

EFFECTO BACTERICIDA DEL LÁSER DE Er,Cr:YSGG
EN EL INTERIOR DEL CONDUCTO RADICULAR.

Tesis Doctoral

Josep Arnabat Domínguez

Directores

Prof. Leonardo Berini Aytés

Prof. Miguel Viñas Ciordia

DEPARTAMENT D'ODONTOESTOMATOLOGIA

FACULTAT D'ODONTOLOGIA

UNIVERSITAT DE BARCELONA

5. RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. Estudio sobre el incremento de temperatura

La Tabla 7 muestra los resultados obtenidos en los dientes incisivos a una potencia de 1 W y 20 Hz durante 30 segundos. El valor de la media del aumento de temperatura medida inmediatamente después de la irradiación fue de 3.84°C, siendo el intervalo de confianza (IC) del 95% de entre 3.48°C y 4.20°C.

La media del aumento de temperatura, medida a los 30 segundos de finalizada la irradiación, se redujo hasta 1.21°C, con un IC del 95% entre 1.11°C y 1.31°C.

	Media (°C)	Desviación estándar	Incremento (media) (°C)	Intervalo de confianza (95%)
Temperatura basal	34.81	0.48		
Temperatura A	38.66	0.78	3.84	3.48-4.20
Temperatura B	36.01	0.49	1.21	1.11-1.31

Tabla 7. Incisivos irradiados a 1 Watio de potencia durante 30 segundos.

Temperatura A: Temperatura medida inmediatamente después de la irradiación.

Temperatura B: Temperatura medida a los 30 segundos de finalizada la irradiación.

En la Tabla 8 se observan los resultados obtenidos en los dientes irradiados con una potencia de 2 W. La media del aumento de temperatura, medida inmediatamente tras la irradiación, fue de 5.01°C, con un IC del 95% entre 4.51°C y 5.50°C. La media del aumento, a los 30 segundos de finalizada la irradiación fue de 1.78°C, con un IC 95% entre 1.49°C y 2.06°C.

	Media (°C)	Desviación estándar	Incremento (media) (°C)	Intervalo de confianza (95%)
Temperatura basal	34.53	0.26		
Temperatura A	39.54	0.89	5.01	4.51-5.50
Temperatura B	36.31	0.52	1.78	1.49-2.06

Tabla 8. Incisivos irradiados a 2 Watios de potencia.

Se realizaron los mismos experimentos en caninos, obteniendo a 1 W de potencia un aumento medio de 2.48°C -inmediatamente después- y de 1.03°C al cabo de 30 segundos (Tabla 9). Con una potencia de 2 W, el aumento medio fue de 4.69°C y de 2.92°C respectivamente (Tabla10).

	Media (°C)	Desviación estándar	Incremento (media) (°C)	Intervalo de confianza (95%)
Temperatura basal	34.96	0.26		
Temperatura A	37.45	0.58	2.48	2.15-2.81
Temperatura B	36.00	0.33	1.03	0.86-1.19

Tabla 9. Caninos irradiados a 1 Watio de potencia.

	Media (°C)	Desviación estándar	Incremento (media) (°C)	Intervalo de confianza (95%)
Temperatura basal	34.72	0.38		
Temperatura A	38.41	0.62	3.69	4.11-3.26
Temperatura B	36.64	0.44	1.92	1.77-2.06

Tabla 10. Caninos irradiados a 2 Watios de potencia.

5.2. Estudio sobre la actividad bactericida

5.2.1. Datos obtenidos

Se llevaron a cabo 18 experimentos en distintas fechas durante un período que va de Septiembre de 2002 a Octubre de 2004.

En cada caso se utilizó un diente como control de esterilización y 2 dientes para el control de la inoculación bacteriana; el resto de dientes, una vez contaminados, fueron tratados con NaOCl al 5%, con NaOCl al 0.5% o con el láser de Er,Cr:YSGG con distintos parámetros de trabajo (variando potencia y tiempo de aplicación).

Respecto al control de esterilización, en un experimento se registró una contaminación del diente control de esterilidad con lo que dicho experimento fue completamente desechado. En el resto de los 17 experimentos el control de esterilidad fue siempre negativo. Así pues el número total de experimentos que se han considerado como válidos ha sido 17; en estos 17 experimentos se utilizaron un total de 203 dientes (17 como control de esterilidad, 34 como control de inoculación y 152 tratados de distintas maneras). Esto supone una media de 21.7 experimentos por tratamiento (mínimo de 16 experimentos válidos para el tratamiento con láser 2W 60', máximo de 26 para el hipoclorito al 0.5%) (Tabla 11).

	Tratamiento	N
	Control estéril	17
	Control bacterias	34
	NaOCl 5 %	21
	NaOCl 0.5 %	26
	1 W 30 seg	21
	2 W 30 seg	24
	1 W 60 seg	25
	2 W 60 seg	16
	1 W 120 seg	19
Total		203

Tabla 11. Número de dientes total utilizados en el estudio principal.

5.2.2. Análisis exploratorio de los datos respecto a la variable porcentaje de muerte bacteriana

5.2.2.1. Distribución de frecuencias

Al tratarse de variables cuantitativas continuas la mejor manera de tener una idea de cómo es su distribución es representarlas de una manera gráfica mediante un diagrama de tallo y hoja (stem and leaf) y de histogramas.

El diagrama de tallo y hojas proporciona una ordenación de todos los datos cuantitativos en intervalos sin perder los valores originales, facilitando además una representación visual de la forma de representación.

En nuestro caso se ha representado en primer lugar el porcentaje de muerte bacteriana para cada tipo de tratamiento efectuado, empezando por el tratamiento con NaOCl 5% y finalizando con el láser 4x30' 1W (Tablas 12 a 18).

Los primeros dígitos que reciben el nombre de tallo (stem) indican el porcentaje de muerte bacteriana expresado en cifras enteras mientras que el último dígito u hoja (leaf) indica los decimales. Al ser valores muy poco alejados entre sí hay dos líneas por cada tallo (de 0 a 4, y de 5 a 9).

A la izquierda de los dígitos que componen este diagrama, viene expresada su frecuencia en tantos por ciento, y en determinados grupos de experimentos pueden verse los valores extremos que siempre van a corresponder a los de la cola izquierda (porcentajes de muerte bacteriana inferiores a la media).

El histograma permite también representar de una forma más gráfica que los diagramas de tallo y hoja -aunque menos precisa- los datos de una distribución. En nuestro estudio principal se ha representado en abscisas los valores de la variable (porcentaje de muerte bacteriana) mientras que en ordenadas se indica su frecuencia, todo ello para cada tipo de tratamiento efectuado (Figuras 32 a 38).

Debe resaltarse que respecto a los intervalos de clase se ha respetado una premisa propia de las Ciencias de la Salud que es la no obligatoriedad de contruir dichos intervalos de clase con una amplitud igual; por ello puede verse que, por ejemplo, en los tratamientos con hipoclorito cuando se trata de la concentración al 5% el intervalo de clase es muy inferior al representado para el 0.5%.

Una simple observación de los diagramas de tallo y hoja y de los histogramas permite pensar que la distribución de esta variable (porcentaje de muerte bacteriana) presenta en todos los tipos de tratamiento una asimetría negativa.

Frecuencia	tallo & hojas	
4,00	Extremos	(=<99,64)
3,00	99.	000
,00	99.	
2,00	99.	45
,00	99.	
12,00	99.	889999999999
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 12. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con NaOCl 5%.

Frecuencia	tallo & hojas	
1,00	92 .	8
1,00	93 .	5
1,00	94 .	0
1,00	95 .	5
4,00	96 .	0006
4,00	97 .	0055
3,00	98 .	005
11,00	99 .	3367888999
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 13. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con NaOCl 0.5%.

Frecuencia	tallo & hojas	
2,00	Extremos	(=<92,0)
,00	96.	
1,00	96.	5
4,00	97.	0003
2,00	97.	66
1,00	98.	0
1,00	98.	9
,00	99.	
10,00	99.	8888999999
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 14. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con el láser a 1W 30 segundos.

Frecuencia	tallo & hojas	
1,00	Extremos	(=<92,0)
3,00	95.	055
1,00	96.	9
3,00	97.	038
2,00	98.	06
14,00	99.	03577889999999
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 15. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con el láser a 2W 30 segundos.

Frecuencia	tallo & hojas	
,00	95 .	
1,00	95 .	5
1,00	96 .	0
3,00	96 .	558
3,00	97 .	003
2,00	97 .	55
1,00	98 .	2
1,00	98 .	5
6,00	99 .	000112
7,00	99 .	5789999
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

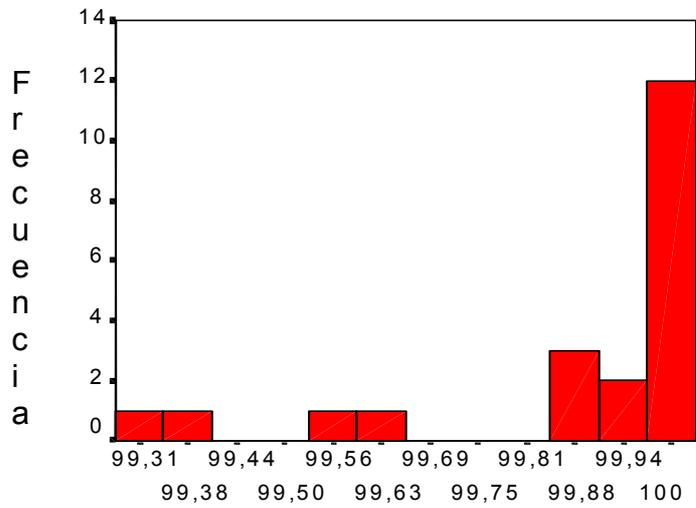
Tabla 16. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con el láser a 1W 60 segundos.

Frecuencia	tallo & hojas	
1,00	Extremos	(= \leq 93,5)
1,00	98.	0
,00	98.	
5,00	99.	00122
9,00	99.	568889999
Anchura del tallo:		1,00
Cada hoja:		1 caso(s)

Tabla 17. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con el láser a 2W 60 segundos.

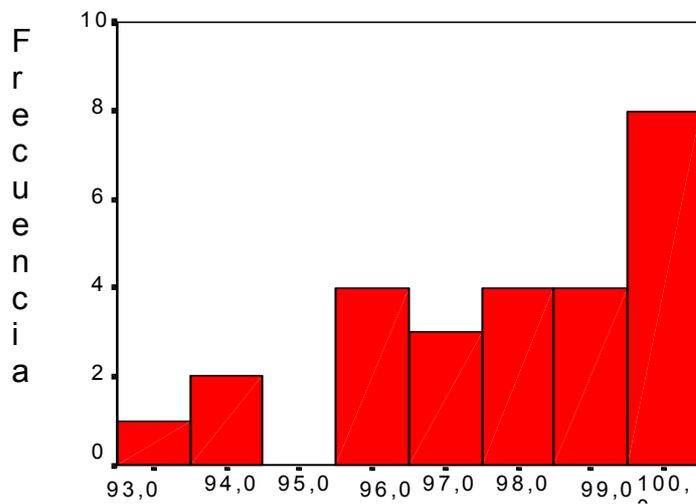
Frecuencia	tallo & hojas	
1,00	Extremos	(= \leq 95,7)
2,00	97.	68
3,00	98.	23
2,00	98.	79
3,00	99.	123
8,00	99.	669999999
Anchura del tallo:		1,00
Cada hoja:		1 caso(s)

Tabla 18. Diagrama de tallo y hojas de porcentaje de muerte bacteriana con el láser a 1W 120 segundos.



Porcentaje de muerte

Figura 32. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con NaOCl 5%.



Porcentaje de muerte

Figura 33. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con NaOCl 0,5%

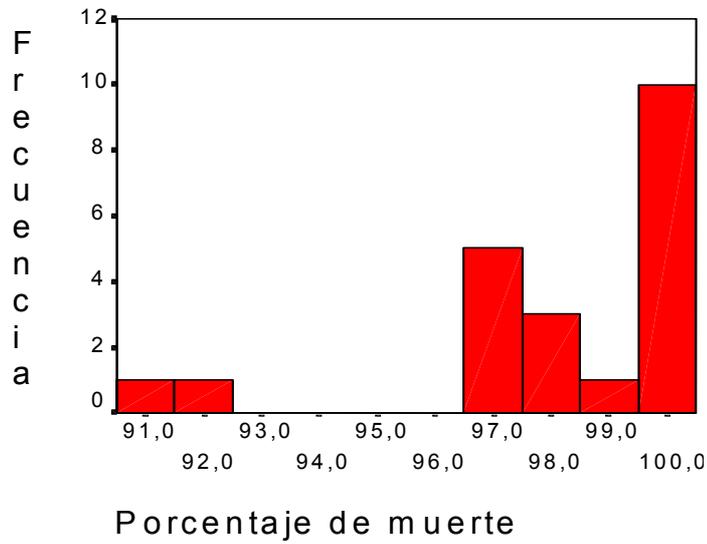


Figura 34. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con el Láser Er,Cr:YSGG a 1W 30 segundos.

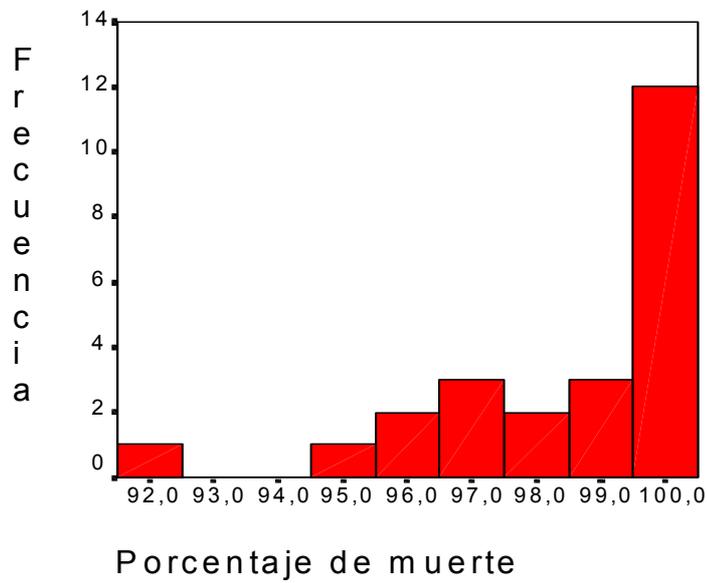


Figura 35. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con Láser Er,Cr:YSGG a 2W 30 segundos.

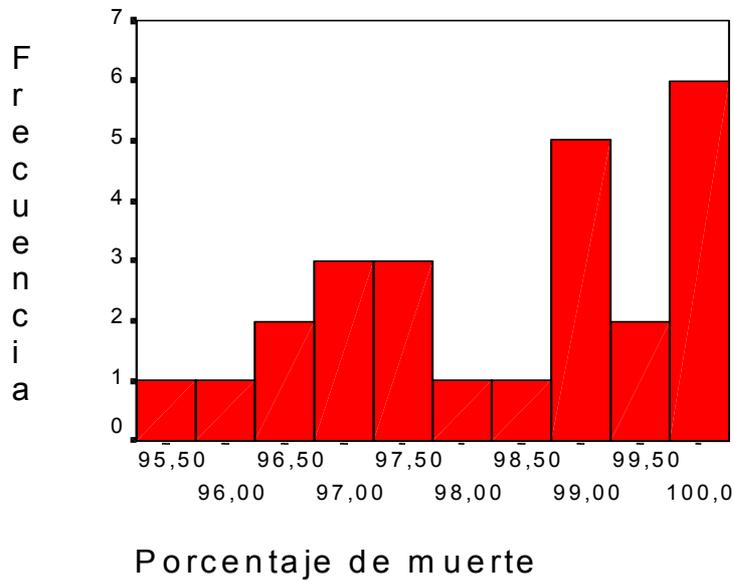


Figura 36. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con Láser Er,Cr:YSGG a 1W 60 segundos.

