



Disclaimer: unless otherwise agreed by the Council of UPOV, only documents that have been adopted by the Council of UPOV and that have not been superseded can represent UPOV policies or guidance.

This document has been scanned from a paper copy and may have some discrepancies from the original document.

Avertissement: sauf si le Conseil de l'UPOV en décide autrement, seuls les documents adoptés par le Conseil de l'UPOV n'ayant pas été remplacés peuvent représenter les principes ou les orientations de l'UPOV.

Ce document a été numérisé à partir d'une copie papier et peut contenir des différences avec le document original.

Allgemeiner Haftungsausschluß: Sofern nicht anders vom Rat der UPOV vereinbart, geben nur Dokumente, die vom Rat der UPOV angenommen und nicht ersetzt wurden, Grundsätze oder eine Anleitung der UPOV wieder.

Dieses Dokument wurde von einer Papierkopie gescannt und könnte Abweichungen vom Originaldokument aufweisen.

Descargo de responsabilidad: salvo que el Consejo de la UPOV decida de otro modo, solo se considerarán documentos de políticas u orientaciones de la UPOV los que hayan sido aprobados por el Consejo de la UPOV y no hayan sido reemplazados.

Este documento ha sido escaneado a partir de una copia en papel y puede que existan divergencias en relación con el documento original.



TC/34/5 Rev.

ORIGINAL: Inglés

FECHA: 8 de junio de 1998

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES
GINEBRA

COMITÉ TÉCNICO

Trigésima cuarta sesión
Ginebra, 30 de marzo a 1 de abril de 1998

EXAMEN DE LA HOMOGENEIDAD DE ESPECIES AUTÓGAMAS Y DE
MULTIPLICACIÓN VEGETATIVA UTILIZANDO PLANTAS FUERA DE TIPO
(REVISIÓN DEL DOCUMENTO TWC/11/16)

Documento preparado por la Oficina de la Unión

EXAMEN DE LA HOMOGENEIDAD DE
LAS ESPECIES AUTÓGAMAS Y MULTIPLICACIÓN
VEGETATIVA UTILIZANDO PLANTAS FUERA DE TIPO

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
ERRORES EN EL EXAMEN DE PLANTAS FUERA DE TIPO	3
EJEMPLOS	5
EJEMPLO 1	5
EJEMPLO 2	6
EJEMPLO 3	7
EJEMPLO 4	9
INTRODUCCIÓN A LAS TABLAS Y FIGURAS	9
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MÉTODO APLICADO A UN EXAMEN ÚNICO	11
MÁS DE UN ÚNICO EXAMEN (AÑO) ÚNICO	12
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÉTODOS APLICADOS EN CASO DE EFECTUAR MÁS DE UN EXAMEN ÚNICO.....	12
EXAMEN COMBINADO	12
EXAMEN EN DOS ETAPAS	12
ANÁLISIS SECUENCIAL.....	14
NOTA SOBRE LOS ERRORES DE TIPO I Y DE TIPO II.....	14
DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS Y SÍMBOLOS ESTADÍSTICOS	14
TABLAS Y FIGURAS.....	17

RESUMEN

1. La homogeneidad de las variedades propuestas de especies autógamas y de multiplicación vegetativa se determina normalmente en función del número de plantas fuera de tipo registradas en los exámenes. Ahora bien, la cuestión que se plantea es cuántas plantas fuera de tipo tendrían que aceptarse. El número de plantas debería elegirse de tal manera que la probabilidad de rechazar una variedad propuesta que responda a la norma de esa especie sea pequeña. Por otra parte, la probabilidad de aceptar una variedad propuesta que tenga muchas más plantas fuera de tipo que lo normal dentro de esa especie también tendría que ser reducida.
2. Los métodos que aquí se describen abordan el problema de la elección de los números de plantas típicas aceptables para normas y tamaños de muestras diferentes de manera que la probabilidad de cometer errores sea conocida y aceptable. Los métodos suponen el establecimiento de la norma para la especie en cuestión y la ulterior elección del tamaño de la muestra y del número de plantas fuera de tipo que mejor se adapten a los riesgos tolerables.
3. En este documento se ponen también de relieve los procedimientos aplicables cuando se efectúa más de un examen único (por ejemplo, en más de un año) y también se menciona la posibilidad de utilizar exámenes secuenciales para simplificar el procedimiento. El objetivo es que los métodos puedan ser aplicables al momento de preparar nuevas directrices para el examen o revisar las existentes con el fin de ayudar a los expertos a fijar una estrategia de examen para las plantas fuera de tipo.

INTRODUCCIÓN

4. Cuando se efectúe un examen de la homogeneidad sobre la base de una muestra, siempre habrá cierto riesgo de tomar una decisión errónea. Es posible disminuir esa probabilidad de riesgo aumentando el tamaño de la muestra, aunque a un costo mayor. La finalidad del procedimiento estadístico que aquí se describe es lograr un equilibrio aceptable entre los distintos riesgos.
5. Los procedimientos aquí propuestos exigen que el usuario defina una norma aceptable (denominada la población estándar) para la especie en cuestión y los métodos descritos muestran cómo debe determinarse el tamaño de la muestra y el número máximo de plantas fuera de tipo permitidas para los distintos niveles de riesgo.
6. La población estándar puede expresarse como el porcentaje de plantas fuera de tipo que se tendrían que aceptar si se pudieran examinar todos los individuos de la variedad.

ERRORES DE PROCEDIMIENTO EN EL EXAMEN DE PLANTAS FUERA DE TIPO

7. Tal como se ha dicho, existe cierto riesgo de tomar decisiones erróneas. Son dos los tipos de errores posibles:
 - a) Declarar que la variedad es demasiado heterogénea cuando, en realidad, responde a la población estándar para esa especie. Éste es el denominado “error de tipo I”.

b) Declarar que la variedad es homogénea cuando, en realidad, no se ajusta a la población estándar para la especie. Este es el denominado “error de tipo II”.

8. Los tipos de errores pueden resumirse en el siguiente cuadro.

Verdadero estado de la variedad	Decisión adoptada	
	aceptada	rechazada
homogénea	correctamente aceptada	error de tipo I
heterogénea	error de tipo II	correctamente rechazada

9. La probabilidad de aceptar correctamente una variedad homogénea se denomina la probabilidad de aceptación y está ligada a la probabilidad de error de tipo I por la relación

$$\text{“Probabilidad de aceptación”} + \text{“probabilidad de error de tipo I”} = 100\%$$

10. La probabilidad de error de tipo II depende de “cuán heterogénea” sea la variedad propuesta. Si ésta es mucho más heterogénea que la población estándar, entonces la probabilidad de cometer un error de tipo II será reducida y habrá una pequeña probabilidad de aceptación de dicha variedad heterogénea. En cambio, si la variedad propuesta es sólo ligeramente más heterogénea que lo normal, habrá una probabilidad importante de cometer un error de tipo II. La probabilidad de aceptar esa variedad será grande y se acercará de la probabilidad de aceptación a medida que la variedad propuesta se ajuste a la población estándar (pero el rigor de ésta será también cada vez menor).

11. Debido a que la probabilidad de error de tipo II depende de “cuán heterogénea” sea la variedad propuesta, es necesario suponer cierto grado de heterogeneidad antes de poder calcular esta probabilidad. En este caso, la probabilidad de error de tipo II se calcula para tres grados diferentes de heterogeneidad: 2, 5 y 10 veces la población estándar.

12. Por lo general, la probabilidad de cometer errores disminuirá si se aumenta el tamaño de la muestra y aumentará si se reduce el tamaño de la muestra.

13. Para un tamaño de muestra determinado, el equilibrio entre los dos errores puede modificarse cambiando el número de plantas fuera de tipo permitidas.

14. Al aumentar el número de plantas fuera de tipo permitidas, la probabilidad de error de tipo I disminuye, pero la probabilidad de error de tipo II aumenta. En cambio, si se disminuye el número de plantas fuera de tipo permitidas, aumentará la probabilidad de errores de tipo I, mientras que la probabilidad de errores de tipo II disminuirá.

15. Si se permite un número muy importante de plantas fuera de tipo, será posible hacer que la probabilidad de errores de tipo I sea muy baja (o casi de cero). Sin embargo, la probabilidad de cometer errores de tipo II será ahora (inaceptablemente) alta. Si sólo se permite un número muy limitado de plantas fuera de tipo, el resultado será una pequeña probabilidad de errores de tipo II y una probabilidad (inaceptablemente) alta de errores de tipo I. Esto se ilustrará mediante los ejemplos siguientes.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

16. Por experiencia, se sabe que una población estándar razonable para la especie en cuestión es la del 1%. Pongamos pues que la población estándar es del 1%. Supongamos también que se efectúa un examen único con un máximo de 60 plantas. Utilizando las tablas 4, 10 y 16, se llega a los siguientes esquemas:

Esquema	Tamaño de la muestra	Probabilidad de aceptación* objetivo	Número máximo de plantas fuera de tipo
a	60	90%	2
b	53	90%	1
c	60	95%	2
d	60	99%	3

17. Utilizando las figuras 4, 10 y 16, se obtienen las siguientes probabilidades de error de tipo I y de error de tipo II para distintos porcentajes de plantas fuera de tipo (representados por P_2 , P_5 y P_{10} para 2, 5 y 10 veces la población estándar).

Esquema	Tamaño de la muestra	Número máximo de plantas fuera de tipo	Probabilidades de error (%)			
			Tipo I	Tipo II		
				$P_2 = 2\%$	$P_5 = 5\%$	$P_{10} = 10\%$
a	60	2	2	88	42	5
b	53	1	10	71	25	3
c	60	2	2	88	42	5
d	60	3	0.3	97	65	14

18. En la tabla figuran cuatro esquemas diferentes que tendrían que examinarse para ver si es apropiado utilizar uno de ellos. (Los esquemas a y c son idénticos puesto que no existe un esquema para el tamaño de muestra de 60 con una probabilidad de error de tipo I situada entre el 5 y el 10%). Si se toma la decisión de asegurarse de que el error de tipo I debe ser muy reducido (esquema d), entonces, la probabilidad de error de tipo II viene a ser muy grande (97, 65 y 14%) para una variedad con un 2, un 5 y un 10% de plantas fuera de tipo, respectivamente. Al parecer, el mejor equilibrio entre los dos tipos de errores se obtiene admitiendo una planta fuera de tipo en una muestra de 53 plantas (esquema b).

* Véase el párrafo 51.

Ejemplo 2

19. En este ejemplo se considera una especie cuya población estándar se ha fijado en un 2% y cuyo número de plantas disponibles para el examen es únicamente de 6.

20. Utilizando las tablas y figuras 3, 9 y 15, se llega a los siguientes esquemas a-d:

Esquema	Tamaño de la muestra	Probabilidad de aceptación	Número máximo de plantas fuera de tipo	Probabilidad de error (%)			
				Tipo I	Tipo II		
					P ₂ = 4%	P ₅ = 10%	P ₁₀ = 20%
a	6	90	1	0.6	98	89	66
b	5	90	0	10	82	59	33
c	6	95	1	0.6	98	89	66
d	6	99	1	0.6	98	89	66
e	6		0	11	78	53	26

21. Se llega al esquema e del cuadro aplicando las fórmulas 1) y 2) que figuran más adelante, en el presente documento.

22. Este ejemplo ilustra las dificultades que surgen cuando el tamaño de la muestra es muy pequeño. La probabilidad de aceptar erróneamente una variedad heterogénea es grande en todas las situaciones posibles. Aun cuando las cinco plantas deban ser homogéneas para que se acepte una variedad (esquema b), la probabilidad de aceptar una variedad con un 20% de plantas fuera de tipo sigue siendo de un 33%.

23. Cabe señalar que un esquema en el que las seis plantas deban ser homogéneas (esquema e) permite probabilidades de errores de tipo II ligeramente más reducidas, pero, en este caso, la probabilidad de cometer un error de tipo I aumenta a un 11%.

24. Sin embargo, se puede considerar que el esquema e es la mejor opción cuando sólo se dispone de seis plantas para el examen único de una especie cuya población estándar se ha fijado en 2%.

Ejemplo 3

25. En este ejemplo, volvemos a considerar la situación del ejemplo 1, pero suponiendo que los datos están disponibles por dos años. Así pues, la población estándar es del 1% y el tamaño de la muestra es de 120 plantas (60 plantas en cada uno de los dos años).

26. De las tablas y figuras 4, 10 y 16, se derivan los siguientes esquemas y probabilidades:

Esquema	Tamaño de la muestra	Probabilidad de aceptación	Número máximo de plantas fuera de tipo	Probabilidad de error (%)			
				Tipo I	Tipo II		
					P ₂ = 2%	P ₅ = 5%	P ₁₀ = 10%
a	120	90	3	3	78	15	<0.1
b	110	90	2	10	62	8	<0.1
c	120	95	3	3	78	15	<0.1
d	120	99	4	0,7	91	28	1

27. En este caso, el mejor equilibrio entre los dos tipos de errores puede obtenerse mediante el esquema c, es decir, aceptando después de dos años en total tres plantas fuera de tipo entre las 120 plantas examinadas.

28. Otra posibilidad sería establecer un procedimiento de examen en dos etapas. Es posible llegar a ese procedimiento, para este caso, utilizando las fórmulas 3) y 4) que figuran más adelante, en el presente documento.

29. Se puede llegar a los siguientes esquemas:

Esquema	Tamaño de la muestra	Probabilidad de aceptación	Número máximo para una aceptación después de 1 año	Número máximo antes del rechazo en el año 1	Número máximo para una aceptación después de 2 años
e	60	90	no se acepta nunca	2	3
f	60	95	no se acepta nunca	2	3
g	60	99	no se acepta nunca	3	4
h	58	90	1	2	2

30. Utilizando las fórmulas 3, 4 y 5, se puede llegar a las siguientes probabilidades de errores:

Esquema	Probabilidad de error (%)				Probabilidad de efectuar el examen en un segundo año
	Tipo I	Tipo II			
		$P_2 = 2\%$	$P_5 = 5\%$	$P_{10} = 10\%$	
e	4	75	13	0,1	100
f	4	75	13	0,1	100
g	1	90	27	0,5	100
h	10	62	9	0,3	36

31. Los esquemas e y f (que son idénticos) dan por resultado una probabilidad del 4% para el rechazo de una variedad homogénea y una probabilidad del 3% para la aceptación de una variedad con un 5% de plantas fuera de tipo. La decisión es la siguiente:

- No aceptar nunca la variedad después del primer año.
- Más de 2 plantas fuera de tipo en el primer año: rechazar la variedad y suspender el examen.
- Entre 0 y 2 plantas fuera de tipo inclusive, en el primer año: efectuar un segundo año de exámenes.
- A lo sumo 3 plantas fuera de tipo después de los 2 años: aceptar la variedad.
- Más de 3 plantas fuera de tipo después de los 2 años: rechazar la variedad.

