

CAPITULO V

5.1 RESULTADOS

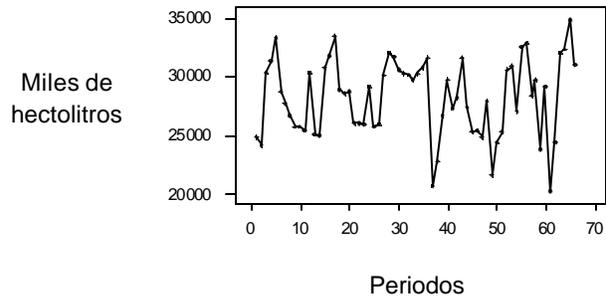
Se aplicaron de forma paralela diferentes modelos de pronósticos cuantitativos a la información disponible, esto es a la demanda del producto durante cinco años y medio, de enero de 1999 a junio 2004, para explorar y conocer los componentes que afectan la serie. Para proponer un resultado de pronóstico, se consiguieron los datos reales de julio 2004 a marzo 2005. A continuación se muestra la tabla con los datos reales, la cual contiene la misma información que la tabla 31.1. presentada anteriormente en el capítulo 3.

Tabla 5.1 Estadística de ventas estacional real (Hl.) 1999 – 2005

PERIODO	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	TOTAL
ENE	24858	25075	25757	20657	21570	20174	23156	161247
FEB	24209	24903	25984	22719	24371	24349	24598	171133
MAR	30384	30806	30151	26755	25263	31987	28806	204152
ABR	31363	31846	32018	29748	30603	32312		187890
MAY	33342	33509	31688	27275	30932	34914		191660
JUN	28747	28930	30547	28227	27076	30994		174521
JUL	27721	28563	30211	31573	32581	29570		180219
AGO	26676	28655	30189	27372	32949	29638		175479
SEP	25691	26058	29722	25241	28361	28556		163629
OCT	25738	26057	30274	25386	29685	30842		167982
NOV	25365	25901	30822	24820	23826	26027		156761
DIC	30409	19000	31579	27894	29107	27824		165813
TOTAL	334503	329303	358942	317667	336325	347186	76560	2023926

Para conocer los componentes de la serie de tiempo, se comenzó con el método de descomposición aditiva; para lo cual se utilizó como herramienta el programa *MINITAB*. Se consideró como variable independiente la demanda mensual, expresada en miles de hectolitros de cerveza, dando como resultado lo siguiente:

Gráfico 5.1 Descomposición Aditiva de la Demanda



El gráfico 5.1 muestra el nivel de la demanda en cada uno de los 66 períodos objeto de estudio, sin embargo no permite apreciar la existencia de los componentes de la curva de demanda (tendencia, ciclo, estacionalidad y la fluctuación irregular), ni la magnitud de los mismos; por lo que a continuación se presentan el gráfico 5.2 y la tabla 5.1 para observar si la serie de datos presenta estacionalidad.

Gráfico 5.2 Análisis Estacional para la demanda

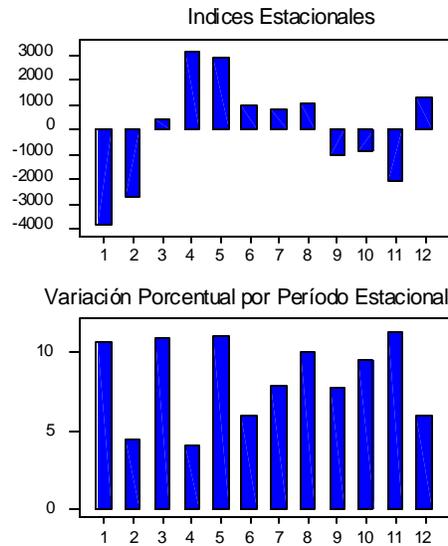
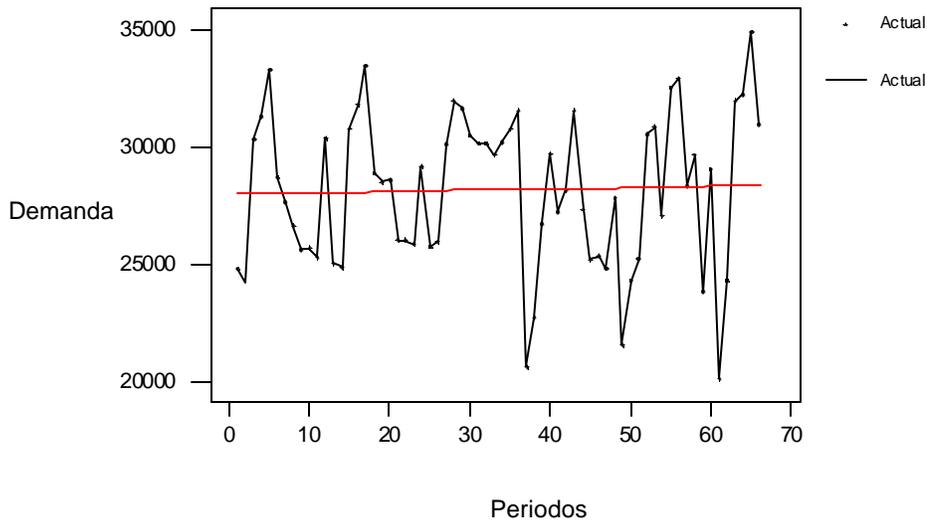