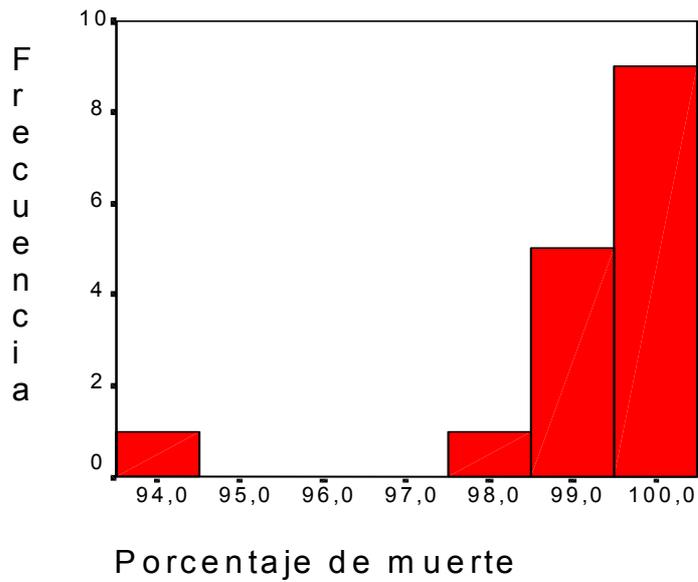


Figura 37. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con Láser Er,Cr:YSGG a 2W 60 segundos.

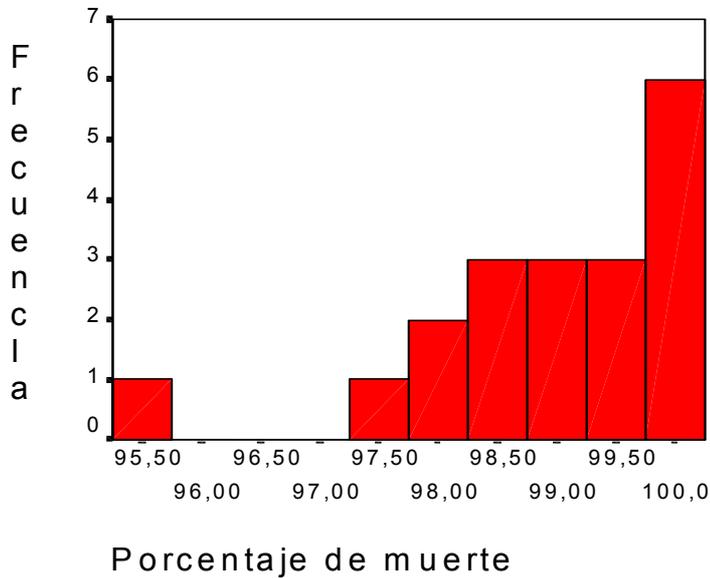


Figura 38. Histograma del porcentaje de muerte bacteriana con Láser Er,Cr:YSGG a 1W 120 segundos.

5.2.2.2. Descripción basada en momentos

La descripción basada en momentos expone un conjunto de índices estadísticos que representan la posición o medidas de tendencia central (media aritmética con su intervalo de confianza al 95%, media recortada al 5% y mediana), medidas de dispersión o homogeneidad (variancia y desviación típica), medidas de asimetría (coeficiente de asimetría y, en cierto modo, media geométrica) y medidas de apuntamiento (curtosis o coeficiente de apuntamiento). En el procedimiento EXAMINE del SPSS podemos obtener todos estos estadísticos descriptivos tal como se ha hecho para cada tipo de tratamiento (Tablas 19 a 25).

De su observación puede deducirse en primer lugar que los datos no presentan una gran dispersión puesto que la desviación típica es pequeña. Por otro lado, los valores de la asimetría en todos los casos son negativos, lo que indica la presencia de una cola de la distribución que se aleja por la izquierda, es decir, que existen valores anormalmente bajos respecto a la media. Finalmente, respecto a la curtosis el comportamiento es desigual si bien hay más valores positivos que negativos, lo que es indicativo de que la forma más común de las distribuciones es platicúrtica (más aplanada que la ley Normal). Estas dos últimas constataciones permiten suponer que las distribuciones no seguirán la ley Normal.

	Tratamiento		Estadística	Error típico
	NaOCI 5 %	Media	99,8729	4,602E-02
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	99,7769
			Límite superior	99,9689
		Media recortada al 5%	99,8979	
		Mediana	99,9800	
		Varianza	4,448E-02	
		Desviación típica	,2109	
		Mínima	99,30	
		Máxima	99,99	
		Rango	,69	
		Amplitud intercuartil	9,000E-02	
		Asimetría	-1,908	,501
		Curtosis	2,469	,972

Tabla 19. Valores descriptivos sobre porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCI 5%.

	Tratamiento		Estadística	Error típico
	NaOCl 0.5 %	Media	97,7127	,4209
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 96,8458	
			Límite superior 98,5796	
		Media recortada al 5%	97,8498	
		Mediana	98,0000	
		Varianza	4,606	
		Desviación típica	2,1462	
		Mínima	92,86	
		Máxima	99,95	
		Rango	7,09	
		Amplitud intercuartil	3,7625	
		Asimetría	-,781	,456
		Curtosis	-,290	,887

	Tratamiento		Estadística	Error típico
	1 W 30 seg	Media	98,0548	,5537
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior 96,8997	
			Límite superior 99,2098	
		Media recortada al 5%	98,3365	
		Mediana	98,9000	
		Varianza	6,439	
		Desviación típica	2,5375	
		Mínima	91,00	
		Máxima	99,99	
		Rango	8,99	
		Amplitud intercuartil	2,9450	
		Asimetría	-1,742	,501
		Curtosis	2,933	,972

Tablas 20 y 21. Valores descriptivos sobre porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCl 0.5% y para el láser a 1W30 segundos.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	2 W 30 seg	Media		98,3479	,4304
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	97,4575	
			Límite superior	99,2383	
		Media recortada al 5%		98,5817	
		Mediana		99,4150	
		Varianza		4,446	
		Desviación típica		2,1087	
		Mínima		92,00	
		Máxima		99,99	
		Rango		7,99	
		Amplitud intercuartil		2,8475	
		Asimetría		-1,530	,472
		Curtosis		2,153	,918

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	1 W 60seg	Media		98,3232	,2824
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	97,7403	
			Límite superior	98,9061	
		Media recortada al 5%		98,3813	
		Mediana		99,0000	
		Varianza		1,994	
		Desviación típica		1,4121	
		Mínima		95,50	
		Máxima		99,99	
		Rango		4,49	
		Amplitud intercuartil		2,6600	
		Asimetría		-,427	,464
		Curtosis		-1,170	,902

Tablas 22 y 23. Valores descriptivos sobre porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 2W 30 segundos y 1 W 60 segundos.

Tratamiento			Estadística	Error típico
2 W 60 seg	Media		99,1181	,3976
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	98,2706	
		Límite superior	99,9656	
	Media recortada al 5%		99,3818	
	Mediana		99,6300	
	Varianza		2,530	
	Desviación típica		1,5904	
	Mínima		93,50	
	Máxima		99,99	
	Rango		6,49	
	Amplitud intercuartil		,8350	
	Asimetría		-3,310	,564
	Curtosis		11,878	1,091

Tratamiento			Estadística	Error típico
1 W 120 seg	Media		98,9547	,2569
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	98,4150	
		Límite superior	99,4945	
	Media recortada al 5%		99,0775	
	Mediana		99,2000	
	Varianza		1,254	
	Desviación típica		1,1198	
	Mínima		95,71	
	Máxima		99,99	
	Rango		4,28	
	Amplitud intercuartil		1,6900	
	Asimetría		-1,432	,524
	Curtosis		2,518	1,014

Tablas 24 y 25. Valores descriptivos sobre porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 2W 60 segundos y 1W 120 segundos.

5.2.2.3. Descripción basada en ordenaciones

Ya que la distribución presentaba una asimetría hay que utilizar índices más robustos que no se vean afectados por los valores anormalmente alejados. Existen varias alternativas, una de las cuales consistiría en aplicar una transformación logarítmica y considerar la media geométrica; otra alternativa, más general, es

utilizar medidas basadas en ordenaciones ya que con este procedimiento los valores más extremos (Tabla 26) pierden peso y no afectan el valor del índice.

Porcentaje de muerte bacteriana	Tratamiento			Número del caso	Valor
	NaOCl 5 %	Mas altos	1	19	99,99
			2	2	99,99
			3	15	99,99
			4	13	99,99
			5	20	,
		Mas bajos	1	11	99,30
			2	9	99,40
			3	5	99,54
			4	10	99,64
			5	4	,
	NaOCl 0.5 %	Mas altos	1	34	99,95
			2	32	99,95
			3	31	99,94
			4	37	99,88
			5	33	99,84
		Mas bajos	1	41	92,86
			2	42	93,50
			3	27	94,00
			4	28	95,50
			5	38	,
	1 W 30 seg	Mas altos	1	62	99,99
			2	60	99,99
			3	61	99,99
			4	66	99,99
			5	65	99,96
		Mas bajos	1	58	91,00
			2	57	92,00
			3	56	96,50
			4	55	97,00
			5	59	,
	2 W 30 seg	Mas altos	1	85	99,99
			2	87	99,98
			3	92	99,98
			4	81	99,96
			5	88	99,95
		Mas bajos	1	72	92,00
			2	76	95,00
			3	78	95,50
			4	74	95,50
			5	71	96,90
	1 W 60 seg	Mas altos	1	113	99,99
			2	114	99,99
			3	102	99,94
			4	105	99,91

			5	115	99,89
		Mas bajos	1	104	95,50
			2	116	96,05
			3	107	96,50
			4	94	96,56
			5	96	96,88
	2 W 60 seg	Mas altos	1	130	99,99
			2	132	99,99
			3	128	99,98
			4	131	99,90
			5	133	99,88
		Mas bajos	1	127	93,50
			2	119	98,00
			3	122	99,00
			4	118	99,03
			5	123	99,15
	1 W 120 seg	Mas altos	1	140	99,99
			2	141	99,99
			3	142	99,99
			4	143	99,95
			5	138	99,94
		Mas bajos	1	152	95,71
			2	151	97,61
			3	135	97,80
			4	145	98,16
			5	149	98,25

Tabla 26. Valores extremos más altos y más bajos de porcentaje de muerte bacteriana para cada tipo de tratamiento.

En el experimento principal se ha aplicado dicha estrategia respecto al porcentaje de muerte bacteriana originado por los distintos tratamientos en el que pueden apreciarse los percentiles y el cálculo de la mediana y de los cuartos según los métodos "Average" y Tukey gracias al Sistema SPSS (Tabla 27).

			Percentiles						
		Tratamiento	5	10	25	50	75	90	95
Weighted Average	Porcentaje de muerte	NaOCl 5 %	99,3100	99,4280	99,9000	99,9800	99,9900	99,9900	99,9900
		NaOCl 0,5 %	93,0840	93,8500	96,0375	98,0000	99,8000	99,9430	99,9500
		1 W 30 seg	91,1000	92,9000	97,0000	98,9000	99,9450	99,9900	99,9900
		2 W 30 seg	92,7500	95,2500	97,0825	99,4150	99,9300	99,9800	99,9875
		1 W 60 seg	95,6650	96,3200	97,0000	99,0000	99,6600	99,9600	99,9900
		2 W 60 seg	93,5000	96,6500	99,0600	99,6300	99,8950	99,9900	,
		1 W 120 seg	95,7100	97,6100	98,2500	99,2000	99,9400	99,9900	,
Tukey's Hinges	Porcentaje de muerte	NaOCl 5 %			99,9000	99,9800	99,9900		
		NaOCl 0,5 %			96,0500	98,0000	99,7900		
		1 W 30 seg			97,0000	98,9000	99,9300		
		2 W 30 seg			97,1650	99,4150	99,9200		
		1 W 60 seg			97,0000	99,0000	99,5600		
		2 W 60 seg			99,0900	99,6300	99,8900		
		1 W 120 seg			98,2750	99,2000	99,9200		

Tabla 27. Percentiles del porcentaje de muerte bacteriana según métodos Average y Tukey.

No obstante, puesto que el número de experimentos para cada tipo de tratamiento no es importante, una buena alternativa a considerar es cuál sería el índice estadístico que puede reflejar mejor la tendencia central y que no sería ni la media aritmética ni la mediana sino la media recortada al 5%; este índice se calcula con el 90% central de los casos, es decir, recortando el 5% de los valores de cada uno de los extremos. En la Tabla 28 reproducimos los valores de la media aritmética, de la mediana y de la media recortada al 5% para cada uno de los tratamientos efectuados, y el orden de rango en cuanto a mayor efectividad.

Porcentajes de muerte bacteriana						
Tratamiento	Media	Orden	Mediana	Orden	Media rec. 5%	Orden
NaOCl 5%	99.88	1	99.98	1	99.90	1
NaOCl 0.5%	97.71	7	98.00	7	97.85	7
Láser 1W 30'	98.05	6	98.90	6	98.34	6
Láser 2W 30'	98.35	4	99.42	3	98.51	4
Láser 1W 60'	98.32	5	99.00	5	98.38	5
Láser 2W 60'	99.12	2	99.63	2	99.38	2
Láser 1W 120'	98.95	3	99.20	4	99.08	3

Tabla 28. Valores de las medias, medianas y medias recortadas al 5% para todos los tipos de tratamiento referidas al porcentaje de muerte bacteriana.

Un rápido análisis de estos valores permite constatar que el tipo de tratamiento con el que se consigue un mayor porcentaje de muerte bacteriana es el hipoclorito al 5% mientras que el más inefectivo es el propio hipoclorito pero ahora al 0.5%.

Los valores de los distintos parámetros del láser se sitúan entremedio de los de las distintas concentraciones de hipoclorito; el más efectivo es cuando se aplica a 2W durante 60' y el menos cuando se hace a 1W y durante 30'.

Por su parte el diagrama de caja (boxplot) es una representación gráfica y sintética de la distribución a la vez que permite ver sus principales características como son la tendencia central, la dispersión, la asimetría y los valores anómalos. En la Figura 39 puede verse, de forma conjunta, todos los diagramas de caja correspondientes a los distintos tratamientos que se han efectuado; en abscisas se ha representado el tipo de tratamiento y en ordenadas el porcentaje de muerte bacteriana. Lo que es más indicativo de estos diagramas de caja es la caja en sí

misma donde están representados el 50% de los valores centrales y el trazo grueso horizontal que representa el valor de la mediana.

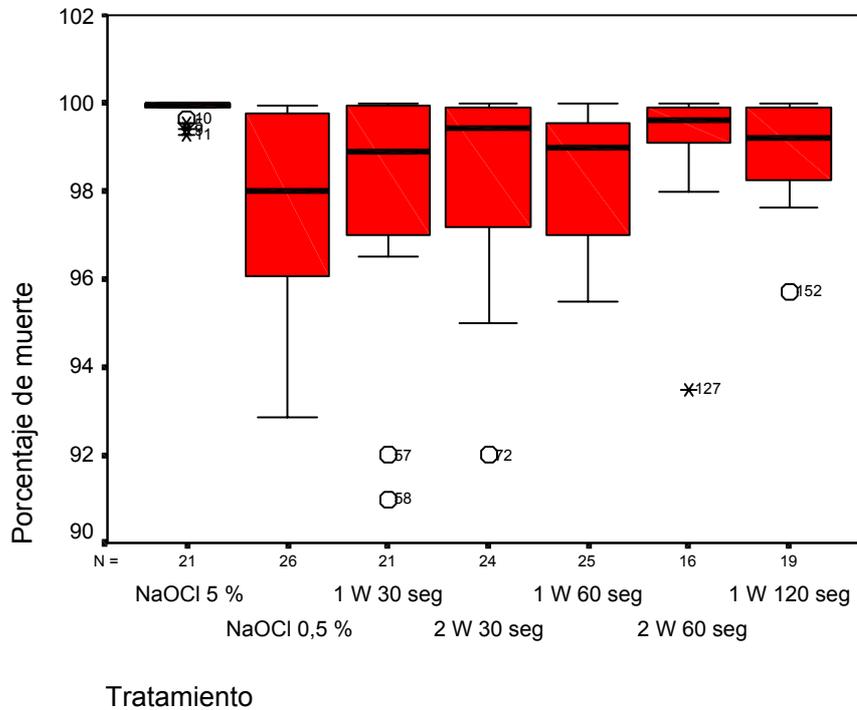


Figura 39. Diagrama de caja del porcentaje de muerte bacteriana para los distintos tratamientos.

De la observación conjunta de los diagramas de caja se deduce claramente el mejor comportamiento del hipoclorito al 5% respecto a todos los demás tipos de tratamientos. Del resto de diagramas también destaca como menos efectivo el correspondiente al hipoclorito al 0.5%. En cuanto a los diagramas de los láseres el que corresponde a 2W 60' muestra un 50% de valores centrales con un porcentaje de muerte bacteriana entre el 99 y el 100% lo que le hace entrever como el más efectivo de todos ellos.

