

El tamaño de la muestra en el estudio de la calidad de los frutos del melocotonero 'Catherine' injertado sobre 5 patrones

J. García Brunton

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario. C/ Mayor s/n. 30150 La Alberca Murcia.
E mail: jesus.garcia2@carm.es

Resumen

El número de elementos de una muestra resulta esencial para no repetir datos u observaciones innecesarias y disponer de información representativa y fiable de la población muestreada. Se analiza el tamaño muestral 'n' de las variables de la calidad de los frutos: 'diámetro ecuatorial', 'peso', 'color de fondo de la piel (coordenadas CIE L*, a*, b*)', 'dureza', 'contenido en materia seca', 'contenido en ácidos' y 'contenido en sólidos solubles', de la variedad de melocotonero 'Catherine', en las cosechas de los años 2000 al 2002, cultivada en la Región de Murcia, sobre los portainjertos 'Montizo', 'Monpol', 'Adesoto 101' (clones de 'pollizo de Murcia'), 'M.r.S. 2/5' (clon de ciruelo mirabolán) y un 'pollizo' común (no seleccionado). Para el cálculo del tamaño de la muestra, se han utilizado dos métodos, ambos basados en la variabilidad observada en las muestras y en el error aceptado al comparar la media muestral y la poblacional estimada. Los resultados obtenidos con ambos métodos son semejantes. Se observa gran variabilidad en los valores de tamaño muestral 'n', tanto para cada variable, como entre patrones y entre años, aunque en la mayoría de los parámetros, el portainjerto afecta sustancialmente al tamaño muestral, así, 'pollizo común', patrón estándar, no seleccionado, presenta en ocho parámetros sobre nueve del estudio, valores altos de tamaño muestral. Del resto de patrones 'Mr. S. 2/5' también muestra altos 'n' en 4 parámetros. Entre los clones seleccionados de 'pollizo de Murcia' se observa cierta homogeneidad en los valores de 'n' que resultan más bajos. Los resultados de 'n' son cercanos o muy parecidos a valores de la bibliografía, pareciendo justificar que en la literatura el tamaño muestral 'n' varíe según los criterios de cada autor, y que la experiencia y conocimiento de los diferentes aspectos de los objetivos que se plantean en los estudios sean suficientes para dimensionar las muestras.

Palabras clave: 'Montizo', 'Monpol', 'Adesoto 101', 'Mr. S. 2/5', 'Pollizo común', calibre, peso, color de la piel, dureza, materia seca, acidez, sólidos solubles

Summary

The importance of sample size in the determination of fruit quality of 'Catherine' peach grafted on five rootstocks

The sample size 'n' has been investigated with respect to the following fruit quality parameters of 'Catherine' cultivar peach: equatorial diameter, weight, skin colour, (co-ordinates CIE L*, a*, b*), firmness, dry matter content, acidity and soluble solids. The work refers to the years 2000 and 2002, for plants grown in the region of Murcia, on the rootstocks 'Montizo', 'Monpol', 'Adesoto 101' ('pollizo de Murcia' clones), 'M.r.s. 2/5' (mirabolán plum clone) and a common 'pollizo' (not selected). Regarding the calculation of sample size, two methods have been used, both based on the observed variability in the samples and on the acceptable error when comparing the sample mean with the estimated population mean. The results obtained with the two methods were similar. A great variability was seen for the values of sample size 'n', for each variable as well as among rootstocks and between

years. For most parameters, the rootstock affected substantially the sample size: 'pollizo común', the standard rootstock and the "not selected" gave the highest sample size values for eight of the nine parameters studied. Of the remaining rootstocks, 'Mr. S. 2/5' also gave high values of 'n' for four parameters. Among the selected clones of 'pollizo de Murcia', a degree of homogeneity was seen for the values of 'n', which were lower. The observed values of 'n' are close or very similar to the values in the literature, which seems to justify that in previous reports the sample size 'n' varies according to the criteria of the different authors and that experience and knowledge of the different aspects of the proposed objectives are enough to allow sample size selection.

Key words: Montizo', 'Monpol', 'Adesoto 101', 'Mr. S. 2/5', 'Pollizo común', diameter, weight, skin colour, firmness, dry matter, acidity, soluble solids

Introducción

El melocotonero con una producción media anual superior a las 200.000 tn (figura 1) es el frutal de regadío más importante de la Región de Murcia. Se puede afirmar que prácticamente casi todas las variedades de melocotonero y nectarina de clima mediterráneo están presentes en la producción murciana, sin embargo el grueso de la producción procede de variedades de industria, de la cual opcionalmente una parte es destinada al mercado en fresco. La producción se concentra en los meses de junio a agosto, época en la que maduran principalmente las variedades de doble aptitud fresco/industria que son ampliamente cultivadas. Desde el punto de vista del consumo en fresco la calidad de estas variedades ha sido poco estudiada.

De entre todas las variedades actualmente presentes en la producción murciana, posiblemente 'Catherina' sea la más extendida, que ha pasado en los 10 últimos años del 12-13% al 25% de la cosecha total de melocotón regional (figura 1).

'Catherine' es una variedad de doble aptitud, cuyo destino principal es el mercado en fresco, pero en años de desequilibrio entre la oferta y la demanda, normalmente coincidentes con años de fuerte producción, es

aceptada por la industria que inicia así su fabricación anual. El reconocido prestigio que tiene entre los agricultores y consumidores es debido a que:

- Está plenamente adaptada a las condiciones climáticas de la región, resultando para el fruticultor fácil de cultivar, produce frutos de gran calidad, grandes, atractivos y aromáticos, que cuando están plenamente maduros, son para el consumidor excelentes por sus características organolépticas, recordando a las viejas variedades autóctonas murcianas.
- Es una variedad con alta productividad: posiblemente junto a 'Babygold 6', la más productiva de las variedades de melocotonero y nectarina actualmente cultivadas en Murcia.
- Además entre las variedades de doble aptitud, tiene una época de madurez temprana, lo que en las condiciones climáticas de la Región de Murcia aun la revaloriza más.

