



Análisis Descriptivo, Construcción y Back-testing del Modelo de Pronósticos de Precios del Azúcar - Contrato # 11 USA

Luis Francisco Zaldívar, MSE

Consultor en Finanzas, Minería de Datos y Riesgos

l.zaldivar@modelacionderiesgos.com

www.modelacionderiesgos.com

Noviembre 2015

**INVERSIONES
CARROUSEL**
S.A. DE C.V.

INDICE

- I. Resumen Ejecutivo**
- II. Propósito**
- III. Análisis Descriptivo del Precio**
- IV. Construcción del Modelo de Pronósticos de los Precios**
- V. Back-testing o Prueba del Modelo de Pronósticos**
- VI. Pronostico de Precios y Valores Extremos a Marzo del 2016**
- VII. Hoja de Vida de Luis Francisco Zaldívar, MSE**
- VIII. Bibliografía**

I. Resumen Ejecutivo

El presente trabajo brinda un análisis descriptivo o historia de los precios del azúcar del contrato #11 de los Estados Unidos. En este análisis, se ha podido observar que el sector azucarero es un sector favorable para la inversión en su desarrollo. La tendencias de sus precios en largo plazo son positivas y las volatilidades de los precios han disminuido también en el tiempo. Es una industria con muchas alternativas de emplear la materia prima y destinarla a diferentes productos y servicios a nivel local e internacional.

Estas condiciones prevalecen en este sector, cuando existe seguridad jurídica, reglas del estado claras, incentivos fiscales, protección del estado para reducir las amenazas de inseguridad que existe en muchos países para trabajar, recolectar cosechas y no pagar rentas a bandas o maras, etc. Si los países no tienen estas condiciones, se pierde el impulso multiplicador que impulsa este sector a la economía.

Segundo, se presenta tecnología de punta y metodologías que sirven para poder elaborar modelos de todo tipo en la industria azucarera. Hay una amplia gama de variables que son de interés en el sector como rendimientos, costos, precios, logística, optimización de recursos, donde se juegan la rentabilidad y flujos de efectivo los participantes en el sector. El modelo de pronósticos del precio de la azúcar del contrato #11 US, se ha logrado modelar con el modelo GBM AJ, el cual brinda un error de pronóstico del 5.93 %, o sea menos de 1 centavo de US\$ por libra.

La tecnología de punta que se ha emplea es el software ModelRisk® y Num XL® que reduce la complejidad de los trabajos que hay que desarrollar.

Finalmente, hay una parte del estudio donde se hace un análisis predictivo de los precios dado que en la actualidad que tiende a la baja. Sin embargo, revisando el proceso estocástico que ha seguido el precio del azúcar desde 1961 a la fecha, se ven resultados esperanzadores que los precios se ajustaran a niveles que dicta su tendencia, o sea cercanos a los US\$ 16 centavos de dólar por libra.

Finalmente, se presenta un aplicación de la Teoría de Valor Extremo TVA para los precios de marzo y los precios extremos que se determinaron son de 8.72 a 10.91 US\$ centavos por libra, pero con una baja probabilidad de que suceda. Toda esta información es valiosa dado que la empresa puede realizar arbitraje o hedging con opciones financiera y así mitigar los riesgos extremos.

II. Propósito

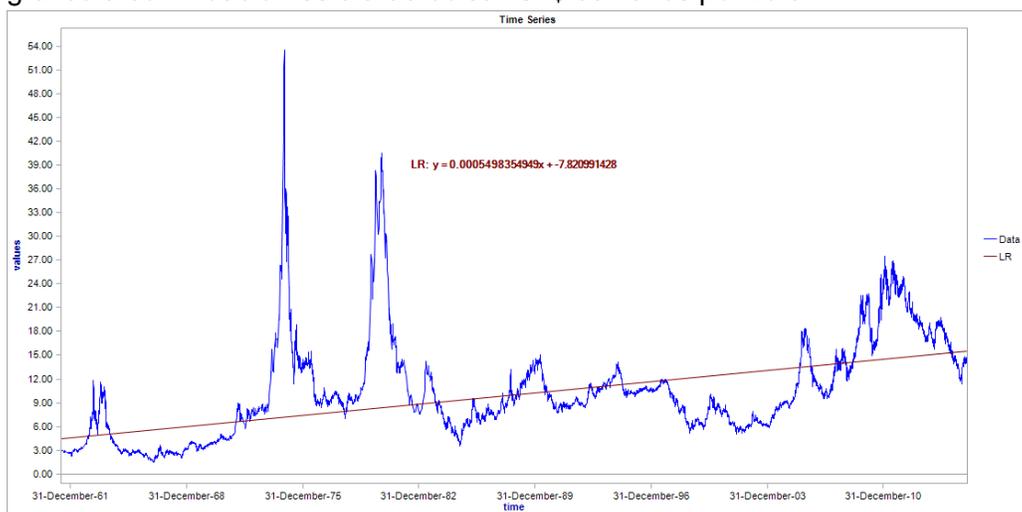
El presente trabajo tiene varios propósitos a demostrar: 1) presentar un análisis descriptivo de los últimos precios diarios del contrato # 11 USA del 8 de junio de 1961 a la fecha, 2) construir un modelo de pronósticos eficiente con un nivel de error menor al 10%, 3) presentar un Back-testing o prueba del modelo usando los precios reales de bolsa durante todo el año 2015, y 4) presentar el uso de software Num XL® y ModelRisk® que ayudan al presente análisis, el cual es de vital importancia para los productores, ingenios, bancos y todos los que están interactuando en la industria del azúcar o con todo tipo de productos primarios y sus derivados.