32. Otra posibilidad sería elegir el esquema h, pero el esquema g parece tener una probabilidad demasiado grande de errores de tipo II en comparación con la probabilidad de errores de tipo I.

33. El esquema h con frecuencia tiene la ventaja de permitir tomar una decisión final después del primer examen (año) pero, como consecuencia de ello, existe una probabilidad mayor de cometer errores de tipo I.

Ejemplo 4

34. En este ejemplo, se parte de la hipótesis de que la población estándar es del 3% y de que se dispone de 8 plantas en cada uno de los dos años.

35. De las tablas y figuras 2, 8 y 14, se deduce lo siguiente:

Esquema	Tamaño de la muestra	Probabilidad de aceptación	Número máximo de plantas fuera de tipo	Probabilidad de error (%)			
				Tipo I	Tipo II		
					$P_2 = 6\%$	$P_5 = 15\%$	$P_{10} = 30\%$
a	16	90	1	8	78	28	3
b	16	95	2	1	93	56	10
c	16	99	3	0,1	99	79	25

36. En este caso, el mejor equilibrio entre los dos tipos de errores se obtiene con el esquema a.

INTRODUCCIÓN A LAS TABLAS Y FIGURAS

37. En las tablas 1 a 21 figuran el número máximo de plantas fuera de tipo y el tamaño de muestra correspondiente para diferentes combinaciones de la población estándar y la probabilidad de aceptación, en el caso de un examen único. En la tabla A de la página siguiente figura un resumen general de todas las tablas y figuras.

38. Para cada número máximo de plantas fuera de tipo (k) se da la gama de los tamaños de muestras (n) correspondientes. Por ejemplo, en la tabla 1, para k=2, el tamaño de muestra n correspondiente se sitúa entre 11 y 22 y, para k=10, entre 126 y 141.

39. Para tamaños de muestras más reducidos, la misma información se da gráficamente en las figuras 1 a 18, junto con el riesgo efectivo de rechazo de una variedad homogénea y la probabilidad de aceptación de una variedad con una verdadera proporción de plantas fuera de tipo dos veces (2P), 5 veces (5P) y 10 veces (10P) superior a la población estándar. (Para facilitar la lectura de la figura, se han conectado mediante líneas los riesgos correspondientes a los distintos tamaños de muestras, aunque sólo es posible calcular la probabilidad para cada tamaño de muestra en forma individual).

Tabla A. Resumen general de las tablas y figuras 1 a 18.

Población estándar (%)	Probabilidad de aceptación (%)	Véase la tabla y la figura N°
10	>90	19
10	>95	20
10	>99	21
5	>90	1
5	>95	7
5	>99	13
3	>90	2
3	>95	8
3	>99	14
2	>90	3
2	>95	9
2	>99	15
1	>90	4
1	>95	10
1	>99	16
0,5	>90	5
0,5	>95	11
0,5	>99	17
0,1	>90	6
0,1	>95	12
0,1	>99	18

40. Para utilizar las tablas, se sugiere el siguiente procedimiento:

- a) Elegir la población estándar pertinente.
- b) Escribir los diferentes esquemas de decisión pertinentes (combinaciones de tamaños de muestras y números máximos de plantas fuera de tipo) junto con las probabilidades de errores de tipo I y de tipo II extraídas de las figuras.
- c) Elegir el esquema de decisión que presente el mejor equilibrio entre las probabilidades de errores.

41. En la sección dedicada a los ejemplos se muestra cómo utilizar las tablas y figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MÉTODO APLICADO A UN EXAMEN ÚNICO

42. Los cálculos matemáticos se basan en la distribución binomial y es común utilizar las siguientes expresiones en relación con los cálculos:

a) El porcentaje de plantas fuera de tipo que se ha de aceptar en un caso determinado se denomina la “población estándar” y su símbolo es la letra P.

b) La “probabilidad de aceptación” es la probabilidad de aceptar una variedad con un P% de plantas fuera de tipo. Sin embargo, debido a que el número de plantas fuera de tipo es discontinuo, la probabilidad efectiva de aceptar una variedad homogénea varía con el tamaño de la muestra, pero será siempre superior o igual a la “probabilidad de aceptación”. La probabilidad de aceptación se indica generalmente mediante la expresión $100 - \alpha$, donde α es la probabilidad de rechazar una variedad con un P% de plantas fuera de tipo. En la práctica, muchas variedades tendrán menos de un P% de plantas fuera de tipo y, por lo tanto, el error de tipo I será en realidad inferior a α para esas variedades.

c) El número de plantas examinadas en una muestra aleatoria se denomina tamaño de la muestra y se expresa mediante la letra n.

d) El número máximo de plantas fuera de tipo toleradas en una muestra aleatoria de tamaño n se expresa mediante la letra k.

e) La probabilidad de aceptar una variedad con mayor P% de plantas fuera de tipo, es decir el P_q % de plantas fuera de tipo, se expresa mediante la letra β o mediante la expresión β_q .

f) La fórmula matemática para el cálculo de las probabilidades es la siguiente

$$\alpha = 100 - 100 \sum_{i=0}^k \binom{n}{i} P^i (1-P)^{n-i} \quad (1)$$

$$\beta_q = 100 \sum_{i=0}^k \binom{n}{i} P_q^i (1-P_q)^{n-i} \quad (2)$$

P y P_q se expresan aquí como proporciones, es decir, como tantos por ciento.

MÁS DE UN ÚNICO EXAMEN (AÑO) ÚNICO

43. Con frecuencia, una variedad propuesta se ha cultivado en dos (o tres años). En esos casos, se plantea la cuestión de cómo combinar la información sobre la heterogeneidad reunida en esos años. Se proponen dos métodos:

a) Adoptar la decisión después de dos (o tres) años sobre la base del número total de plantas examinadas y del número total de plantas fuera de tipo registradas. (Examen combinado).

b) Utilizar el resultado del primer año para ver si con esos datos se puede adoptar una decisión clara (rechazo o aceptación). Si la decisión no es clara, se seguirá el mismo procedimiento un segundo año y se decidirá después de ese año. (Examen en dos etapas).

44. Sin embargo, existen otras posibilidades (por ejemplo, adoptar una decisión cada año y llegar a una decisión final de rechazo de la variedad propuesta si ésta presenta demasiadas plantas fuera de tipo en los dos años (o en dos de los tres años)). Sin embargo, surgen ciertas complicaciones cuando se efectúa un examen de más de un año. Por ello, se recomienda consultar a un estadístico cuando se han de efectuar exámenes de dos (o más) años.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS MÉTODOS APLICADOS EN CASO DE EFECTUAR MÁS DE UN EXAMEN ÚNICO

Examen combinado

45. El tamaño de la muestra en el examen i es n_i . De esa manera, después de efectuado el último examen, se obtiene el tamaño total de la muestra $n = \sum n_i$. Un esquema de decisión se establece procediendo exactamente como si ese tamaño total de la muestra hubiese sido obtenido en un examen único. De ahí que el número total de plantas fuera de tipo registradas durante los exámenes se compare con el número máximo de plantas fuera de tipo permitido por el esquema de decisión elegido.

Examen en dos etapas

46. He aquí el método aplicado en el examen efectuado en dos etapas: en el primer año, se toma una muestra de tamaño n . Se rechaza la variedad propuesta si se registra un número de plantas fuera de tipo superior a r_1 y se acepta la variedad propuesta si se registra un número de plantas fuera de tipo inferior a a_1 . La otra etapa consiste en pasar al segundo año y tomar una muestra de tamaño n (como en el primer año) y rechazar la variedad propuesta si el número total de plantas fuera de tipo registradas en el examen de los dos años es superior a r . Otra posibilidad sería aceptar la variedad propuesta. Los riesgos finales y el tamaño previsto de la muestra en este procedimiento se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \alpha &= P(K_1 > r_1) + P(K_1 + K_2 > r \mid K_1) \\ &= P(K_1 > r_1) + P(K_2 > r - K_1 \mid K_1) \end{aligned}$$

$$= \sum_{i=r_1+1}^n \binom{n}{i} P^i (1-P)^{n-i} + \sum_{i=\alpha_1}^{r_1} \binom{n}{i} P^i (1-P)^{n-i} \sum_{j=r-i+1}^n \binom{n}{j} P^j (1-P)^{n-j} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \beta_q &= P(K_1 < \alpha_1) + P(K_1 + K_2 \leq r \mid K_1) \\ &= P(K_1 < \alpha_1) + P(K_2 \leq r - K_1 \mid K_1) \end{aligned}$$

$$= \sum_{i=0}^{\alpha_1-1} \binom{n}{i} P_q^i (1-P_q)^{n-i} + \sum_{i=\alpha_1}^{r_1} \binom{n}{i} P_q^i (1-P_q)^{n-i} \sum_{j=0}^{r-i} \binom{n}{j} P_q^j (1-P_q)^{n-j} \quad (4)$$

$$n_e = n \left(1 + \sum_{i=\alpha_1}^{r_1} \binom{n}{i} P^i (1-P)^{n-i} \right) \quad (5)$$

donde

P = población estándar

α = probabilidad de error efectivo de tipo I para P

β_q = probabilidad de error efectivo de tipo II para q P

n_e = tamaño de muestra previsto

r_1, α_1 y r son parámetros de decisión

P_q = q veces la población estándar = q P

K_1 y K_2 son los números de plantas fuera de tipo encontradas en los años 1 y 2, respectivamente.

47. Los parámetros de decisión α_1, r_1 y r pueden elegirse según los siguientes criterios:

a) α debe ser inferior a α_0 , donde α_0 es el error máximo de tipo I, es decir, α_0 es 100 menos la probabilidad de aceptación requerida

- b) β_q (donde $q=5$) debería ser lo más reducida posible pero no inferior a α_0
- c) si β_q (donde $q=5$) $< \alpha_0$ debería ser lo más reducido posible

48. Sin embargo, se dispone también de otras estrategias y no se reproducen aquí tablas/figuras ya que puede haber varios esquemas diferentes de decisión que satisfagan un determinado conjunto de riesgos. Lo que se propone es consultar a un estadístico cuando sea necesario o conveniente efectuar un examen en dos etapas u otros exámenes secuenciales.

ANÁLISIS SECUENCIAL

49. El examen en dos etapas antes mencionado es un tipo de análisis secuencial donde el resultado de la primera etapa determina si es necesario continuar el examen y pasar a una segunda etapa. También pueden resultar aplicables otros tipos de exámenes secuenciales. Éstos pueden ser importantes para considerar si la labor práctica permite que se efectúen en ciertas etapas del examen un análisis de las plantas fuera de tipo. Los esquemas de decisión para esos métodos pueden establecerse en muchas maneras diferentes y se sugiere consultar a un estadístico cuando se deban utilizar métodos secuenciales.

NOTA SOBRE LOS ERRORES DE TIPO I Y DE TIPO II

50. Debido a que el número de plantas fuera de tipo es discontinuo, no es posible, por lo general, obtener errores de tipo I que sean cifras claras preseleccionadas. El esquema a del ejemplo 2 con 6 plantas anteriormente citado demostraba que no era posible obtener un α del 10% y el α efectivo resultó ser del 0,6%. Si se aumenta el tamaño de la muestra, se registrará una variación de los valores de α y de β . La figura 3, demuestra que α se acerca a sus valores nominales para ciertos tamaños de muestras y que éste es también el tamaño de muestra en el que β es relativamente reducido. Asimismo se ve que no siempre resulta ventajoso aumentar el tamaño de la muestra para una probabilidad de aceptación fija. Por ejemplo, un tamaño de muestra de cinco da $\alpha = 10\%$ y $\beta_2 = 82\%$, mientras que un tamaño de muestra de seis da $\alpha = 0,6\%$ y $\beta_2 = 98\%$. Como se ve, los tamaños de muestras que corresponden a valores α estrechamente vinculados a la probabilidad de aceptación son los más importantes de la serie de tamaños de muestras con un número máximo de plantas fuera de tipo especificado. Por consiguiente, se deberá evitar, en la serie de tamaños de muestras, los tamaños de muestras más reducidos que tengan un número máximo de plantas fuera de tipo especificado.

DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS Y SÍMBOLOS ESTADÍSTICOS

51. Los términos y los símbolos estadísticos utilizados tienen las siguientes definiciones:

Población estándar. El porcentaje de plantas fuera de tipo que se debería aceptar si fuera posible examinar todos los individuos de una variedad. La población estándar se fija para la especie en cuestión y está basada en la experiencia.

Probabilidad de aceptación. La probabilidad de aceptar una variedad con un P% de plantas fuera de tipo. En este caso, P es la población estándar. Sin embargo, la probabilidad efectiva de aceptar una variedad homogénea será siempre superior o igual a la probabilidad de aceptación de la cabecera de las tablas y figuras. La probabilidad efectiva de aceptar una variedad homogénea es el complemento a 100% del error de tipo I (por ejemplo, si el error de tipo I es 4%, entonces la probabilidad de aceptar a una variedad uniforme es $100 - 4 = 96\%$, ver figura 1, para $n=50$). El error de tipo I está indicado en el gráfico, es la línea dentada entre 0 y el límite superior del error de tipo uno (por ejemplo 10 en la figura 1). Los esquemas de decisión se definen de tal manera que la probabilidad efectiva de aceptar una variedad homogénea sea siempre superior o igual a la probabilidad de aceptación de la cabecera de la tabla.

Error de tipo I. Error que consiste en rechazar una variedad homogénea.

Error de tipo II. Error que consiste en aceptar una variedad demasiado heterogénea.

P Población estándar.

P_q Porcentaje supuestamente verdadero de plantas fuera de tipo de una variedad heterogénea.
 $P_q = q P$.