5.2.2.4. Comprobación de la Normalidad y de la homogeneidad de variancias

Existe una manera gráfica para intuir si las distribuciones siguen una distribución propia de la ley Normal. Con el procedimiento EXAMINE del Sistema SPSS se pueden obtener dos tipos de gráficos, el Normal Plot y el Detrended Normal Plot que permiten efectuar un análisis visual de las posibles anomalías de la distribución observada respecto a la ley Normal. En el gráfico Q-Q del Normal Plot cuando la distribución de los valores normales sigue una ley Normal perfecta, los puntos se sitúan casi encima de la línea dibujada en el gráfico; en nuestro caso (Figuras 40 a 46) puede verse que sólo dos distribuciones parecen seguir la ley Normal, en concreto las que corresponderían al hipoclorito 0.5% y al láser 1W 120'.

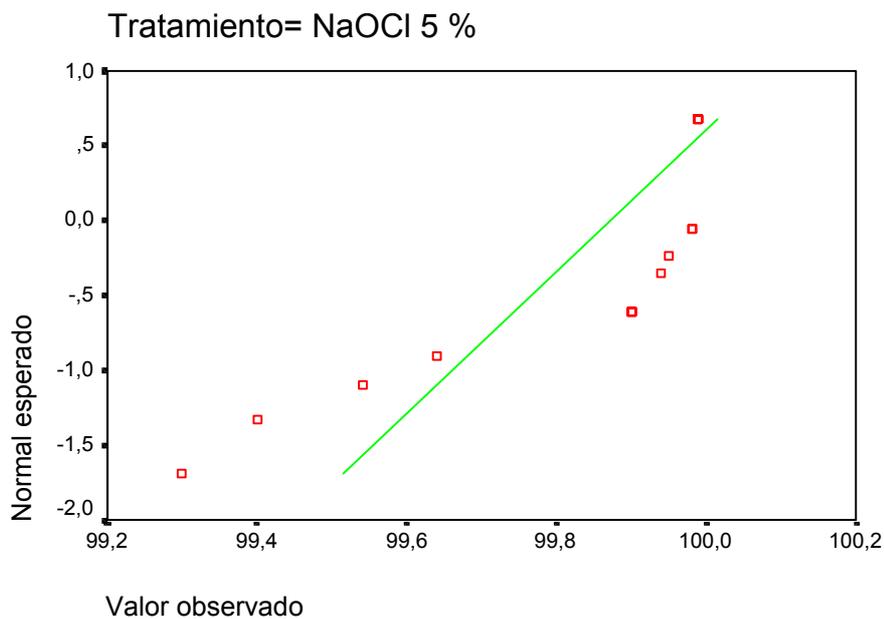


Figura 40. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCl 5%.

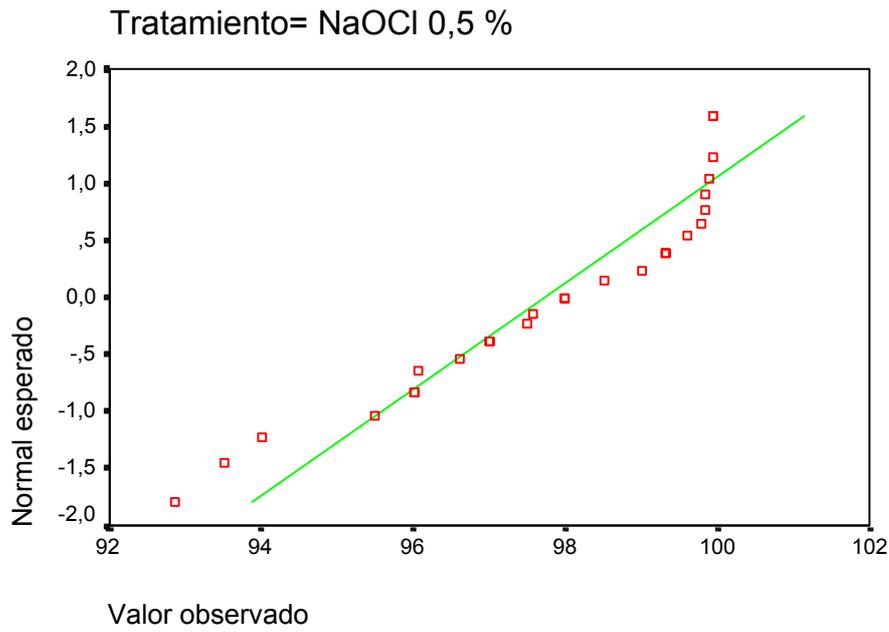


Figura 41. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCl 0.5%.

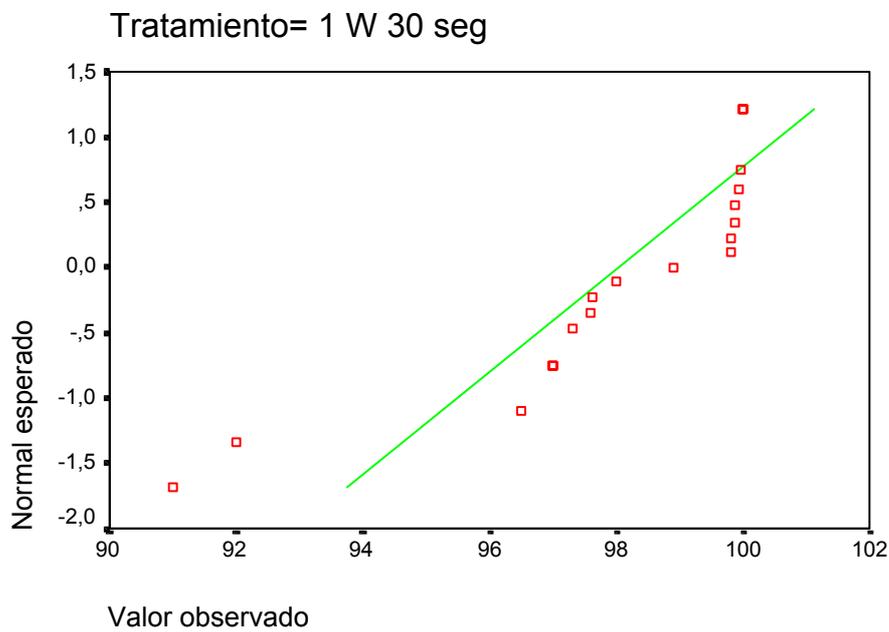


Figura 42. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 1W 30 segundos.

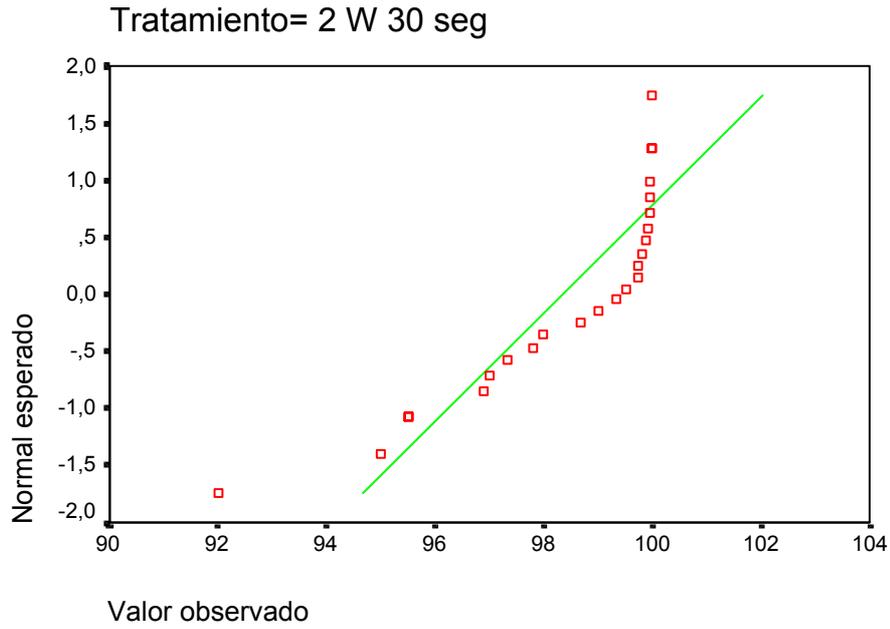


Figura 43. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser 2W 30 segundos.

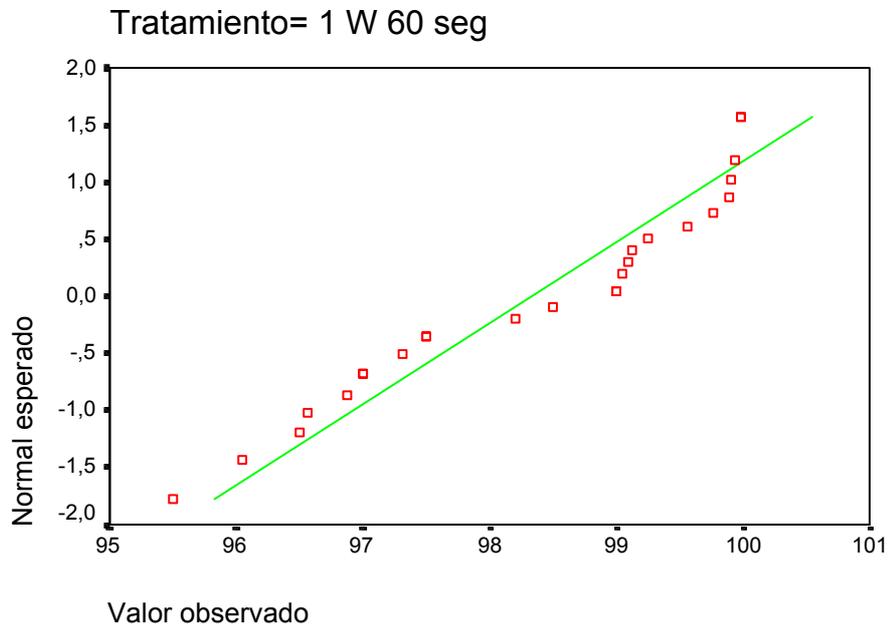


Figura 44. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser 1W 60 segundos.

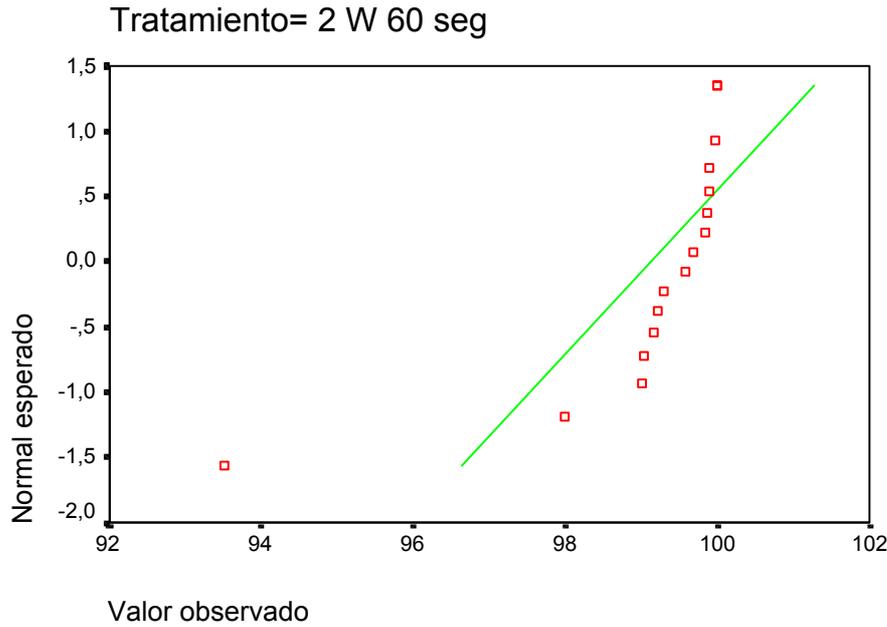


Figura 45. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser 2W 60 segundos.

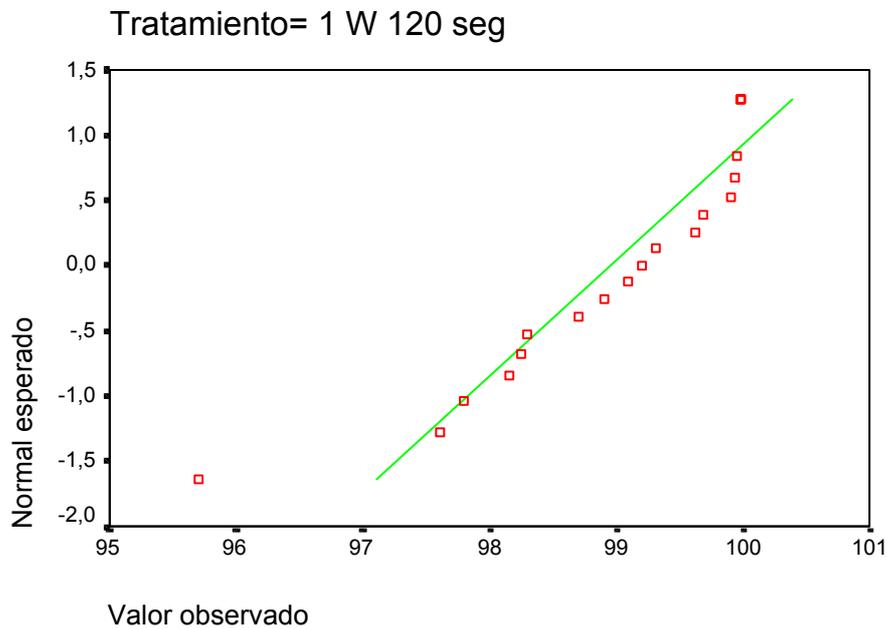


Figura 46. Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser 1W 120 segundos.

El Detrended Normal Plot es un gráfico, similar al anterior, al que se le ha quitado la tendencia lineal (“detrend” en inglés) para tener una mayor resolución, de manera que la anterior línea inclinada pasa a ser horizontal; cuando la

distribución sigue exactamente la ley Normal los puntos de los valores obtenidos se superponen a esta línea horizontal que pasa por cero. De hecho, en este estudio, el análisis de las gráficas obtenidas (Figuras 47 a 53) coincide con el antes efectuado.

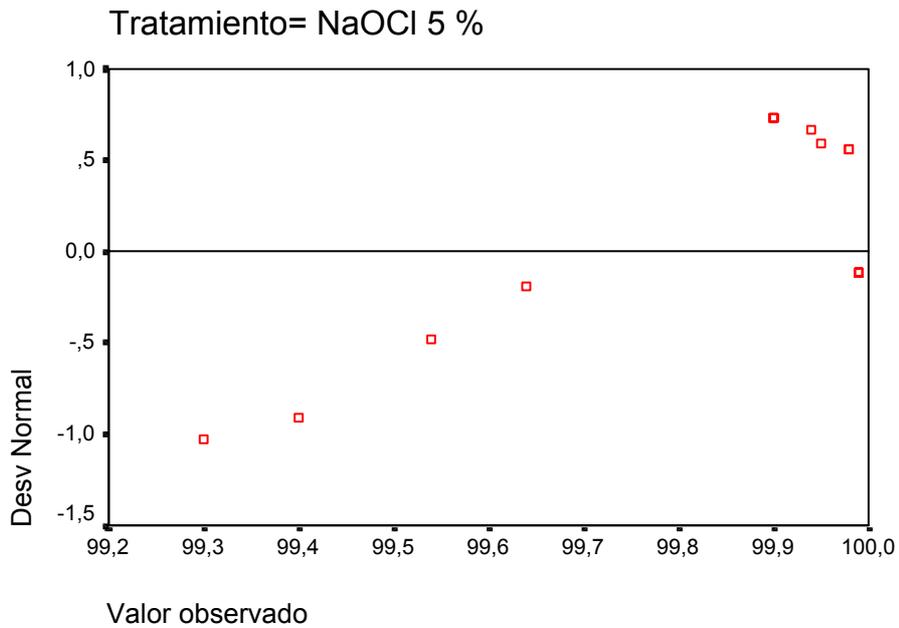


Figura 47. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCI 5%.

