

# Volatilidad del tipo de cambio en el comercio internacional. Un análisis del impacto sobre el sector frutícola Chileno

Exchange rate volatility in international trade. An analysis of the impact on the Chilean fruit industry

Volatilidade da taxa de câmbio no comércio internacional. Uma análise do impacto sobre a indústria de frutas do Chile

Miguel Hernández Morales<sup>1\*</sup>, Julia Velasco Fuenmayor<sup>2</sup>,  
Juan Cabas Monje<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Agronegocios, Departamento de Gestión Empresarial, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Bío-Bío. Chile. <sup>2</sup>Departamento Socioeconómico, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

## Resumen

La relación que existe entre la incertidumbre del tipo de cambio y el comercio internacional impulsó a desarrollar una línea de investigación en el área, donde existen diferentes enfoques y en algunos casos no concluyentes de lo que realmente ocurre. Por esa razón, el objetivo de este estudio fue analizar el impacto de la volatilidad del tipo de cambio sobre las exportaciones y establecer sus efectos sobre la demanda externa y las relaciones de precios en el sector frutícola chileno. Para ello se tomó en cuenta la información de la década 2003-2013 sobre exportaciones y tipo de cambio registrado en las bases de datos del Banco Central de Chile. La volatilidad en el tipo de cambio fue estimada mediante el modelo generalizado autorregresivo de heterocedasticidad condicional (GARCH) basado en el modelo condicional autorregresivo de heterocedasticidad ARCH (Autorregresive Conditional Heteroscedasticity). Los resultados mostraron que hubo una relación positiva entre la volatilidad del tipo de cambio, la demanda externa con las exportaciones de acuerdo a un nivel de significancia ( $P < 0,01$ ). Esto permitió inferir que las exportaciones y el nivel de precios mostraron una

---

Recibido el 29-05-2015 • Aceptado el 21-09-2016

\*Autor de correspondencia e-mail: mihernandez@ubiobio.cl

relación inversa, mientras que con la demanda externa y con la volatilidad del tipo de cambio, la relación fue directa. Esto hizo que los exportadores chilenos se vieran afectados por las variaciones del tipo de cambio al no existir un mercado de capitales de derivados financieros formales que permitiera cubrir la exposición de transacción, siendo ésta una de las razones por la cual los participantes del mercado frutícola en su mayoría comerciaron a nivel local, y solo una parte pequeña de productores realizan comercio internacional.

**Palabras clave:** volatilidad, tipo de cambio, incertidumbre, Chile.

### Abstract

The relationship between exchange rate uncertainty and international trade encouraged developing a research line where there are different approaches and in some cases inconclusive of what really happens. Therefore, the aim of this research was to analyze the impact of exchange rate volatility on exports and establish their impact on external demand and price relationships of Chilean fruit industry. The data used refers to the decade 2003-2013 on exports and exchange rate of the databases of the Central Bank of Chile. The volatility in the exchange rate was estimated by the generalized autoregressive conditional heteroscedastic model (GARCH) based on the ARCH (autoregressive conditional heteroscedasticity). The results showed that there was a positive relationship between the volatility of the exchange rate, external demand for exports according to a level of significance ( $P < 0.01$ ). This allowed inferring that exports and the price level showed an inverse relationship; meanwhile in external demand and the volatility of the exchange rate, the relationship was direct. For this reason Chilean exporters were affected by changes in the exchange rate, because of the absence of a formal financial capital market that would cover the transaction exposure, which is one of the reasons participants in the fruit market mostly traded locally and only a small part of producers made international trade.

**Key words:** volatility, exchange rate, uncertainty, Chile.

### Resumo

A relação entre a incerteza das taxas de câmbio e comércio internacional levou a desenvolver uma linha de pesquisa na área, onde existem diferentes abordagens e, em alguns casos inconclusivos do que realmente acontece. Por esse motivo, o objetivo deste estudo foi analisar o impacto da volatilidade da taxa de câmbio sobre as exportações e estabelecer seus efeitos sobre a demanda e o efeito na relação de preço no sector das frutas do Chile. Para isso tomou em consideração a informação da década 2003-2013 sobre as exportações e taxa de câmbio registrados nas bases de dados do Banco Central do Chile. A volatilidade

da taxa de câmbio foi estimada pelo modelo condicional auto heteroskedasticity (GARCH) com base no modelo condicional auto-regressivo heteroscedasticidad ARCH (AutorregresiveConditionalHeteroscedasticity). Os resultados mostraram que houve uma relação positiva entre a volatilidade da taxa de câmbio, a procura externa para as exportações de acordo com um nível de significância ( $P < 0,01$ ). Este permitiu inferir que as exportações e o nível de preços mostrou uma relação inversa, enquanto a demanda externa e da volatilidade da taxa de câmbio, a relação era direta. Isso fez com que os exportadores chilenos foram afetados por mudanças na taxa de câmbio a ausência de um mercado de capitais derivados financeiros formais que iria cobrir a exposição da transação, que é uma das razões pelas quais os participantes no mercado de fruta principalmente eles negociaram localmente, e apenas uma pequena parte dos produtores de tornar o comércio internacional.

**Palavras-chave:** volatilidade, incerteza da taxa de câmbio, Chile.

## Introducción

La ruptura del acuerdo de Bretton Woods marcó el amanecer de una nueva era para la economía global en la que muchas de las principales naciones comerciales abrazaron un régimen de determinación del tipo de cambio flotante. En Bretton Woods, se han establecido un conjunto de medidas para regular el funcionamiento de la economía en términos de relaciones comerciales y financieras entre los países industrializados en el mundo, fundándose el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial en el año 1946 con el proteccionismo de las relaciones comerciales entre las economías después de la segunda guerra mundial. Por último, Bretton Woods estableció el Acuerdo General de Aranceles y Comercio (conocido como GATT, por sus siglas en inglés), esta medida supuso un revés para quienes aspiraban a conseguir un

## Introduction

The breakdown of the Bretton Woods agreement marked the beginning of the new era for the global economy in which many of the major trading nations embraced a determination regime of the floating exchange rate.