La industria del azúcar apoya la generación de empleos y crecimiento económico de todas las economías. Esta industria es altamente interesante dado que su insumo, la caña de azúcar, puede procesarse y generar una gran gama de productos tales como azúcar, energía, alcohol, madera, etc.

En muchos países de América Latina, la industria ha sido impactada por los problemas de sequía, bajos niveles de incentivos fiscales, niveles de inseguridad jurídica, problemas extremos como las rentas que cobran bandas o maras para lograr trabajar las tierras y poder sacar la producción.

III. Análisis Descriptivo de Precios del Azúcar Contrato # 11 USA

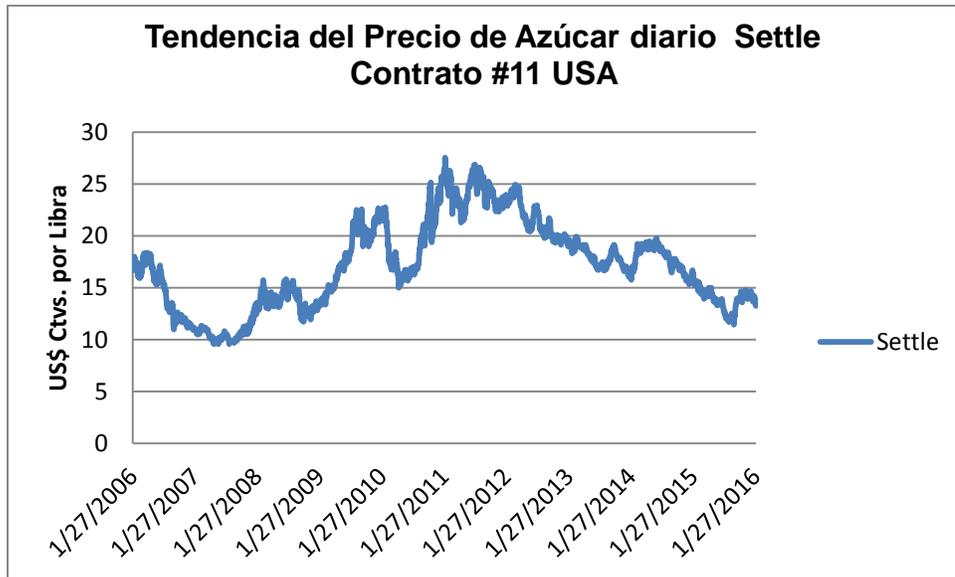
Lo primero que hacer para conocer la evolución de los precios desde 1961 hasta 2016 es la construcción del gráfico de los precios del azúcar en el tiempo. La escala del gráfico a continuación es día de bolsa vs. \$ centavos por libra.



La grafica anterior muestra una línea de color rojo, la cual es la tendencia de largo plazo que ha tenido el precio desde el año 1961.

Podemos observar que esta tendencia de largo plazo ha sido ascendente. Se puede apreciar en la gráfica anterior que la alta volatilidad se ha experimentado mayormente en el alza del precio y no así en la baja del precio.

A continuacion se presenta la tendencia que han experimentado los precios del azúcar durante los últimos 10 años:



Podemos observar dos fases bien marcadas, las cuales se separan por el precio máximo de US\$ 27.53 por libra del día 2 de febrero de 2011. Adicionalmente, el precio mínimo que se ha experimentado durante el horizonte de 10 años ha sido de US\$ 9.56 por libra el día 16 de agosto de 2007, el cual se ubica en la primera fase.

En este momento es de mucha utilidad obtener la estadística descriptiva de este precio empleando el software Num XI® cuyos resultados son los siguientes:

Descriptive Statistics	
AVERAGE:	17.19724206
STD DEV:	4.226723126
SKEW:	0.19
EXCESS-KURTOSIS:	-0.79
MEDIAN:	17.05
MIN:	9.56
MAX:	27.53
Q 1:	13.91
Q 3:	20.03

El cuadro anterior nos brinda un resumen de todo lo que han evolucionado los precios durante el horizonte de 10 años.

Podemos concluir en lo siguiente:

1. El rango de precios ha oscilado entre 9.56 - 27.53 US\$ por libra.
2. El riesgo de la forma de la curva que se mide con el Sesgo (Skew) y Exceso de Curtosis (Excess-Kurtosis), nos hace concluir que la distribución es bastante centrada con leve orientación a niveles de precios arriba del promedio (favorables) y con bajas probabilidades de valores extremos.
3. El promedio de precios ha sido de US\$ 17.05 por libra, promedio arriba de precio actual de aproximadamente US\$ 13.24 por libra.
4. Los precios de 13.91-20.03 han cubierto el 50% de la evolución del precio