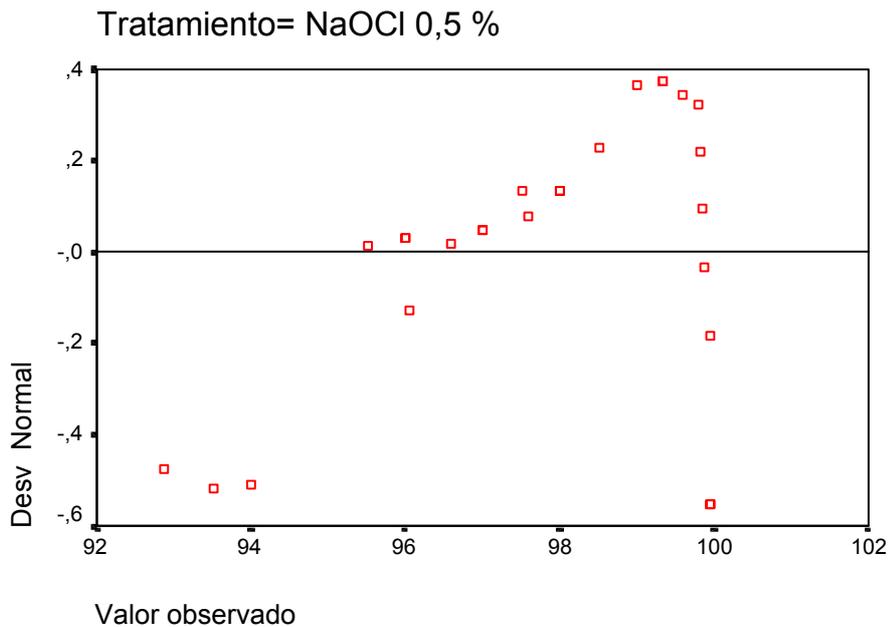


Figura 48. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el NaOCI 0.5%.

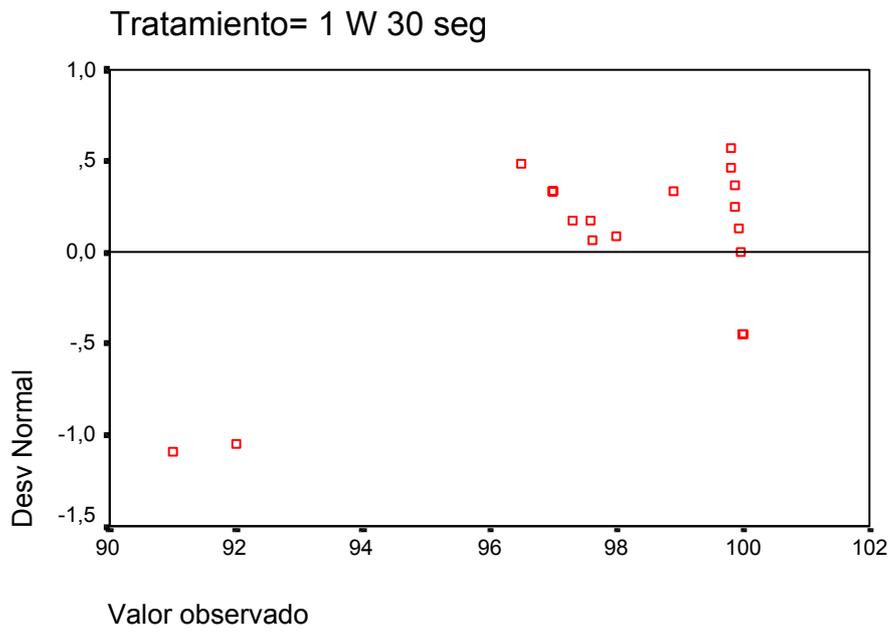


Figura 49. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 1W 30 segundos.

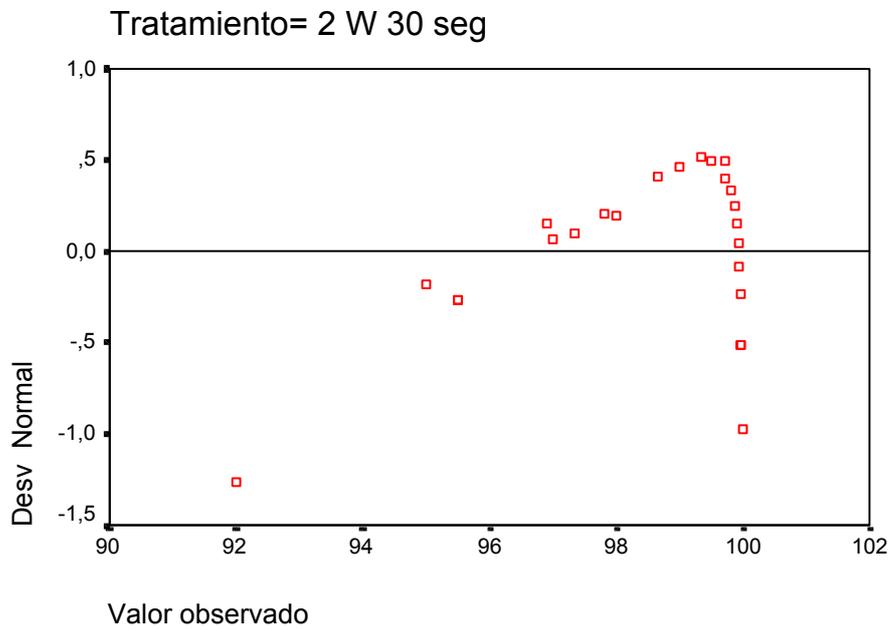


Figura 50. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 2W 30 segundos.

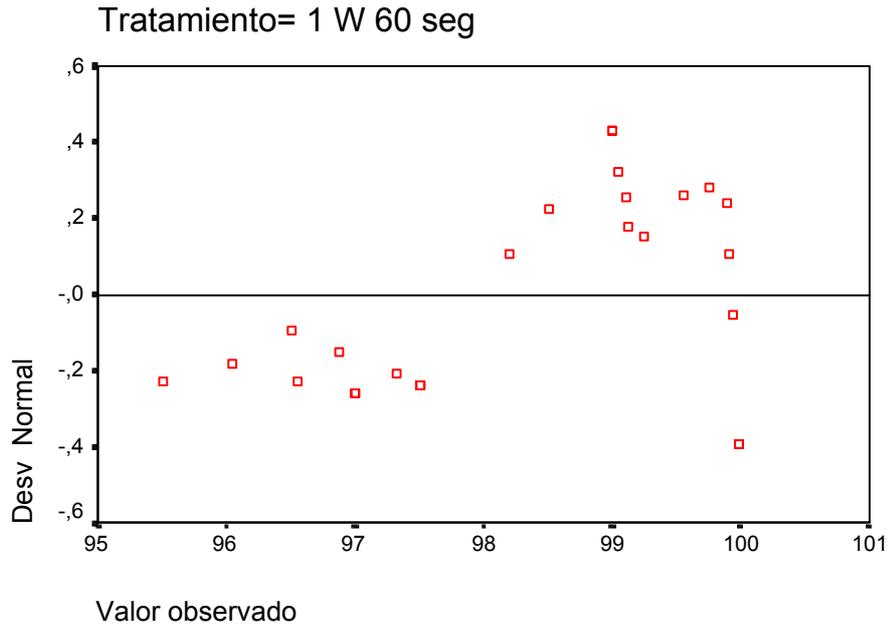


Figura 51. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 1W 60 segundos.

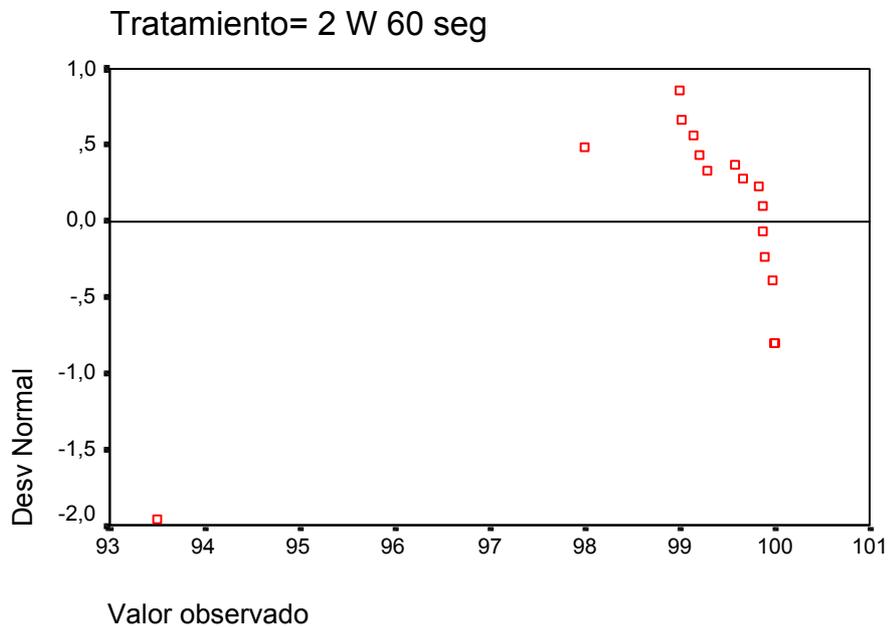


Figura 52. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 2W 60 segundos.

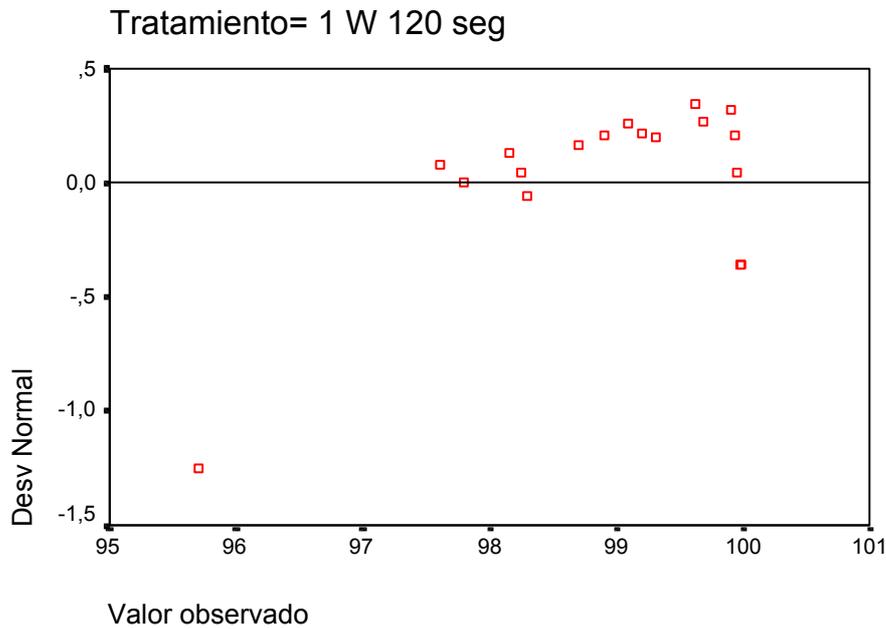


Figura 53. Detrended Normal Q-Q Plot del porcentaje de muerte bacteriana para el láser a 1W 120 segundos.

En segundo lugar se ha comprobado si la distribución seguía la ley Normal mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk (Tabla 29), que son más potentes que los valores de asimetría y curtosis. Tanto el test de Kolmogorov-Smirnov como todavía más el de Shapiro-Wilk corroboran la apreciación visual de las gráficas Q-Q puesto que se observan valores estadísticamente significativos ($p < 0.05$) con lo que puede concluirse que no siguen una distribución Normal.

Test de Normalidad Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk

		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Tratamiento	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Porcentaje de muerte	NaOCl 5 %	,361	21	,000	,620	21	,010
	NaOCl 0,5 %	,159	26	,089	,889	26	,010
	1 W 30 seg	,230	21	,005	,746	21	,010
	2 W 30 seg	,221	24	,004	,788	24	,010
	1 W 60 seg	,204	25	,009	,905	25	,028
	2 W 60 seg	,345	16	,000	,546	16	,010
	1 W 120 seg	,178	19	,117	,850	19	,010

Tabla 29. Pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para el porcentaje de muerte bacteriana.

La prueba de Levene sirve para comprobar la homogeneidad de variancias; se descarta ésta al ser p significativo ($p < 0.05$) (Tabla 30).

Levene	df1	df2	Sig.
7,073	6	145	,000

Tabla 30. Prueba de Levene para el porcentaje de muerte bacteriana.

5.2.3. Análisis de la relación entre variables (referido al porcentaje de muerte bacteriana)

5.2.3.1. Comparación entre medias

El análisis de la variancia (ANOVA) permite comparar la relación de una variable independiente con varias categorías (tipos de tratamiento en nuestro caso) -a través de sus medias- con una variable dependiente o de resultado (porcentaje de muerte bacteriana).

Este modelo de análisis de la variancia supone que los grupos tienen una distribución normal con igual variancia, condiciones que se han comprobado que

no existen. No obstante, el supuesto de Normalidad no afecta excesivamente el valor de P del grado de significación obtenido ya que la prueba en sí es muy robusta. Asimismo la falta de homogeneidad de variancias sólo afecta de forma importante el valor de P del grado de significación cuando los grupos tienen diferente tamaño, condición que aquí no se cumple de forma escrupulosa.

Los datos de este análisis se presentan tras ser obtenidos con el procedimiento ONEWAY del Sistema SPSS (Tabla 31).

Tratamiento	N	Media	Desviación típica	Variancia	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
NaOCl 5 %	21	99,8729	,2109	4,602E-02	99,7769	99,9689	99,30	99,99
NaOCl 0,5 %	26	97,7127	2,1462	,4209	96,8458	98,5796	92,86	99,95
2x15 1 W	21	98,0548	2,5375	,5537	96,8997	99,2098	91,00	99,99
2x15 2 W	24	98,3479	2,1087	,4304	97,4575	99,2383	92,00	99,99
2x30 1 W	25	98,3232	1,4121	,2824	97,7403	98,9061	95,50	99,99
2x30 2 W	16	99,1181	1,5904	,3976	98,2706	99,9656	93,50	99,99
4x30 1 W	19	98,9547	1,1198	,2569	98,4150	99,4945	95,71	99,99
Total	152	98,5623	1,8666	,1514	98,2632	98,8614	91,00	99,99

Tabla 31. Datos, según el procedimiento Oneway, del porcentaje de muerte bacteriana.

El valor $p=0.002$ de la prueba de ANOVA demuestra que hay diferencias significativas entre los diferentes grupos de tratamientos (Tabla 32).

	Suma de los cuadrados	df	Media de los cuadrados	F	Sig.
Entre los grupos	70,647	6	11,775	3,749	,002
Dentro de los grupos	455,457	145	3,141		
Total	526,104	151			

Tabla 32. Prueba de ANOVA sobre el porcentaje de muerte bacteriana.

También se calculado esta relación mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ya que ésta no exige el supuesto de Normalidad ni el de homogeneidad de variancias. En este caso, el valor de p también es inferior a 0.05 (Tabla 33) y confirma lo expuesto con el test de ANOVA.

Rango

	Tratamiento	N	Media del Rango
Porcentaje de muerte	NaOCI 5 %	21	121,60
	NaOCI 0,5 %	26	54,37
	1 W 30 seg	21	72,14
	2 W 30 seg	24	71,56
	1 W 60 seg	25	61,34
	2 W 60 seg	16	86,22
	1 W 120 seg	19	79,76
	Total	152	

Test Estadístico

	Porcentaje de muerte
Chi-Square	33,080
Df	6
Asymp. Sig.	,000

Tabla 33. Prueba de Kruskal-Walis sobre el porcentaje de muerte bacteriana.