Tabla 5.1 Índices Estacionales

Período	Índice
1	-3850.32
2	-2731.77
3	431.163
4	3146.43
5	2886.70
6	975.642
7	826.142
8	1069.31
9	-1068.36
10	-896.816
11	-2106.90
12	1318.77

En el resultado de este primer análisis se puede observar que existe una marcada estacionalidad, presentando el mes de enero el mayor nivel de demanda por debajo de la media con $-3,850.32$ hectolitros; y el mes que registra una mayor demanda de cerveza por arriba de la media es abril con $3,146.43$ hectolitros.

Gráfico 5.3 Análisis de Tendencia para la Demanda



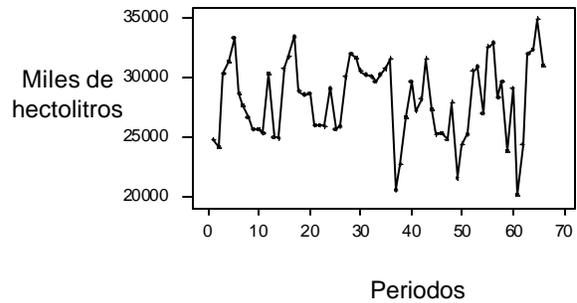
En el gráfico 5.3 se puede ver la línea de tendencia con una ligera inclinación hacia arriba sin ser muy marcada.

En apariencia no se presentan ciclos en los datos presentados, y debido al tiempo de duración involucrado es difícil obtener información de importancia sobre este componente.

Hasta ahora no se hace referencia al efecto residual o fluctuación irregular ya que solo se está conociendo el comportamiento de los datos reales, sin compararlos con los esperados.

Posterior a la descomposición aditiva, se realizó la descomposición multiplicativa de la serie, obteniendo lo siguiente:

Gráfico 5.4 Descomposición Multiplicativa de la Demanda



El gráfico 5.4, puesto que nace de los mismos datos que se consideraron para el modelo de descomposición aditiva, muestra la misma línea de demanda que el gráfico 5.1, por lo que no tiene caso hacer alguna comparación entre estos dos resultados.

A continuación se presentan el gráfico 5.5 y la tabla 5.2 que muestran el resultado del análisis estacional en este método multiplicativo:

Gráfico 5.5 Análisis Estacional para la Demanda

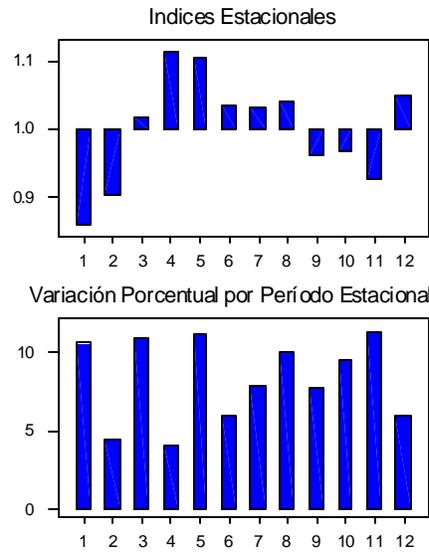


Tabla 5.2 Indices Estacionales

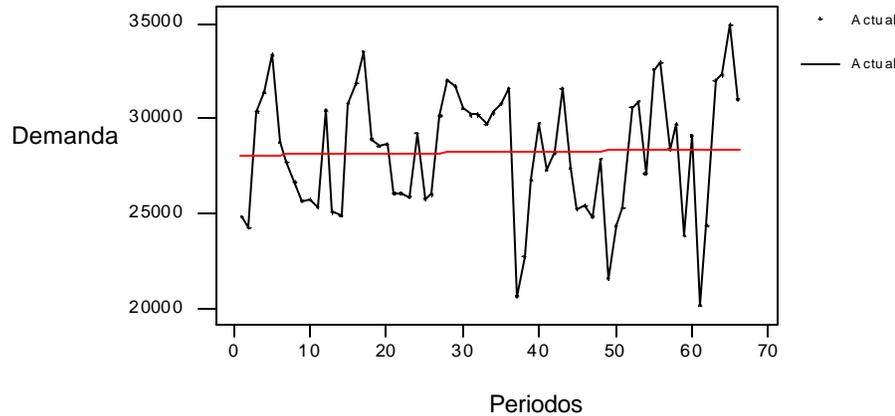
Período	Índice
1	0.858020
2	0.901168
3	1.01586
4	1.11312
5	1.10348
6	1.03537
7	1.02984
8	1.04107
9	0.959770
10	0.966257
11	0.925845
12	1.05020

Al igual que en la descomposición aditiva, el mes que representa un mayor volumen de ventas es abril con 11% por arriba de la media, y el menor porcentaje de ventas lo reporta enero con su índice estacional en 0.85, lo que muestra que el nivel de ventas está 15% por debajo de las ventas promedio mensuales.

De la misma manera que el resultado del análisis de la tendencia en el modelo aditivo,

el método multiplicativo muestra una tendencia lineal con una leve inclinación hacia arriba sin ser significativa.

Gráfico 5.6 Análisis de Tendencia para la Demanda



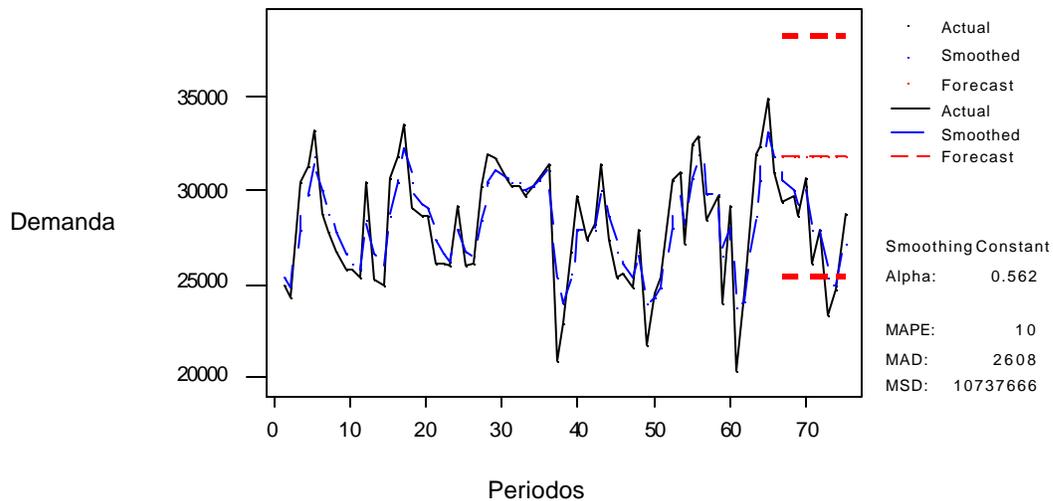
El primer modelo que se emplea como método de pronóstico para los periodos de julio 2004 a marzo 2005, es el de suavización exponencial simple, el cual, da un pronóstico plano de 31,890.90 hectolitros, como valor medio de un rango de entre 25,360.90 y 38,421.00 hectolitros, los cuales se presentan en la tabla 5.3. Observando el gráfico 5.7 se aprecia una constante de suavización de 0.562 asignada por el programa *MINITAB*, nótese en la misma gráfica los valores atenuados por la constante α , representados por una línea punteada intercalada con pequeños triángulos. Con la misma constante se obtuvo un porcentaje de error medio absoluto (MAPE) del 10% , una desviación media absoluta (MAD) de 2,608, y un promedio de la desviación media al cuadrado (MSD) de 10,737,666, se pueden interpretar estas evaluaciones como un sesgo considerable en el pronóstico basado en este modelo, lo cual se puede asociar a las variaciones estacionales de los datos originales; sin embargo, tratando de obtener errores menores, se hicieron pruebas asignándoles diferentes valores a la constante de suavización α , y los resultados

fueron errores todavía mayores que los obtenidos con la constante asignada por *MINITAB*.