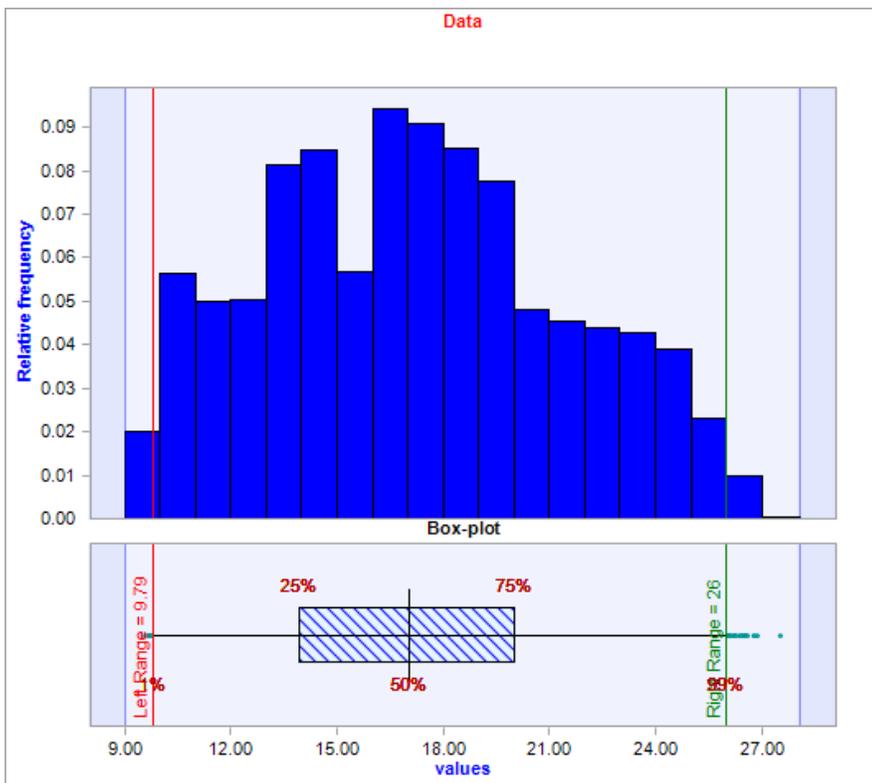
Una forma de ampliar el conocimiento sobre los precios de este producto es empleando el software ModelRisk®. En el siguiente gráfico podemos ver el análisis descriptivo:



En el cuadro anterior podemos ver con el promedio móvil (MA Rosado) de 255 días, que la tendencia de los precios del azúcar al momento son a la baja. La volatilidad móvil de 255 días que puede apreciarse en el cuadro "Moving StDev", también refleja la tendencia a la baja de la volatilidad.

En la gráfica también se ve una línea de tendencia lineal que demuestra que en la actualidad los precios están debajo de su tendencia ascendente histórica. Este punto es importante dado que existen muchos modelos de pronósticos, que sí pueden detectar el punto de inflexión de las curvas de precios. Este tipo de modelos son los que poseen reversión a la media (mean reversion models).

A continuación se presenta la distribución de precios durante los últimos 10 años:



Empleando la gráfica Box-Plot podemos ver que durante los 10 años, los valores extremos ascendieron a 9.79 (percentil 1%) - 26.00 (Percentil 99%) US\$ por libra. Un 50% del nivel de precios estuvo entre 13.93-20.03 US\$ por libra. Hoy en día, los precios están fuera de este rango del 50%.

Después de revisar los niveles de precios, es importante revisar la volatilidad de los precios empleando los cambios logarítmicos diarios de los precios que se han experimentado durante el horizonte del análisis. Todos estos modelos de medición de la volatilidad de las series de tiempo fueron analizados y calculados empleando el software Num XL® de Spider Financial de fabricación americana.

Se probaron los modelos GARCH, GARCH-M y E-GARCH y estos no cumplieron las condiciones de ruido blanco o aleatoriedad en el error.

A continuación presentamos las pruebas para los modelos descritos:

Análisis de los Residuales del GARCH (1,1)

GARCH(1,1) & t-dist(v)							
Residuals (standardized) Analysis							
	AVG	STDEV	SKEW	KURTOSIS	Noise?	Normal?	ARCH?
	0.00	1.12	1.39	25.24	FALSE	FALSE	TRUE
Target	0.00	1.00	0.00	6622557.28			
SIG?	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE			

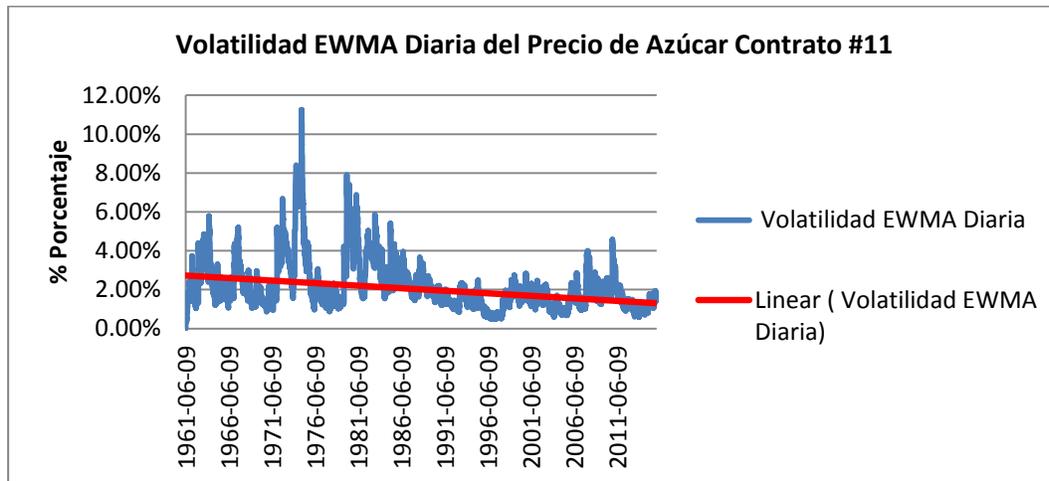
Análisis de los Residuales del E-GARCH (1,1)

EGARCH(1,1) & t-dist(v)							
Residuals (standardized) Analysis							
	AVG	STDEV	SKEW	KURTOSIS	Noise?	Normal?	ARCH?
	0.00	1.11	1.32	23.16	FALSE	FALSE	TRUE
Target	0.00	1.00	0.00	3931966.45			
SIG?	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE			