5.2.3.2. Comparaciones entre grupos

El segundo nivel del análisis entre relaciones de variables consiste en realizar comparaciones internas -no globales- entre las medias de los grupos de tratamientos, método que también recibe el nombre de contrastes; en nuestro experimento principal se han efectuado estos contrastes a posteriori empleando la instrucción POSTHOC del procedimiento ONEWAY del Sistema SPSS (Tabla 34)

			Diferencia de la media (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza del 95%	
	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento				Límite inferior	Límite superior
LSD	NaOCl 5 %	NaOCl 0,5 %	2,1602	,5200	,000	1,1324	3,1879
		1 W 30 seg	1,8181	,5469	,001	,7371	2,8991
		2 W 30 seg	1,5249	,5296	,005	,4782	2,5716
		1 W 60 seg	1,5497	,5246	,004	,5128	2,5865
		2 W 60 seg	,7547	,5881	,201	-,4077	1,9171
		1 W 120 seg	,9181	,5612	,104	-,1910	2,0272
	NaOCl 0,5 %	NaOCl 5 %	-2,1602	,5200	,000	-3,1879	-1,1324
		1 W 30 seg	-,3421	,5200	,512	-1,3698	,6857
		2 W 30 seg	-,6352	,5017	,207	-1,6268	,3563
		1 W 60 seg	-,6105	,4964	,221	-1,5917	,3707
		2 W 60 seg	-1,4054	,5631	,014	-2,5185	-,2924
		1 W 120 seg	-1,2420	,5349	,022	-2,2993	-,1848
	1 W 30 seg	NaOCl 5 %	-1,8181	,5469	,001	-2,8991	-,7371
		NaOCl 0,5 %	,3421	,5200	,512	-,6857	1,3698
		2 W 30 seg	-,2932	,5296	,581	-1,3398	,7535
		1 W 60 seg	-,2684	,5246	,610	-1,3053	,7684
		2 W 60 seg	-1,0634	,5881	,073	-2,2258	9,905E-02
		1 W 120 seg	-,9000	,5612	,111	-2,0091	,2091
	2 W 30 seg	NaOCl 5 %	-1,5249	,5296	,005	-2,5716	-,4782
		NaOCl 0,5 %	,6352	,5017	,207	-,3563	1,6268
		1 W 30 seg	,2932	,5296	,581	-,7535	1,3398
		1 W 60 seg	2,472E-02	,5065	,961	-,9763	1,0258
		2 W 60 seg	-,7702	,5720	,180	-1,9008	,3603
		1 W 120 seg	-,6068	,5442	,267	-1,6825	,4689
	1 W 60 seg	NaOCl 5 %	-1,5497	,5246	,004	-2,5865	-,5128
		NaOCl 0,5 %	,6105	,4964	,221	-,3707	1,5917
		1 W 30 seg	,2684	,5246	,610	-,7684	1,3053
		2 W 30 seg	-2,4717E-02	,5065	,961	-1,0258	,9763
		2 W 60 seg	-,7949	,5674	,163	-1,9164	,3265
		1 W 120 seg	-,6315	,5394	,244	-1,6977	,4346
	2 W 60 seg	NaOCl 5 %	-,7547	,5881	,201	-1,9171	,4077
		NaOCl 0,5 %	1,4054	,5631	,014	,2924	2,5185
		1 W 30 seg	1,0634	,5881	,073	-9,9045E-02	2,2258
		2 W 30 seg	,7702	,5720	,180	-,3603	1,9008
		1 W 60 seg	,7949	,5674	,163	-,3265	1,9164
		1 W 120 seg	,1634	,6014	,786	-1,0252	1,3520
	1 W 120 seg	NaOCl 5 %	-,9181	,5612	,104	-2,0272	,1910
		NaOCl 0,5 %	1,2420	,5349	,022	,1848	2,2993
		1 W 30 seg	,9000	,5612	,111	-,2091	2,0091
		2 W 30 seg	,6068	,5442	,267	-,4689	1,6825
		1 W 60 seg	,6315	,5394	,244	-,4346	1,6977
		2 W 60 seg	-,1634	,6014	,786	-1,3520	1,0252

Tabla 34. Comparaciones múltiples de variables independientes sobre el porcentaje de muerte bacteriana (en rojo valores de p estadísticamente significativos).

Estos contrastes permiten en razón de los valores de significancia obtenidos (Tabla 35) deducir que el tratamiento con hipoclorito al 5% es el más efectivo de todos en cuanto al porcentaje de muerte bacteriana ocasionado. Le seguirían dos tratamientos con láser (2W 60' y 1W 120', por este orden) con los cuales la diferencia no llega a ser estadísticamente significativa.

En cuanto a la menor efectividad ésta corresponde sin duda al hipoclorito al 0.5% aunque los restantes tres parámetros de láser no obtienen diferencias significativas con aquél.

Porcentaje de muerte bacteriana		
Tratamiento	Significancia (LSD)	Orden en eficacia
NaOCl 5%	Referencia	1
NaOCl 0.5%	0.000	7
Láser 1W 30'	0.001	6
Láser 2W 30'	0.005	4
Láser 1W 60'	0.004	5
Láser 2W 60'	0.201	2
Láser 1W 120'	0.104	3

Tabla 35. Orden de eficacia de los tratamientos utilizados respecto al porcentaje de muerte bacteriana.

5.2.4. Análisis exploratorio de los datos respecto a la variable índice bactericida

5.2.4.1. Distribución de frecuencias

En primer lugar se ha efectuado el diagrama de tallo y hoja (stem and leaf) (Tablas 36 a 42). Los primeros dígitos del tallo (stem) indican el logaritmo correspondiente al índice bactericida mientras que el último dígito u hoja (leaf) indica los decimales; hay dos líneas por cada tallo (de 0 a 4, y de 5 a 9). A la

izquierda de los dígitos que componen este diagrama, viene expresada su frecuencia en tantos por ciento, y sólo en el grupo del láser 1W 60' existe un valor extremo.

Frecuencia	Tallo &	hoja
4,00	2.	1234
,00	2.	
5,00	3.	00023
2,00	3.	89
5,00	4.	00223
2,00	4.	67
2,00	5.	22
1,00	5.	7
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 36. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del NaOCl 5%.

Frecuencia	Tallo &	hoja
8,00	1.	12333444
7,00	1.	5566668
3,00	2.	011
4,00	2.	6789
4,00	3.	2333
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 37. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del NaOCl 0.5%.

Frecuencia	Tallo &	hoja
3,00	1.	004
8,00	1.	55556669
,00	2.	
4,00	2.	6789
2,00	3.	13
4,00	3.	8899
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 38. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del láser a 1W 30 segundos.

Frecuencia	Tallo &	hojas
4,00	1.	0333
6,00	1.	555668
3,00	2.	013
4,00	2.	568
4,00	3.	0233
2,00	3.	68
1,00	4.	3
Anchura del tallo:		1,00
Cada hoja:		1 caso(s)

Tabla 39. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del láser a 2W 30 segundos.

Frecuencia	Tallo &	hojas
4,00	1.	3444
8,00	1.	55556678
7,00	2.	0000013
2,00	2.	69
2,00	3.	02
2,00	Extremos	(>=3,8)
Anchura del tallo:		1,00
Cada hoja:		1 caso(s)

Tabla 40. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del láser a 1W 60 segundos.

Frecuencia	Tallo &	hojas
1,00	1.	1
1,00	1.	6
7,00	2.	0001134
4,00	2.	7899
,00	3.	
1,00	3.	6
2,00	4.	33
Anchura del tallo:		1,00
Cada hoja:		1 caso(s)

Tabla 41. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del láser a 2W 60 segundos.

Frecuencia	Tallo &	hojas
1,00	1.	3
7,00	1.	6677789
4,00	2.	0114
1,00	2.	5
3,00	3.	222
,00	3.	
2,00	4.	03
1,00	4.	6
Anchura del tallo: 1,00		
Cada hoja: 1 caso(s)		

Tabla 42. Diagrama de tallo y hojas del índice bactericida del láser a 1W 120 segundos.

Respecto a los histogramas se ha representado en abscisas los valores de la variable (índice bactericida) mientras que en ordenadas se indica su frecuencia, todo ello para cada tipo de tratamiento efectuado (Figuras 54 a 60). La observación de los diagramas de tallo y hoja y de los histogramas permite pensar que la distribución de esta variable (índice bactericida) presenta en todos los tipos de tratamiento una asimetría positiva al revés de lo que sucedía anteriormente con la variable porcentaje de muerte bacteriana.

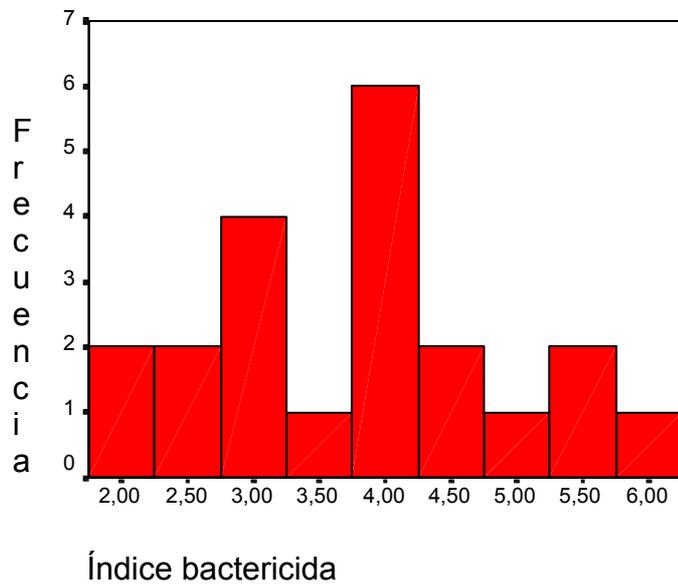


Figura 54. Histograma del índice bactericida con NaOCl 5%.

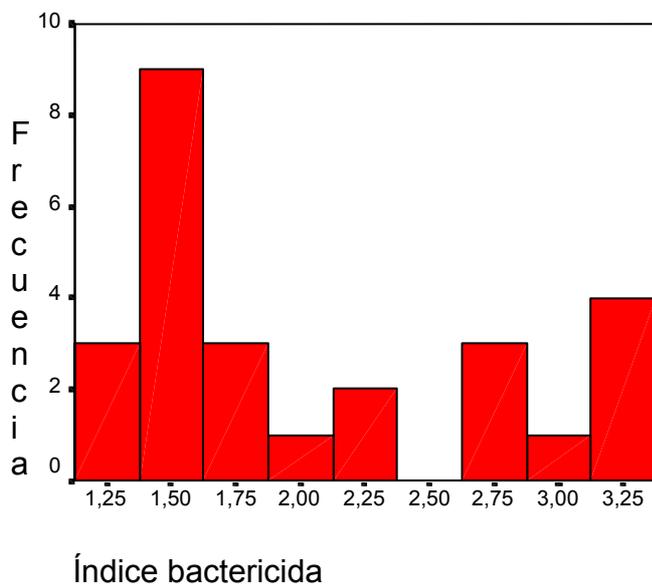


Figura 55. Histograma del índice bactericida con NaOCl 0,5%.

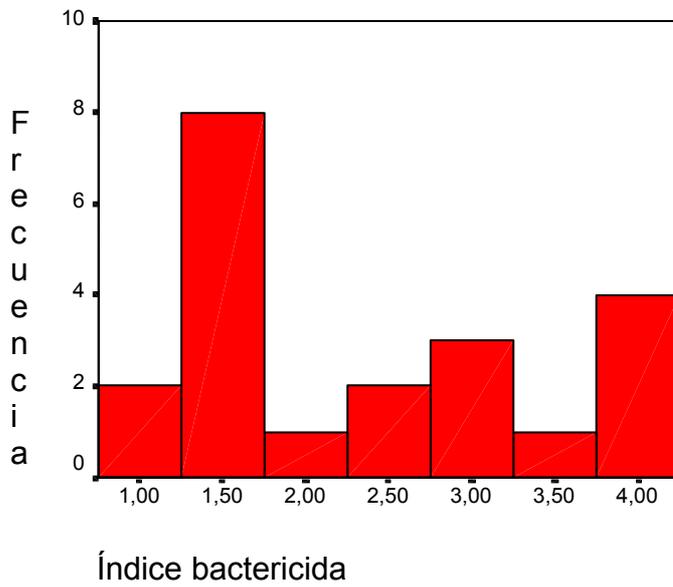


Figura 56. Histograma del índice bactericida con el láser a 1W 30 segundos .

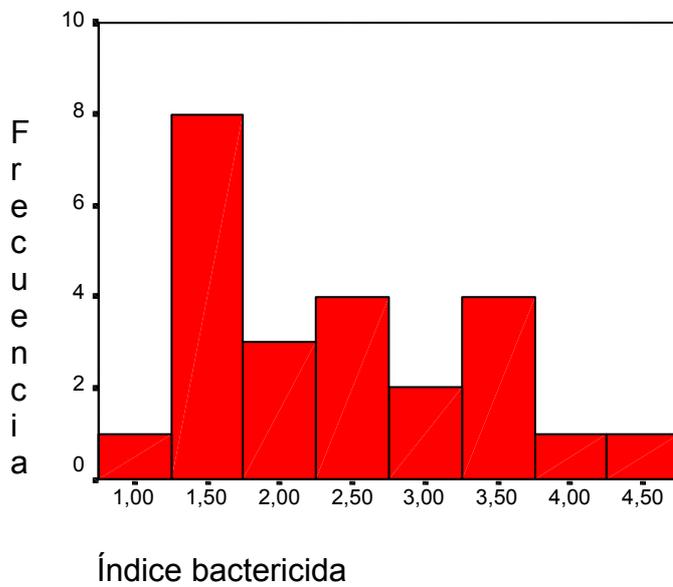


Figura 57. Histograma del índice bactericida con el láser a 2W 30 segundos .

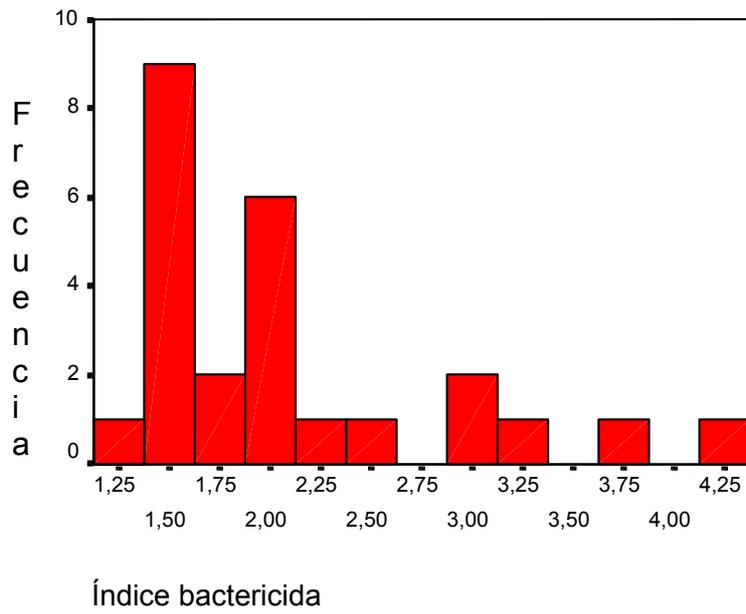


Figura 58. Histograma del índice bactericida con el láser a 1W 60 segundos .

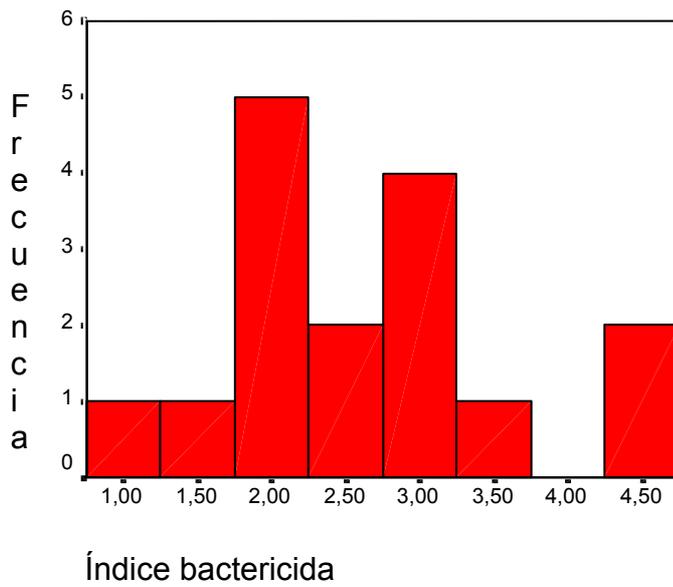


Figura 59. Histograma del índice bactericida con el láser a 2W 60 segundos .