Entre los portainjertos para el melocotonero empleados en la región de Murcia, el híbrido melocotonero x almendro 'GF 677' es el patrón más usado, quedando pequeñas superficies sobre todo con variedades de maduración precoz, en donde se cultiva este frutal injertado sobre 'pollizo de Mur-

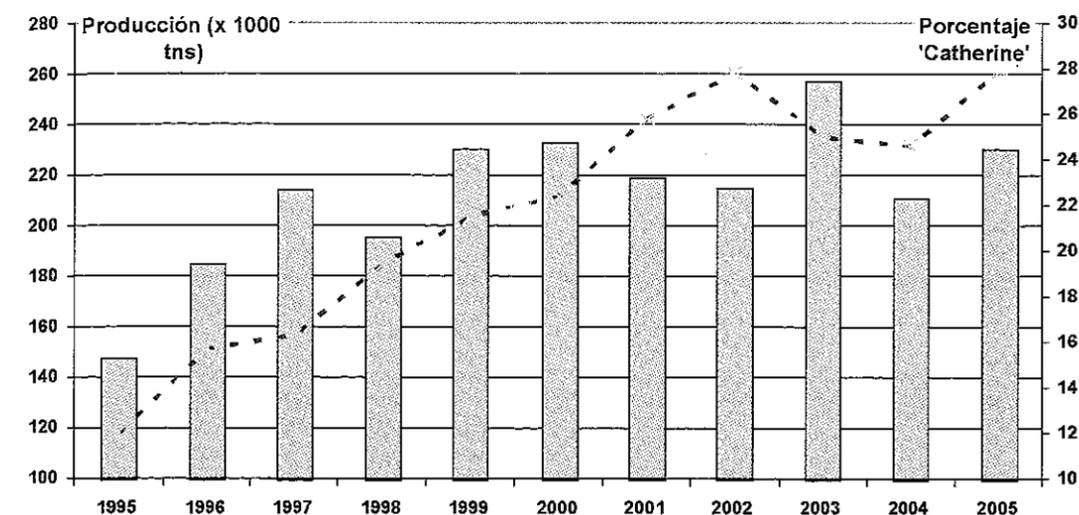


Figura 1. Evolución de la producción murciana de melocotonero e importancia relativa de la variedad 'Catherine'.

Figure 1. Evolution of Murcia peach production and relative significant (%) of 'Catherine' cultivar peach.

cia'. Otros patrones de reciente introducción por la oferta viverística, como 'Barrier', 'Cadaman', los de la serie 'G x N', etc., son poco cultivados en la actualidad, aunque se tiene noticia de su utilización comercial.

El 'pollizo' de Murcia: sus selecciones clonales

En el sureste español se conoce como 'pollizo' a un ciruelo autóctono empleado históricamente como patrón del albaricoquero, ciruelo y melocotonero. Es la piedra angular sobre la que se basa la fruticultura murciana. Confiere a las variedades injertadas sobre él menor desarrollo que los francos, adelanta la floración y maduración, acorta el período de entrada en fructificación, produciendo frutos de color más intenso, mayor tamaño y contenido de azúcar, etc., (Herrero, 1970).

Presenta extraordinaria tolerancia a la asfixia radicular y a la salinidad (Martínez-Vale-ro, 1970, 1973). Su principal inconveniente es la emisión de sierpes o 'polliceo', así como presentar problemas de compatibilidad (roturas por la zona del injerto) por problemas de virosis (CLSV) principalmente con albaricoquero. En el pasado se iniciaron dos líneas de selección clonal de individuos de 'pollizo de Murcia': en la Estación Experimental de Aula Dei en Zaragoza y en el CRIDA 07 en Murcia, hoy IMIDA de La Alberca.

La selección clonal en Aula Dei

En 1963 se inició en la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza) una selección de ciruelos locales españoles utilizados como portainjertos. Los primeros trabajos de selección se basaron en la aptitud para la propagación vegetativa por diferentes vías, consti-

tuyéndose 25 clones de 'pollizo de Murcia', (Cambra, 1970). Los estudios posteriores mostraron una gran uniformidad morfológica en el material recogido en Murcia, lo que dificultó su selección; estas observaciones confirman la paulatina homogeneización comentada por Martínez-Valero (1970) resultado de la preferencia de los productores por el 'pollizo fino' (Cambra, 1979).

'Adesoto 101' es la denominación comercial de un clon de ciruelo 'pollizo de Murcia', procedente de una selección de sierpes de árboles cultivados, multiplicado por vía vegetativa y seleccionado con la clave 'Puebla de Soto 101'. Considera Cambra, (1979) que pertenece a una población de 'pollizo fino'. Es un patrón totalmente adaptado a suelos calcáreos y compactos, siendo resistente a la asfixia de raíces y a la clorosis férrica; avanzando la madurez de 3 a 7 días, especialmente cuando se le compara con el híbrido melocotonero x almendro. Su vigor es menor que el del melocotonero franco o el 'Brompton'. La eficiencia productiva y el tamaño del fruto fue mayor o igual que los de otros ciruelos, siendo muy recomendable para plantaciones intensivas o cuando interesa controlar el vigor de las variedades de melocotonero excesivamente vigorosas (Moreno *et al.*, 1995; Moreno y Cambra, 1998).

La selección clonal en el IMIDA de Murcia y el CITA de Zaragoza

Con el criterio de 'disponer de selecciones de 'pollizos de semilla', a finales de los años setenta, investigadores del IMIDA recolectaron trece grupos de endocarpios de 'pollizos' adultos sitos en zonas marginales de fincas comerciales de frutales de la vega del río Segura en Murcia. Ribazos, acequias, azarbes, linderos, márgenes de caminos, etc., eran donde espontáneamente habían crecido y vegetaban estos 'pollizos' que

además producían frutos. (Martínez-Cutiillas, 2000). Una vez germinados dieron lugar a plantas que fueron seleccionadas morfológicamente en el segundo año por su similitud con el progenitor 'pollizo fino de Murcia' (Martínez-Valero, 1983). Posteriormente algunas selecciones fueron llevadas al CITA de Zaragoza, donde se multiplicaron y estudiaron bajo las denominaciones 'albinia 8' y 'albinia 6' (Felipe *et al.*, 1989) dando lugar a los actuales clones 'Montizo' y 'Monpol' (Felipe, 1976; Felipe *et al.* 1994; Felipe, 1989). Ambos clones se han mostrado compatibles con todas las variedades de melocotonero ensayadas (Carrera, 1986) y parcialmente con almendro (Felipe, 1976; Felipe y Herrero, 1977).