At Bretton Woods, a set of measures have been established to regulate the functioning of the economy in terms of trade and financial relations between the industrialized countries in the world, founding the International Monetary Fund and the World Bank in 1946 with protectionism of trade relations between the economies and after the second world war. Finally, Bretton Woods established the General Agreement on pricing and trading (known as GATT, by the acronym in English), this measure was a setback for those who aspired to get a much more powerful organism that would regulate international trade.

organismo mucho más poderoso que regulase el comercio internacional.

En 1995, el proceso culminó con la creación de la Organización Mundial del Comercio, y a partir de este acuerdo, han ocurrido diferentes crisis mundiales que han afectado el riesgo de las transacciones mundiales en diferentes monedas y con diferentes países, un ejemplo de ellos es la “crisis financiera” originada en Estados Unidos y tiene relación con los problemas de pago de créditos hipotecarios entregados a personas de alto riesgo y por ello se han aplicado diferentes medidas y la creación del acuerdo de Basilea III para disminuir la probabilidad de ponerse en mora las entidades financieras a nivel mundial. Por ello, el riesgo a nivel internacional sobre las transacciones entre economías ha generado un mayor auge producido por la volatilidad de los tipos de cambio y los niveles de comercio entre las diferentes economías.

La volatilidad del tipo de cambio y sus efectos sobre el comercio internacional no se ha definido de manera absoluta, dado que diversos estudios establecen que existen relaciones positivas y relaciones negativas. Esta relación depende principalmente de los niveles de desarrollo de un mercado de capitales para cubrir las variaciones cambiarias de las empresas, el horizonte que contempla el estudio y el nivel de aversión al riesgo de los exportadores.

La literatura reporta resultados contradictorios en este tema. Por un lado, Ozturk (2006) hizo una revisión de literatura muy detallado de la relación entre la volatilidad del tipo

In 1995, the process finished with the creation of the World Trade Organization, and from this agreement, there have been various global crises that have affected the risk of transactions worldwide in different currencies and with different countries, an example is the “financial crisis” originated in the United States and related to payment problems of mortgage loans provided to people at high risk, therefore different measures have been applied and the creation of the Basilea III agreement to reduce the probability of having debts with financial institutions around the world. For this reason, the risk at international levels about the transactions between economies has generated a greater boom produced by the volatility of exchange rates and the levels of trade among different economies.

The volatility of the exchange rate and its effects on international trade has not been absolutely defined, since several studies have established that there are positive and negative relations. This relationship mainly depends on the development levels of a capital market to cover the exchange rate variations of enterprises, the skyline that includes the study and the aversion level to the risk of exporters.

The literature reports contradictory results on this subject. On the one hand, Ozturk (2006) wrote a very detailed literature review of the relationship between exchange rate volatility and trade, where some authors such as Ethier (1973), Hopper and Kohlhagen (1978), Franke (1991), Sercu (1992) and Viaene and Vries (1992) who

de cambio y el comercio, en donde se pueden destacar algunos autores como Ethier (1973), Hopper y Kohlhagen (1978), Franke (1991), Sercu (1992) y Viaene y Vries (1992) que establecieron relaciones positivas entre el comercio internacional y la volatilidad del tipo de cambio. Otros como Hayakawa y Kimura (2009) develaron que la volatilidad del tipo de cambio desalentó el comercio Inter-Asia, así también Chowdhury (1993), Arize (1995), Arize *et al.* (2000), revelaron que no hubo relaciones significativas entre la volatilidad y el comercio internacional, particularmente Aristotelous (2001) no encontró ninguna evidencia que sugiriera que la volatilidad del tipo de cambio tuvo un impacto significativo en el comercio, en un mercado de capitales financieros bien desarrollados. Mientras que, De Vita y Abbot (2004) evidenciaron que incrementos en la volatilidad del tipo de cambio tuvieron un efecto inverso en el comercio en productores que fueron menos arriesgados. Esto se produce porque grandes variaciones en la volatilidad del tipo de cambio provocan mayores costos a los productores y esto se traduce en un menor volumen de exportaciones. Se puede argumentar que los exportadores tienen hasta cierto nivel las herramientas para reducir la exposición cambiaria mediante cobertura financiera, producto de la volatilidad del tipo de cambio. Por lo tanto, la relación entre la volatilidad del tipo de cambio y el comercio internacional podría entonces ser débil, o no significativa en las exportaciones.

established positive relationships between international trade and the exchange rate volatility. Other authors such as Hayakawa and Kimura (2009) showed that the volatility of the type of change discouraged the Inter-Asia Commerce; additionally, Chowdhury (1993), Arize (1995) and Arize *et al.* (2000), revealed that there were not significant relationships between the volatility and the trade international, particularly Aristotelous (2001) did not find any evidence that suggested that the volatility of the type of change had a significant impact in the trade, in a well-developed financial capital market. Meanwhile, De Vita and Abbot (2004) showed that increases in the volatility of change rate had a reverse effect in the trade in producers that were less risky. This is produced because big variations in the volatility of the rate change produce greater cost to the producers and this is translated in a lower volume of exports. It can be argued that exporters have some tools to reduce the currency exposure by using financial coverage, product of the volatility of the exchange rate. Therefore, the relationship between the exchange rate volatility and international trade could then be weak or non-significant in exports.

McKenzie (1999) analyzed several empirical situations that could be important to determine the volatility impact of the type of change in the international trade. These could be related to the period considered in the study, the countries involved, the frequency of the data and the method for the estimation of volatility.

Discovering the impact of the volatility of the exchange rate on

McKenzie (1999) analizó varias situaciones empíricas que podrían ser importantes para determinar el impacto de la volatilidad del tipo de cambio en el comercio internacional. Éstas podrían estar relacionadas con el período considerado en el estudio, los países involucrados, la frecuencia de los datos y el método de estimación de la volatilidad.

