad diferencial en ambas caras: 79AC.
 - 2.2.2.2.2. Semillas con rugosidad sin diferenciar en las caras:
 - 2.2.2.2.2.1. LARGO, ANCHO y ESPESOR significativamente mayores: CARRIZO.
 - 2.2.2.2.2.2. LARGO, ANCHO y ESPESOR significativamente menores:
 - 2.2.2.2.2.2.1. Semillas de LARGO mayor: VOLKA.
 - 2.2.2.2.2.2.2. Semillas de LARGO menor: RUGOSO.

BIBLIOGRAFÍA

- Alsina M. 1988. Estudio Morfológico y Anatómico de las Semillas del Género *Ornithopus* L. (FABACEAE). *Acta Botánica Malacitana*, 13: 171 – 178. Málaga, España.
- Anderson C. M.; G. BANFI, C. M.; Casafús, N. B.; Costa, A.; Fabiani, S. M.; Garran, G.; Marco, R.H.; Mika, J. A.; Mousques, M. I.; Plata Tamayo, D. E.; Vazquez, H. N.; Beñatena, E.; Danos, L.; Larocca, M.; Messina, M.; Ragone, R.; Rivas, N. y Vaccaro. 1996. Manual para Productores de Naranja y Mandarina. INTA CONCORDIA, Concordia, Entre Ríos. Capítulo 4; Págs. 2 y 3.
- Chapot, H. y Praloran, J.C. 1955. Les graines de Citrus. Report of the Fourteenth International Horticultural Congress [Neth.] 2: 1294–1323.
- Dhillon, R. S.; Kaundal, G. S.; Cheema, S. S. 1993. Nucellar embryony for propagating Citrus. *Indian Hort.* 38: 44-45.
- K. Hamilton, S. Ashmore, R. Drew, 2007. Morphological characterization of seeds of three Australian wild Citrus species (Rutaceae): *Citrus australasica* F. Muell., *C. inodora* F.M. Bailey and *C. garrawayi* F.M. Bailey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, volume 55, pages 683-693
- Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of Citrus. En Reuther, W., Batchelor, L.D., Webber, H.J. (editores). *The Citrus Industry*. Volume 1. University of California, Berkeley, USA. Págs. 431-591.
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) . 2000. Descriptores para los cítricos. Citrus spp. International Bureau of Plant Genetic Resources, Roma, Italia. Págs. 44-46.
- Koltunow, A. M. 1993. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *Plant Cell* 5: 1425- 1437.
- Ley 20.247, 1973 (<http://www.infoleg.gov.ar>)
- Moreira, S.; Gurgel, J.T.; Arruda, L.F. 1947. Poliembrionia em Citrus. *Bragantia*, Campinas, v.7, n.3, p.69-106.
- Reuther, W.; Batchelor, L. D.; Webber, H. J. 1968. “The Citrus Industry”. Vol II, Anatomy, Physiology, Genetics, and Reproduction. University of California – Division of Agricultural Sciences. USA. Pags. 308-310.
- RHS Colour Chart, 2007, Royal Horticultural Society, Londres (Gran Bretaña).
- Sánchez-Damas, J. J.; Avitia-García, E.; Castillo-González, A. M.; Villegas-Monter, A.; Corona-Torres, T. 2006. Estudio Anatómico de la Poliembrionía en Tres Portainjertos de Cítricos. *Revista Chapingo Serie Horticultur* 12(2); 145-152.
- Sedgley, M.; Griffin, A. R. 1989. Sexual Reproduction of Tree Crops. Academic Press Inc. San Diego, CA. USA. pp. 82-92.
- Toll Jubbes, J. y Padilla, E. 1974 “Embriones nucleares en citrus: características y utilización”. Universidad Nacional de Tucumán; Facultad de Agronomía y Zootecnia. Serie didáctica Nº 30. Tucumán. Págs. 8-10.