A estas tres selecciones de 'pollizos de Murcia' se les reconoce las características generales del comportamiento agronómico de estos patrones autóctonos, siendo considerados además resistentes a nematodos (Pinochet *et al.*, 1992, 1996). No se dispone de referencias de estudios agronómicos sobre su comportamiento en las condiciones de Murcia.

El ciruelo Mr. S. 2/5

El patrón 'Mr. S. 2/5' es un ciruelo seleccionado por F. Scaramuzzi a principios de los años 60 de una población de semillas de mirabolán de polinización libre. No se tiene certeza de la especie a que pertenece pero los estudios cromosómicos realizados indican que se trata de un híbrido pentaploide ($2n = 40$), probablemente híbrido espontáneo de *Prunus cerasifera* x *Prunus spinosa* (L). (Loreti *et al.*, 1989). De este portainjerto, este mismo autor destaca como aspectos positivos:

- Presenta muy buena resistencia al encharcamiento del suelo y buena a la caliza activa (hasta 7,5%), aunque empieza a mostrar signos de estrés cuando se superan las concentraciones de 11,8%; en cualquier caso su

comportamiento en estos aspectos es semejante al de mirabolán B.

- No se han descrito casos de incompatibilidad con variedades de melocotonero y nectarina.
- Tiene bajo nivel de emisión de sierpes.

Las diversas variables que se analizan en los estudios sobre la calidad de los frutos consideran aspectos físicos y químicos de estos, siendo esencial el número de elementos de una muestra o tamaño muestral, con el fin de no repetir datos u observaciones innecesarias y disponer en cambio de suficiente información para que los resultados obtenidos sean fiables y representativos de la población muestreada.

Fundamentos estadísticos del tamaño muestral

Para calcular el número de observaciones o tamaño muestral en cada una de las variables de la calidad de los frutos, nos basamos en la teoría de los intervalos de confianza para la media de una población normal (Box *et al.*, 2001). Si estimamos el valor de la media de la población ' μ ' por medio de la media ' \bar{X} ' de una muestra, exigimos que la diferencia ($\bar{X} - \mu$) en valor absoluto no supere cierta cantidad (Llovet *et al.*, 2000). En este tipo de inferencia, la clave de la estimación radica en exigir una buena aproximación o error entre el valor estimado de la media y el real de la población; es decir que sea buena la estimación que vamos a hacer de la media poblacional; de forma general este valor no podrá determinarse, ya que vendrá condicionado por cada variable de estudio concreto (Ruiz, 1969).

En el cálculo del tamaño muestral 'n' se pueden utilizar dos métodos, ambos basados en la variabilidad observada en las muestras y en el error aceptado.

Método 1 (Mt1).- Utilizamos que ($\bar{X} - \mu$) es una variable aleatoria que se distribuye como una variable normal con media 0 y desviación típica $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ es decir $(0, \frac{\sigma}{\sqrt{n}})$,

siendo respecto de la muestra, ' \bar{X} ' la media, 'S' la desviación típica y 'n' el número de observaciones (tamaño), y respecto de la población, ' μ ' la media y ' σ ' la desviación típica; ' ϵ ' el error máximo admitido (diferencia entre la media de la muestra y la que vamos a estimar).

Buscamos que la probabilidad de que la diferencia ($\bar{X} - \mu$) sea mayor que $-\epsilon$ y menor que ϵ resulte pequeña, concretamente del 0,05, es decir que $P(-\epsilon < (\bar{X} - \mu) < \epsilon) = 0,95$.

Como la desviación típica de la población ' σ ' no la conocemos, la estimaremos mediante los datos de una muestra utilizando el estadístico

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Si llamamos ' γ ' a la variable (0,1) tabulada, podemos poner decir que:

$$P\left(-\epsilon < \frac{S}{\sqrt{n}} \gamma < \epsilon\right) = 0,95 \quad y$$

$$P\left(\frac{-\epsilon\sqrt{n}}{S} < \gamma < \frac{\epsilon\sqrt{n}}{S}\right) = 0,95$$

Mirando en tablas normalizadas (Spiegel, 1992) obtenemos que $P(-1,96 < \gamma < 1,96) = 0,95$, luego

$$1,96 = \frac{\epsilon\sqrt{n}}{S}$$

y por tanto que

$$n = \left(\frac{1,96S}{\varepsilon} \right)^2$$

Método 2 (Mt2).- Nos basamos en el conocimiento de que la población tiene un tamaño finito conocido y relativamente pequeño en nuestro caso unos 5.000 individuos (datos no mostrados) y por lo expuesto en el método 1 anterior.

Definimos de la población a 'N' como el número de elementos, 'μ' su media y

$$s^2 = \frac{\sum_i (X_i - \mu)^2}{N-1}$$

su cuasivarianza, y de la muestra, 'n' el número de elementos, 'X̄' su media y

$$s^2 = \frac{\sum_i (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

su cuasivarianza, además de 'ε' el error admitido (diferencia entre la media de la muestra y la que vamos a estimar). Si en esta población cuando hacemos el muestreo, la extracción de los 'n' elementos de la muestra se efectúa sin devolución al colectivo, se demuestra que 'X̄' es un estimador insesgado de la media 'μ' y que la varianza de 'X̄' es

$$\bar{X} \text{ es } \sigma^2 = \frac{N-n}{N} \times \frac{s^2}{n}$$

Todo esto es aplicable a la estimación del tamaño de la muestra en poblaciones finitas mediante la estimación de la media de la población. Sabemos que, P(|X̄ - μ|) = 0,95 y esto en poblaciones normales ocurre cuando ε = 2σ. Como

$$\sigma = \sqrt{\frac{N-n}{N} \times \frac{s^2}{n}} \text{ y } \frac{N-n}{N} \times \frac{s^2}{n} = \frac{\varepsilon^2}{4}$$

nos resulta que el tamaño de la muestra es

$$n = \frac{4Ns^2}{4s^2 + N\varepsilon^2}$$

En los estudios de calidad de los frutos del melocotonero se analizan diferentes variables que se puede agrupar en dos grandes tipos: las relacionadas con aspectos físicos de los frutos: peso, diámetro sutural, ecuatorial y polar (dimensiones); dureza (aptitud para la manipulación); color (atractividad), etc., y las relacionadas con aspectos químicos, principalmente el contenido en ácidos y el de azúcares. Según los objetivos de los diferentes tipos de estudios, existe amplia literatura sobre el tamaño muestral en los análisis de calidad de los frutos:

- valoración de patrones: 30 frutos comerciales por patrón (Scudellari *et al.*, 1994). 20 frutos de cada árbol y patrón (hay 9 árboles por patrón) en la segunda pasada (Caruso *et al.*, 1996).
- valoración de obtenciones varietales: 20 frutos estimados representativos de la cosecha comercial (Ien-Chi *et al.*, 1995). 50 frutos por variedad (Badenes *et al.*, 1998). De cada obtención (árbol), la forma y dureza de forma subjetiva por el mejorador y el calibre en 10-15 frutos (Krewer *et al.*, 1998).
- Efectos de técnicas culturales: 60 frutos por tratamiento (Ghrab *et al.*, 1998). 5 repeticiones de 6 u 8 frutos (30 a 40 en total) (Souty *et al.*, 1998). 90 frutos por variedad y sistema de poda recogidos en la segunda recolección (Caruso *et al.*, 1997). 30 frutos por árbol (hay 4 árboles) y tratamiento (George *et al.*, 1997). 60 frutos (25 para el color) (Agustí *et al.*, 1998).
- Valoración de índices de madurez no destructivos: 48 frutos para medidas físicas y 24 para las químicas (Luchinger *et al.*, 1998).

Como se puede apreciar en estos ejemplos de literatura sobre el tema, los tamaños muestrales son muy variables según cada caso y basados en el objetivo final de apreciar las posibles diferencias entre tratamientos.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el tamaño de la muestra de los frutos de la variedad 'Catherine' cultivada sobre cinco patrones clonales de ciruelo, en base a los datos obtenidos con frutos de las cosechas de los años 2000 al 2002.

Material y Métodos

Material

Los datos del presente trabajo de análisis de la calidad, proceden de frutos de un ensayo de la variedad de melocotonero 'Catherine', injertado sobre las selecciones de ciruelo 'pollizo de Murcia', 'Montizo', 'Monpol', 'Adesoto 101', un 'pollizo' común sin seleccionar y una selección de ciruelo mirabolán denominada 'M.r.S. 2/5'. El ensayo está situado en una finca experimental de la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, en la pedanía de Yechar del término municipal de Mula (Murcia).

Los patrones de este ensayo se plantaron en febrero de 1995, a un marco de 5 x 3 m, y se injertaron 'in situ' en agosto del mismo año. Los frutos analizados corresponden a las

cosechas del quinto, sexto y séptimo verde respectivamente. El diseño experimental consta de 7 plantas por patrón con 2 bloques (14 árboles en total por patrón). Desde su plantación el ensayo ha sido regado con sistema de riego localizado disponiendo cada árbol de 3 goteros de 4l/h.

Las prácticas culturales anuales aplicadas en el ensayo han sido las mismas, adaptadas a las condiciones climáticas de cada año

En la madurez comercial (color de los frutos, finales junio primeros de julio), de los años 2000, 2001 y 2002, de entre la fruta recogida en cada patrón, en la segunda recolección (de las tres que se suele realizar), se tomaron en campo al azar, unos 20 kilos de fruta (aproximadamente entre 100 a 150 frutos) que se llevaron a laboratorio; en este se seleccionaron frutos de entre los más homogéneos, desechando los más grandes y pequeños, los verdes o más maduros, etc.

Las muestras se mantuvieron en el laboratorio 24 horas a temperatura ambiente (unos 22-24 °C) y manipulados a continuación midiendo en cada fruto las variables de la calidad: peso, diámetro ecuatorial, dureza, contenido en materia seca, contenido en sólidos solubles, contenido en ácidos y color de fondo de la piel (mediante los parámetros L, a*, b*). En la tabla 1 se presentan el número de elementos de la muestra para cada variable y año.

Tabla 1. Número de observaciones anual de cada muestra utilizados para la evaluación del mínimo tamaño muestral necesario para el peso, diámetro ecuatorial (Diámetro E.), contenido en materia seca (% MS), dureza, acidez, contenido en sólidos solubles (S.S: y color)
Table 1. Sample size for year of each variable

Año	Peso fr	Diámetro E.	% MS	Dureza	Acidez	S.S.	Color
2000	50	50	20	50	20	20	50
2001	60	60	30	30	30	30	60
2002	30	30	15	15	15	15	30

Métodos del análisis de la calidad

En todos los parámetros analizados se siguieron las recomendaciones del Cemagref (1988). Todos los valores se aproximaron hasta 1 decimal.

El diámetro comercial (mm) representado por el diámetro ecuatorial (DE) (distancia máxima entre zonas del fruto en dirección perpendicular a la distancia máxima entre la línea de sutura y la zona opuesta del fruto), fue medido con un calibre digital.

El peso del fruto (g) se hizo con una balanza de precisión.

El color de fondo de la piel fue calculado de las coordenadas CIE Lab (L, a*, b*), (Commission Internationale de l'éclairage, 1986) obtenidas con un colorímetro Minolta CR 300, (1 dato, media de 3 disparos automáticos del aparato en zonas diferentes del fruto).

La dureza de la pulpa se midió con un penetrómetro manual con un punzón de 8 mm de diámetro (0,5 cm² de sección), tomando como dato la media de 2 pinchazos en zonas peladas de las caras opuestas del fruto y expresando los datos en kg/cm² (Venien, 1998).

El contenido en materia seca se calculó desecando el fruto entero, en estufa a 65 °C durante al menos 24 horas y hasta peso constante, expresando el resultado como porcentaje (%) entre el peso seco y el del fruto fresco.

La acidez y el contenido en sólidos solubles se midieron en el zumo de los frutos, obtenido previa molienda, centrifugado y filtrado de la pulpa de cada fruto (Venien, 1998). La acidez se obtuvo valorando 5 cm³ de zumo de cada fruto, neutralizando con NaOH 0,1 N hasta pH 8,1, expresando los resultados en g/l de ácido málico. El contenido en Sólidos Solubles del zumo, se midió con un refractómetro manual ATAGO expresando los resultados en °BRIX.