Tabla 5.3 Resumen del Pronóstico de Suavización Exponencial Simple

Period	Forecast	Lower	Upper
67	31890.9	25360.9	38421.0
68	31890.9	25360.9	38421.0
69	31890.9	25360.9	38421.0
70	31890.9	25360.9	38421.0
71	31890.9	25360.9	38421.0
72	31890.9	25360.9	38421.0
73	31890.9	25360.9	38421.0
74	31890.9	25360.9	38421.0
75	31890.9	25360.9	38421.0

Gráfico 5.7 Suavización Exponencial Simple períodos julio 2004 a marzo 2005



Como segundo modelo de pronóstico se consideró el Método de Holt o suavización exponencial doble; se alimentaron los datos al programa *MINITAB*, y se obtuvieron los siguientes resultados:

Con base en la minimización del MAPE, este método no resulta ser mejor ni peor que el

de atenuación exponencial simple que utilizó una constante de atenuación de 0.562, ya que ambos presentan un 10 % de error medio absoluto. Si se compara la desviación media absoluta, el método de Holt no es mejor, lo mismo sucede con la desviación media al cuadrado. Estas interpretaciones se confirman al observar el gráfico 5.8, ya que la línea suavizada a lo largo de los 66 períodos casi no varía en relación a la línea de demanda real.

Gráfico 5.8 Suavización Exponencial Doble períodos julio 2004 a marzo 2005

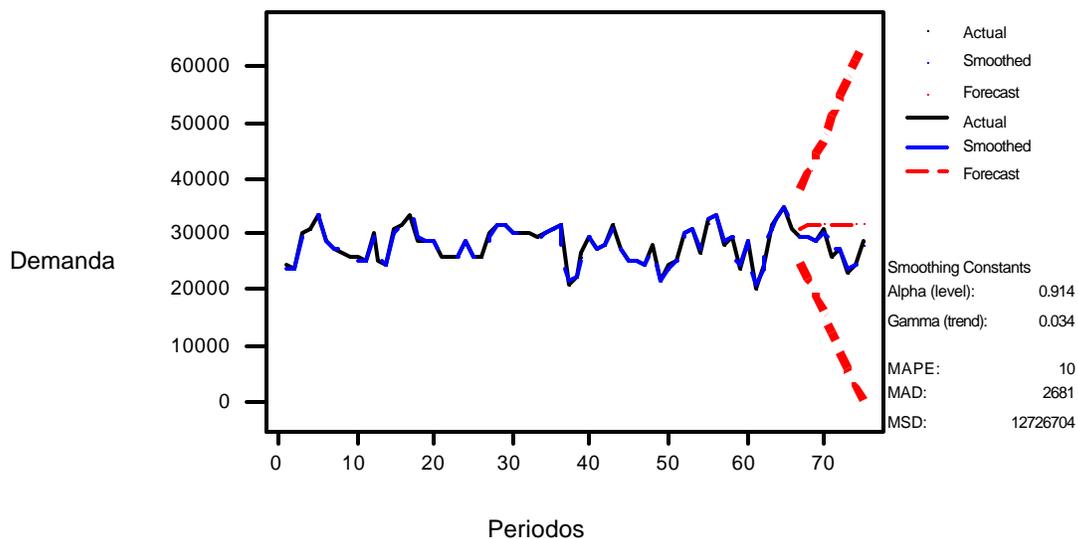


Tabla 5.4 Resumen del Pronóstico de Suavización Exponencial Doble

Period	Forecast	Lower	Upper
67	31419.4	24759.3	38079.5
68	31509.6	21895.4	41123.8
69	31599.8	18852.7	44346.9
70	31690.0	15736.2	47643.9
71	31780.2	12582.8	50977.7
72	31870.5	9408.5	54332.4
73	31960.7	6221.3	57700.0

74	32050.9	3025.6	61076.2
75	32141.1	-176.2	64458.4

Siguiendo con el desarrollo paralelo de modelos de pronósticos, se consideró el método de Winter o suavización exponencial triple, para el cual *MINITAB* no propone valores óptimos para las constantes de suavización como lo hace en los dos modelos anteriores; por lo que se consideraron como óptimos los valores que propuso el programa para el método de Holt. Los resultados se aprecian en el gráfico 5.9, el porcentaje de error medio absoluto del 6%, la desviación media absoluta de 1,559, un promedio de desviación media absoluta al cuadrado de 3,555,189; y un pronóstico de ventas de 32,142.80 hectolitros para el período 67, que se puede observar en la tabla 5.5. Comparando estos valores con los errores de los métodos anteriores, el método de Winter muestra mejores resultados.