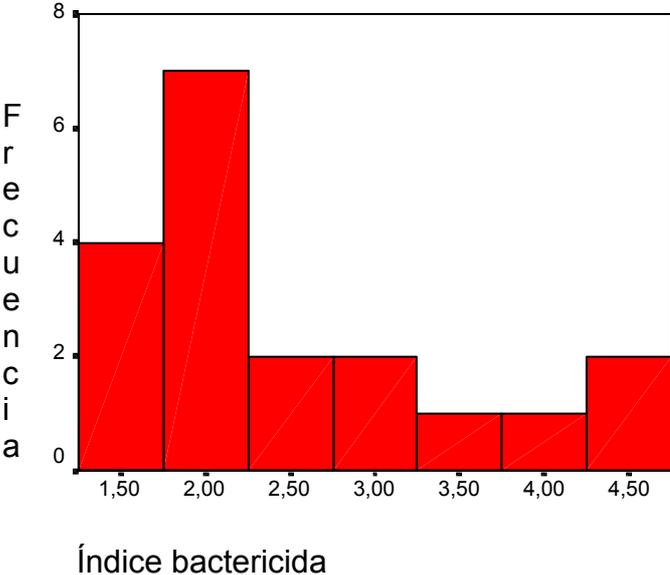


Figura 60. Histograma del índice bactericida con el láser a 1W 120 segundos.

5.2.4.2. Descripción basada en momentos

Gracias al procedimiento EXAMINE del SPSS se ha obtenido todos los estadísticos descriptivos para cada tipo de tratamiento (Tablas 40 a 46).

	Tratamiento			Estadística	Error típico
Índice bactericida	NaOCI 5 %	Media		3,7595	,2302
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,2793	
			Límite superior	4,2397	
		Media recortada al 5%		3,7379	
		Mediana		3,9488	
		Varianza		1,113	
		Desviación típica		1,0549	
		Mínima		2,15	
		Máxima		5,78	
		Rango		3,63	
		Amplitud intercuartil		1,4515	
		Asimetría		,132	,501
		Curtosis		-,810	,972

Tabla 43. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el NaOCI 5%.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	NaOCI 0,5 %	Media		2,0403	,1440
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,7437	
			Límite superior	2,3369	
		Media recortada al 5%		2,0158	
		Mediana		1,6990	
		Varianza		,539	
		Desviación típica		,7344	
		Mínima		1,19	
		Máxima		3,33	
		Rango		2,14	
		Amplitud intercuartil		1,3328	
		Asimetría		,693	,456
		Curtosis		-1,086	,887

Tabla 44. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el NaOCI 0.5%.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	1 W 30 seg	Media		2,3812	,2213
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,9196	
			Límite superior	2,8427	
		Media recortada al 5%		2,3679	
		Mediana		1,9586	
		Varianza		1,028	
		Desviación típica		1,0139	
		Mínima		1,05	
		Máxima		3,95	
		Rango		2,91	
		Amplitud intercuartil		1,7332	
		Asimetría		,366	,501
		Curtosis		-1,421	,972

Tabla 45. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el láser a 1W 30 segundos.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	2 W 30 seg	Media		2,3642	,1863
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,9789	
			Límite superior	2,7495	
		Media recortada al 5%		2,3295	
		Mediana		2,2386	
		Varianza		,833	
		Desviación típica		,9124	
		Mínima		1,10	
		Máxima		4,30	
		Rango		3,20	
		Amplitud intercuartil		1,6591	
		Asimetría		,458	,472
		Curtosis		-,867	,918

Tabla 46. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el láser 2W 30 segundos.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	1 W 60 seg	Media		2,1225	,1557
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,8012	
			Límite superior	2,4437	
		Media recortada al 5%		2,0535	
		Mediana		2,0000	
		Varianza		,606	
		Desviación típica		,7783	
		Mínima		1,35	
		Máxima		4,20	
		Rango		2,86	
		Amplitud intercuartil		,9620	
		Asimetría		1,364	,464
		Curtosis		1,198	,902

Tabla 47. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el láser 1W 60 segundos.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	2 W 60 seg	Media		2,6218	,2203
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,1522	
			Límite superior	3,0914	
		Media recortada al 5%		2,6081	
		Mediana		2,4285	
		Varianza		,777	
		Desviación típica		,8812	
		Mínima		1,19	
		Máxima		4,30	
		Rango		3,11	
		Amplitud intercuartil		,9367	
		Asimetría		,690	,564
		Curtosis		,043	1,091

Tabla 48. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el láser 2W 60 segundos.

	Tratamiento			Estadística	Error típico
	1 W 120 seg	Media		2,5091	,2245
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,0374	
			Límite superior	2,9808	
		Media recortada al 5%		2,4561	
		Mediana		2,1000	
		Varianza		,958	
		Desviación típica		,9786	
		Mínima		1,37	
		Máxima		4,60	
		Rango		3,23	
		Amplitud intercuartil		1,4441	
		Asimetría		1,000	,524
		Curtosis		-,173	1,014

Tabla 49. Valores descriptivos sobre índice bactericida para el láser 1W 120 segundos.

Puede deducirse en primer lugar que los datos presentan una dispersión escasa puesto que la desviación típica es pequeña. Por otro lado, los valores de la asimetría en todos los casos son positivos, lo que indica la presencia de una cola de la distribución que se aleja por la derecha, es decir, que existen valores anormalmente altos respecto a la media. Finalmente, respecto a la curtosis el comportamiento es desigual si bien hay más valores negativos que positivos, lo que es indicativo de que la forma más común de estas distribuciones es leptocurtica (más apuntada que la ley Normal). Estas dos últimas constataciones permiten suponer que las distribuciones tampoco seguirán la ley Normal al igual de lo que sucedía con la variable anterior (porcentaje de muerte bacteriana).

5.2.4.3. Descripción basada en ordenaciones

Ya que la distribución presentaba una asimetría es necesario exponer medidas basadas en ordenaciones de este modo los valores más extremos pierden peso (Tabla 50).

Valores extremos

Índice bactericida	Tratamiento			Numero de casos	Valor
Índice bactericida	NaOCl 5 %	Mas altos	1	1	5,78
			2	19	5,28
			3	18	5,28
			4	2	4,78
			5	13	4,60
		Mas bajos	1	11	2,15
			2	9	2,22
			3	5	2,34
			4	10	2,45
			5	6	
	NaOCl 0,5 %	Mas altos	1	32	3,33
			2	35	3,30
			3	34	3,30
			4	31	3,20
			5	37	2,92
		Mas bajos	1	42	1,19
			2	27	1,22
			3	28	1,35
			4	25	1,40
			5	38	1,40
1 W 30 seg	Mas altos	1	60	3,95	
		2	62	3,95	
		3	61	3,88	
		4	66	3,82	
		5	65	3,35	
		Mas bajos	1	58	1,05
			2	57	1,10
			3	56	1,46
			4	55	1,52
			5	53	
2 W 30 seg	Mas altos	1	85	4,30	
		2	87	3,82	
		3	92	3,60	
		4	81	3,35	
		5	88	3,30	
		Mas bajos	1	72	1,10
			2	76	1,30
			3	74	1,35
			4	78	1,35
			5	71	1,51
1 W 60 seg	Mas altos	1	114	4,20	
		2	113	3,82	
		3	102	3,22	

			4	105	3,05
			5	115	2,98
		Mas bajos	1	104	1,35
			2	116	1,40
			3	107	1,46
			4	94	1,46
			5	96	1,51
	2 W 60 seg	Mas altos	1	132	4,30
			2	130	4,30
			3	128	3,70
			4	131	2,98
			5	133	2,92
		Mas bajos	1	127	1,19
			2	119	1,70
			3	122	2,00
			4	118	2,01
			5	123	2,07
	1 W 120 seg	Mas altos	1	142	4,60
			2	140	4,30
			3	141	4,06
			4	143	3,28
			5	138	
		Mas bajos	1	152	1,37
			2	151	1,62
			3	135	1,66
			4	145	1,73
			5	149	1,76

Tabla 50. Valores extremos más altos y más bajos de índice bactericida para cada tipo de tratamiento.

Al igual que se ha hecho en el porcentaje de muerte bacteriana, aquí en el índice bactericida utilizaremos también los percentiles y el cálculo de la mediana y de los cuartos según los métodos “Average” y Tukey gracias al Sistema SPSS (Tabla 51).

Percentiles

			Percentiles						
		Tratamiento	5	10	25	50	75	90	95
Weighted Average	Índice bactericida	NaOCl 5 %	2,1572	2,2449	3,0000	3,9488	4,4515	5,2788	5,7282
		NaOCl 0,5 %	1,2011	1,3093	1,4523	1,6990	2,7852	3,3003	3,3199
		1 W 30 seg	1,0509	1,1687	1,5229	1,9586	3,2561	3,9394	3,9542
		2 W 30 seg	1,1479	1,3239	1,5357	2,2386	3,1947	3,7130	4,1817
		1 W 60 seg	1,3639	1,4350	1,5229	2,0000	2,4849	3,4627	4,0901
		2 W 60 seg	1,1900	1,5463	2,0276	2,4285	2,9643	4,3010	,
		1 W 120 seg	1,3700	1,6200	1,7600	2,1000	3,2041	4,3010	,
		Tukey's Hinges	Índice bactericida	NaOCl 5 %			3,0000	3,9488	4,3010
		NaOCl 0.5 %			1,4685	1,6990	2,7782		
		1 W 30 seg			1,5229	1,9586	3,1654		
		2 W 30 seg			1,5485	2,2386	3,1298		
		1 W 60 seg			1,5229	2,0000	2,3590		
		2 W 60 seg			2,0419	2,4285	2,9498		
		1 W 120 seg			1,7650	2,1000	3,2041		

Tabla 51. Percentiles de índice bactericida según los métodos de "Average" y Tukey.

También conviene recordar la importancia de la media recortada al 5% cuyos valores reproducimos en la Tabla 52 junto con los de la media aritmética y de la mediana para cada uno de los tratamientos efectuados, y el orden de rango en cuanto a mayor efectividad.

Índice bactericida						
Tratamiento	Media	Orden	Mediana	Orden	Media rec. 5%	Orden
NaOCl 5%	3.76	1	3.95	1	3.74	1
NaOCl 0.5%	2.04	7	1.70	7	2.02	7
Láser 1W 30'	2.38	4	1.96	6	2.37	4
Láser 2W 30'	2.36	5	2.24	3	2.33	5
Láser 1W 60'	2.12	6	2.00	5	2.05	6
Láser 2W 60'	2.62	2	2.43	2	2.61	2
Láser 1W 120'	2.51	3	2.10	4	2.46	3

Tabla 52: Valores de las medias, medianas y medias recortadas al 5% para todos los tipos de tratamiento referidas al índice bactericida.

Un análisis de estos valores permite constatar que el tipo de tratamiento con el que se consigue una mayor reducción bacteriana es el hipoclorito al 5% mientras que el más inefectivo en este aspecto es el hipoclorito al 0.5%, lo que concuerda con el análisis de la variable porcentaje de muerte bacteriana.

Los valores de los distintos parámetros del láser se sitúan entremedio de los de las distintas concentraciones de hipoclorito; el más efectivo también es cuando se aplica a 2W durante 60' pero el menos efectivo difiere si se consideran ambas medias (1W 60') o bien la mediana (1W 30').

En la figura 61 puede verse, de forma conjunta, todos los diagramas de caja correspondientes a los distintos tratamientos que se han efectuado; en abscisas se ha representado el tipo de tratamiento y en ordenadas el índice bactericida.

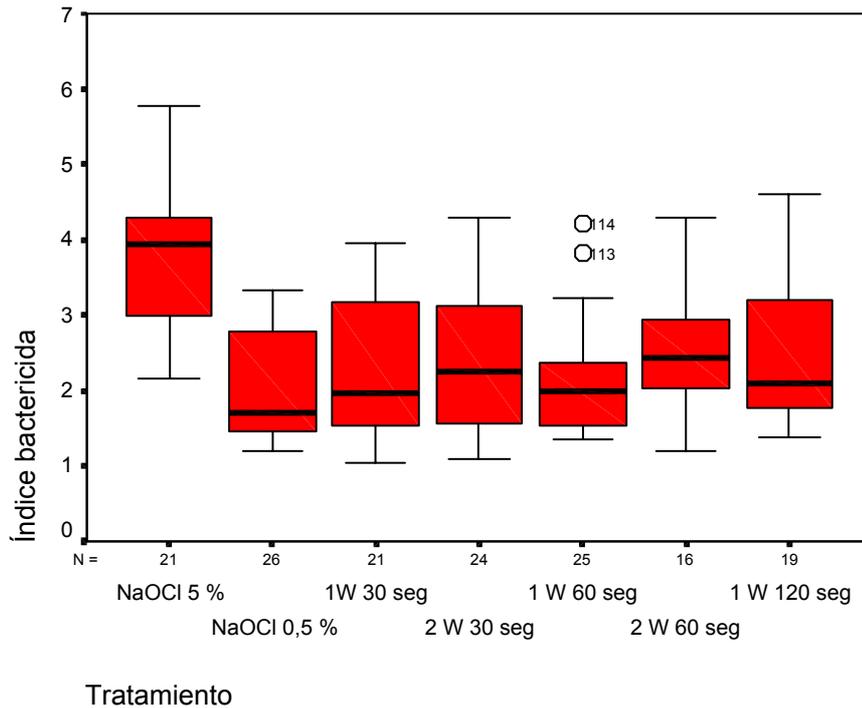


Figura 61. Diagrama de caja del índice bactericida para los distintos tratamientos.

De la observación conjunta de los diagramas de caja puede deducirse el mejor comportamiento del hipoclorito al 5% respecto a todos los demás tipos de tratamientos. Del resto de diagramas también destaca como menos efectivo el correspondiente al hipoclorito al 0.5% aunque sin tanta diferencia aparente como en los diagramas de la variable porcentaje de muerte bacteriana. En cuanto a los diagramas de los láseres es más difícil objetivar diferencias claras entre ellos; no obstante el correspondiente a 2W 60' muestra un 50% de valores centrales con un índice bactericida superior a 2 y esto hace intuir que sea el parámetro más efectivo de todos ellos.

5.2.4.4 Comprobación de la Normalidad y de la homogeneidad de variancias

Se han efectuado los gráficos Normal Plot (Figuras 62 a 68) y el Detrended Normal Plot (Figuras 69 a 75); en ellos puede verse que, en todos los casos, se

aproximan más a una distribución propia de la ley Normal que en el caso de la variable anterior (porcentaje de muerte bacteriana).

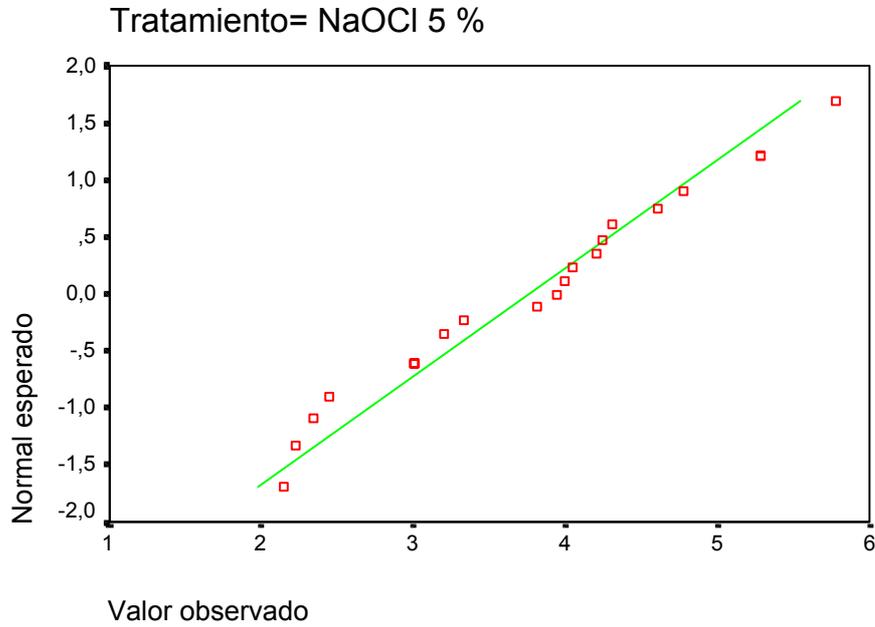


Figura 62. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el NaOCI 5%.