Justificación del Máximo error admisible aplicado

Los dos métodos expuestos para obtener el tamaño muestral están fundamentados en la diferencia máxima admisible 'ε' entre los valores de las medias muestral y poblacional. Se considera que el error 'ε' no debe ser superior al 10% de los valores medios obtenidos en las muestras para disponer de buena fiabilidad (Box *et al.*, 2001), aunque este valor no puede determinarse de forma general, ya que viene condicionado por cada variable del estudio concreto (Ruiz P., 1969). En nuestro caso, los valores de error utilizados se muestran en la tabla 2.

Resultados

Peso y diámetro ecuatorial

Los datos del 'peso del fruto' han sido muy variables entre años y patrones, con valores de desviación típica (datos no mostrados) en el conjunto de los datos muy elevados. En estas condiciones, el tamaño muestral 'n' obtenido resulta elevado y diferente de un año a otro, incluso en el mismo portainjerto. Los mayores valores de 'n' se obtienen en el año 2000, con 42-43 (Monpol) y 35-36 (Mr. S. 2/5), y los menores en el 2001 con 5-6 en todos los patrones (tabla 3).

En cuanto a los datos del 'diámetro ecuatorial', aún a pesar de presentar una fuerte correlación con el peso (datos no mostrados), tiene mucha menor variabilidad, siendo esta muy semejante tanto anualmente como entre los portainjertos. Los mayores valores de 'n' en este parámetro se dan en el patrón 'Mr. S. 2/5', oscilando desde 19 (año 2000) a 39 (año 2002), el 'pollizo común' tiene valores un poco más bajos (17 a 29 respectivamente), pero superiores al resto de portainjertos, cuyos valores van desde 9 a 22 (tabla 3).

Tabla 2. Valores aplicados para la diferencia máxima 'ε' entre la media de la muestra y la media de la población y porcentaje resultante de error para el peso, diámetro, materia seca, dureza, contenido en sólidos solubles, acidez y color (parámetros L*, a* y b*)

Table 2. Applied values maximum by the difference between sample mean and population mean and result real error (%)

Variable	'ε' aplicado (diferencia entre media muestra y media población)	% error resultante
Peso (g)	12	7-10
Diámetro (mm)	1,5	2-2,5
Materia. seca (%)	1	5-8
Dureza (kg/cm ²)	0,4	8-16
Sólidos Solubles (°Brix)	1	7-10
Acidez (g/l)	0,5	5-9
L*	1	1-2
a*	1,5	70-300
b*	1,5	2-3

Tabla 3. Media anual (\bar{X}) y mínimo tamaño muestral 'n' para las condiciones expuestas en la tabla 2, de las variables de la calidad: Peso fruto y Diámetro ecuatorial

Table 3. Mean and sample size 'n' of quality variables: weight and equatorial diameter

Portainjerto	Año	\bar{X}	Peso (g)		Diámetro ecuatorial (mm)		
			'n' Mtn 1	'n' Mtn 2	\bar{X}	'n' Mtn 1	'n' Mtn 2
Adesoto 101	2000	127,1	27	28	65,2	17	17
	2001	120,0	5	5	60,2	9	10
Pollizo Común	2002	148,7	8	9	66,2	14	14
	2000	116,1	18	19	62,9	17	18
Mr. S. 2/5	2001	132,8	6	6	61,7	16	16
	2002	150,8	10	10	66,1	29	30
Monpol	2000	134,6	35	36	66,2	18	19
	2001	122,6	6	6	61,0	19	19
Montizo	2002	159,1	19	20	67,2	38	39
	2000	139,6	42	43	68,3	15	16
Montizo	2001	122,8	5	6	61,0	13	13
	2002	156,0	14	14	67,0	21	22
Montizo	2000	114,4	14	14	62,4	13	14
	2001	135,4	6	6	63,1	14	15
	2002	161,3	12	12	68,0	22	23

Dureza y Contenido en materia seca

Los datos de ambos parámetros han mostrado poca variabilidad tanto entre patrones como anualmente. A pesar de la poca variabilidad mostrada por los datos del parámetro 'dureza', el tamaño muestral calculado 'n' resulta muy variable de un año a otro, incluso en el mismo portainjerto: los mayores valores de 'n' se obtienen en el año 2002, con 40 (M.r. S. 2/5) y 28 (Pollizo común y Adesoto 101), y los menores en el 2000 con 4 (M.r. S. 2/5) (tabla 4). Los portainjertos con

más homogeneidad son 'Pollizo común' ('n' entre 15 y 28) y 'Montizo' ('n' entre 7 y 19).

En cuanto al parámetro 'Contenido en Materia Seca', todos los años en el patrón 'Monpol' resulta un tamaño muestral 'n' pequeño: de 2 a 4, debido a que sus datos presentan poca variabilidad anual: 0,7 a 1. En el caso de 'Montizo' el 'n' obtenido es un poco mayor, entre 4 y 8, aún teniendo poca variabilidad interanual (1,1 a 1,4). En el conjunto de los portainjertos y años, 'Pollizo común' presenta los valores de 'n' más elevados, entre 6 (año 2002) a 15 (año 2001) ver tabla 4.

Tabla 4. Media anual (\bar{X}) y mínimo tamaño muestral 'n' para las condiciones expuestas en la tabla 2, de las variables de la calidad: Dureza y Contenido en Materia Seca
Table 4. Mean and sample size 'n' of quality variables: firmness and dry matter content

Portainjerto	Año	Dureza (kg cm ⁻²)			Contenido en Materia Seca (%)		
		\bar{X}	'n' Mtn 1	'n' Mtn 2	\bar{X}	'n' Mtn 1	'n' Mtn 2
Adesoto 101	2000	2,9	9	9	17,6	8	9
	2001	2,6	7	8	16,1	9	9
	2002	2,7	27	28	14,2	3	4
Pollizo Común	2000	3,9	15	16	18,4	9	10
	2001	3,4	23	24	16,9	14	15
Mr. S. 2/5	2002	5,0	27	28	17,5	6	6
	2000	2,5	4	4	16,9	2	2
	2001	3,0	12	12	17,2	15	16
Monpol	2002	4,0	39	40	13,1	5	5
	2000	3,2	8	9	17,5	4	4
	2001	2,4	8	8	17,1	3	3
Montizo	2002	4,2	29	30	14,7	2	2
	2000	3,4	7	7	16,9	7	8
	2001	2,8	10	10	17,2	7	7
	2002	3,7	19	19	14,5	4	5

Contenido en Sólidos solubles y Ácidos

En los tres años del estudio, la variabilidad absoluta anual de los datos del parámetro 'Contenido en sólidos solubles' del patrón 'Pollizo común' ha sido la mayor, resultando en los otros patrones valores menores y

muy parecidos entre ellos. En consecuencia, todos los años los mayores valores calculados de 'n' corresponden a 'Pollizo común' (20 a 48). En los otros patrones se obtienen menores valores de 'n', comprendidos entre 5 (Adesoto 101 año 2001) y 16 (Montizo año 2000). Los patrones 'Mr. S. 2/5' (8 a 12) y

'Monpol' (10 a 14) presentan resultados de 'n' muy parecidos y homogéneos entre años (tabla 5).