Gráfico 5.9 Suavización Exponencial Triple considerando los valores de las constantes de suavización del Método de Holt

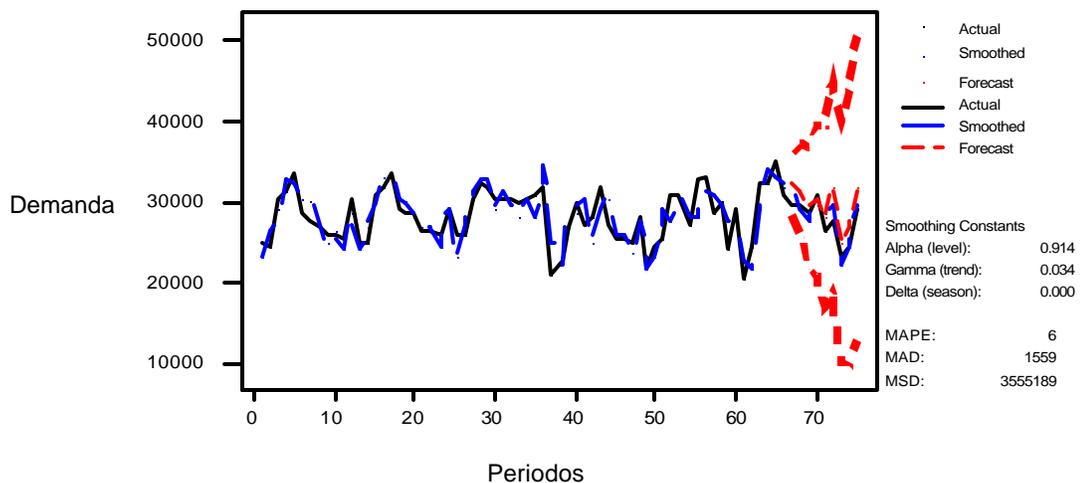


Tabla 5.5 Resumen del Pronóstico de Suavización Exponencial Triple aplicando a las constantes de suavización los valores usados en el Método de Holt

Period	Forecast	Lower	Upper
67	32142.8	28248.6	36037.1
68	31365.4	25745.3	36985.6
69	29310.6	21860.0	36761.2
70	30155.6	20831.4	39479.9
71	28201.3	16981.8	39420.7
72	31732.0	18605.1	44858.9
73	24968.3	9926.4	40010.2
74	26556.5	9594.6	43518.4
75	31748.0	12862.6	50633.4

Tratando de minimizar aun más el valor de las desviaciones, se “jugó” con los valores de las constantes de suavización, consiguiendo mejores resultados, mismos que se muestran en el gráfico 5.10. Para la constante de atenuación α se aplicó el valor óptimo propuesto por *MINITAB* en el método de suavización exponencial simple que es de 0.562; para β y γ se consideró 0.000 para ambas; con base en las observaciones hechas al principio de este capítulo en lo que se refiere a descomposición de la serie de datos, donde se obtuvo como resultado una tendencia poco significativa y una marcada estacionalidad en cada período, es decir que, los valores de los índices estacionales permanecen sin cambios a lo largo del tiempo. Los resultados de los errores obtenidos en el gráfico 5.10 son menores a los mostrados en el gráfico 5.9; ahora los valores son, 5% de error medio absoluto, 1,411 de desviación media absoluta, y 3,128,589 de promedio de la desviación media al cuadrado.

Gráfico 5.10 Suavización Exponencial Triple considerando valores óptimos para las constantes de suavización