En el presente documento q es igual a 2, 5 o 10. Éstos son solamente 3 ejemplos a fin de ayudar a visualizar los errores de tipo II. El verdadero porcentaje de plantas fuera de tipo en una variedad puede tomar cualquier valor. Por ejemplo podemos examinar distintas variedades, los cuales, de hecho, pueden tener 1.6%, 3.8%, 0.2%,... respectivamente de plantas fuera de tipo.

n Tamaño de la muestra.

k Número máximo de plantas fuera de tipo permitidas.

α Probabilidad de error de tipo I.

β Probabilidad de error de tipo II.

Figura 1 :

Población estándar = 5%
 Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

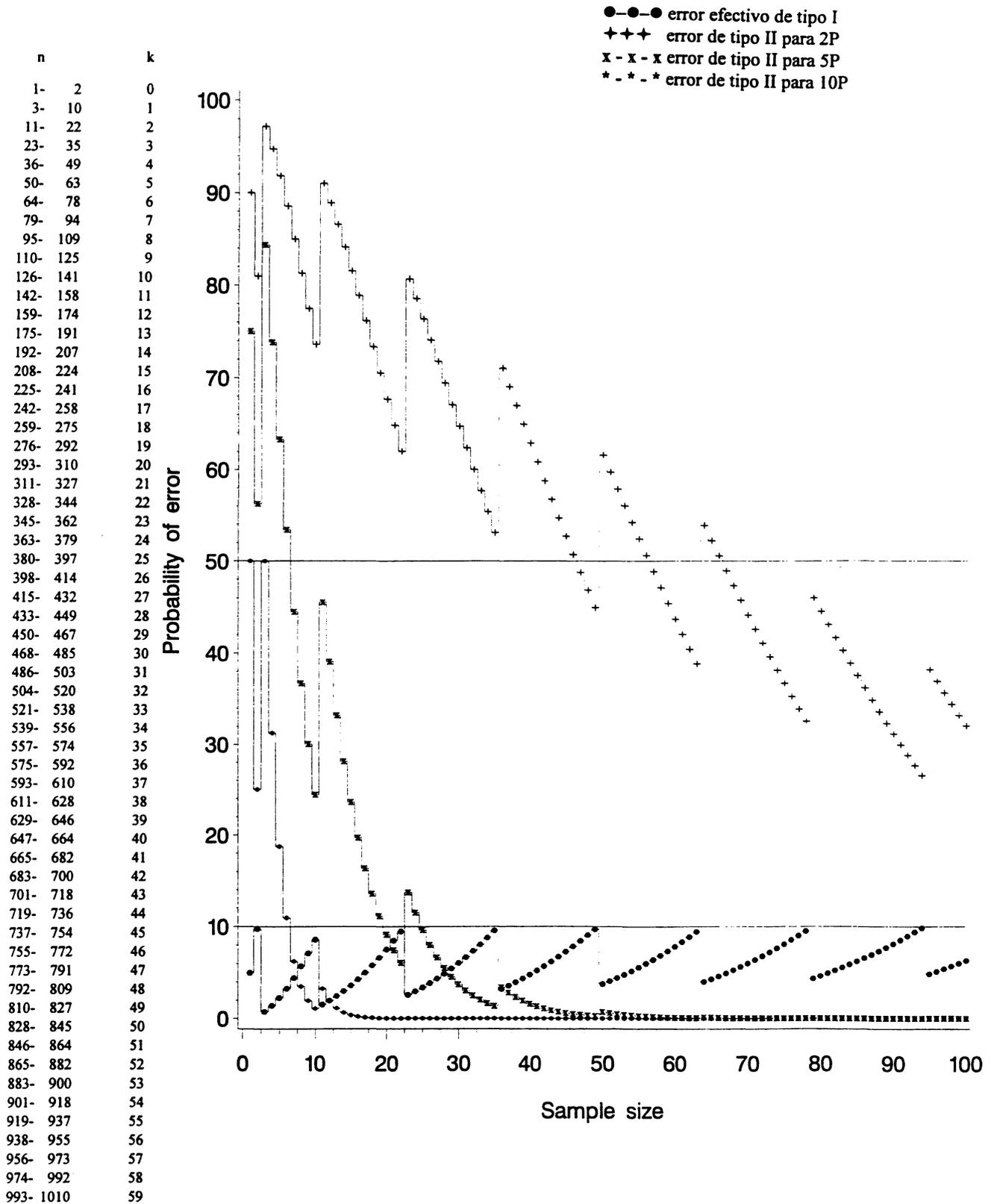


Figura 2 :

Población estándar = 3%
Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

1-	3	0
4-	17	1
18-	37	2
38-	58	3
59-	81	4
82-	105	5
106-	130	6
131-	156	7
157-	182	8
183-	208	9
209-	235	10
236-	262	11
263-	289	12
290-	317	13
318-	345	14
346-	373	15
374-	401	16
402-	429	17
430-	457	18
458-	486	19
487-	515	20
516-	543	21
544-	572	22
573-	601	23
602-	630	24
631-	659	25
660-	689	26
690-	718	27
719-	747	28
748-	777	29
778-	806	30
807-	836	31
837-	865	32
866-	895	33
896-	925	34
926-	955	35
956-	984	36
985-	1014	37
1015-	1044	38
1045-	1074	39
1075-	1104	40
1105-	1134	41
1135-	1164	42
1165-	1195	43
1196-	1225	44
1226-	1255	45
1256-	1285	46
1286-	1315	47
1316-	1346	48
1347-	1376	49
1377-	1406	50
1407-	1437	51
1438-	1467	52
1468-	1498	53
1499-	1528	54

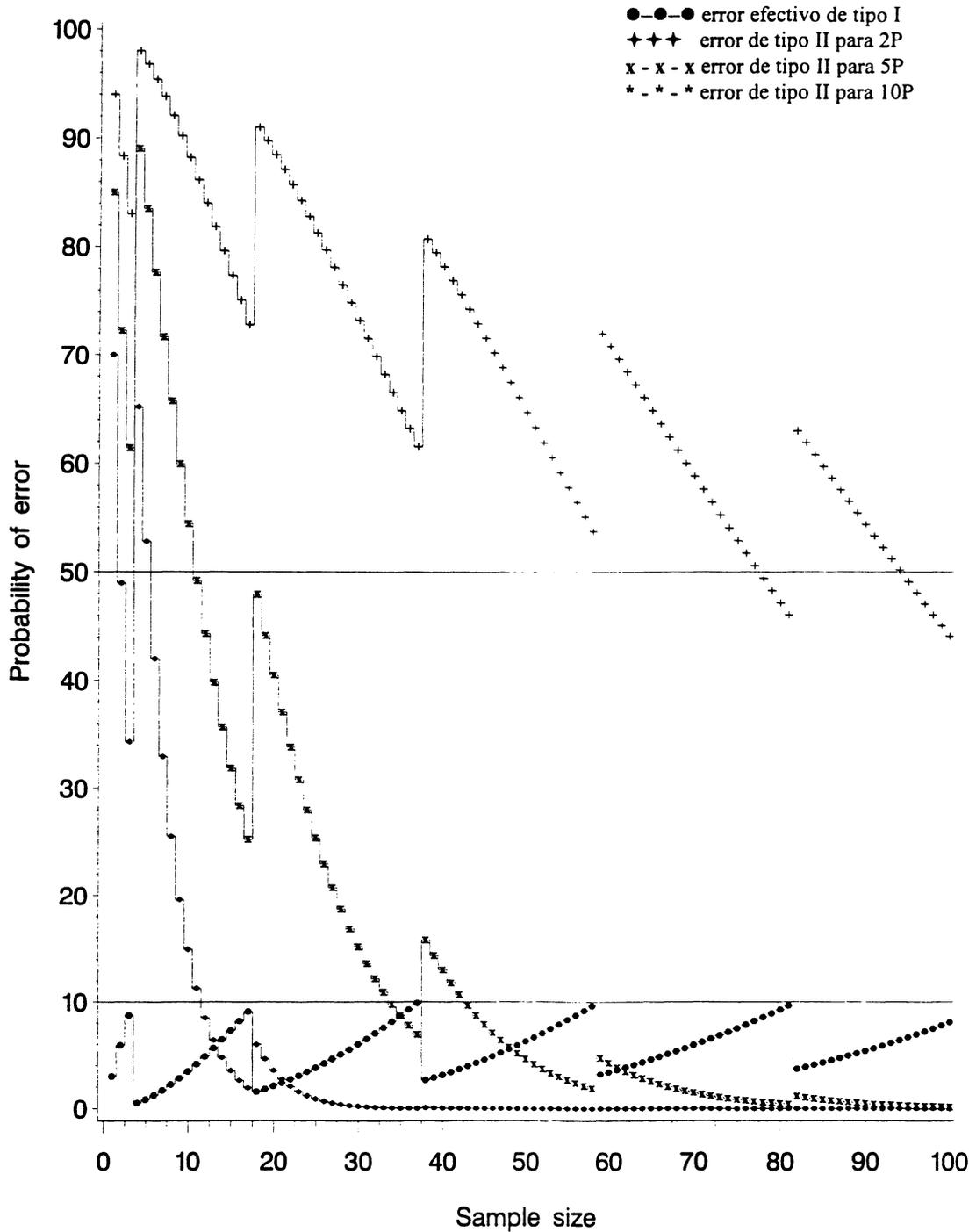


Figura 3 :

Población estándar = 2%
Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1- 5	0
6- 26	1
27- 55	2
56- 87	3
88- 122	4
123- 158	5
159- 195	6
196- 233	7
234- 272	8
273- 312	9
313- 352	10
353- 393	11
394- 433	12
434- 475	13
476- 516	14
517- 558	15
559- 600	16
601- 643	17
644- 685	18
686- 728	19
729- 771	20
772- 814	21
815- 857	22
858- 901	23
902- 944	24
945- 988	25
989- 1032	26
1033- 1076	27
1077- 1120	28
1121- 1164	29
1165- 1208	30
1209- 1252	31
1253- 1297	32
1298- 1341	33
1342- 1386	34
1387- 1431	35
1432- 1475	36
1476- 1520	37
1521- 1565	38
1566- 1610	39
1611- 1655	40
1656- 1700	41
1701- 1745	42
1746- 1790	43
1791- 1835	44
1836- 1881	45
1882- 1926	46
1927- 1971	47
1972- 2000	48

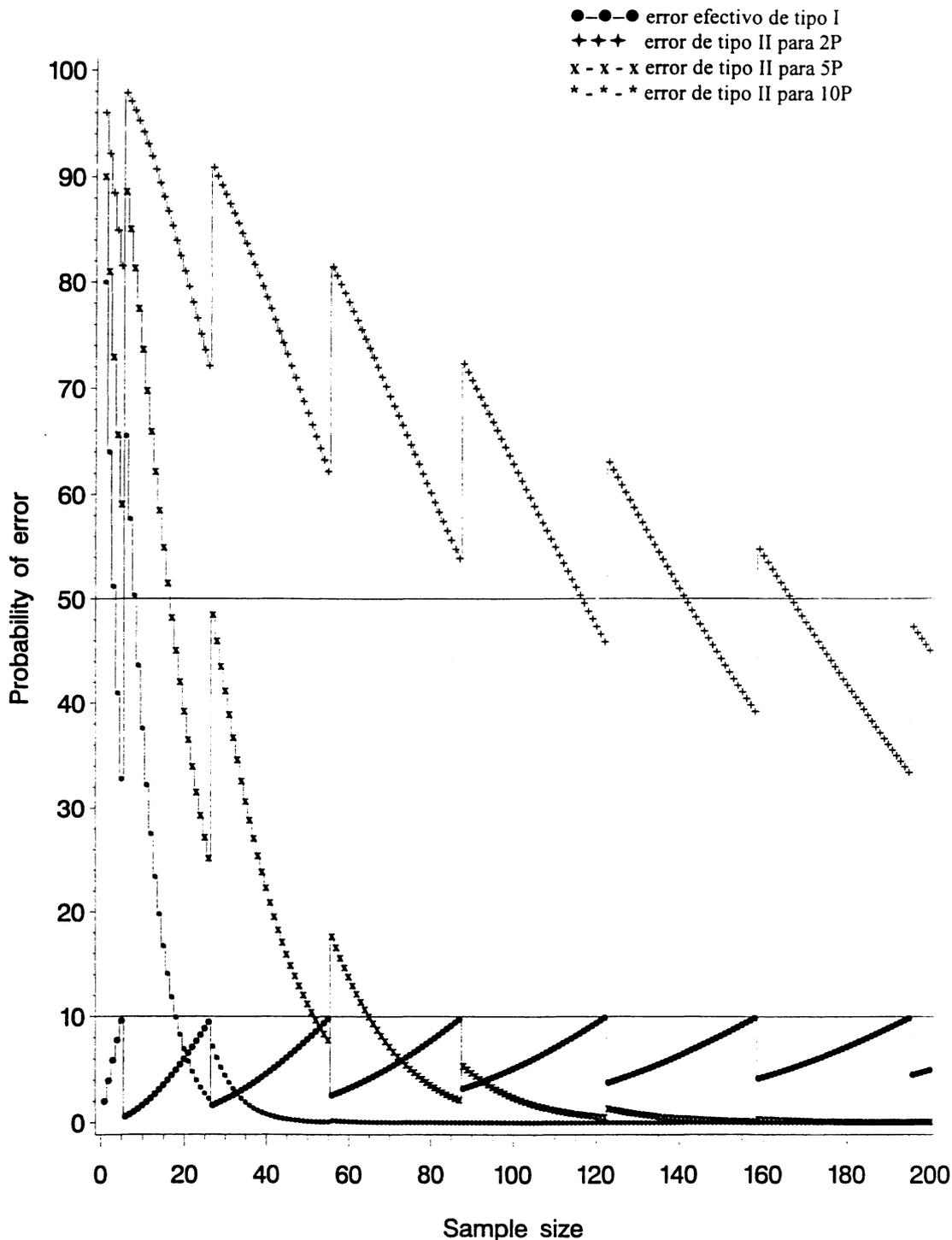


Figura 4 :