A lo largo de los años, entre los portainjertos, los datos del parámetro 'Contenido en Ácidos' correspondientes a los patrones 'Pollizo común' y 'Monpol' han sido los más

homogéneos. Calculado 'n' en ambos patrones resultan valores semejantes y casi iguales: 13 a 18 y 8 a 11. En el resto de portainjertos, los valores calculados de 'n' son más variables entre patrones y entre años, oscilando entre 5 (Adesoto 101 año 2001 a 24 (Montizo año 2002) (tabla 5).

Tabla 5. Media anual (\bar{X}) y mínimo tamaño muestral 'n' para las condiciones expuestas en la tabla 2, de las variables de la calidad: Contenido en Sólidos solubles y Acidez
Table 5. Mean and sample size 'n' of quality variables: solubles solids content and acidity

Portainjerto	Año	Sólidos solubles (°B)			Acidez (g l ⁻¹)		
		\bar{X}	'n' Mtn 1	'n' Mtn 2	\bar{X}	'n' Mtn 1	'n' Mtn 2
Adesoto 101	2000	12,5	10	11	8,1	10	11
	2001	13,7	4	5	5,9	5	5
	2002	11,7	5	5	5,9	18	18
Pollizo Común	2000	13,5	20	20	9,2	14	14
	2001	14,5	24	25	7,0	18	18
Mr. S. 2/5	2002	13,2	46	48	6,5	13	13
	2000	12,4	8	8	8,8	17	18
	2001	14,0	11	12	6,0	7	7
Monpol	2002	10,4	11	12	7,0	20	21
	2000	12,6	13	14	9,1	9	9
	2001	13,9	11	11	6,5	8	8
Montizo	2002	11,2	10	10	6,5	10	11
	2000	12,6	15	16	9,6	11	11
	2001	13,9	14	15	6,0	6	6
	2002	11,6	6	6	7,0	23	24

Parámetros del color de fondo de la piel

En el parámetro del color de fondo de la piel 'L*', la variabilidad absoluta anual de los datos en los tres años del estudio es muy parecida, tanto entre patrones como entre años, destacando por su semejanza anual y menores valores las de los portainjertos Adesoto 101 y Monpol; los otros patrones muestran mayor variabilidad absoluta y cierta heterogeneidad según los años. En consecuencia los resultados de 'n', son

semejantes para Adesoto 101 (5 a 8) y Monpol (4 a 7). En el resto de patrones los valores calculados son un poco mayores y variables entre años, de 7 a 16 (tabla 6).

Con respecto al parámetro color de fondo de la piel 'a*', a lo largo del tiempo del estudio, los datos correspondientes a 'Pollizo común' han presentado la mayor variabilidad absoluta anual; en el resto de patrones ha sido menor y variable según los años. Calculado 'n', 'Pollizo común' tiene según años los valores más altos (47 año 2002, 31 en

2001 y 14 en 2000), con valores en el resto de patrones más bajos oscilando entre 13 y 20, y sin diferencias entre ellos (tabla 6).

Los resultados obtenidos en el parámetro del color de fondo de la piel b^* en todos los apartados son parecidos a lo expuesto en el párrafo anterior: 'Pollizo común' ha presentado la mayor variabilidad absoluta, 'Montizo' y 'Monpol' han mostrado cierta homogeneidad entre años, 'Adesoto 101' y 'Mr. S.

2/5' han presentado entre años desviaciones típicas menores y variables (datos no mostrados). El valor calculado de 'n' para 'Pollizo común' tiene según años los valores más altos (33 año 2002, 16 en 2001 y 14 en 2000); 'Montizo' y 'Monpol' han tomado valores con cierta homogeneidad entre años oscilando de 7 a 12, y de 6 a 11 respectivamente; en 'Adesoto 101' y 'Mr. S. 2/5', 'n' ha resultado según años, desde 5 a 14 y desde 9 a 18 respectivamente (tabla 6).

Tabla 6. Media anual (\bar{X}) y mínimo tamaño muestral 'n' para las condiciones expuestas en la tabla 2, de las variables de la calidad: Parámetros del color de fondo de la piel, L^* , a^* , b^* .

Table 6. Mean and sample size 'n' of quality variables: skin colour L^* , a^* , b^*

Portainjerto	Año	L^*			a^*			b^*		
		\bar{X}	'n'	Mtn 1'n' Mtn 2	\bar{X}	'n'	Mtn 1'n' Mtn 2	\bar{X}	'n'	Mtn 1'n' Mtn 2
Adesoto 101	2000	72,8	5	6	-2,1	7	7	55,1	5	5
	2001	73,6	8	8	-2,1	16	16	52,0	11	11
	2002	71,8	7	8	0,3	13	13	55,6	14	14
Pollizo Común	2000	72,1	6	7	1,2	14	14	56,5	13	14
	2001	73,1	15	16	-0,1	30	31	51,3	15	16
	2002	73,8	8	9	2,4	46	47	58,6	32	33
Mr. S. 2/5	2000	71,6	4	4	-1,1	14	14	55,6	9	9
	2001	72,8	10	10	-2,9	16	17	50,7	14	15
	2002	70,6	13	13	0,2	24	25	54,0	17	18
Monpol	2000	72,0	4	5	-2,2	11	11	54,6	6	6
	2001	73,5	6	6	-2,3	12	13	52,3	10	11
	2002	73,0	7	7	-3,0	19	20	54,5	10	10
Montizo	2000	71,6	5	5	-1,3	10	11	55,5	7	7
	2001	73,4	10	10	-1,8	15	16	50,7	11	12
	2002	71,3	13	13	0,5	11	12	54,5	9	10