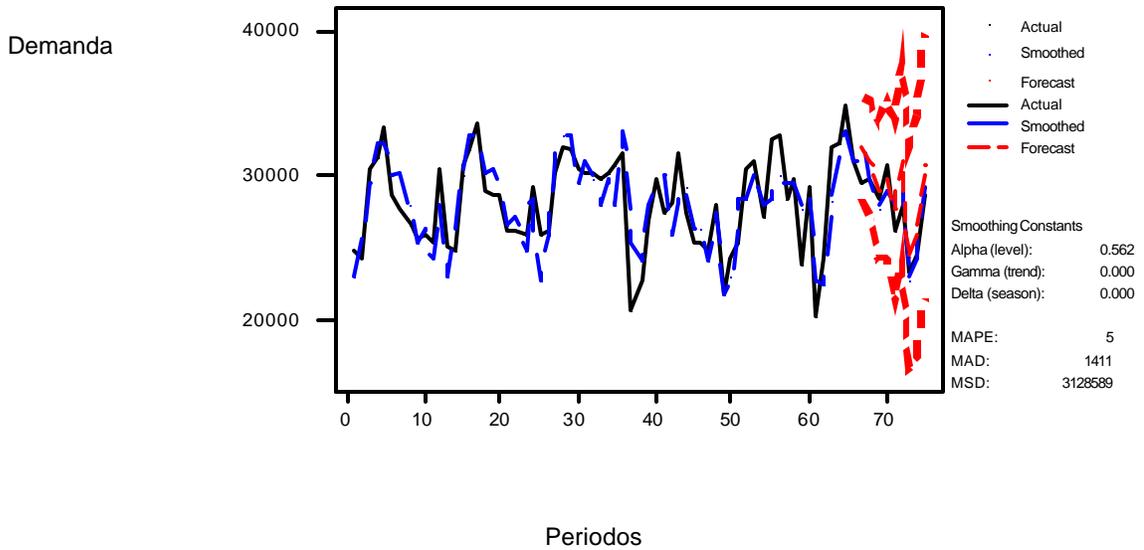


Tabla 5.6 Resumen del Pronóstico de Suavización Exponencial Triple considerando $\alpha = 0.562$, b y $g = 0.000$

Period	Forecast	Lower	Upper
67	31963.9	28437.0	35490.7
68	31086.0	26961.7	35210.2
69	28951.9	24170.2	33733.6
70	29686.6	24209.0	35164.3
71	27669.6	21470.6	33868.7
72	31029.6	24091.5	37967.6
73	24333.9	16644.3	32023.5
74	25795.2	17345.0	34245.5
75	30734.9	21517.1	39952.8

Tomando en cuenta los pronósticos son mejores los de la tabla 5.5 que el de la tabla 5.6 como datos aislados, ya que representa un mayor volumen de ventas; pero para decidir cual de las dos opciones del método de Winter presentadas en este trabajo es más viable, se consideraron también los valores de los errores y se observaron los resultados en conjunto. En base a esto se tiene que es mejor la segunda opción, debido a que muestra menores desviaciones, sin llegar a ser significativas. Por lo tanto esta decisión es del

pronosticador, ya que ninguna de las opciones presentadas es mala, solo cubre diferentes criterios. Además de los modelos presentados, también, se usó un modelo de regresión para pronosticar datos estacionales; para esto, se alimentaron los datos al programa *MINITAB*, el cual explica el 66% de la varianza de la venta de la marca líder de cerveza en el puerto de Veracruz. Los pronósticos para julio 2004 a marzo 2005 se determinaron con la ecuación de regresión:

$$Y_t = 29656 - 0.5 t - 6624 S_2 - 5217 S_3 - 414 S_4 + 1677 S_5 + 2306 S_6 - 550 S_7 + 490 S_8 - 471 S_9 - 2624 S_{10} - 2210 S_{11} - 3491 S_{12}$$

Período	Pronóstico
67	30112.5
68	29151
69	26997.5
70	27411
71	26129.5
72	29620
73	22995.5
74	24402
75	29204.5

El reporte con la información de la varianza aparecen en el apéndice A. Se calcularon de forma manual, en el programa *EXCEL* las desviaciones MAD, MSD, y MAPE para el modelo de regresión, dando como resultado: 964, 2,021,299 y 3%, respectivamente. Como último paso en este capítulo es seleccionar de entre los modelos de pronósticos desarrollados, el más adecuado para la serie de datos; para esto se presenta la tabla comparativa 5.7.

Tabla 5.7 Comparativo entre los errores de Modelos de Pronósticos

	Suavización Exponencial Simple	Método de Holt	Método de Winter (2)	Método de Regresión para Datos Estacionales
MAD	2608	2681	1411	964
MSD	10737666	12726704	3128589	2021299
MAPE	10%	10%	5%	3%

De acuerdo a la tabla 5.7 el modelo que presenta menor error con respecto al dato real para los períodos de julio 2004 a marzo 2005 es el método de regresión para datos estacionales, por el contrario, el pronóstico más alejado de la realidad es el método de Holt.

Con las observaciones anteriores no se eliminan los modelos de suavización exponencial simple, el de Holt, y el de Winter, ya que finalmente será decisión del responsable del pronóstico en la organización aceptar el modelo aquí propuesto o considerar alguno de los otros cuatro basándose en su experiencia y objetivos.