Población estándar = 1%
 Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1-	10
11-	53
54-	110
111-	175
176-	244
245-	316
317-	390
391-	466
467-	544
545-	623
624-	703
704-	784
785-	866
867-	948
949-	1031
1032-	1115
1116-	1199
1200-	1284
1285-	1369
1370-	1454
1455-	1540
1541-	1626
1627-	1713
1714-	1799
1800-	1887
1888-	1974
1975-	2061
2062-	2149
2150-	2237
2238-	2325
2326-	2414
2415-	2502
2503-	2591
2592-	2680
2681-	2769
2770-	2858
2859-	2948
2949-	3000

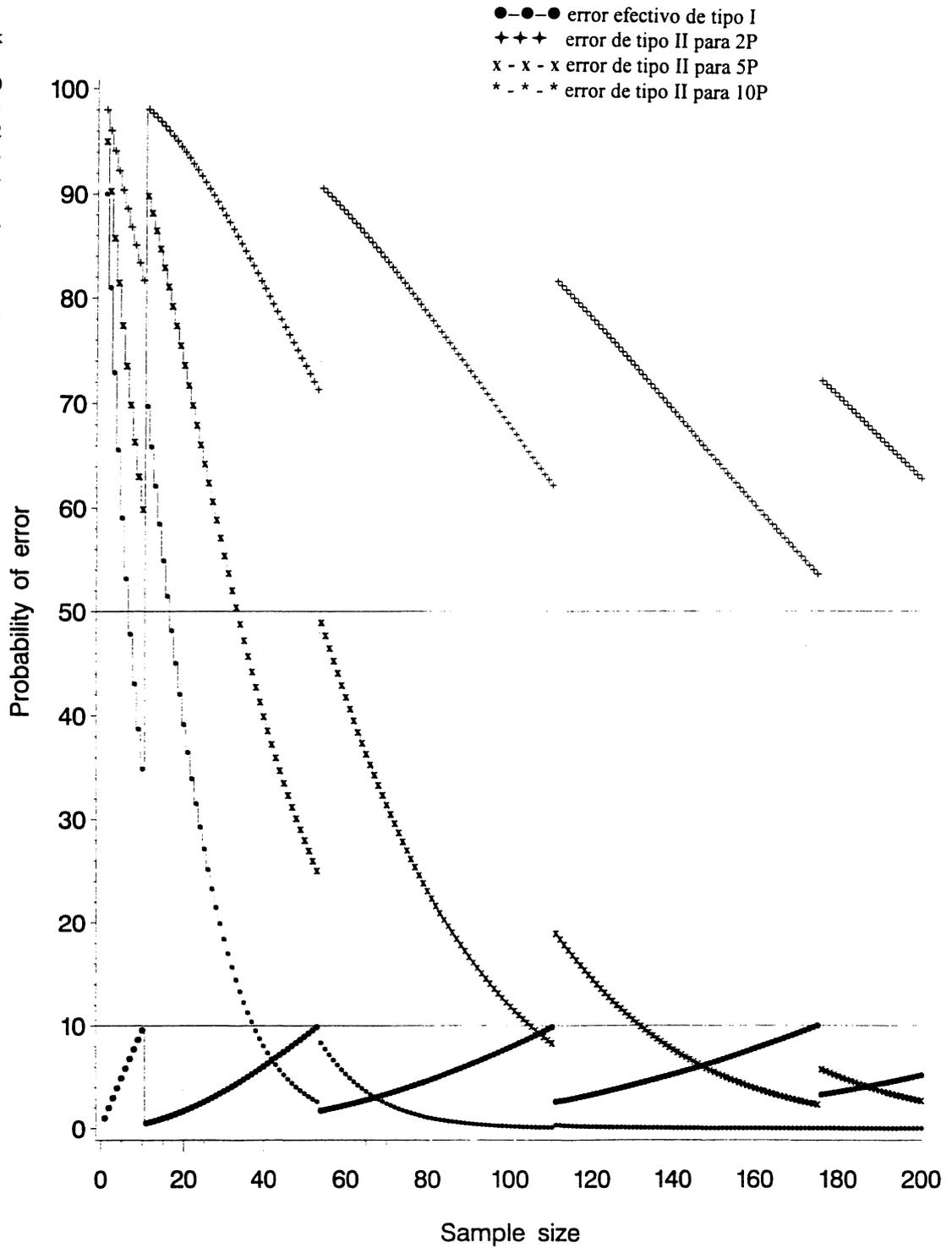


Figura 5 :

Población estándar = 0,5%
 Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

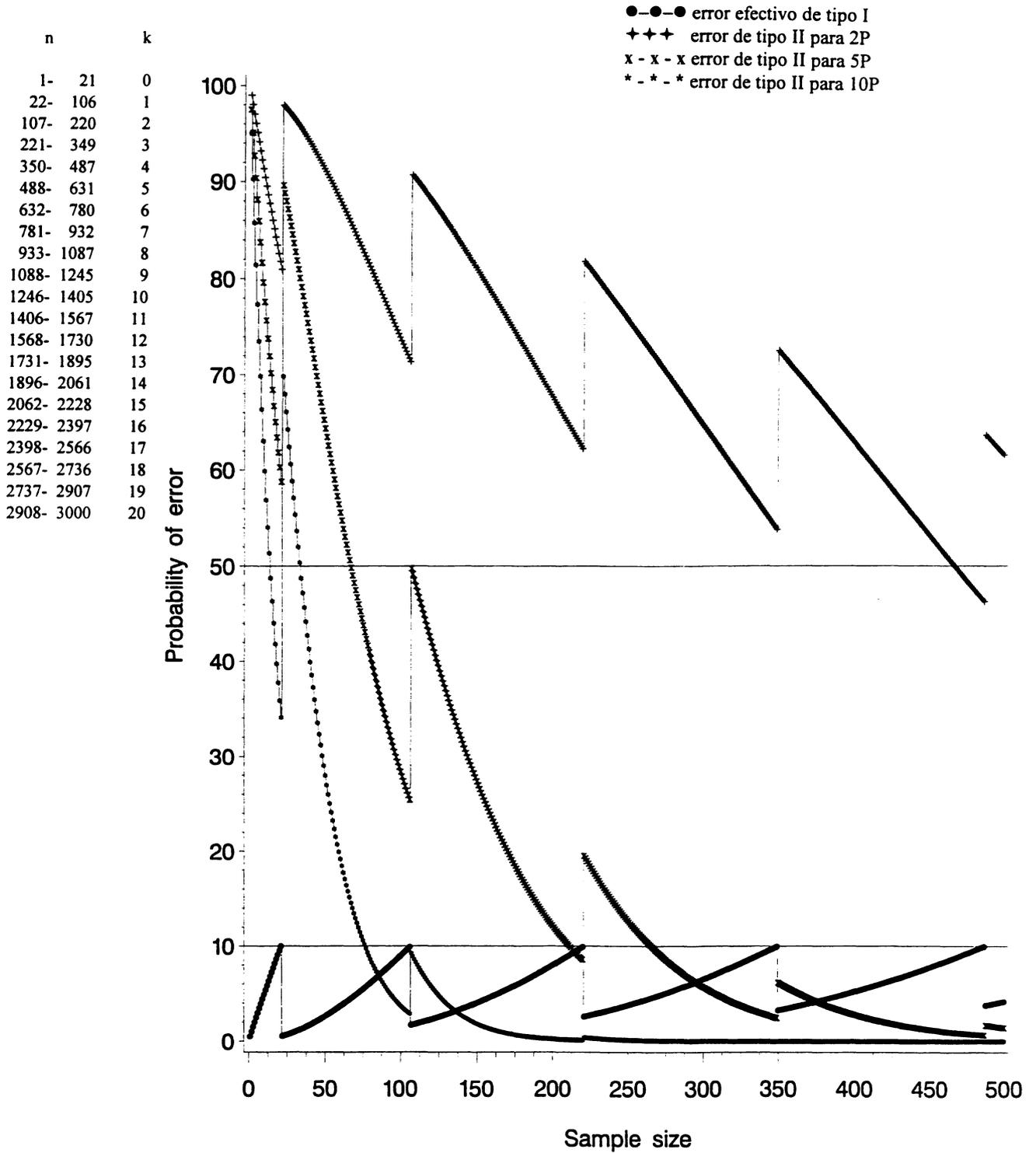


Figura 6 :

Población estándar = 0,1%
 Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1- 105	0
106- 532	1
533- 1102	2
1103- 1745	3
1746- 2433	4
2434- 3000	5

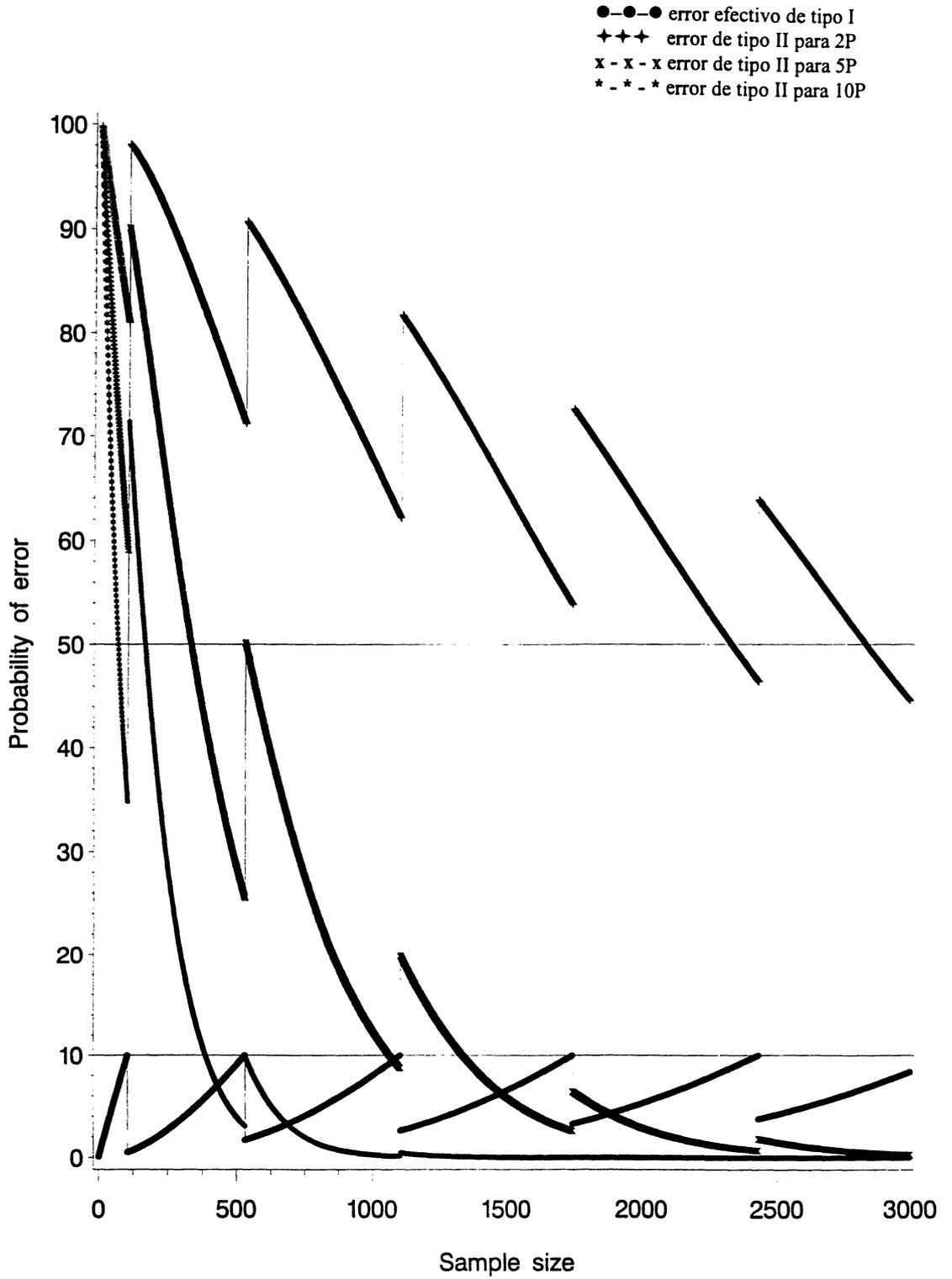


Figura 7:

Población estándar = 5%
Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

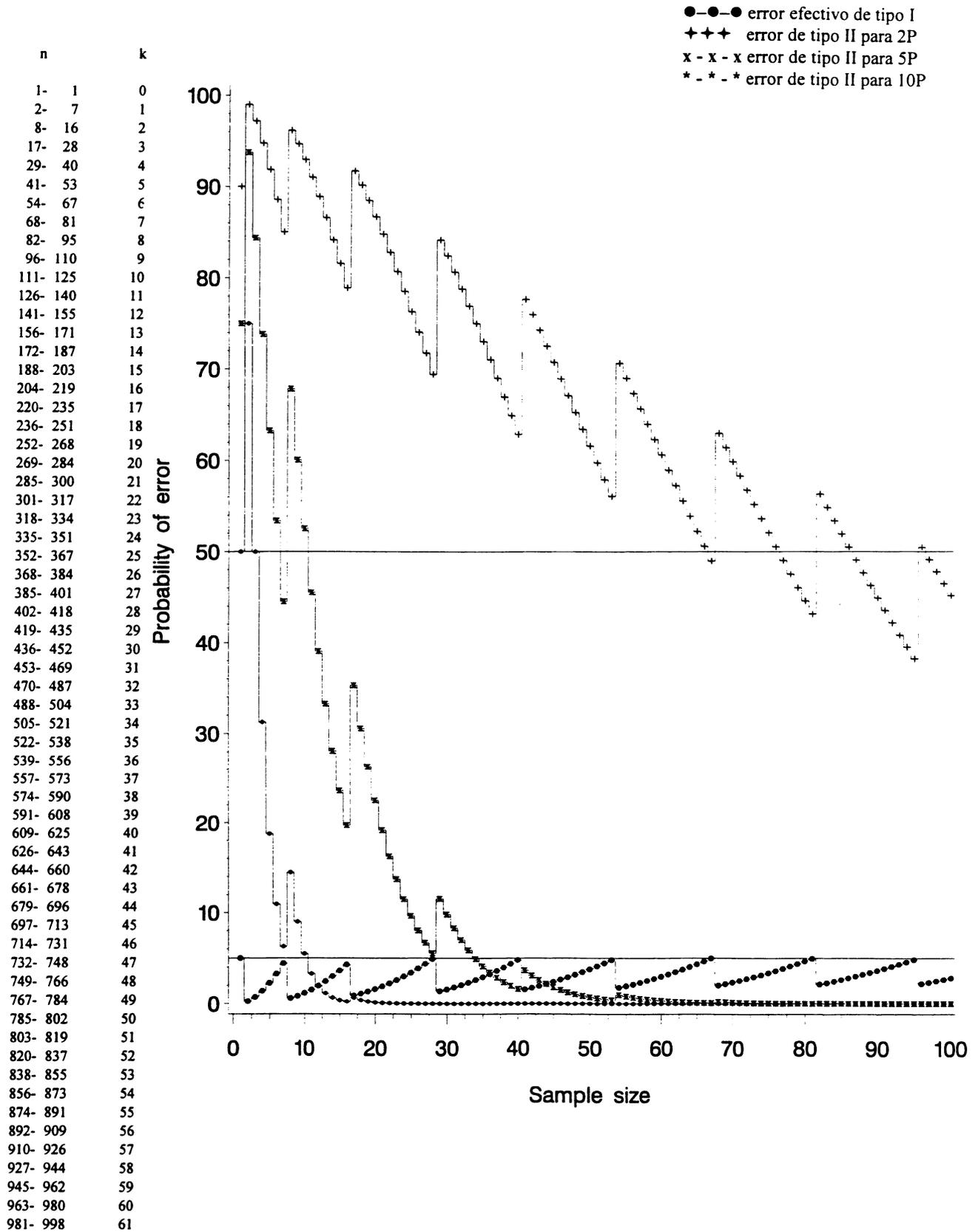


Figura 8 :