Discusión

A tenor de los resultados obtenidos en el cálculo del tamaño muestral de la mayoría de los parámetros de la calidad estudiados, parece que tanto el portainjerto como las condiciones climáticas de cada año, afectan sustancialmente al tamaño muestral, más en unos patrones que otros. Así, en estas

condiciones, 'pollizo común', que es un patrón estándar, no seleccionado, y por tanto heterogéneo entre sus individuos, produce frutos con gran variabilidad en sus características, presentando en casi todos los parámetros analizados menos en 'color L^* ' (es decir en 8 parámetros de 9 del estudio), valores de mínimo tamaño muestral altos, destacando el tamaño calculado (cercano a

50 frutos) en las variables 'sólidos solubles' y 'color a^* '. Del resto de patrones 'Mr. S. 2/5' también resulta con altos valores de 'n' en 4 parámetros: 'peso', diámetro ecuatorial, 'contenido en materia seca' y 'dureza', con valores cercanos a 40 frutos. Una posible explicación del comportamiento de este portainjerto pudiera estar en la no total adaptación a las condiciones agroclimáticas de Murcia. Entre los 3 clones seleccionados de 'pollizo de Murcia' se observa cierta homogeneidad en los valores de 'n', discrepando 'Monpol' en el parámetro 'peso' donde se obtiene un valor de 43 frutos.

Aunque con diferencias entre patrones (sobre todo en el 'pollizo común'), los parámetros, 'contenido en materia seca', 'color L^* ' y 'contenido en ácidos', son los que tie-

nen valores de tamaño muestral bastante semejantes todos los años y relativamente bajos (entre 5 y 15 frutos).

Hay una gran variabilidad en los valores obtenidos en el cálculo del tamaño muestral 'n', tanto para cada parámetro de la calidad, como para cada patrón y año. A tenor de estos resultados y a nivel de varios años, patrones diversos y distintos, para fijar un valor mínimo de 'n' en estudios sobre calidad de los frutos, debemos considerar los valores más altos obtenidos. Así en la tabla 7, se presentan los valores mínimos de tamaño muestral, para el conjunto de patrones y años, para cada uno de los parámetros de la calidad analizados en este estudio y para su conjunto.

Tabla 7. Número mínimo estimado de 'n' para cada parámetro de la calidad de los frutos y en conjunto de todos ellos (primera fila) y número reales utilizados en el estudio por año en cada variable

Table 7. Minimum calculated values of sample size and real applied values

Mínimo 'n'	Número mínimo estimado de observaciones por variable						
	Peso	Diámetro Ec.	% MS	Dureza	Acidez	S.S.	Color (a^*)
48	43	39	16	40	24	48	47

Año	Número mínimo estimado de observaciones por variable						
	Peso	Diámetro Ec.	% MS	Dureza	Acidez	S.S.	Color (a^*)
2000	50	50	20	50	20	20	50
2001	60	60	30	30	30	30	60
2002	30	30	15	15	15	15	30

Globalmente los resultados presentados en la tabla 7, son cercanos o muy parecidos a los valores encontrados en la bibliografía. Así Scudellari *et al.* (1994) utilizan 30 frutos y Souty *et al.* (1998) de 30 a 40. Sin embargo quedan algo alejados de otros, como los 60 de Agustí *et al.* (1998) y Ghrab *et al.* (1998),

los 90 de Caruso *et al.* (1997), los 120 de George *et al.* (1997) o incluso muy alejados de los 180 de Caruso *et al.* (1996). Por otra parte, estos resultados parecen justificar que en la literatura el tamaño muestral 'n' varíe según diferentes criterios de cada autor. Así

- La clase de medidas del estudio, 48 frutos en medidas físicas y 24 en químicas (Luchinger *et al.*, 1998).
- Algún parametro de la calidad en particular, 25 frutos para el color y 60 para el resto (Agusti *et al.*, 1998), 10-15 frutos para el calibre (Krewer *et al.*, 1998).
- Los tipos de estudios de que se trate, 180 frutos en un ensayo de patrones (Caruso *et al.*, 1996) y 90 en un ensayo de sistemas de poda (Caruso *et al.*, 1997), o incluso en ensayos sobre obtenciones varietales, los valores de 'n' bajen sustancialmente, 20 frutos (len-Chi Wen *et al.*, 1995) o que casi no se considere a 'n', dejando la forma y dureza de los frutos a la apreciación subjetiva del mejorador (Krewer *et al.*, 1998).

En ninguno de estos trabajos se justifica el tamaño muestral empleado, pudiéndose pensar que la experiencia y conocimiento de los diferentes aspectos de los objetivos que se plantean en los estudios son suficientes para dimensionar las muestras.

Conclusiones

A tenor de los resultados obtenidos en el presente estudio, los dos métodos matemá-

gicos utilizados proporcionan similares valores mínimos de tamaño muestral.

Las medidas de los frutos de las 3 selecciones clonales de 'pollizo de Murcia' presentan menor variabilidad que las de 'Mr. S. 2/5' (selección clonal de mirabolan), y estas que las de 'pollizo común' no seleccionado; consecuentemente para un parámetro de la calidad determinado, el tamaño muestral exigido en los 'pollizos' seleccionados es menor, y por tanto en estudios de calidad de frutos en donde se implique al 'pollizo común' no seleccionado, el tamaño muestral debe ser mayor que cuando sean usados sólo los clones seleccionados.

Cuando se estudien los parámetros de calidad de los frutos de la variedad de melocotonero 'Catherine', cultivada sobre los patrones tipo ciruelo 'pollizo' de Murcia o semejantes, el tamaño muestral de cada parámetro recomendable será el que se expone en la tabla 8:

A nivel general, según los objetivos que en los estudios se planteen, queda en la responsabilidad de cada investigador la definición del tamaño muestral, aunque sería deseable incluir en las publicaciones la justificación estadística del tamaño muestral.