Descubrir el impacto de la volatilidad del tipo de cambio sobre las exportaciones, sería una contribución para establecer medidas que permitan manejar el riesgo cambiario de los exportadores chilenos. Es de gran importancia para establecer políticas de manejo del riesgo de las medianas y pequeñas empresas chilenas que dependen significativamente de las relaciones comerciales con diferentes clientes en el extranjero y es fundamental para la toma de decisiones, puesto que la volatilidad mide las fluctuaciones en los niveles de precios y afectan los flujos de dinero futuros de la empresa.

De manera que, el propósito de este estudio fue analizar el impacto de la volatilidad del tipo de cambio sobre las exportaciones y establecer sus efectos sobre la demanda externa y las relaciones de precios del sector frutícola chileno.

## Materiales y métodos

Para esta investigación, se utilizó un modelo básico de demanda para las exportaciones. El precio y cantidad de equilibrio se determinaron por la interacción de la oferta y la demanda. Algunos autores en trabajos previos (Arize, 1995; Sukar y Hassan, 2001;

the exports would be a contribution to establish measures that allow handling the exchange risk of the Chilean exporters. It is important to establish risk management policies of small and medium Chilean companies that significantly depend on the commercial relations with different customers abroad and is fundamental for the decision making, since volatility measures the fluctuations in terms of prices and affects the future flows of money of the company.

Therefore, the aim of this research was to analyze the impact of the volatility of the exchange rate on exports and establish its effects on the external demand and relations of prices of the Chilean fruit sector.

## Materials and methods

For this research, a basic demand model was used for exports. The price and equilibrium quantity were determined by the interaction of supply and demand. Some authors in previous researches (Arize, 1995; Sukar and Hassan 2001; Bredin *et al.*, 2003; De Vita and Abbott, 2004) assumed that the exportable demand was infinitely elastic; therefore, the export price was exogenous.

The export model of fruit offer in Chile was defined as:

$$X_t^e = f(P_t/P_t^*, Y_t^*, V_t) \quad (1)$$

Where,

$X_t^e$ : export volume of goods in prices FOB (millions of dollars) of the fruit sector in the period  $t$ .

Bredin *et al.*, 2003; De Vita y Abbott, 2004) asumieron el supuesto que la oferta exportable fue infinitamente elástica y por tanto el precio de exportación fue exógeno.

El modelo de la oferta de exportación de frutas en Chile se definió de la siguiente forma:

$$X_t^e = f(P_t/P_t^*, Y_t^*, V_t) \quad (1)$$

Donde,

$X_t^e$  : volumen de exportaciones de bienes en precios FOB (millones de dólares) del sector frutícola en el periodo t.

$P_t/P_t^*$  : representó el precio relativo o índice del tipo de cambio real observado y se definió como el tipo de cambio nominal observado multiplicado por el cociente entre la inflación externa relevante y el IPC.

$Y_t^*$  : representó a la demanda externa de productos frutícolas.

$V_t$  : fue la medida de la volatilidad del tipo de cambio nominal y estuvo representado por la desviación estándar condicional de un modelo generalizado autorregresivo de heteroscedasticidad condicional conocido como GARCH por sus siglas en inglés (Generalized Autorregresive Conditional Heteroscedasticity) propuesto por Bollerslev (1986).

El modelo explicativo de las exportaciones del sector frutícola se estimó mediante mínimos cuadrados ordinarios, redefiniendo el modelo (1) mediante los logaritmos naturales de las variables explicativas.

$$\ln X_t^e = \beta_0 + \beta_1 \ln(P_t/P_t^*) + \beta_2 \ln Y_t^* + \beta_3 V_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$P_t/P_t^*$  : represented the relative price or index of the current exchange rate observed and is defined as the nominal type of change observed multiplied by the ratio between the external relevant inflation and the IPC.

$Y_t^*$  : represented the external demand of fruit products.

$V_t$  : was the measure of the volatility of the exchange nominal rate and was represented by the conditional standard deviation of a generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model proposed by Bollerslev (1986).

The explanatory model of exports of the fruit sector is estimated using the ordinary minimum square, redefining the model (1) with the natural logarithms of the explanatory variable.

$$\ln X_t^e = \beta_0 + \beta_1 \ln(P_t/P_t^*) + \beta_2 \ln Y_t^* + \beta_3 V_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Where,

$\varepsilon_t$  : was a stochastic error term.

$V_t$  : was the volatility of the nominal exchange rate (equation 3). According to the economic theory with regard to the international trade, is established that an increase in the relative prices must reduce exports, while the pressure of the external demand should affect positively the exports, therefore  $\beta_1 < 0$  and  $\beta_2 > 0$ .

$\beta_3$  : factor that unknowns a priori the sign and magnitude because there was not a clear relationship of the volatility effects of the exchange rate in the international trade.

The empirical development of the equation (2) was performed based on

Donde,

$\varepsilon_t$  : fue un término de error estocástico.

$V_t$ : fue la volatilidad del tipo de cambio nominal (ecuación 3).

De acuerdo a la teoría económica con respecto al comercio internacional, se establece que un aumento en los precios relativos debe disminuir las exportaciones, mientras que la presión de la demanda externa debería afectar positivamente las exportaciones, por lo tanto,  $\beta_1 < 0$  y  $\beta_2 > 0$ .

$\beta_3$ : factor que se desconoce a priori el signo y magnitud porque no hubo una relación clara de los efectos de la volatilidad del tipo de cambio en el comercio internacional.