Población estándar = 3%
 Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

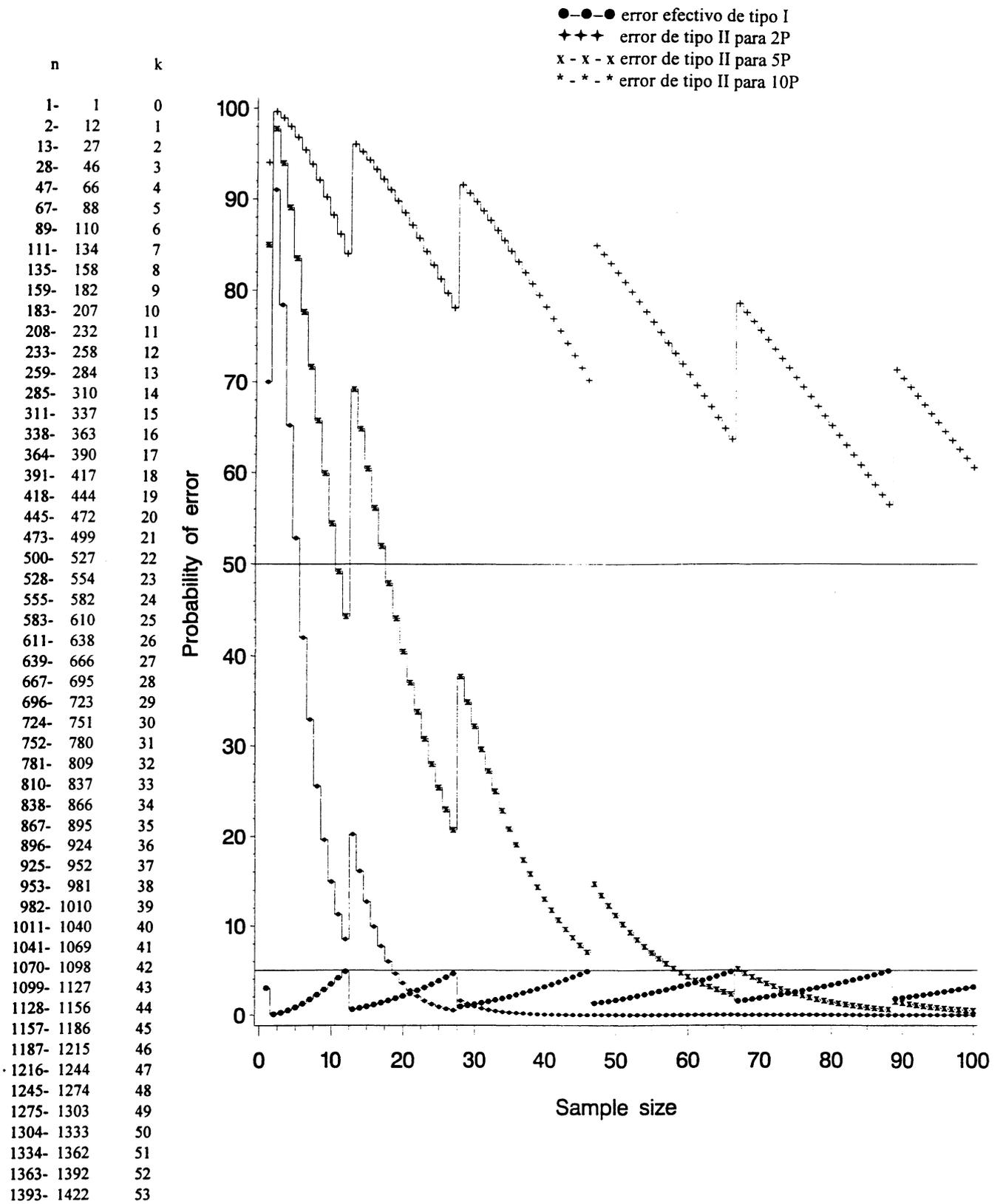


Tabla y figura 8, continuación

1423- 1451	54
1452- 1481	55
1482- 1511	56
1512- 1541	57
1542- 1570	58
1571- 1600	59
1601- 1630	60
1631- 1660	61
1661- 1690	62
1691- 1720	63
1721- 1750	64
1751- 1780	65
1781- 1810	66
1811- 1840	67
1841- 1870	68
1871- 1900	69
1901- 1930	70
1931- 1960	71
1961- 1990	72
1991- 2000	73

Figura 9 :

Población estándar = 2%
 Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

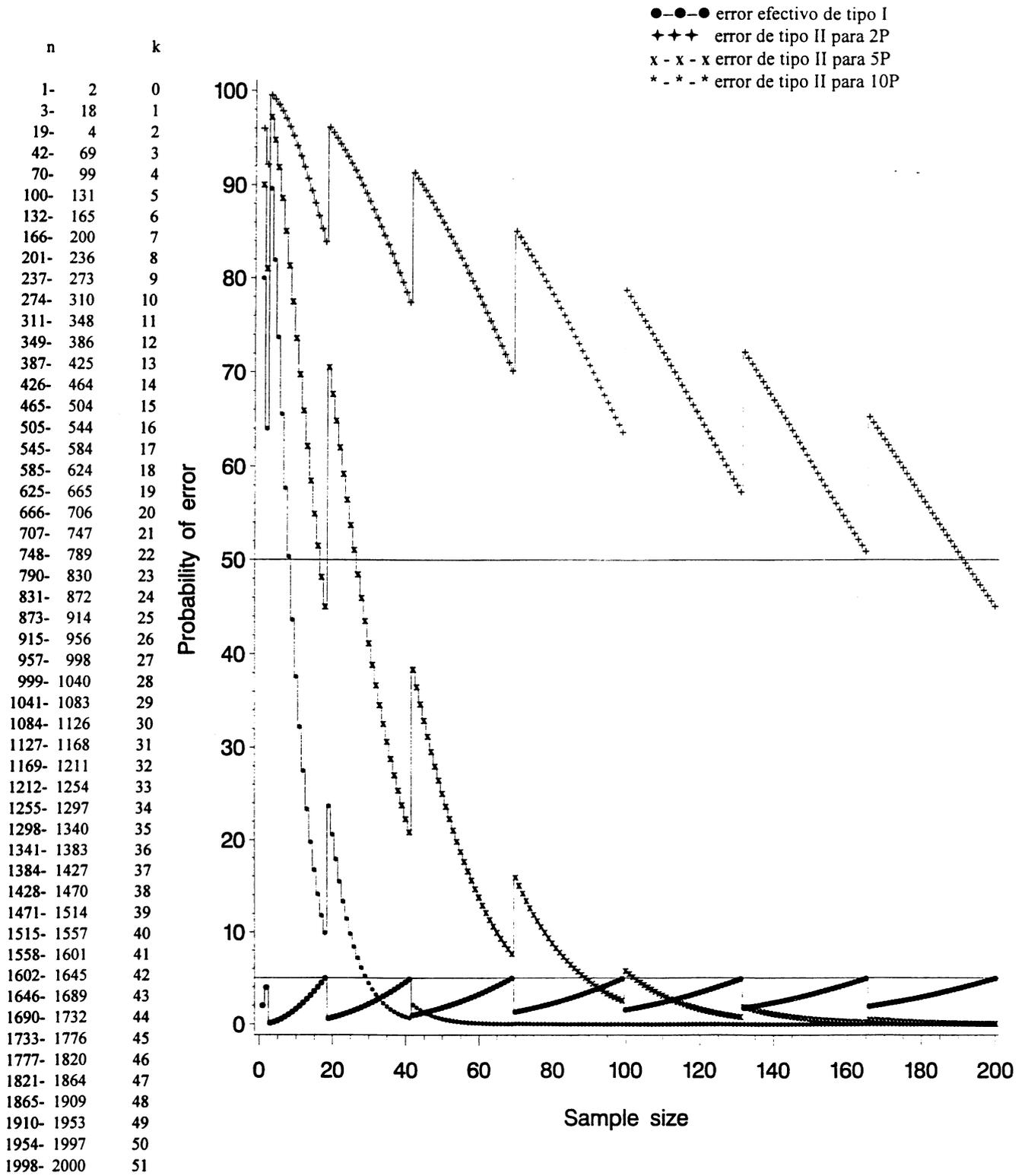


Figura 10 :

Población estándar = 1%
Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1-	5
6-	35
36-	82
83-	137
138-	198
199-	262
263-	329
330-	399
400-	471
472-	544
545-	618
619-	694
695-	771
772-	848
849-	927
928-	1006
1007-	1085
1086-	1166
1167-	1246
1247-	1328
1329-	1410
1411-	1492
1493-	1575
1576-	1658
1659-	1741
1742-	1825
1826-	1909
1910-	1993
1994-	2078
2079-	2163
2164-	2248
2249-	2333
2334-	2419
2420-	2505
2506-	2591
2592-	2677
2678-	2763
2764-	2850
2851-	2937
2938-	3000

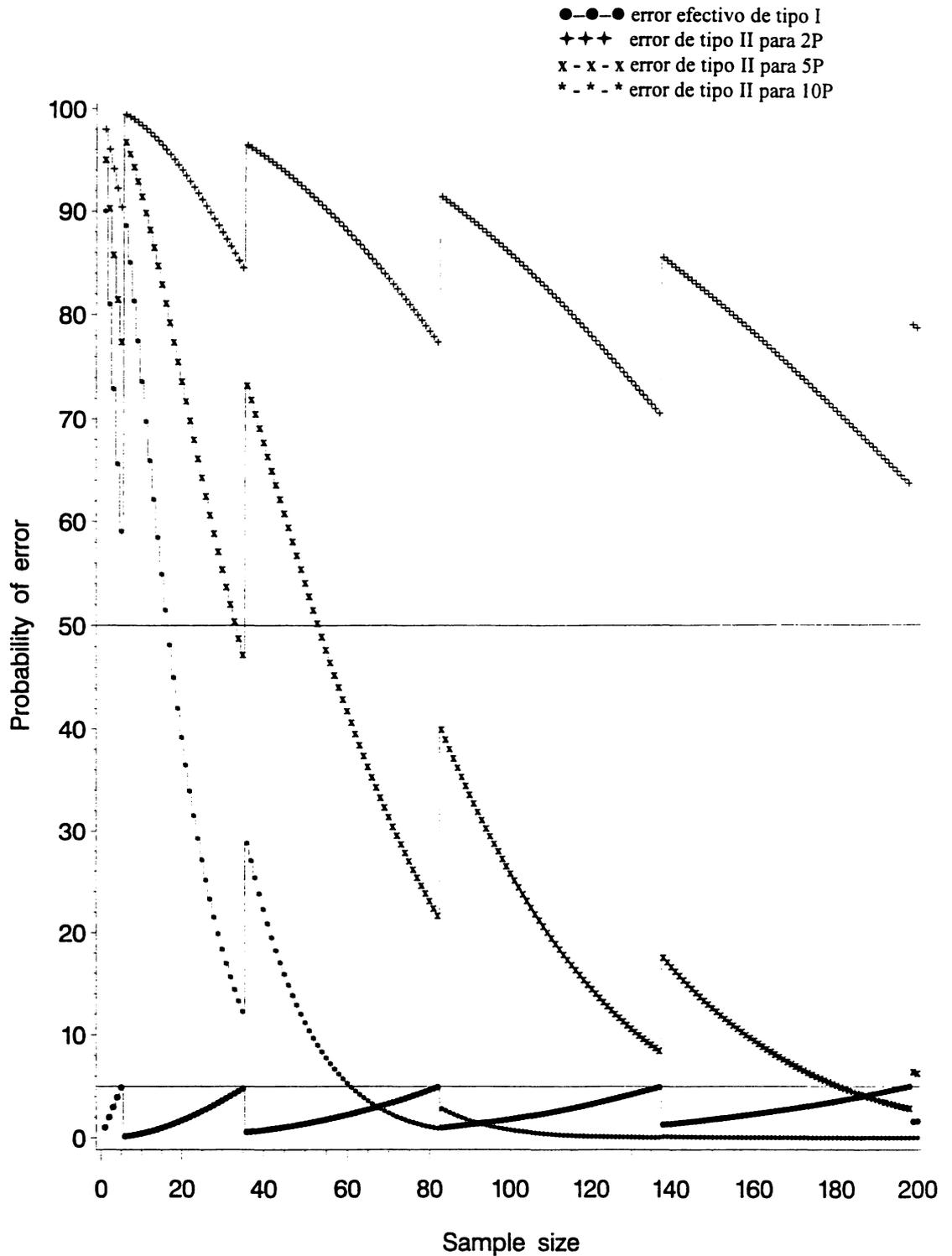


Figura 11 :