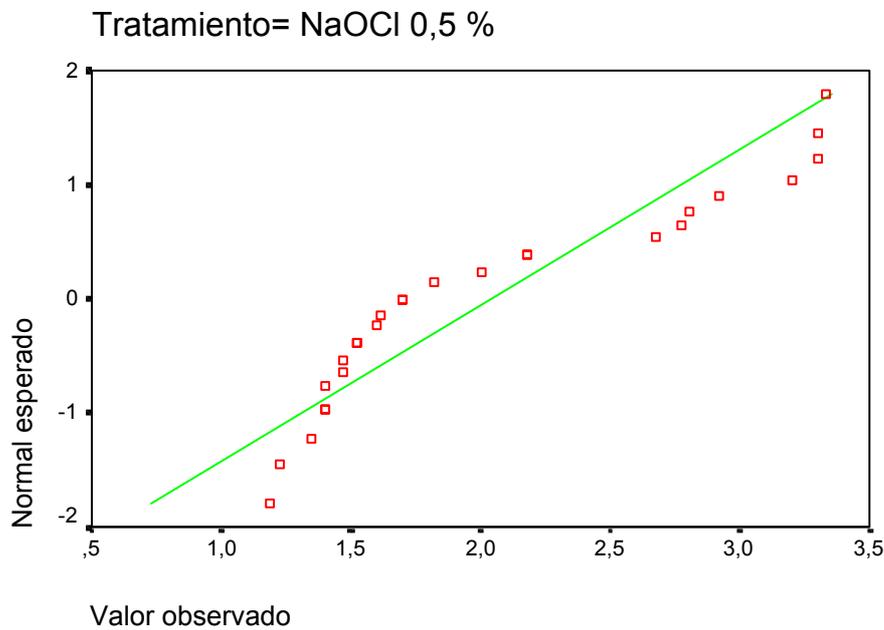


Figura 63. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el NaOCI 0.5%.

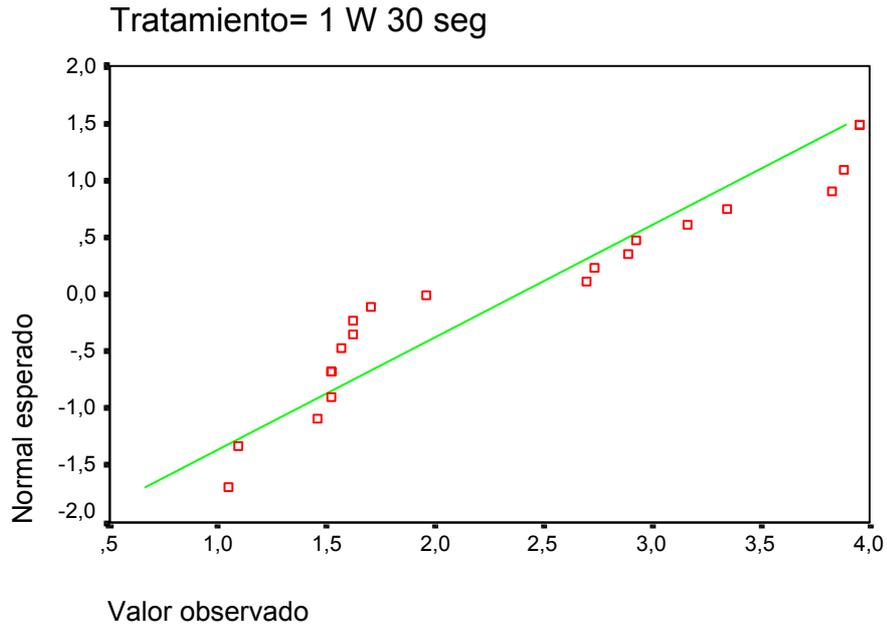


Figura 64. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el láser a 1W 30 segundos.

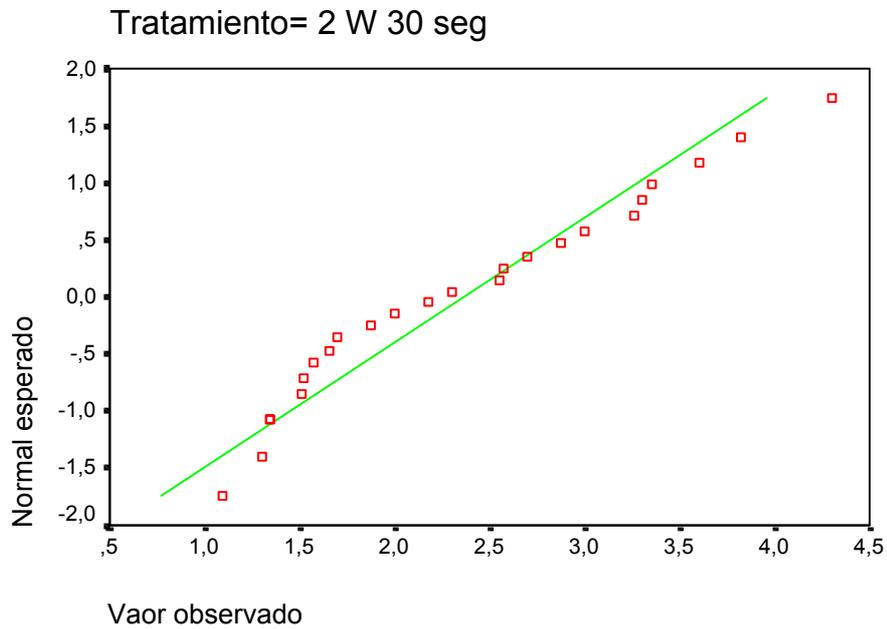


Figura 65. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el láser a 2W 30 segundos.

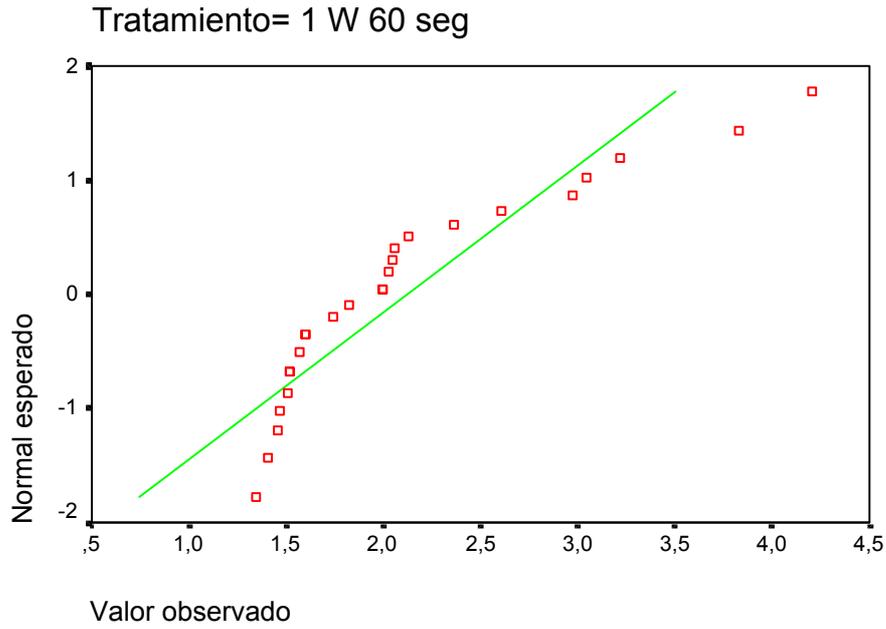


Figura 66. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el láser a 1W 60 segundos.

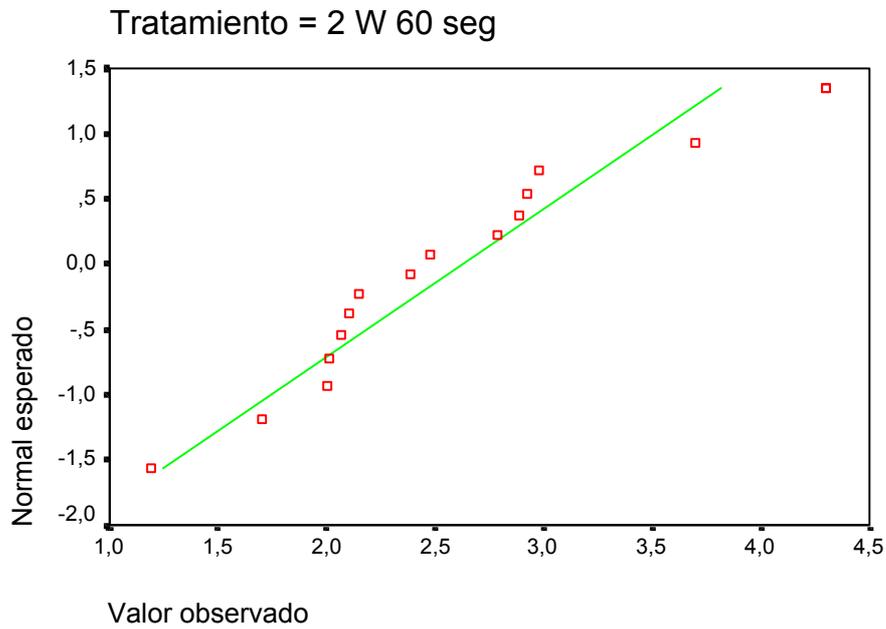


Figura 67. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el láser a 2W 60 segundos.

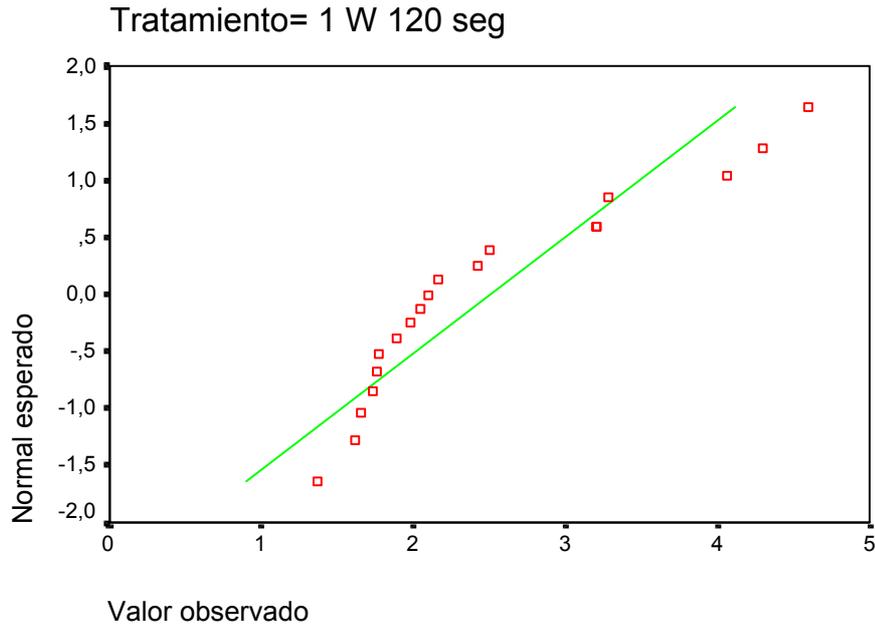


Figura 68. Normal Q-Q Plot del índice bactericida para el láser a 1W 120 segundos.

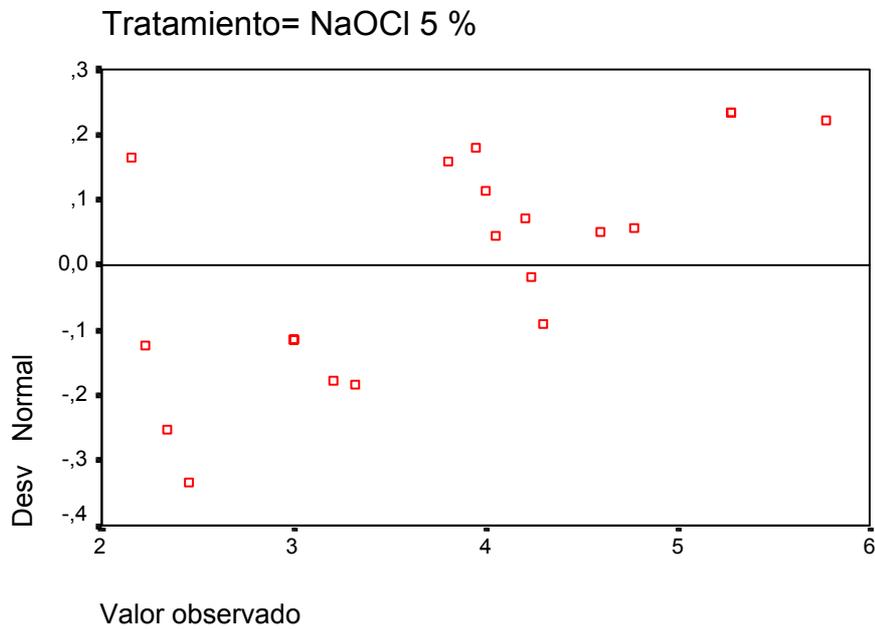


Figura 69. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del NaOCl 5%.

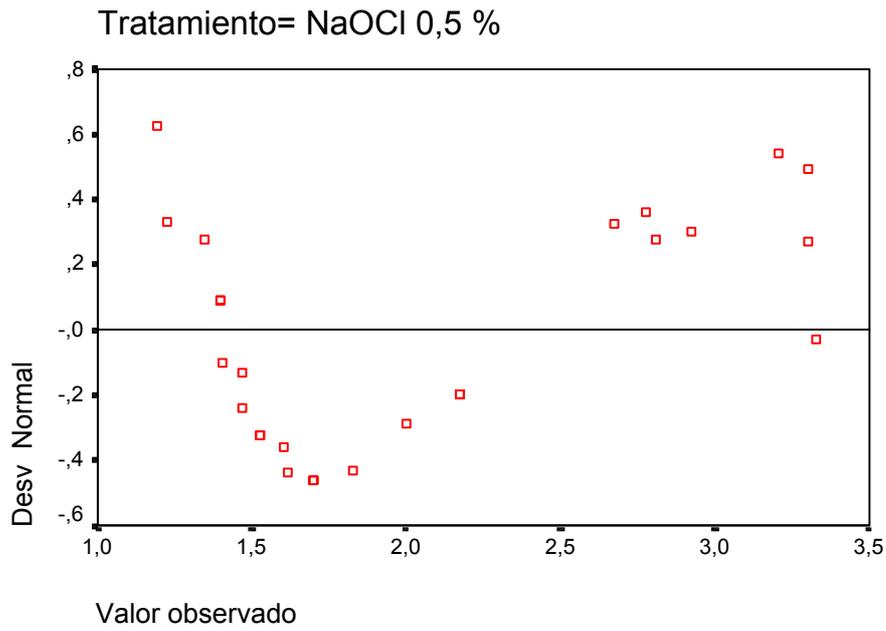


Figura 70. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del NaOCl 0.5%.

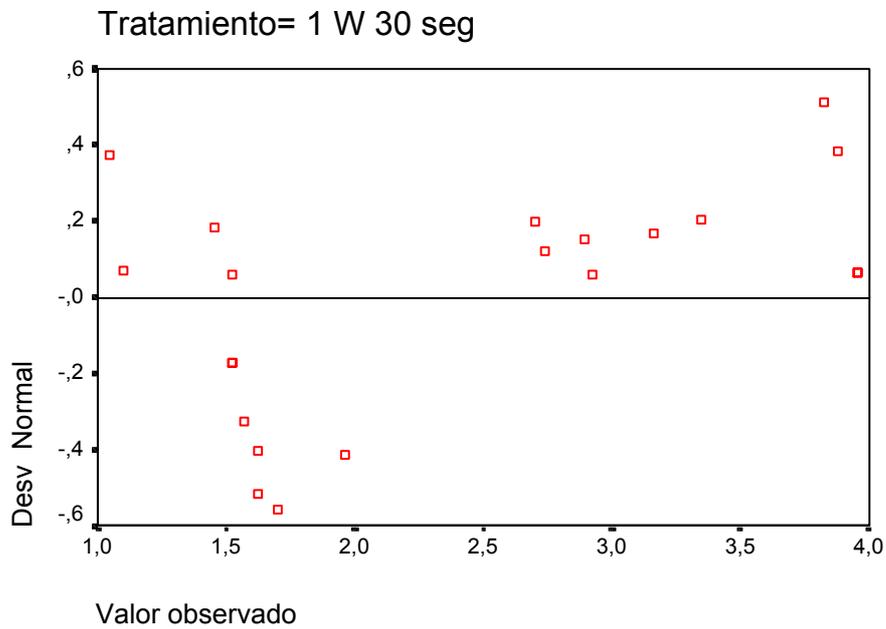


Figura 71. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del láser a 1W 30 segundos.