Análisis de los Residuales del GARCH-M (1,1)

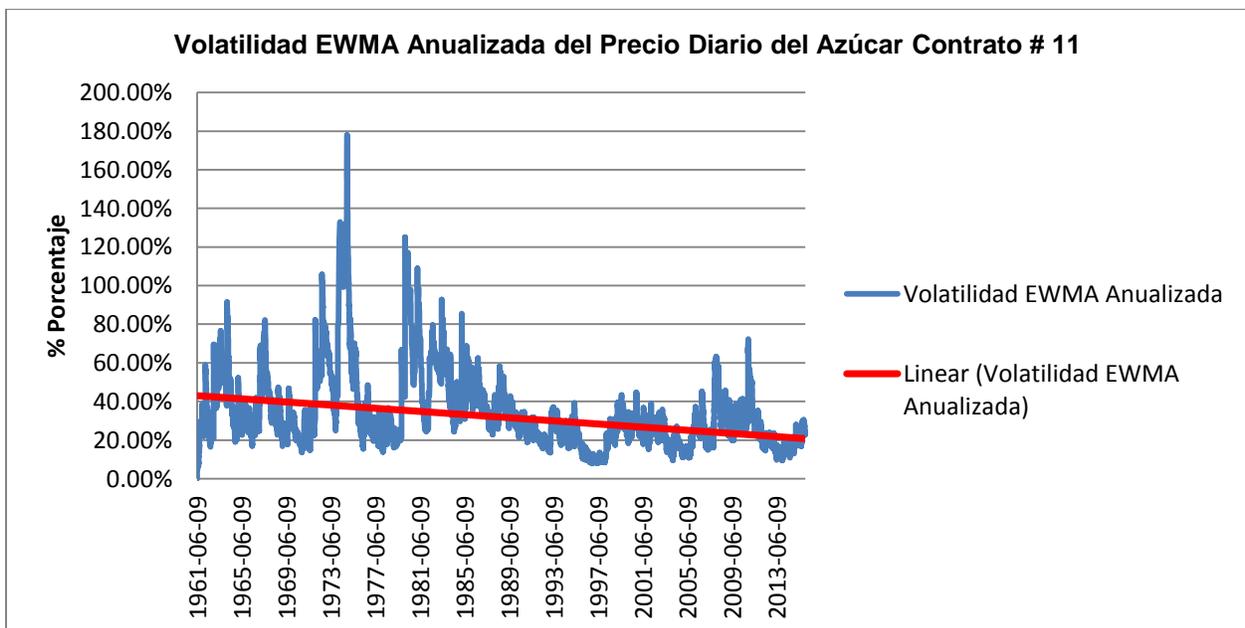
GARCHM(1,1) & t-dist(v)							
Residuals (standardized) Analysis							
	AVG	STDEV	SKEW	KURTOSIS	Noise?	Normal?	ARCH?
	0.00	0.98	1.38	25.32	FALSE	FALSE	TRUE
Target	0.00	1.00	0.00	6.00			
SIG?	FALSE	TRUE	TRUE	TRUE			

A continuación se presenta la tendencia de la volatilidad medida por el método EWMA, Exponential Weighted Moving Average o Promedio Exponencial Ponderado Medio, que es aplicable al precio del azúcar.



Se observa que la tendencia de la volatilidad ha disminuido en el tiempo y se ha mantenido abajo del 2% diario.

A continuación presentamos la volatilidad anual del precio:



En el siguiente cuadro se puede apreciar la medición específica de la volatilidad del precio del azúcar durante los últimos días:

Fecha	Cambio Diario Precios Ln	Volatilidad EWMA Diaria	Volatilidad EWMA Anualizada
2015-12-18	1.75%	1.58%	25.00%
2015-12-21	-0.83%	1.59%	25.13%
2015-12-22	0.42%	1.56%	24.67%
2015-12-23	0.76%	1.52%	24.09%
2015-12-24	-0.28%	1.49%	23.63%
2015-12-28	-1.75%	1.46%	23.06%
2015-12-29	0.42%	1.47%	23.32%
2015-12-30	1.88%	1.44%	22.77%
2015-12-31	1.03%	1.46%	23.15%
2016-01-04	-1.58%	1.45%	22.85%
2016-01-05	-2.74%	1.45%	22.97%

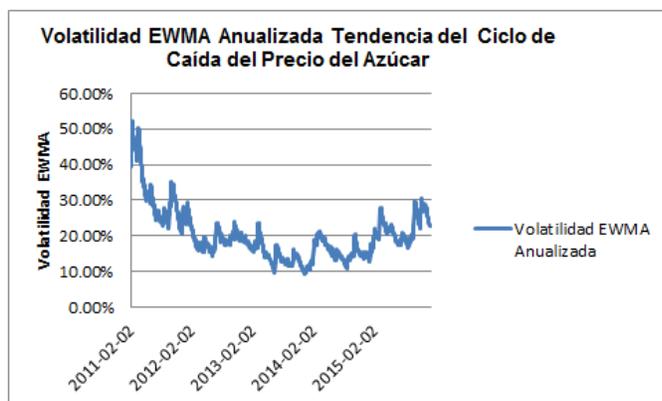
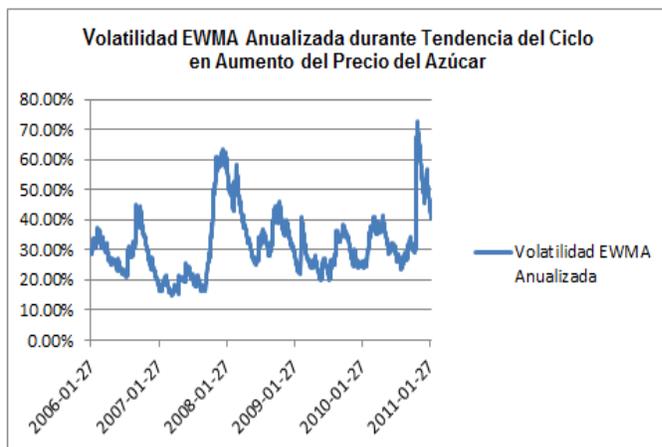
Pregunta: ¿Cómo podemos considerar el nivel de la volatilidad del precio del azúcar versus otros productos primarios o commodities?