Población estándar = 0,5%
 Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1- 10	0
11- 71	1
72- 164	2
165- 274	3
275- 395	4
396- 523	5
524- 658	6
659- 797	7
798- 940	8
941- 1086	9
1087- 1235	10
1236- 1386	11
1387- 1540	12
1541- 1695	13
1696- 1851	14
1852- 2009	15
2010- 2169	16
2170- 2329	17
2330- 2491	18
2492- 2653	19
2654- 2817	20
2818- 2981	21
2982- 3000	22

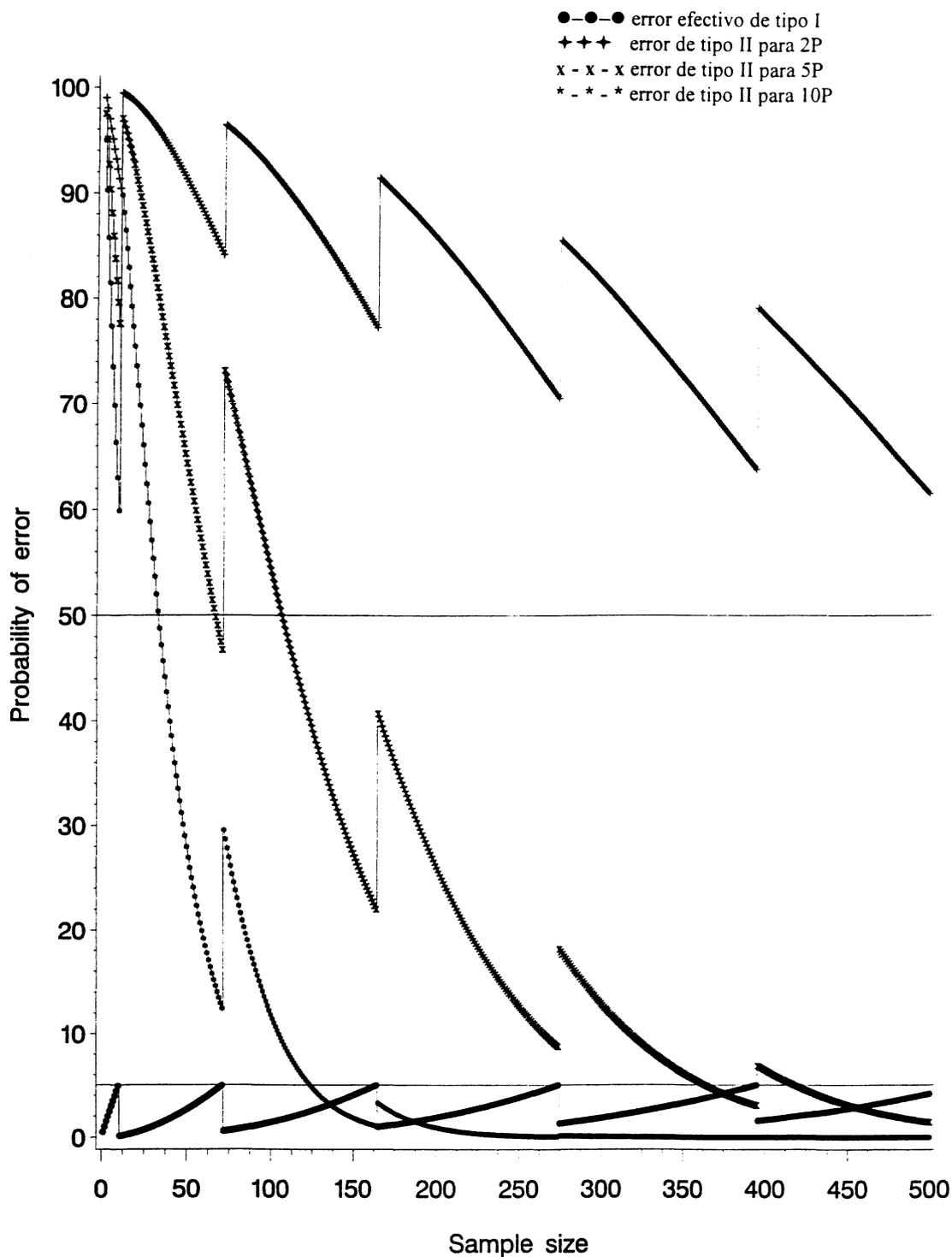


Figura 12 :

Población estándar = 0,1%
 Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

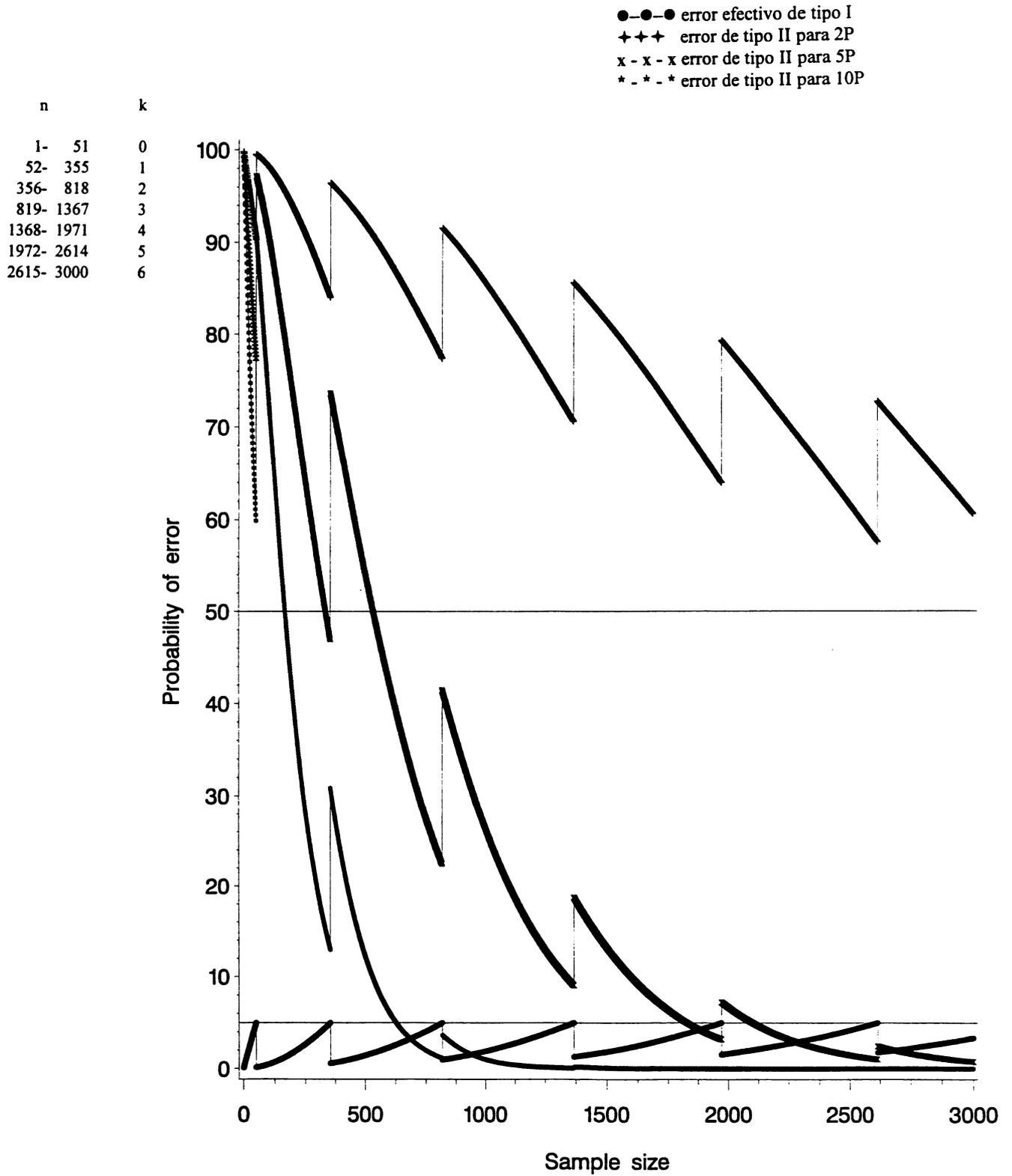


Figura 13 :

Población estándar = 5%
Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1- 3	1
4- 9	2
10- 17	3
18- 26	4
27- 37	5
38- 48	6
49- 60	7
61- 72	8
73- 85	9
86- 98	10
99- 111	11
112- 124	12
125- 138	13
139- 152	14
153- 167	15
168- 181	16
182- 196	17
197- 210	18
211- 225	19
226- 240	20
241- 255	21
256- 270	22
271- 286	23
287- 301	24
302- 317	25
318- 332	26
333- 348	27
349- 364	28
365- 380	29
381- 395	30
396- 411	31
412- 427	32
428- 444	33
445- 460	34
461- 476	35
477- 492	36
493- 508	37
509- 525	38
526- 541	39
542- 558	40
559- 574	41
575- 591	42
592- 607	43
608- 624	44
625- 640	45
641- 657	46
658- 674	47
675- 690	48
691- 707	49
708- 724	50
725- 741	51
742- 758	52
759- 775	53
776- 792	54

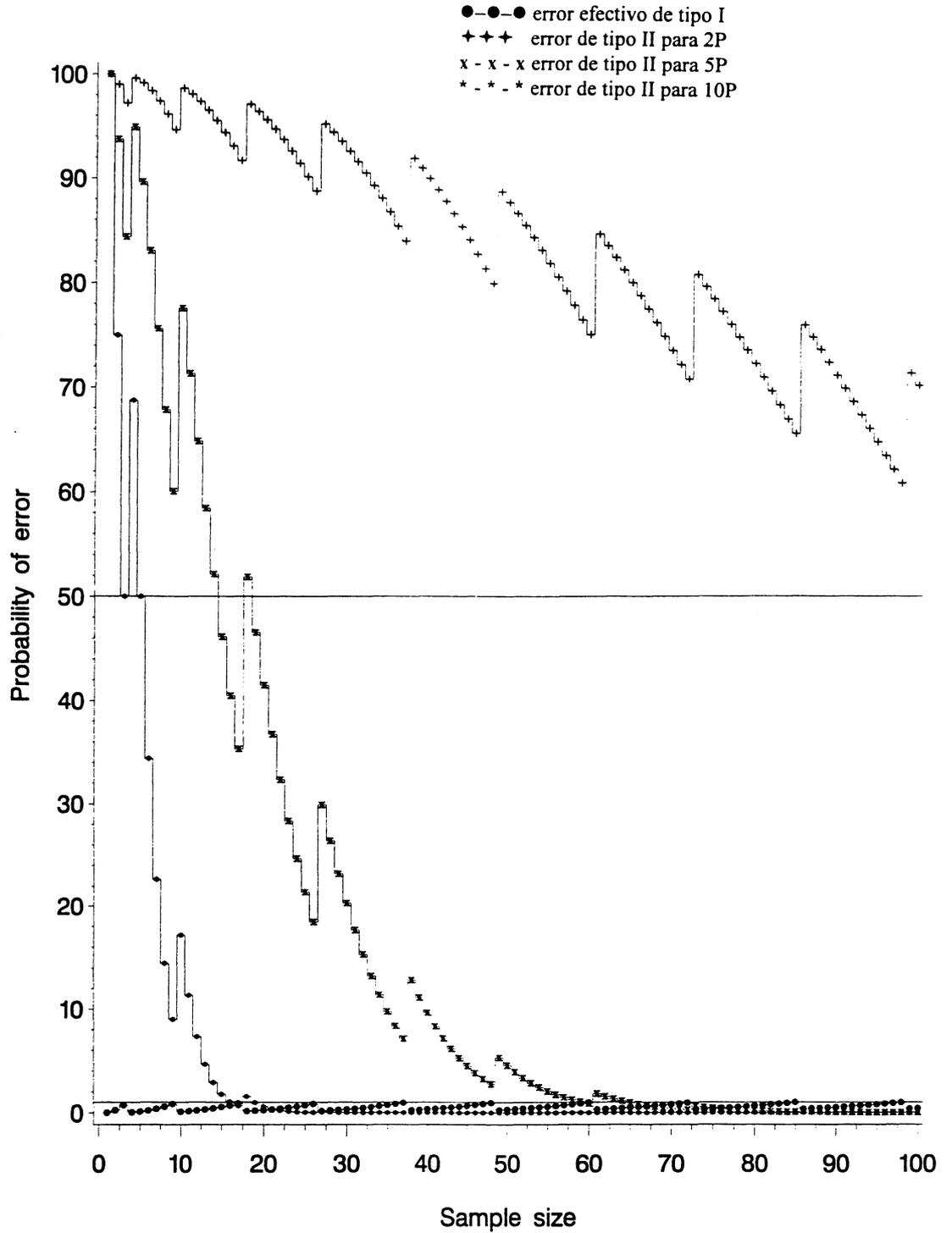


Tabla y figura 13, continuación

793- 809	55
810- 826	56
827- 843	57
844- 860	58
861- 877	59
878- 894	60
895- 911	61
912- 928	62
929- 945	63
946- 962	64
963- 979	65
980- 997	66
998- 1014	67
1015- 1031	68
1032- 1048	69
1049- 1066	70
1067- 1083	71
1084- 1100	72
1101- 1118	73
1119- 1135	74
1136- 1153	75
1154- 1170	76
1171- 1187	77
1188- 1205	78
1206- 1222	79
1223- 1240	80
1241- 1257	81
1258- 1275	82
1276- 1292	83
1293- 1310	84
1311- 1327	85
1328- 1345	86
1346- 1362	87
1363- 1380	88
1381- 1398	89
1399- 1415	90
1416- 1433	91
1434- 1451	92
1452- 1468	93
1469- 1486	94
1487- 1504	95
1505- 1521	96
1522- 1539	97
1540- 1557	98
1558- 1574	99
1575- 1592	100
1593- 1610	101
1611- 1628	102
1629- 1645	103
1646- 1663	104
1664- 1681	105
1682- 1699	106
1700- 1717	107
1718- 1734	108
1735- 1752	109
1753- 1770	110
1771- 1788	111
1789- 1806	112

TC/34/5 Rev.
página 31

Figura 14 :