Tabla 8. Mínimo tamaño muestral recomendado para la evaluación del peso, diámetro acuatorial (Diámetro Ec.), contenido en materia seca (% MS), dureza, acidez, contenido en sólidos solubles (S.S.) y Color (a*), según las condiciones expuestas en la tabla 2
Table 8. Recommend sample size 'n' for each quality variable

Peso	Diámetro Ec.	% MS	Dureza	Acidez	S.S.	Color (a*)
43	39	16	40	24	48	47

Bibliografía

- Agustí M, Andreu I, Juan M, Almela V, Zacarías L, 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 73 (4): 537-540.
- Badenes ML, Martínez-Calvo J, Llacer G, 1998. Estudio comparativo de la calidad de los frutos de 26 cultivares de melocotonero de origen norteamericano y dos variedades-población de origen español. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* Vol. 13 (1-2).
- Box G, Hunter W, Hunter J, 2001. Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos. Editorial Reverté S.A. pp: 109-125.
- Cambra R, 1970. Selección de pollizos de Murcia y otros ciruelos locales españoles. *ITEA* 1: 115-126.
- Cambra R, 1979. Selección clonal de pollizos de Murcia. *ITEA* 36: 21-30.
- Carrera M, 1986. Patrones para el melocotonero. *Fruticultura profesional* 4: 2-7
- Caruso T, Giovannini D, Liverani A, 1996. Rootstock influences the fruit mineral, sugar and organic acid content of a very early ripening peach cultivar. *Journal of Horticultural Science*. 71 (6): 931-937.
- Caruso T, Giovannini D, Marra FP, Sottile F, 1997. Two new planting system for early ripening peaches (*Prunus persica* L. Bastch): yield and fruit quality in four low-chill cultivars. *Journal of Horticultural Science*. 72 (6): 873-883.
- CEMAGREF, 1988. La qualité gustative des fruits. Methodes pratiques d'analyse. Ministry of Agriculture. France.
- Commission Internationale de l'éclairage. 1986. Colorimetry Publication CIE n° 15.2 Vienna
- Felipe AJ, 1976. Compatibilidad entre cultivares de almendro y patrón de ciruelo 'pollizo'. *Actas del I congreso Internacional de Almen-dra y Avellana* pp: 331-336.
- Felipe AJ, Herrero J, 1977. Ensayo de patrones para el cultivo de almendro en regadío. *Anales INIA, serie Producción Vegetal* 7: 113-124.
- Felipe A, Blasco AB, Carrera M, Gella R, 1989. 'Monpol-645' y 'Montizo-646': nuevas selecciones clonales de 'pollizo' de Murcia. *ITEA* 83: 41-46.
- Felipe AJ, 1989. Patrones para frutales de pepita y hueso. Ediciones Técnicas Europeas S.A. pp: 64-65, 89, 96-98, 104-107, 139-140
- Felipe AJ, Gómez-Aparisi J, Socias i Company R, 1994. 'Pollizo plum', a rootstock for almond: preliminary results. *Acta Horticulturae* 373: 99-103.
- George AP, Hieke S, Rasmunssen T, Lüdders P, 1997. Early shading reduces fruit and late shading reduces quality in low-chill peach (*Prunus persica* L. Bastch) in subtropical Australia. *Journal of Horticultural Science*. 71 (4): 561-571.
- Ghrab M, Sahli S, Ben Mechlia N. 1998. Reduction in vegetative growth and fruit quality improvement in the peach variety 'Carnival' through moderate watering restrictions. *Acta Horticulturae* 465: 601-608.
- Herrero J, 1970. Patrones de otras especies de hueso. *ITEA* 1: 137-152.
- len-Chi Wen, Koch KE, Sherman WB, 1995. Comparing fruit and tree characteristics of two peaches and their nectarine mutants. *Journal American Society Horticultural Science*. 120 (1): 101-106.
- Krewer G, Beckman TG, Sherman WB, 1998. Moderate chilling peach and nectarine breeding and evaluation program at Attapulcus, Georgia. *Acta Horticulturae* 465: 155-160.
- Llovet J, Delgado D, Martínez J, 2000. *Statgraphics Plus 4*. Ediones Anaya Multimedia. pp: 135-154.
- Loreti F, Guerriero R, Massai R, 1989. A new and promising plum rootstock selection 'Mr. S. 2/5'. *IVth International Symposium on Plum and Prune Genetics, Breeding and Pomology*. Bordeaux 24-28 July 1989.

- Luchinger LE, Walsh CS, 1998. Development of an objective and non destructive harvest maturity index for peach and nectarines. *Acta Horticulturae* 465: 679-687.
- Martínez Cutillas A, 2000. Comunicación personal
- Martínez-Valero R, 1970. El ciruelo 'pollizo de Murcia'. *Levante Agrícola* 99: 21-26; 100: 25-30; 102: 43-50.
- Martínez-Valero R, 1973. El ciruelo pollizo de Murcia. Fifth International Symposium on Apricot Culture and Decline. *Acta Horticulturae* 85a: 355-365
- Martínez-Valero R, 1983. El ciruelo 'pollizo de Murcia': selección y mejora. I Congreso Nacional de la Sociedad española de Ciencias Hortícolas. Vol. II: 555-559.
- Moreno MA, Tabuenca MC, Cambra R, 1995. Adesoto 101, a plum rootstock for peaches and other stone fruit. *Hortscience* 30(6): 1314-1315.
- Moreno MA, Cambra R, 1998. Patrón Adesoto 101. *Fruticultura profesional: especial albaricoquero, cerezo, ciruelo*. Ficha patrones.
- Pinochet J, Marull J, Felipe A, 1992. Respuesta de patrones de melocotonero, ciruelo y cerezo de reciente introducción en España a *Meloidogyne Javanica*. *Nematrópica* 22(1): 99-102.
- Pinochet J, Anglés M, Dalmau E, Fernández C, Felipe A, 1996. *Prunus* rootstocks evaluation to root-knot and lesion nematodes in Spain. *Journal of Nematology* 28(4S): 616-623.
- Ruiz P, 1969. Análisis y desarrollo de los métodos estadísticos aplicables a la experimentación agrícola. Edición facsímil INIA. pp: 39-70.
- Scudellari D, Marangoni B, Toselli M, Rombolà A, Minguzzi A, Poli M, 1994. Valutazione di nuovi e vecchi portinnesti del pesco innestati con la cv. 'Redahven'. *Rivista di Frutticoltura*. 9: 77-82.
- Souty M, Reich M, Albagnac G, Genard M, 1998. Quality of peach fruit relation to carbon supply. *Acta Horticulturae* 465: 481-489.
- Spiegel MR, 1992. *Estadística*. McGraw Hill. pp. 210.
- Venien S, 1998. Les unités de mesures de la qualité. *Infos Ctifl* 141: 34-36.
- (Aceptado para publicación el 26 de septiembre de 2005).