Para poder responder la pregunta anterior, se detalla a continuación la información de otras volatilidades diarias:

1. Notas del **Tesoro USA**: volatilidad diaria menor del 0.5%
2. **Índices Bursátiles**: volatilidades diarias entre el 1.0-1.5%
3. Precio del **Petróleo y Gas**: volatilidad diaria entre el 1.5 – 4.0 %
4. Precios de **Acciones Volátiles**: volatilidad diaria menor a 4.0 %
5. Precio Spot de la **Energía Eléctrica**: volatilidad diaria de hasta el 50.0%
6. Precio de las **Divisas**: volatilidad diaria de hasta el 1.5 %

La volatilidad en el precio del azúcar en los últimos años es menor al 2%, ésta se puede considerar como una volatilidad media en el tiempo comparada con los otros productos primarios. Sin embargo, durante los ciclos de aumento de precios, la volatilidad del precio del azúcar puede llegar como la volatilidad de los precios del Petróleo y Gas.

A continuación se presentan los cambios de volatilidad durante los ciclos de aumento y disminución en los precios del azúcar:



En las dos graficas anteriores se pueden observar las diferentes características de las tendencias y volatilidades que tienen los ciclos de alza y baja en el precio. Cuando los precios entran al ciclo de aumento de precios, las volatilidades son altas y su tendencia es positiva. Mientras que cuando el ciclo es de baja en los precios, las volatilidades experimentan una disminución y su tendencia es de tipo cuadrática. Este movimiento en las volatilidades sin lugar a dudas servirá para poder conocer cuándo habrá un punto de inflexión o cambio de tendencia en los precios de bajos a precios mayores o viceversa.

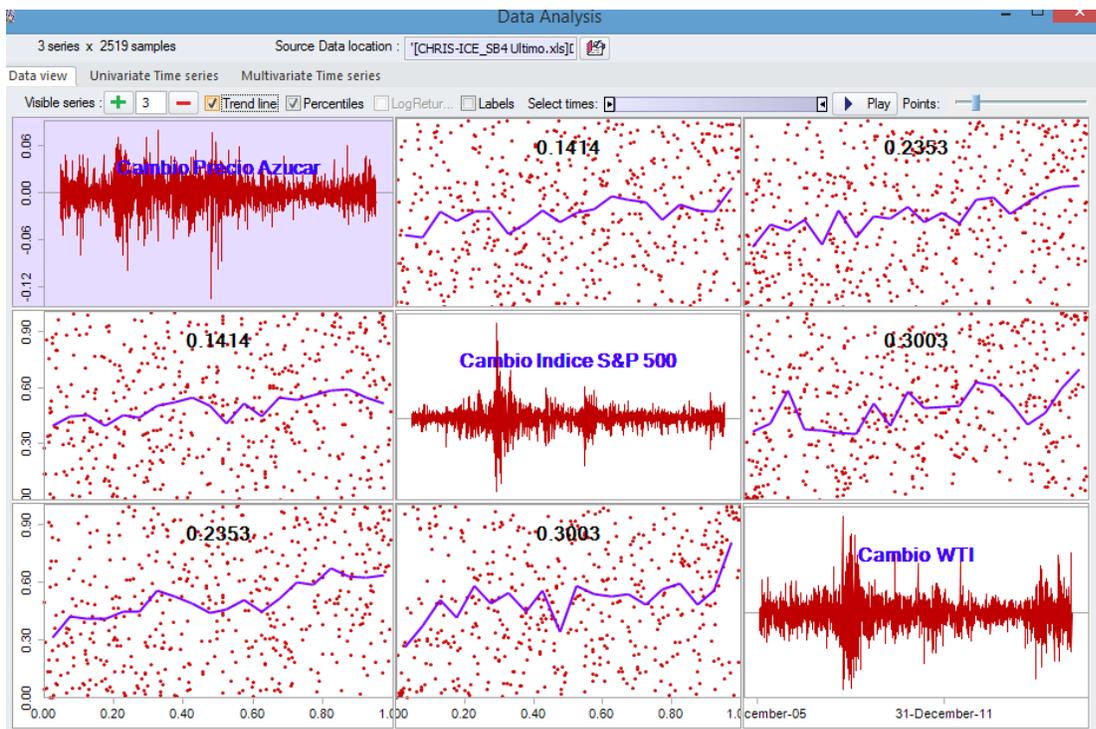
El precio que brinda la mayor volatilidad es el precio de la **Energía Eléctrica** y luego los precios del **Petróleo, Gas y Acciones** de empresas agresivas.

Otro análisis que es importante realizar es la interacción que tiene el precio del azúcar con otros commodities y otros factores, tales como la temperatura, niveles de lluvia, seguridad, incentivos gubernamentales y variables macroeconómicas. Sin embargo, en este trabajo solamente estaremos realizando el análisis de interdependencias de los precios del azúcar con

otros productos primarios o commodities. Otros análisis no se presentan debido a que no se tiene disponibilidad de todos los datos en mención.