Población estándar = 3%

Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$

n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

n	k
1-	5
6-	15
16-	28
29-	44
45-	61
62-	79
80-	98
99-	119
120-	140
141-	161
162-	183
184-	206
207-	229
230-	252
253-	276
277-	300
301-	324
325-	348
349-	373
374-	398
399-	423
424-	448
449-	474
475-	499
500-	525
526-	551
552-	577
578-	603
604-	629
630-	656
657-	682
683-	709
710-	736
737-	763
764-	789
790-	816
817-	844
845-	871
872-	898
899-	925
926-	953
954-	980
981-	1008
1009-	1035
1036-	1063
1064-	1091
1092-	1119
1120-	1146
1147-	1174
1175-	1202
1203-	1230
1231-	1258
1259-	1286
1287-	1315
1316-	1343
1344-	1371
1372-	1399
1400-	1428
1429-	1456
1457-	1484
1485-	1513

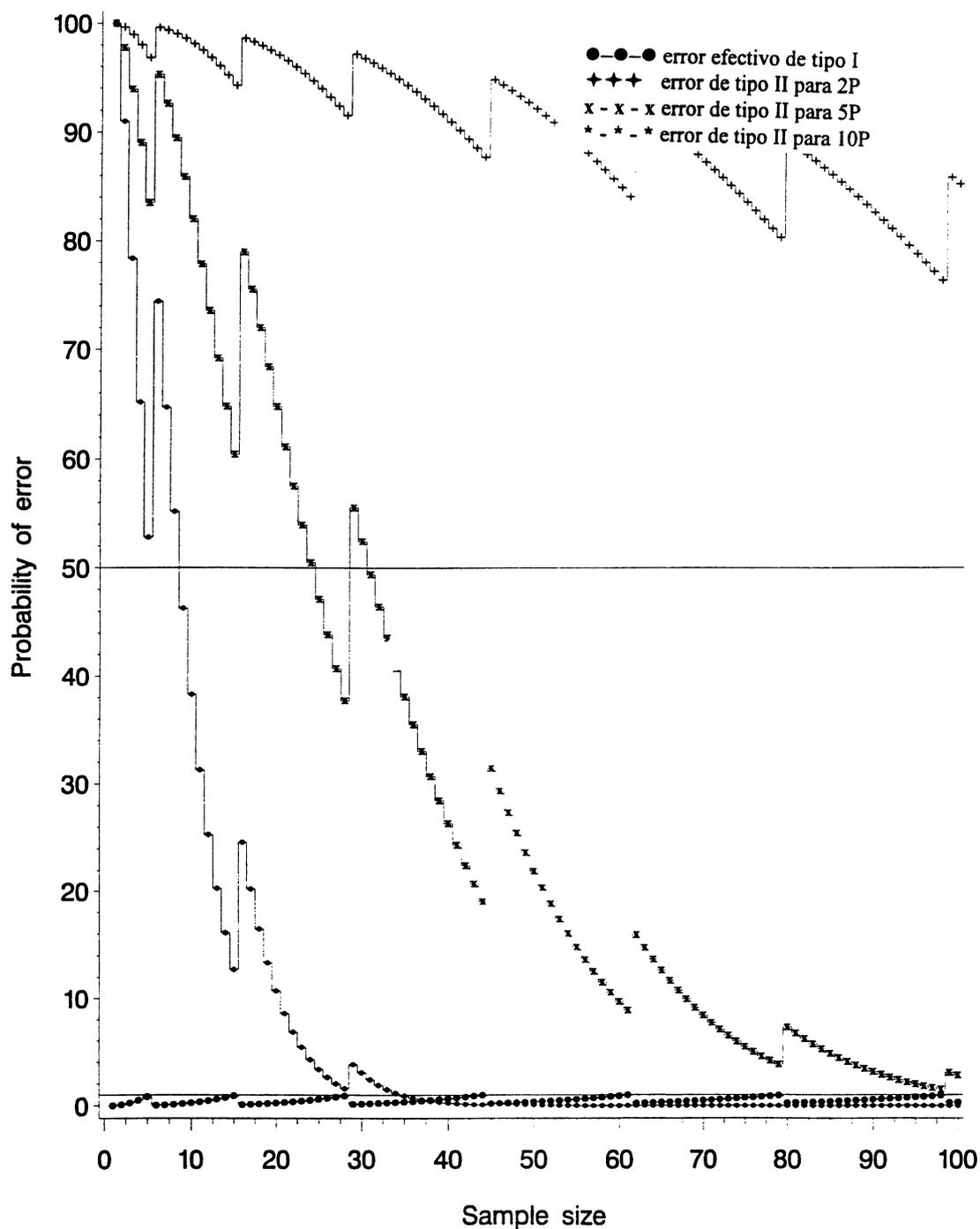
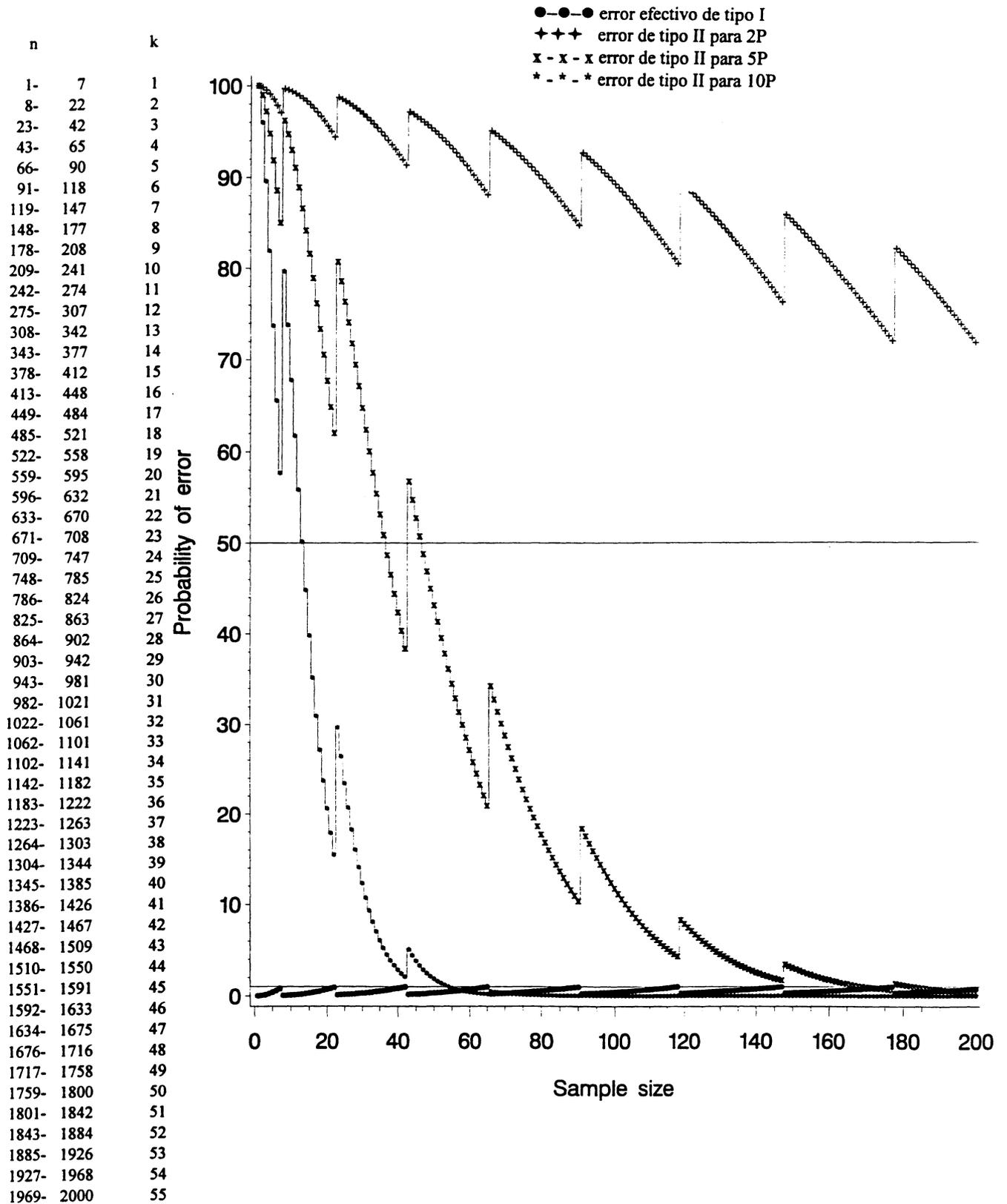


Figura 15 :

Población estándar = 2%
Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo



TC/34/5 Rev.
 página 33

Figura 16 :

Población estándar = 1%
 Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

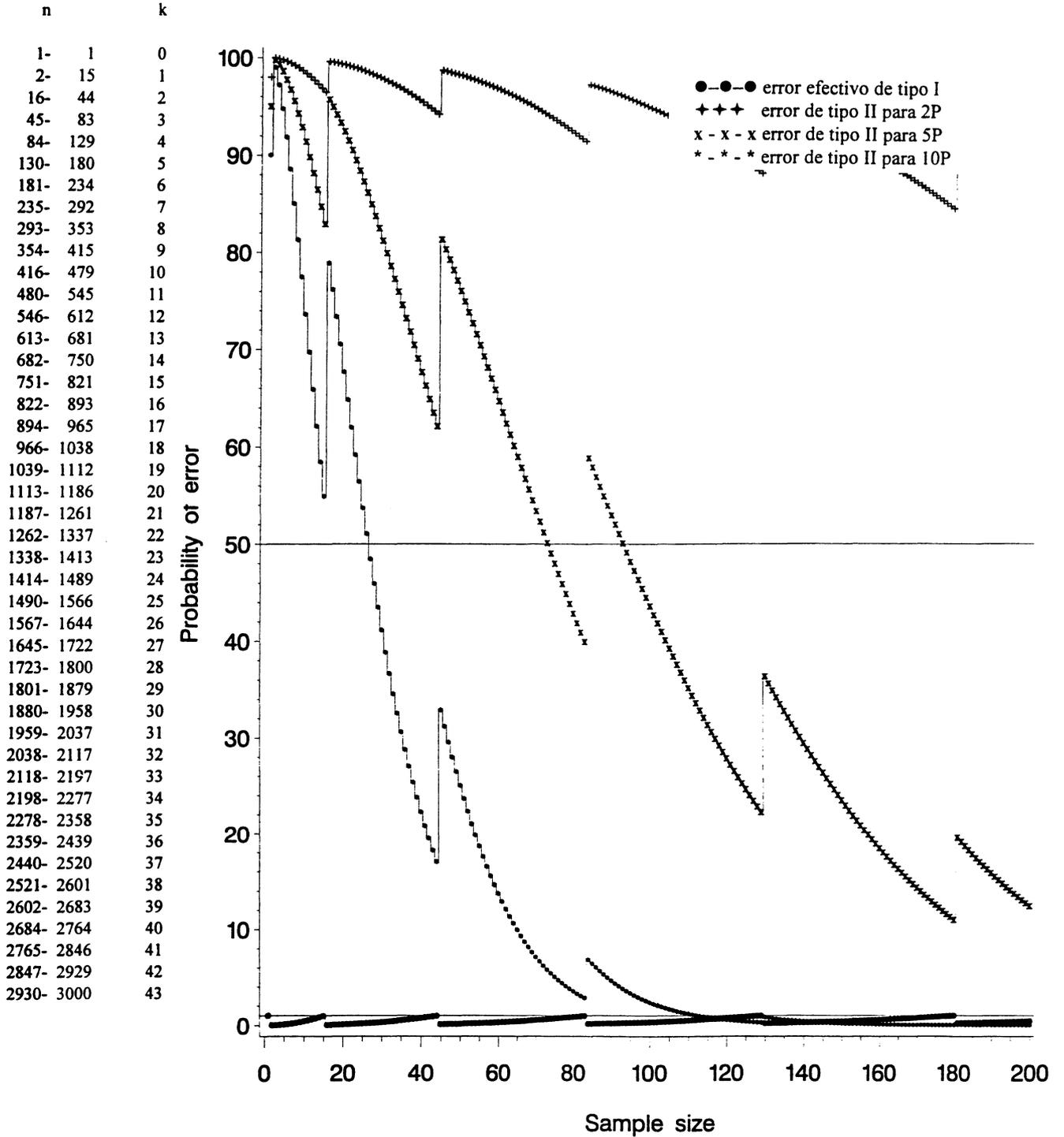
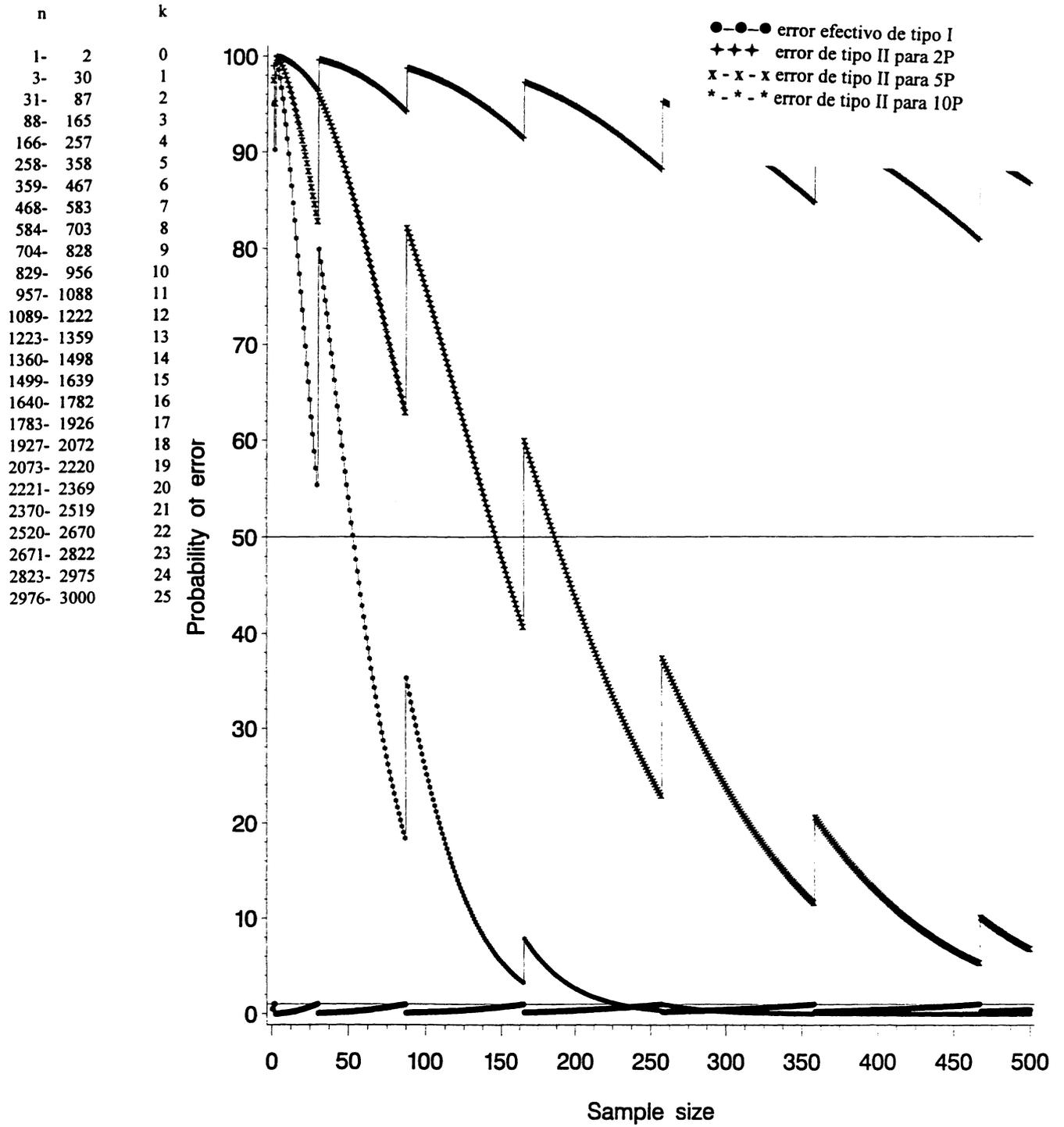