El desarrollo empírico de la ecuación (2) fue realizado con base a la información mensual de las exportaciones del sector frutícola de los rubros: uva (*Vitis vinifera*), manzana (*Malus domestica*), arándano (*Vaccinium myrtillus*), kiwi (*Actinidia deliciosa*), ciruela (*Prunus domestica*), cereza (*Prunus cerasus*), palta (*Persea americana*) y otros expresados en millones de dólares en precios FOB (Free on Board), de acuerdo a la base de datos del Banco Central de Chile, desde enero del año 2003 hasta diciembre de 2013, correspondieron a 132 observaciones. Con relación al índice de precios del tipo de cambio real observado se definió como el tipo de cambio nominal observado multiplicado por el cociente entre la inflación externa relevante y el índice de precios del consumidor (IPC).

La inflación externa se calculó con los índices de precios al por mayor (IPM), expresados en dólares o con el IPC en caso de no estar

the monthly information of exports of the fruit sector of products: grape (*Vitis vinifera*), apple (*Malus domestica*), blueberry (*Vaccinium myrtillus*), kiwi (*Actinidia deliciosa*), plum (*Prunus domestica*), cherry (*Prunus cerasus*), avocado (*Persea americana*) and others expressed in millions of dollars in prices FOB (free on board), according to the database of the Central Bank of Chile, from January 2003 until December 2013, corresponded to 132 observations. In relation to the index of prices of the current exchange rate observed it was defined as the nominal exchange rate observed multiplied by the ratio between the relevant external inflation and the index of prices of the consumer (IPC).

The external inflation was calculated with the wholesale price indexes (IPM), expressed in dollars or with the IPC in case of the unavailability of the IPM of the main commercial partners, weighing them by the relative importance of the imports and exports -excluding oil and copper- that Chile carried out. Both the IPM and the countries exchange rate were incorporated in the form of monthly variations. Relevant external demand for fruit producers was obtained from the databases of Central Bank of Chile and was formed by the import of the major economies of the world such as the United States (E.E.U.U.), the European Union (EU), China, Japan and South Korea.

There are different models for modeling and predicting the volatility of a variable that changes with the time, subjected to enormous theoretical and empirical research



disponible el IPM de los principales socios comerciales, ponderándolos por la importancia relativa de las importaciones y exportaciones -excluyendo petróleo y cobre- que Chile realizó desde ellos. Tanto los IPM como los tipos de cambio de los países se incorporaron en forma de variaciones mensuales. La demanda externa relevante para los productores de frutas fue obtenida de las bases de datos de Banco Central de Chile y estuvo formada por la importación de las mayores economías del mundo Estados Unidos (E.E.U.U), la Unión Europea (UE), China, Japón y Corea del Sur.

Existen diversos modelos para la modelación y la predicción de la volatilidad de una variable que cambia a través del tiempo, lo cual ha sido objeto de enorme investigación empírica y teórica en la última década por académicos y profesionales. La volatilidad se expresó mediante la desviación estándar tradicionalmente se ha utilizado la desviación estándar promedio, aunque hay evidencia que sugiere modelos autorregresivos de heteroscedasticidad condicional para medir la volatilidad (Akgiray, 1989; Chu y Freund, 1996).

Para analizar la medida de la volatilidad considerada se utilizó la desviación estándar condicional del tipo de cambio nominal, partiendo de un modelo generalizado autorregresivo de heteroscedasticidad condicional (GARCH) y suponiendo que el proceso de la tasa de cambio nominal siguió un paseo aleatorio con media y varianza variable en el tiempo, basado en el modelo ARCH (Autorregresive Conditional Heteroscedasticity).

in the last decade by academics and professionals. The volatility is expressed through the standard deviation and the average standard deviation has been traditionally used, although there is evidence that suggests autoregressive conditional heteroscedasticity model to measure the volatility (Akgiray, 1989; Chu and Freund, 1996).

For analyzing the measure of the volatility considered it was used the conditional standard deviation of the nominal exchange rate, starting from a generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model (GARCH) and assuming that the process of the nominal exchange rate followed by variance variable in the time, based in the model ARCH (autoregressive conditional heteroscedasticity).

The GARCH model was proposed by Bollerslev in 1986 as a methodology to describe some volatility over the time and that allowed making estimations of the future behavior of the volatility. This model establishes that the conditional variance depends not only of the delayed disturbances ( $q$ ), but also in the own values behind the conditional variance ( $p$ ). The representation of the GARCH model ( $p, q$ ) was the following:

$$y_t = \mu + \mu_t,$$

$$\mu_t = \varepsilon_t h_t^{1/2}, \varepsilon_t | I_{t-1} \sim N[0,1],$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \mu_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}, t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

Where:

$y_t$  : represented the first difference in the natural logarithm of the

El modelo GARCH fue propuesto por Bollerslev en 1986 como una metodología para describir la volatilidad de una serie a través del tiempo y que ha permitido hacer las estimaciones del comportamiento futuro de la volatilidad. Este modelo establece que la varianza condicional depende no solo de las perturbaciones retardadas ( $q$ ), sino también en sus propios valores rezagados de la varianza condicional ( $p$ ).

La representación del modelo GARCH ( $p$ ,  $q$ ) fue la siguiente:

$$y_t = \mu + \mu_t,$$

$$\mu_t = \varepsilon_t h_t^{1/2}, \varepsilon_t | I_{t-1} \sim N[0, 1],$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \mu_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}, t = 1, \dots, T, \quad (3)$$

Donde:

$y_t$ : representó la primera diferencia en el logaritmo natural del tipo de cambio nominal,  $\mu$  fue la media condicional de  $y_t$ . Asumiendo  $\varepsilon_t \sim N[0, 1]$  para todos los  $t$  dado  $\mu_t \sim N[0, h_t]$  de modo que  $y_t$  fue condicional en el pasado y fue normal ( $I_{t-1}$ ), pero heteroscedastica.