El análisis de interdependencia se ha realizado con el precio del azúcar, el precio WTI del Petróleo y el índice más usado de la bolsa americana que el SP& 500.

Los resultados se presentan a continuación:



Se puede apreciar en la pantalla que genera el módulo de análisis de ModelRisk®, que el precio del azúcar tiene más dependencia con el precio del Petróleo WTI, no así con el Índice de Bolsa S&P 500. La dependencia con el petróleo es un coeficiente de correlación Spearman del 0.303 o 30.30%. Es decir, su relación es directa pero no tan intensa.

Si fuese más intensa, arriba del 0.50 o 50%, para las caída del Precio WTI que se ha experimentado últimamente, los precios del azúcar fueran menores que los niveles de precios actuales. El 30.30% puede interpretarse que si existe una caída del 5% del Precio WTI, se esperaría que el precio del azúcar sufriera una disminución de aproximadamente el 1.5%.

IV. Construcción del Modelo de Pronósticos de Precios

Nuestro siguiente paso es construir un modelo de pronósticos del precio de azúcar para poder realizar no solo la proyección del precio futuro sino también realizar el análisis de riesgos al precio.

Será importante hacerle a este modelo el back-testing o prueba del modelo con precios reales. También será importante, tener la serie de tiempo del precio del azúcar de calidad. La información de precios del azúcar la obtuvimos del sitio web QUANDL.

En esta análisis estaremos empleando el software ModelRisk® y Num XI®. E importante separar la información para construir el modelo de pronóstico y para probarlo. También es crítico que se pruebe que las series de tiempo pasan la prueba de estacionalidad (stationary test).

La prueba de estacionalidad ADF se detalla a continuación:

Stationary Test					
Test	Stat	P-Value	C.V.	Stationary?	5.0%
ADF					
<i>No Const</i>	-1.6	9.4%	-1.9	FALSE	
<i>Const-Only</i>	-3.7	0.4%	-2.9	TRUE	
<i>Const + Trend</i>	-4.5	0.0%	-1.6	TRUE	
<i>Const+Trend+Trend^2</i>	-4.5	0.0%	-1.6	TRUE	

Si pasa la prueba estadística más crítica en las series de tiempo, se puede emplear en el futuro con el modelo de pronósticos que se construya. Si la prueba estadística es falsa (false), no se puede realizar proyección alguna.

En el cuadro anterior se puede ver que podemos construir diferentes modelos y se observa que tenemos 3 tipos de modelos con pruebas verdaderas (true).

Para probar el modelo hemos dejado todos los precios de 2015 y 2016. Es decir, se emplearán 254 precios para probar o realizar el back-testing al modelo de pronósticos.

Luego, se ha usado una base de datos de 1961 al 2014 para construir el modelo y evaluar diferentes modelos, tales como la familia ARIMA, GBM, GARCH, GBMAJ, etc.

A continuación se presentan los resultados de los siguientes modelos probados estadísticamente:

Time series models	GBMAJ	ARMA	GBM	GARCH
Best fitting model (object)	VoseTimeGARCH(0.000142811326432075,1.70788646836159E-6,0.0486829063140892,0.949826924217361,0.010			
Bayesian model average (obj)	VoseTimeBMA('[simulacion 2.xlsx]TimeSeriesFit Report'!C15:F15)			
MLE fits	VoseTimeGBMAJ(-2.6149143	VoseTimeARMA(0.00014281	VoseTimeGBM(0.000142811	VoseTimeGARCH(0.00014281
Goodness of fit				
AIC	-57216.85031	-53987.19447	-53976.16487	-58233.88288
AIC ranking	2	3	4	1
SIC	-57172.79001	-53950.47667	-53961.4767	-58197.16509
SIC ranking	2	4	3	1
HQIC	-57202.04007	-53974.85172	-53971.22672	-58221.54013
HQIC ranking	2	3	4	1
Log likelihood	28614.42883	26998.59986	26990.08296	29121.94407
Log likelihood ranking	2	3	4	1

Empleando los cambios logarítmicos de los precios (LN (Pt/Pt-1) y después de correr varios modelos, se refinó el análisis a los diferentes modelos que se presentan en el cuadro anterior. El modelo que hemos seleccionado es el segundo modelo, GBMAJ (Geometric Brownian Motion with Asymmetric Jumps). Esta selección es basada en la experiencia que se ve de los golpes o jumps en la serie de tiempo histórica. La mejor prueba de modelo o back-testing la realizaremos en la parte del Back-testing que se presentará en el estudio más adelante.

El modelo matemático del GBMAJ se presenta a continuación:

Equations

$$Jump_t \sim Bernoulli(PJump)$$

$$JumpUp_t \sim Jump_t * Bernoulli(PJumpUp)$$

$$JumpDown_t = Jump_t * (1 - JumpUp_t)$$

$$j_t \sim Normal(\mu_j, \sigma_j)$$

$$r_t = \mu + \sigma z_t + (JumpUp_t - JumpDown_t)j_t$$

where:

z_t - a sample from a Normal(0,1)

r_t - if S_t is the value of the variable at time t, then r_t is the log return defined as $r_t = \ln(S_t/S_{t-1})$

μ - mean log return of underlying Geometric Brownian Motion

μ_j - mean log return of a jump

σ - standard deviation of log return of underlying Geometric Brownian Motion;

σ_j - standard deviation of a jump;

$PJump$ - the probability of a jump in a single period;

$PJumpUp$ - the probability that a jump will be upwards.