Figura 17 :

Población estándar = 0,5%
 Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo



TC/34/5 Rev.
 página 35

Figura 18 :

Población estándar= 0,1%
 Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

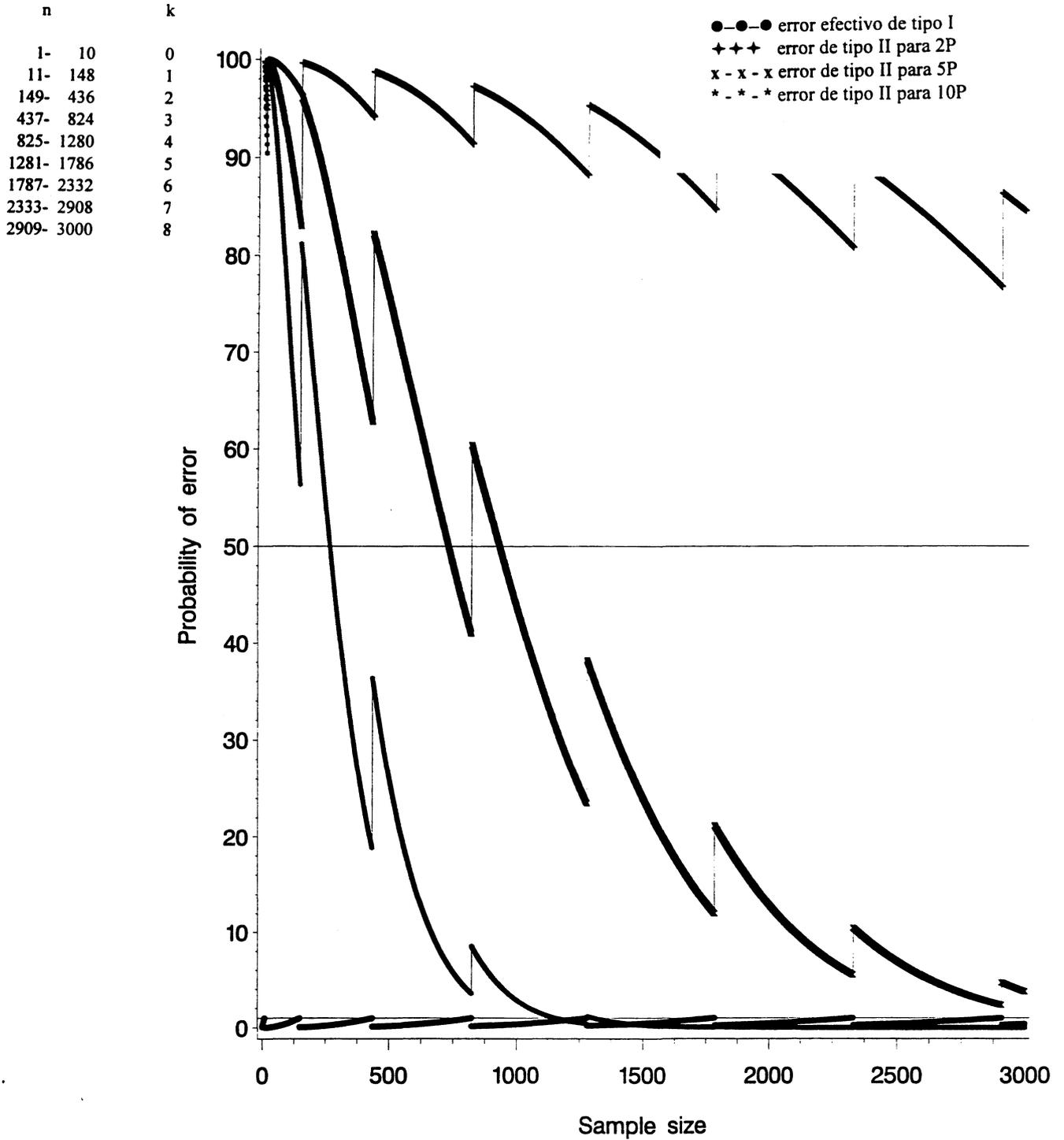


Figura 19 :

Población estándar = 10%
 Probabilidad de aceptación $\geq 90\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

- error efectivo de tipo I
- + + + error de tipo II para 2P
- x - x - x error de tipo II para 5P
- * - * - * error de tipo II para 10P

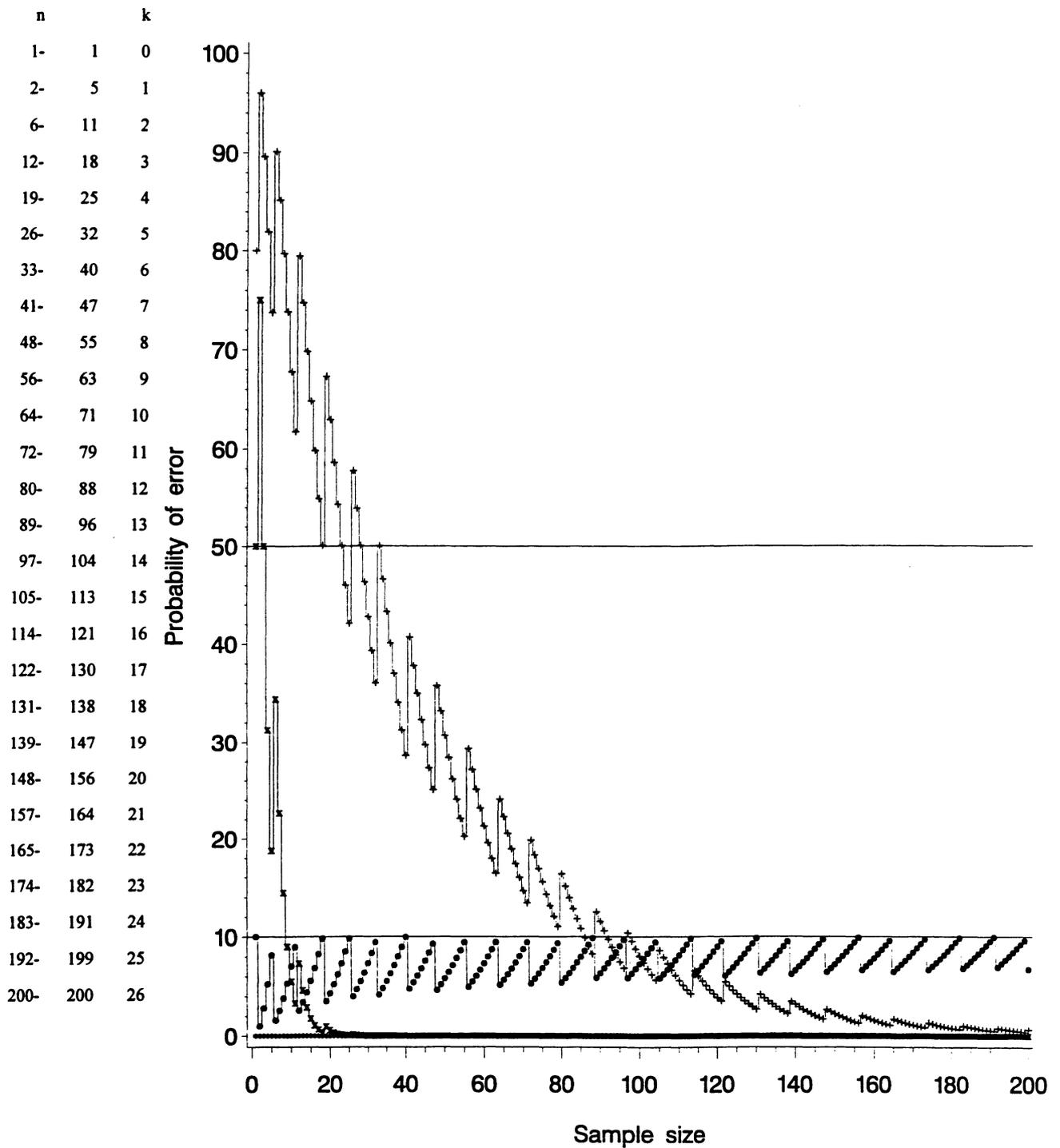


Figura 20 :

Población estándar = 10%
 Probabilidad de aceptación $\geq 95\%$
 n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

●-●-● error efectivo de tipo I
 + + + error de tipo II para 2P
 x - x - x error de tipo II para 5P
 * - * - * error de tipo II para 10P

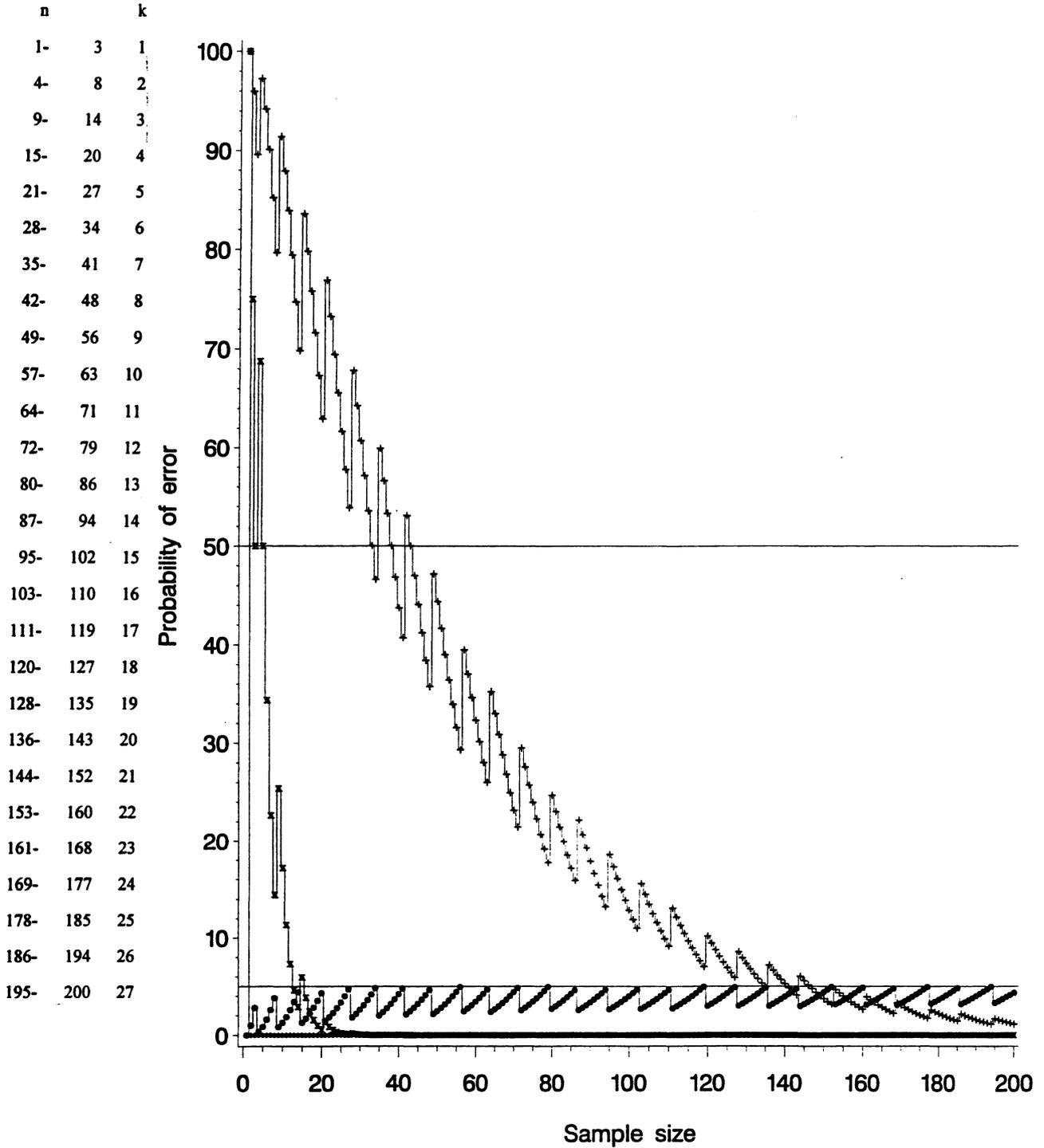


Figura 21 :

Población estándar = 10%
Probabilidad de aceptación $\geq 99\%$
n = tamaño de la prueba, k = número máximo de plantas fuera de tipo

●-●-● error efectivo de tipo I
+ + + error de tipo II para 2P
x - x - x error de tipo II para 5P
* - * - * error de tipo II para 10P