La estimación de la ecuación (3) se realizó por máxima verosimilitud y se obtuvieron las estimaciones de los parámetros,  $\mu, \alpha_0, \alpha_i (i = 1, \dots, q)$  y  $\beta_j (j = 1, \dots, p)$ , y de igual manera la varianza condicional ( $h_t$ ). Para el caso de la varianza condicional no debe ser negativa y exige que  $\alpha_0 \geq 0, \alpha_i \geq 0 (i = 1, \dots, q)$ , y  $\beta_j \geq 0 (j = 1, \dots, p)$ . Los valores de  $p$  y  $q$  se pueden obtener con base a la relación de máxima verosimilitud.

nominal exchange rate,  $\mu$  was the conditional mean of  $y_t$ . Assuming  $\varepsilon_t \sim N[0, 1]$  for all  $t$  given  $\mu_t \sim N[0, h_t]$  that was conditional in the past and was normal ( $y_t$ ), but heteroscedastic.

The estimation of the equation (3) was carried out by maximum likelihood and the estimation of the parameters were obtained,  $\mu, \alpha_0, \alpha_i (i = 1, \dots, q)$  and  $\beta_j (j = 1, \dots, p)$  as well as the conditional variance ( $h_t$ ). In the case of the conditional variance it must not be negative and demands that  $\alpha_0 \geq 0, \alpha_i \geq 0 (i = 1, \dots, q)$ , and  $\beta_j \geq 0 (j = 1, \dots, p)$ ,  $p$  values and those that can be obtained based on the relationship of maximum likelihood.

## Results and discussion

The descriptive results of the variables used in the research are shown on table 1. These indicated that imports from the countries considered had higher rates of exchange than exports from Chile during the study period, provoked by the greater possibilities of importing countries to purchase products in other producing nations. On the other hand, the monthly average of the volatility of the exchange rate was 2.91%, equivalent to 10.1% annual. The conditional standard deviation of table 1 was estimated from the GARCH model (1.1) for the nominal exchange rate during the period under study (January 2003 - December 2013), according to the media and the conditional variance that is shown:

## Resultados y discusión

Los resultados descriptivos de las variables que integran la investigación están contenidos en el cuadro 1. Estos indicaron que las importaciones de los países considerados presentaron mayores tasas de cambio que las exportaciones de Chile durante el periodo de estudio, provocado por las mayores posibilidades que poseen los países importadores de adquirir productos en otras naciones productoras. Por otra parte, la media mensual de la volatilidad del tipo de cambio fue un 2,91% y equivalente a un 10,1% anual.

La desviación estándar condicional del cuadro 1 se estimó del modelo GARCH (1,1) para el tipo de cambio nominal durante el período en estudio (enero 2003-diciembre 2013), de acuerdo a la media y a la varianza condicional que se muestra a continuación:

### Media condicional (ecuación principal)

$$\hat{y}_t = -0,003466 + \mu_t \quad (4)$$

(0,1656)

### Conditional mean (main equation)

$$\hat{y}_t = -0,003466 + \mu_t \quad (4)$$

0.1656)

### Conditional variable

$$\hat{h}_t = 0,00006689 + 0,1525\mu_{t-1}^2 + 0,7780h_{t-1} \quad (5)$$

(0.1122) (0.0019) (0.0000)

The values in parentheses have the p values (p value represented a statistical significant measure and indicates the probability of accepting the error of rejecting the null hypothesis). L represented the value of maximum likelihood for the model

$$L = 288,88 \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 = 0,93$$

ARCH was the test of Engle (1982) for the second generalized autoregressive conditional heteroscedasticity order in the residues.

$$\text{ARCH: } F [2.127] = 0.224156 (0.7995)$$

PORTM was the test of the serial correlation

$$\text{PORTM: } \chi^2 [12] = 4.0879 (0.982)$$

## Cuadro 1. Estadística descriptiva de las variables del modelo.

Table 1. Descriptive statistical of the model variables.

	Ln (exp)	Ln (LPP)	Ln (Y)	Sd
Media	5,32	4,55	4,98	0,03
Desviación estándar	0,73	0,06	0,83	0,01
Máximo	6,56	4,69	6,42	0,07
Mínimo	3,95	4,44	3,49	0,02

Fuente: elaboración propia.

## Varianza condicional

$$\hat{h}_t = 0,00006689 + 0,1525\mu_{t-1}^2 + 0,7780h_{t-1} \quad (5)$$

(0,1122) (0,0019) (0,0000)

Los valores dentro de los paréntesis contienen los valores de p (valor p representó una medida de significancia estadística e indica la probabilidad de aceptar el cometer el error de rechazar la hipótesis nula).

L representó el valor de máxima verosimilitud del modelo

$$L = 288,88 \hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 = 0,93$$

ARCH fue la prueba de Engle (1982) para el segundo orden autorregresivo de heterocedasticidad condicional en los residuos.

$$\text{ARCH: } F[2,127] = 0,224156 (0,7995)$$

PORTM fue la prueba de correlación serial

$$\text{PORTM: } \chi^2[12] = 4,0879 (0,982)$$

Los valores estimados de  $\alpha_1$  y  $\beta_1$  en la ecuación (5) fueron significativos al nivel de 1%, de acuerdo a los valores p obtenidos 0,0019 y 0,0000, respectivamente. Pero, no resultó significativo el valor de  $\alpha_0$  y la media condicional  $\mu$  en la ecuación (4). La prueba de diagnóstico ARCH indicó que la ecuación de la varianza estuvo bien especificada dado que el valor p (0,7995) no resultó ser significativo al 5% de acuerdo a las especificaciones que se definieron para el modelo (EViews 8, 2013) y la ausencia de correlación serial (PORTM) en los residuos implicó que no hubo ninguna

The estimated values of  $\alpha_1$  and  $\beta_1$  in the equation (5) were significant at the 1% level, according to the p values obtained 0.0019 and 0.0000, respectively. However, the  $\alpha_0$  value and the conditional mean  $\mu$  were not significant (4). ARCH diagnostic test indicated that the variance equation was well specified since the p value (0.7995) was not significant at 5% according to the specifications defined for the model (Eviews 8, 2013) and the absence of serial correlation (PORTM) in the residues implied that there was no need to adjust at a superior GARCH model data.