Los parámetros del modelo se detallan a continuación:

PARAMETROS GBMAJ

mu		-2.6E-05
sigma		0.013545
muj		0.000889
sigmaj		0.042197
Pjump		0.190113
PjumpUp		0.999998

De los parámetros arriba presentados, los dos últimos son de mucha importancia para el tema de los pronósticos. Pjump significa que existe una probabilidad del 19.01% que exista un movimiento y si existe este movimiento, la probabilidad que el aumento sea de un mejor cambio o positivo es del 99.99 %. Los parámetros arriba encontrados con el software ModelRisk® son los retornos que siguen el proceso estocástico muy empleado en precios primarios como el GBMAJ.

El Modelo de Pronósticos que emplearemos es el siguiente:

$$P_t = P_{t-1} \times \text{EXP}(R_t)$$

Donde;

P_t = Precio futuro al tiempo t

P_{t-1} = Precio anterior del tiempo t-1

EXP = Exponencial E

R_t = Rendimiento modelado con el proceso GBMAJ

Se considera que la escala de tiempo es de 1 día a través de todo el análisis.

V. Back-testing o Prueba del Modelo de Pronósticos de Precios

Como se indicó en la sección anterior, el modelo que hemos seleccionado es el de los procesos estocásticos GBMAJ. Ahora es momento de realizar pronósticos del año 2015 y comparar con los precios reales que se dieron durante ese año para poder encontrar el Error de Pronóstico.

El método del error que estaremos empleando es el MAPE, el cual nos indica que porcentaje de error se tiene entre el precio real versus el precio estimado.

Para realizar este análisis hemos empleado la mejor técnica de pronósticos que es la Simulación Monte Carlo, para lo cual hemos empleado el software ModelRisk®. El número de simulaciones que hemos realizado es de 10,000 corridas. Es decir, hemos simulado el precio con el modelo GBMAJ con 10,000 ciclos de 254 precios (completo el año 2015 y unos días del 2016)

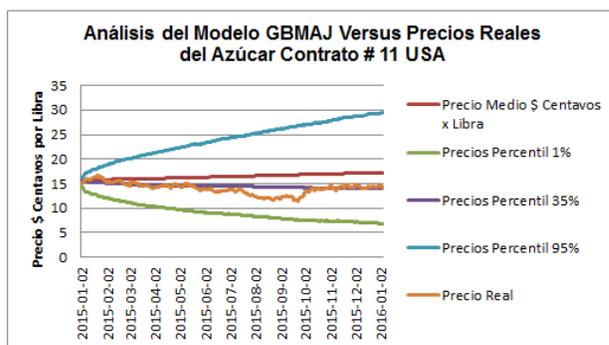
BACK-TESTIN O PRUEBA DEL MODELO DE PRONOSTICO DEL PRECIO DEL AZUCAR

Fecha	Precio Real	Descripción	Rendimiento Estimado GBMAJ	Precio Simulado \$ Centavos x Libra	Precio Medio \$ Centavos x Libra	Precios Percentil 1%	Precios Percentil 35%	Precios Percentil 95%	MAPE 1	MAPE 2	Gran MAPE 1	Gran Mape 2
2015-01-02	15.34	Pronostico 1	0.001589943	15.69493422	15.67743216	14.56031	15.57778	16.20723	2.31%	1.55%		
2015-01-05	15.36	Pronostico 2	-0.00877816	15.71990811	15.69304448	13.5292	15.4861	16.76288	2.34%	0.82%		
2015-01-06	15.84	Pronostico 3	0.012504841	15.58252012	15.69880493	13.43172	15.44307	16.99657	1.63%	2.51%		
2015-01-07	15.82	Pronostico 4	0.007524851	15.77860049	15.70905584	13.39311	15.41934	17.16292	0.26%	2.53%		
2015-01-08	15.85	Pronostico 5	-0.017210627	15.89777995	15.71592478	13.32113	15.39594	17.27131	0.30%	2.86%		
2015-01-09	15.88	Pronostico 6	-0.00092221	15.62651025	15.72297016	13.24732	15.37041	17.41466	1.60%	3.21%		
2015-01-12	15.75	Pronostico 7	0.003964743	15.61210597	15.73431854	13.10386	15.34264	17.52849	0.88%	2.59%		
2015-01-13	15.82	Pronostico 8	-0.014841876	15.67412682	15.74050144	13.07456	15.31752	17.66021	0.92%	3.18%		
2015-01-14	15.88	Pronostico 9	-0.02373948	15.44321122	15.74657369	12.93567	15.29532	17.74296	2.75%	3.68%		
2015-01-15	16.19	Pronostico 10	-0.012815632	15.08091479	15.74651176	12.93349	15.26817	17.81722	6.85%	5.69%		
2015-01-16	16.2	Pronostico 11	0.009971851	14.8888765	15.74730477	12.82492	15.25227	17.91023	8.09%	5.85%		
2015-01-20	16.5	Pronostico 12	0.014039344	15.02808988	15.75195915	12.74046	15.22778	18.0111	9.66%	7.69%	15.58%	5.93%

En el cuadro anterior podemos ver que las estimaciones de precios están en las columnas de color celeste que reflejan el precio medio y precios a los percentiles 1%, 35% y 95%. La medición del error de pronóstico se ha realizado usando los precios del azúcar al precio medio y al precio al nivel del percentil 35%.