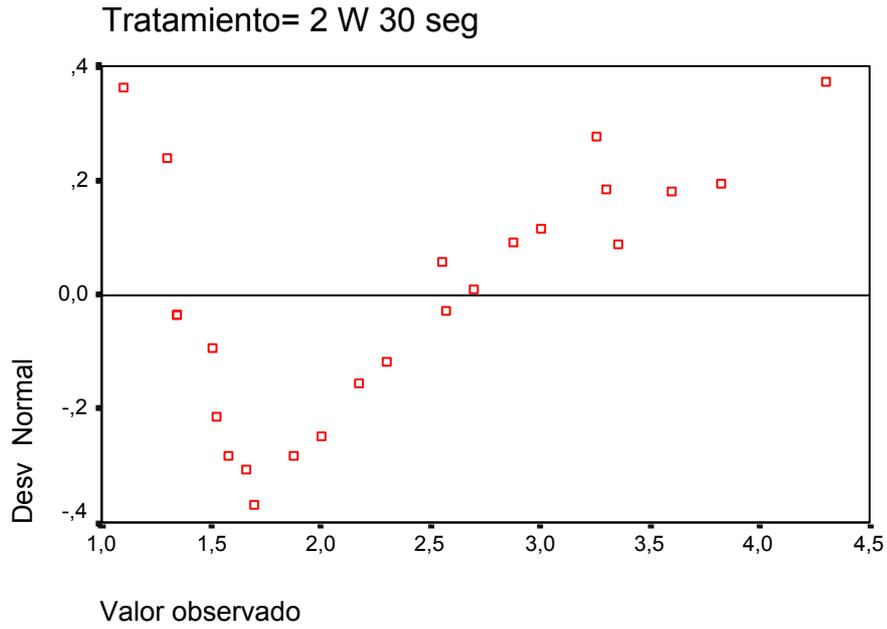


Figura 72. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del láser a 2W 30 segundos.

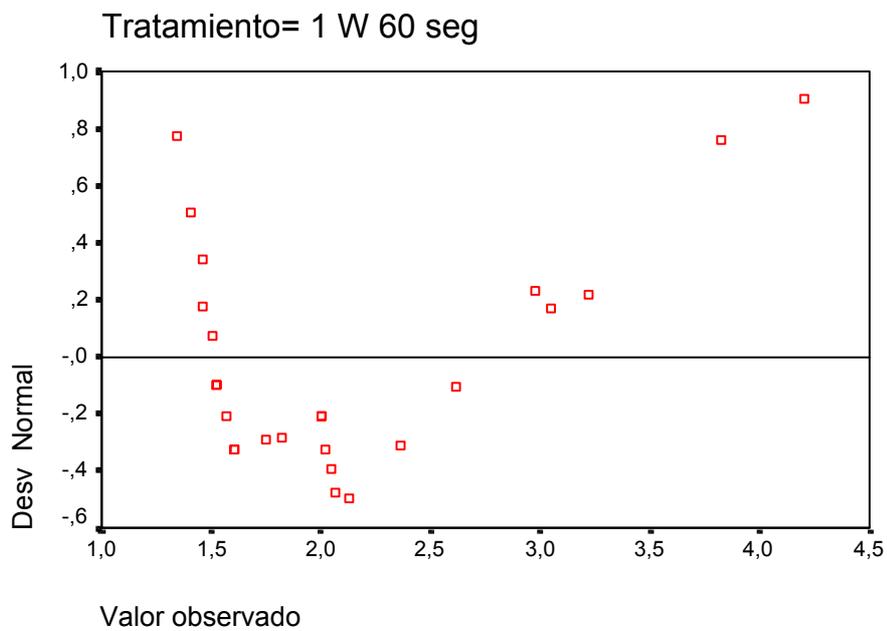


Figura 73. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del láser a 1W 60 segundos.

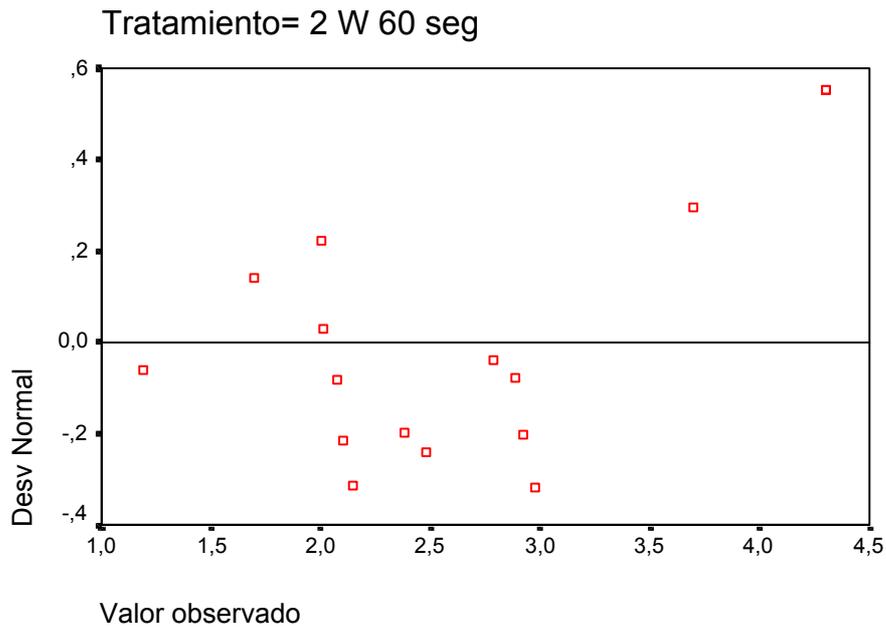


Figura 74. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del láser a 2W 60 segundos.

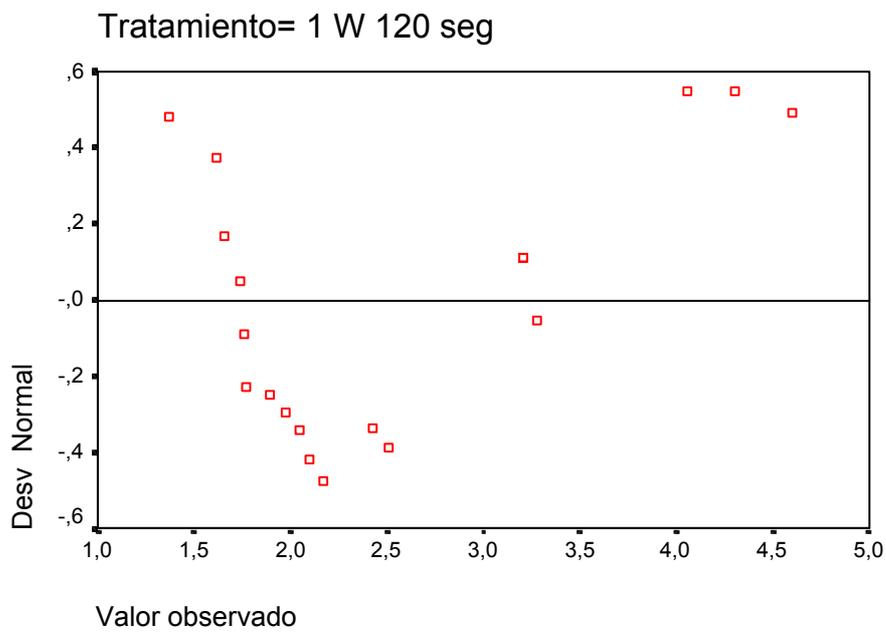


Figura 75. Detrended Normal Q-Q Plot del índice bactericida del láser a 1W 120 segundos.

En segundo lugar se ha comprobado si la distribución seguía la ley Normal mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk (Tabla 52); en ambos la mayor parte de los valores son estadísticamente significativos ($p < 0.05$) -es decir que no siguen una distribución Normal- con excepción de los correspondientes al láser de 2W 30' y 2W 60' y al NaOCl al 5% que sí la siguen.

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadística	df	Sig.	Estadística	df	Sig.
Índice bactericida	NaOCl 5 %	,098	21	,200*	,963	21	,554
	NaOCl 0,5 %	,217	26	,003	,851	26	,010**
	1 W 30 seg	,226	21	,007	,881	21	,015
	2 W 30 seg	,142	24	,200*	,942	24	,239
	1 W 60 seg	,219	25	,003	,835	25	,010**
	2 W 60 seg	,155	16	,200*	,927	16	,282
	1 W 120 seg	,216	19	,019	,864	19	,011

* Límite más bajo (verdadera significancia).

** Límite más alto (verdadera significancia).

Tabla 52. Pruebas de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk para el índice bactericida.

La prueba de Levene da un resultado no significativo ($p = 0.194$ con lo que se acepta la homogeneidad de variancias (Tabla 51).

Levene	df1	df2	Sig.
1,464	6	145	,194

Tabla 53. Prueba de Levene para el índice bactericida.

5.2.5. Análisis de la relación entre variables (referido al índice bactericida)

5.2.5.1. Comparación entre medias

El análisis de la variancia (ANOVA) permite comparar la relación de una variable independiente con varias categorías (tipos de tratamiento en nuestro caso) -a través de sus medias- con una variable dependiente o de resultado (índice bactericida); debe recordarse que la mayor parte de distribuciones no siguen la ley

Normal pero que hay homogeneidad de variancias con lo que podemos hacer las mismas consideraciones que para la variable anterior. Los datos han sido obtenidos al igual que en el estudio de porcentajes mediante el procedimiento ONEWAY del sistema SPSS (Tabla 54).

Tratamiento	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
NaOCI 5 %	21	3,7595	1,0549	,2302	3,2793	4,2397	2,15	5,78
NaOCI 0,5 %	26	2,0403	,7344	,1440	1,7437	2,3369	1,19	3,33
2x15 1 W	21	2,3812	1,0139	,2213	1,9196	2,8427	1,05	3,95
2x15 2 W	24	2,3642	,9124	,1863	1,9789	2,7495	1,10	4,30
2x30 1 W	25	2,1225	,7783	,1557	1,8012	2,4437	1,35	4,20
2x30 2 W	16	2,6218	,8812	,2203	2,1522	3,0914	1,19	4,30
4x30 1 W	19	2,5091	,9786	,2245	2,0374	2,9808	1,37	4,60
Total	152	2,5094	1,0365	8,407E-02	2,3433	2,6755	1,05	5,78

Tabla 54. Datos, según el procedimiento ONEWAY, sobre el índice bactericida.

Los datos de este análisis (Tabla 55) muestran un valor p de 0.000 lo que indica que hay diferencias significativas entre los diferentes grupos de tratamientos. También se calculado esta relación mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis que, en este caso, muestra asimismo un valor de p igual a 0.000 (Tabla 56) y confirma lo expuesto con el test de ANOVA.

	Suma de los cuadrados	df	Media de los cuadrados	F	Sig.
Entre los grupos	43,335	6	7,223	8,810	,000
Dentro de los grupos	118,877	145	,820		
Total	162,213	151			

Tabla 55. Prueba de ANOVA sobre el índice bactericida.

Rango

	Tratamiento	N	Media del Rango
Índice bactericida	NaOCl 5 %	21	123,07
	NaOCl 0,5 %	26	55,98
	1 W 30 seg	21	69,98
	2 W 30 seg	24	71,33
	1 W 60 seg	25	60,50
	2 W 60 seg	16	85,94
	1 W 120 seg	19	79,95
	Total	152	

Test Estadístico

	Índice bactericida
Chi-Square	34,107
df	6
Asymp. Sig.	,000

Tabla 56. Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis sobre el índice bactericida

5.2.5.2. Comparacion entre grupos

Se han efectuado estos contrastes a posteriori empleando la instrucción POSTHOC del procedimiento ONEWAY del Sistema SPSS (Tabla 57).

			Diferencia de la media (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza del 95%	
	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento				Límite inferior	Límite superior
LSD	NaOCI 5 %	NaOCI 0,5 %	1,7192	,2657	,000	1,1942	2,2443
		1 W 30 seg	1,3783	,2794	,000	,8260	1,9306
		2 W 30 seg	1,3953	,2706	,000	,8605	1,9300
		1 W 60 seg	1,6370	,2680	,000	1,1073	2,1668
		2 W 60 seg	1,1377	,3005	,000	,5438	1,7315
		1 W 120 seg	1,2504	,2867	,000	,6838	1,8170
	NaOCI 0.5 %	NaOCI 5 %	-1,7192	,2657	,000	-2,2443	-1,1942
		1 W 30 seg	-,3409	,2657	,201	-,8660	,1842
		2 W 30 seg	-,3239	,2563	,208	-,8305	,1827
		1 W 60 seg	-8,2178E-02	,2536	,746	-,5835	,4191
		2 W 60 seg	-,5815	,2877	,045	-1,1502	-1,2887E-02
		1 W 120 seg	-,4688	,2733	,088	-1,0089	7,134E-02
	1 W 30 seg	NaOCI 5 %	-1,3783	,2794	,000	-1,9306	-,8260
		NaOCI 0,5 %	,3409	,2657	,201	-,1842	,8660
		2 W 30 seg	1,697E-02	,2706	,950	-,5178	,5517
		1 W 60 seg	,2587	,2680	,336	-,2710	,7884
		2 W 60 seg	-,2406	,3005	,425	-,8345	,3532
		1 W 120 seg	-,1279	,2867	,656	-,6945	,4387
	2 W 30 seg	NaOCI 5 %	-1,3953	,2706	,000	-1,9300	-,8605
		NaOCI 0,5 %	,3239	,2563	,208	-,1827	,8305
		1 W 30 seg	-1,6975E-02	,2706	,950	-,5517	,5178
		1 W 60 seg	,2417	,2588	,352	-,2697	,7532
		2 W 60 seg	-,2576	,2922	,380	-,8352	,3200
		1 W 120 seg	-,1449	,2780	,603	-,6944	,4047
	1 W 60 seg	NaOCI 5 %	-1,6370	,2680	,000	-2,1668	-1,1073
		NaOCI 0,5 %	8,218E-02	,2536	,746	-,4191	,5835
		1 W 30 seg	-,2587	,2680	,336	-,7884	,2710
		2 W 30 seg	-,2417	,2588	,352	-,7532	,2697
		2 W 60 seg	-,4993	,2899	,087	-1,0723	7,361E-02
		1 W 120 seg	-,3866	,2756	,163	-,9313	,1581
	2 W 60 seg	NaOCI 5 %	-1,1377	,3005	,000	-1,7315	-,5438
		NaOCI 0,5 %	,5815	,2877	,045	1,289E-02	1,1502
		1 W 30 seg	,2406	,3005	,425	-,3532	,8345
		2 W 30 seg	,2576	,2922	,380	-,3200	,8352
		1 W 60 seg	,4993	,2899	,087	-7,3608E-02	1,0723
		1 W 120 seg	,1127	,3072	,714	-,4945	,7200
	1 W 120 seg	NaOCI 5 %	-1,2504	,2867	,000	-1,8170	-,6838
		NaOCI 0,5 %	,4688	,2733	,088	-7,1342E-02	1,0089
		1 W 30 seg	,1279	,2867	,656	-,4387	,6945
		2 W 30 seg	,1449	,2780	,603	-,4047	,6944
		1 W 60 seg	,3866	,2756	,163	-,1581	,9313
		2 W 60 seg	-,1127	,3072	,714	-,7200	,4945

Tabla 57. Comparaciones múltiples de variables independientes sobre el índice bactericida (en rojo valores de p estadísticamente significativos).

Estos contrastes permiten en razón de los valores de significancia obtenidos deducir que el tratamiento con hipoclorito al 5% es el más efectivo de todos en cuanto al porcentaje de muerte bacteriana ocasionado (diferencias estadísticamente significativos con todos ellos). La Tabla 58, en la que se ha tomado como referencia el hipoclorito al 0.5% -que ha sido el que menos efectivo se ha mostrado- permite apreciar que los láseres a 2W 60' y 1W 120' serían los más efectivos; en concreto la diferencia con el de 2W 60' es estadísticamente significativa mientras que con el de 1W 120' no llega a serlo.

Estos resultados vienen, en cierto modo, a refrendar los obtenidos con la variable porcentaje de muerte bacteriana, en el sentido que puede establecerse una jerarquía en cuanto a eficacia: hipoclorito al 5% > láser 2W 60' > láser 1W 120' > láseres 1W 30', 1W 60' y 2W 30' > hipoclorito al 0.5%.

Índice bactericida		
Tratamiento	Significancia (LSD)	Orden en eficacia
NaOCl 5%	0.000	1
NaOCl 0.5%	Referencia	7
Láser 1W30'	0.201	4
Láser 2W 30'	0.208	5
Láser 1W60'	0.746	6
Láser 2W60'	0.045	2
Láser 1W120'	0.088	3

Tabla 58. Orden de eficacia de los tratamientos utilizados respecto al índice bactericida.