Regarding the estimation analysis of the equation  $\hat{V}_t = \hat{h}_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1\hat{\mu}_{t-1}^2 + \hat{\beta}_1\hat{h}_{t-1}$  (3), figure 1 showed the nominal commerce exchange during the sampling period and the conditional variance of the rate exchange obtained from the estimation. It was clearly observed volatility increment on the exchange rate from 2008 to 2010, as the result of the financial crisis occurred in the United States during that same period, affecting the income of Chilean fruit producers since there was a greater uncertainty in the future exchange rate of transactions. This agreed to McKenzie (1999), who established that there were variable such as the countries involved and empirical situations that could be important to determine the impact of the volatility of the exchange rate in the international trade.

### Demand model

To estimate the demand model the exports of Chilean fruits were initially evaluated to cover the totality of the sample and the separation

necesidad de ajustar un modelo GARCH de orden superior a los datos.

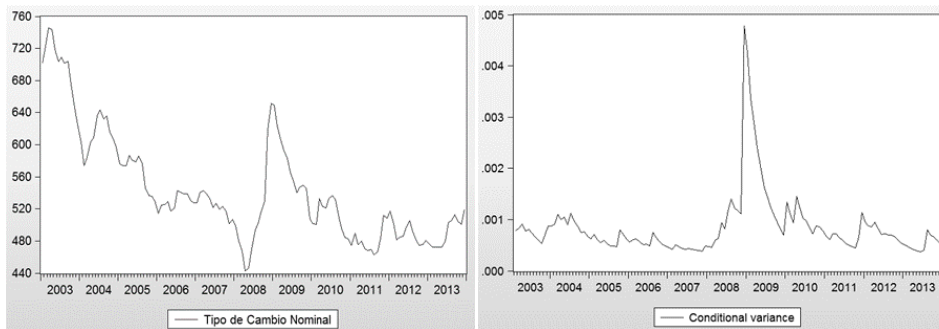
En cuanto al análisis de la estimación de la ecuación  $\hat{V}_t = \hat{h}_t = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 \hat{\mu}_{t-1}^2 + \hat{\beta}_1 \hat{h}_{t-1}$ , (3) la figura 1 mostró el tipo de cambio de comercio nominal durante el período de muestra y la varianza condicional del tipo de cambio obtenido de esa estimación. Se observó claramente un aumento de la volatilidad del tipo de cambio durante el periodo entre 2008 a 2010, producto de la crisis financiera ocurrida en los Estados Unidos durante ese mismo periodo, afectando los ingresos de los productores frutícolas chilenos dado que existió una mayor incertidumbre en el tipo de cambio futuro de las transacciones. Esto coincidió con el estudio de McKenzie (1999), donde estableció que hubo variables como los países involucrados y situaciones empíricas que podrían ser importantes para determinar el impacto de la volatilidad del tipo de cambio en el comercio internacional.

of the sample into three periods as presented in table 1. Considering the totality of the data referred to the period 2003-2013, it could be affirmed that the distribution of the data was not normal since the p value was significant at 5%, and according to Jarque-Bera test it should not be significant, if the residues were distributed normally. However, if the analysis was performed separately it was observed that three-year prices were distributed normally according to the p value obtained in each of those periods, since these were not significant at 5% of trustability.

Regarding the results of the export demand models of the Chilean fruit sector according to the equation (2), it is observed the model that considered as independent variable the standard deviation by being the most representative of the risk than the variance itself.

**Figura 1: tipo de cambio nominal (USD/CLP) y varianza condicional.**

**Figure 1: Nominal Exchange type (USD/CLP) and conditional variance.**



Fuente: elaboración propia a partir de EViews.

### Modelo de demanda

Para estimar el modelo de demanda se evaluó inicialmente las exportaciones de fruta chilena para la totalidad de la muestra y la separación de la muestra en tres períodos como se reflejaron en el cuadro 2. Al considerar la totalidad de los datos referidos al período 2003-2013, se podría afirmar que la distribución de los datos no fue normal puesto que el valor de  $p$  resultó significativo en un 5% y de acuerdo a la prueba de Jarque-Bera no debería ser significativa, si los residuos se distribuyeron de manera normal. Sin embargo, si el análisis se realizó por separado se observó que los precios por trienio se distribuyeron de manera normal de acuerdo al valor  $p$  obtenido en cada uno de esos periodos, ya que los mismos no resultaron significativos al 5% de confianza (cuadro 2).

En cuanto a los resultados de los modelos de demanda de las exportaciones del sector frutícola chileno de acuerdo a la ecuación (2), se observa el modelo que consideró como variable independiente la desviación estándar, por ser ésta más representativa del riesgo que la misma varianza (cuadro 3).

En lo que respecta al modelo de la ecuación (2), tanto la variable de demanda externa ( $Y_t^*$ ) como la relación de precios ( $P_t/P_t^*$ ) resultaron ser significativos al nivel del 1%, mientras que la varianza condicional ( $V_t$ ) resultó significativo al 10%. En cuanto a los coeficientes de volatilidad medido por la desviación estándar ( $V_t$ ) igual a 2,621, en el modelo, resultó ser positivo además fue significativo al 10%, lo cual permitió inferir que la volatilidad

Regarding the equation model (2), the variable of external demand ( $Y_t^*$ ) and price relationship ( $P_t/P_t^*$ ) were significant at 1%, meanwhile the conditional variance ( $V_t$ ) was significant at 10%. In terms of the volatility coefficients measured by the standard deviation ( $V_t$ ) equal to 2.621, in the model, it turned out to be positive and also significant at 10%, which allowed inferring that the volatility of the exchange rate had a positive impact on fruit exports, results that agreed with other researchers such as Franke (1991), Sercu (1992) and Viaene and De Vries (1992).