El nivel de error de pronóstico más bajo obtenido con el modelo GBMAJ es del nivel de 5.93%, el cual es un error aceptable. Es decir, la confiabilidad del Modelo GBMAJ es del 94.07%. Siempre y cuando un modelo predictivo supera el 50% y se incremente en el tiempo, su confiabilidad es mejor que cualquier estimado aleatorio. La variación del modelo encontrado sería aproximadamente de ¾ de centavos por libra.

El gráfico de la prueba del Modelo de Pronóstico GBMAJ, se presenta a continuación con 10,000 simulaciones.

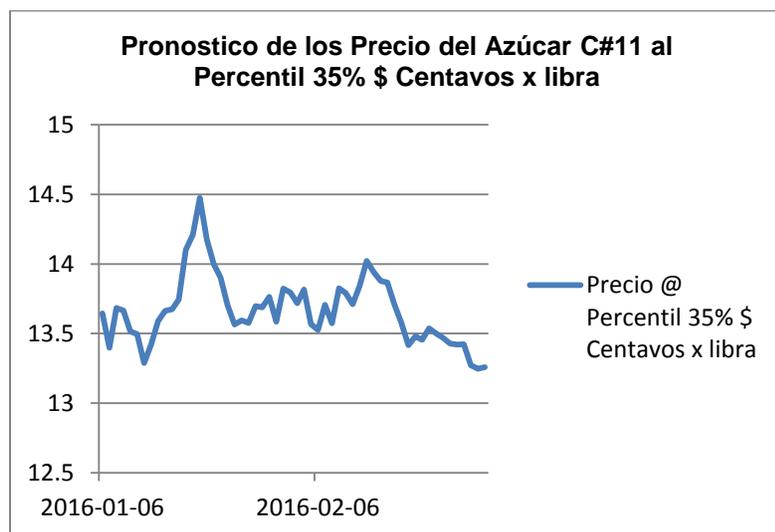


En la gráfica se puede ver que el precio real de color naranja cubre o tiene muy baja diferencia del precio estimado a través del proceso estocástico GBMAJ y la Simulación Monte Carlo.

También se pueden observar en el grafico los intervalos de confianza a los niveles del percentil 1% y 99 %.

VI. Pronósticos de Precios y Valores Extremos TVE

Empleando, el modelo de pronósticos desarrollado GBMAJ, se ha realizado una proyección de 56 días de bolsa. La tendencia de los precios del azúcar durante ese periodo, se presenta a continuación. Importante, recordar que nuestra trayectoria de precios se desarrolla en con el proceso GBMAJ, estimando al percentil 35%.



Revisando, el precios del contrato #11 a futuros para marzo asciende a marzo 2016 asciende a \$ 13.16 centavos por libra. El pronósticos de modelos construido al primero de marzo 2016 asciende a \$ 13.53, la diferencias es menor del 2.82%. Recordemos, que el modelo tiene un error de pronóstico de 5.93%. Para tener una certeza alta diríamos que el modelo podría tener como máximo un error del 10% como máximo. La confiabilidad seria arriba del 90% que es mejor que modelos que usen promedios móviles o una ramificación de ellos.

Otra pregunta a cuánto podría caer el precio del azúcar, el software a través de la teoría extrema nos dicta que puede ser de 8.72 a 10.91 de \$ centavo por libra para el mes de marzo. Esto sería un evento extremo de baja probabilidad que suceda.

VII. Bibliografía

Tsay, Ruey S, (2005). Analysis of Financial Time Series, Second Edition. Wiley Series in Probability and Statistics.

Vose, David, (2008). Risk Analysis, Third Edition. John Wiley & Sons, Ltd.

VIII. Hoja de Vida

Luis Francisco Zaldívar, MSE

www.modelacionderiesgos.com

l.zaldivar@modelacionderiesgos.com

Graduado de Licenciatura en Administración de Empresas con concentración en Gerencia Industrial de The University of Tennessee, Knoxville, Tennessee.

Posee Maestría en Ciencias Económicas con concentración en Finanzas y Estadística Aplicada de North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.

Entrenado por Oracle Crystal Ball en Denver en Crystal Ball Introductorio y Avanzado, Opciones Reales y Seis Sigma.

Presidente de Inversiones Carrousel, S.A. de C.V. fundada en 1992.

Facilitador y Consultor Certificado en Análisis de Riesgos empleando Crystal Ball por Crystal Ball Global Unit, Denver, Colorado.

Además, es Facilitador y Consultor Certificado usando el software de riesgo más avanzado ModelRisk® de Vose Software BVBA de Bélgica.

Profesor de Simulación Monte Carlo, Optimización, Valorización de Empresas, Minería de Datos, Riesgos, Estrategias Financieras y M&A en los programas de maestría en Finanzas y Administración de Empresas de la Universidad José Simeón Cañas of El Salvador (UCA), Universidad de El Salvador, y Universidad Rafael Landívar en Guatemala (URL), Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM BUSINESS SCHOOL) en Santa Cruz, Bolivia (UARGM).

Dirigió Bancos Comerciales por 8 años y empresas de manufactura de exportación por 16 años en El Salvador.

Participó en Juntas Directivas en empresas manufactureras de exportación.

Conferencista en Simulación, Pronósticos y Optimización Estocástica para Oracle USA en América Latina.

Consultor especializado en Finanzas, Inversiones, Análisis de Riesgos y en Minería de Datos en América Latina.

Ha realizado entrenamientos en Análisis de Riesgo con Crystal Ball aplicado a las siguientes industrias durante los últimos nueve años: Petróleo, Gas, Minería, Banca Comercial y Central, Educación y en Empresas Corporativas durante los últimos siete años en los siguientes países: México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana, Colombia, Perú, Chile, Bolivia, Paraguay y Venezuela.