On the other hand, while analyzing the coefficient signs it could be inferred that exports of Chilean fruit sector showed an inverse relationship with price levels by a negative sign, while the effect of external demand on exports was positive according to the sign of their coefficients. Additionally, there was a direct relationship between the exchange rate volatility and export levels of the Chilean fruit sector, and this could be sustained because exporters weathered the risk of the exchange rate and also because there was not a formal financial derivatives capital market to cover the transaction exposure.

A remarkable result of the model was the kindness of the adjustment represented by the statistical value  $R^2$  (0.97), explaining the greater part of the exports variations of the fruit sector. However, according to the regression model, it was observed that the residues were not homogeneous in the interior of the sample, and this is mainly explained because within the regression model an

**Cuadro 2. Comportamiento estadístico de las exportaciones del sector frutícola chileno.****Table 2. Statistical behavior of exporting of the Chilean fruit sector.**

Periodo	Media	Desviación estándar	Asimetría	Curtosis	Prueba de Jarque-Bera	Valor de p	Obser.
2003-2013	5,32	0,74	-0,2321	1,9003	7,84	0,0199	132
2003-2006	4,94	0,70	-0,0026	1,4519	4,79	0,0910	48
2007-2010	5,41	0,66	-0,3257	1,9347	3,12	0,2103	48
2011-2013	5,72	0,65	-0,3834	1,7588	3,19	0,2026	36

Fuente: elaboración propia. Obser.= número de observaciones.

**Cuadro 3. Modelo de demanda para el sector frutícola chileno.****Table 3. Demand model for the Chilean fruit sector.**

$X_t^e$	Modelo
	$X_t^e = 4,636 - 0,800(P_t/P_t^*) + 0,855Y_t^* + 2,621Sd_t + \varepsilon_t$
$Y_t^*$	0,855 [0,013]***
$P_t/P_t^*$	-0,800[0,205]***
$Sd_t$	2,621 [1,426]*
$\beta_0$	4,636 [0,942]***
F statistic	1.706,78
N	132
R-squared	0,97
$\overline{VIF}$	1,128111
Jarque-Bera	2,038491

\* p&lt;0,1; \*\* p&lt;0,05; \*\*\* p&lt;0,01 Los corchetes [...] contiene el error estándar.

del tipo de cambio tuvo un impacto positivo en las exportaciones de fruta, resultados que coincidieron con otros investigadores como Franke (1991), Sercu (1992) y Viaene y De Vries (1992).

Por otro lado, al analizar los signos de los coeficientes se podría inferir que

explanatory heterogeneous variable (standard deviation) was added.

In relation to the normality of residues, the diagnosis was carried out using the Jarque-Bera test with a value of 2,038491, indicating that the normality hypothesis of residues was accepted at a 5% significance level.

las exportaciones del sector frutícola chileno mostraron una relación inversa con los niveles de precios por presentar un signo negativo, mientras que el efecto de la demanda externa sobre las exportaciones resultó positivo de acuerdo al signo de sus coeficientes. Además se observó una relación directa entre la volatilidad de tipo de cambio y los niveles de exportaciones del sector frutícola chileno, y esto podría sustentarse porque los exportadores resistieron el riesgo de tipo de cambio y además porque no hubo un mercado de capitales de derivados financieros formales para cubrir la exposición de transacción, resultados similares dentro de la literatura.

Un resultado notable del modelo fue la bondad de ajuste representado por el valor del estadístico  $R^2$  (0,97), explicando la mayor parte de las variaciones de las exportaciones del sector frutícola. No obstante, de acuerdo al modelo de regresión, se evidenció la existencia de que los residuos no fueron homogéneos al interior de la muestra, siendo esto explicado principalmente porque dentro del modelo de regresión se agregó una variable explicativa (desviación estándar) que por su naturaleza fue heterogénea.

Con relación a la normalidad de los residuos, el diagnóstico se realizó mediante el test Jarque-Bera que entregó un valor de 2,038491, indicando que se aceptó la hipótesis de normalidad de los residuos a un nivel del 5% de significancia.

Hubo evidencia para afirmar que las variables independientes no presentaron un alto nivel de relación

There was evidence to affirm that independent variables did not present a high relationship level among them because the value of (VIF) of the inflation factor of the variance was lower to 10 for the model 1,128111, demonstrating that the regression model did not present evidence of multicollinearity.

The estimated model indicated that the variables with more impact on exports of the Chilean fruit sector were the relations of prices and the external demand, since these were highly significant variables. The variable of the volatility of the exchange rate was present at a lower extent, measured by the standard deviation, since these were significant at 10%.

The exports of the fruit sector presented a positive relationship with the volatility of the exchange rate, since the market of Chilean capital did not allow the risk coverage of local transaction by a formal market, there was only the opportunity to indicate that there were contracts at terms with financial entities to cover the variations of the exchange rate, which explained why the exporters were affected by the volatility of the exchange rate; however, these producers presented an internal market that could claim part of their production, generating a possibility of covering them to the variations of the exchange rate.

The volatility of the exchange rate can be considered as an exogenous variable in the demand model and when performing the transactions it



entre ellas porque el valor del factor de inflación de la varianza (VIF) fue menor a 10 para el modelo 1,128111, demostrándose que el modelo de regresión no presentó indicios de multicolinealidad.

El modelo estimado indicó que las variables de mayor impacto sobre las exportaciones del sector frutícola chileno fueron las relaciones de precios y la demanda externa, dado que fueron variables altamente significativas. En menor medida lo fue la variable volatilidad del tipo de cambio, medido por la desviación estándar, dado que fueron significativas al 10%.

Las exportaciones del sector frutícola presentaron una relación positiva con la volatilidad del tipo de cambio, esto se debió a que el mercado de capitales chileno no permitió la cobertura del riesgo de transacción a nivel local mediante un mercado formal, solo se pudo indicar que hubo contratos a plazo con entidades financieras para cubrirse antes las variaciones del tipo de cambio, lo cual explicó porque los exportadores se vieron afectados por la volatilidad del tipo de cambio; sin embargo, estos productores presentaron un mercado interno que podría demandar parte de su producción, generando una posibilidad de cubrirse ante las variaciones del tipo de cambio.

La volatilidad del tipo de cambio se podría considerar como una variable exógena en el modelo de demanda y al realizar transacciones se consideró constante y poco relevante para la toma de la decisión.

was considered constant and little relevant for the decision making.

## Conclusion

The greater impact on the fruit exports is determined by the index of relative prices, the external demand and by the volatility of the nominal exchange rate. The exports have a negative relationship with the level of prices and positive with the external demand and the volatility of the exchange rate.

Chilean exporters are affected by the variations of the exchange type by the lack of a capital market of formal financial derivatives to cover the exhibition of transaction, reason for which most of the participants of the fruit market trade locally, and only a small part of producers trade internationally. Hence, it is necessary that financial institutions in the country, increase the offer and diversity of coverage contracts, which acting as a pricing guardian would allow producers to manage the fluctuations of prices of the exchange type; thus, anticipating the expected incomes of the business. Losses and gains of such contracts can perfectly be settled by compensation among the groups.

Based on the results, the exporters assume the exposure cost of the short-term transaction, since they can get better prices abroad than in the local market and consider that this price covers the exchange rate volatility.

## Conclusiones

El mayor impacto sobre las exportaciones frutícolas está determinado por el índice de precios relativos, la demanda externa y por la volatilidad del tipo de cambio nominal. Las exportaciones presentan una relación negativa con el nivel de precios y positiva con la demanda externa y la volatilidad del tipo de cambio.

Los exportadores chilenos se ven afectados a las variaciones del tipo de cambio por no existir un mercado de capitales de derivados financieros formal para cubrir la exposición de transacción, razón por la cual los participantes del mercado frutícola en su mayoría comercian a nivel local, y solo una parte pequeña de productores realizan comercio internacional. Por ello, es necesario que las instituciones financieras en el país, aumenten la oferta y diversidad de contratos de cobertura, los que al actuar como seguro de precio permitiría a los productores gestionar las fluctuaciones de los precios del tipo de cambio, anticipando de mejor forma los ingresos y utilidades esperadas del negocio. Las pérdidas y ganancias de tales contratos se pueden perfectamente liquidar por compensación entre las partes.

Con base a los resultados, los exportadores asumen el costo de la exposición de transacción en el corto plazo, ya que pueden obtener mejores precios en el exterior que en el mercado local y consideran que este precio cubre la volatilidad del tipo de cambio.

It is recommended to analyze a greater amount of industrial sectors and the trade levels among the Chilean exporters and each one of the commercial partners by separate, with the purpose of determine if there is a relationship between the type of change nominal and them transactions commercial between different commercial partners of Chile.

*End of English version*

---

Se recomienda analizar una mayor cantidad de sectores industriales y los niveles de comercio entre los exportadores chilenos y cada uno de los socios comerciales por separado, con la finalidad de determinar si existe una relación entre el tipo de cambio nominal y las transacciones comerciales entre diferentes socios comerciales de Chile.

## Literatura citada

- Akgiray, V. 1989. Conditional Heteroscedasticity in time series of stock returns: Evidence and forecasts. *The journal of business* 62:55-80
- Aristotelous, K. 2001. Exchange rate volatility, exchange rate regime, and trade volume: Evidence from the UK-US export function (1889-1999). *Economics Letters* 72:87-94.
- Arize, A.C. 1995. The effects of exchange rate volatility on US exports: An empirical investigation. *Southern Economic Journal* 62:34-43.
- Arize, A.C., T. Osang and D.J. Slottje. 2000. Exchange rate volatility and foreign trade: Evidence from thirteen LDCs.

Journal of Business & Economic Statistics 18:10-17.

- Bollerslev, T. 1986. Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity. *Journal of Econometrics* 31:307-327.,
- Bredin, D., S. Fountas and E. Murphy. 2003. An empirical analysis of short-run and long-run Irish export functions: does exchange rate volatility matter? *International Review of Applied Economics* 17:193-208.
- Chowdhury, A.R. 1993. Does exchange rate volatility depress trade flows?. Evidence from error-correction models. *Review of Economics and Statistics* 75:700-706.
- Chu, S and Freund, S. 1996. Volatility estimation for stock index options: A GARCH approach. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 36: 431-450.
- De Vita, G. and A. Abbott. 2004. The impact of exchange rate volatility on UK exports to EU countries. *Scottish Journal of Political Economy* 51:62-81.
- Engle, R.F. 1982. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica* 50:987-1007.
- Ethier, W. 1973. International trade and the forward exchange market. *American Economic Review* 63:494-503.
- EViews 8 User's Guide II. 2013. Chapter 7. ARCH and GARCH. Online: [www.eviews.com](http://www.eviews.com).
- Franke, G. 1991. Exchange rate volatility and international trading strategy. *Journal of International Money and Finance* 10:292-307.
- Hayakawa, K. and F. Kimura. 2009. The effect of exchange rate volatility on international trade in East Asia. *Journal of the Japanese and International Economies* 23:395-406.
- Hooper, P. and S. Kohlhagen. 1978. The effect of exchange rate uncertainty on the prices and volume of international trade. *Journal of International Economics* 8:483-511.
- McKenzie, M.D. 1999. The impact of exchange rate volatility on international trade flows. *Journal of Economic Surveys* 13:71-106.
- Ozturk, I. 2006. Exchange rate volatility and trade: a literature survey. *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies* 3(1):87-92.
- Sercu, P. 1992. Exchange rates, exposure and the option to trade. *Journal of International Money and Finance* 11:579-593.
- Sukar, A.H. and S. Hassan. 2001. US exports and time-varying volatility of real exchange rate. *Global Finance Journal* 12:109-119.
- Viaene, J.M. and C.G. de Vries 1992. International trade and exchange rate volatility. *European Economic Review* 36:1311-1321.