

**Macroeconomía y Ciencia de los Datos**  
**Informe trabajo final IPC**  
**Magister en Data Science,**  
**Instituto Data Science,**  
**Universidad del Desarrollo.**

**Profesores:**

Ismael Botti \_Python  
Mercedes Haga\_Macroeconomía

**Autores:**

Alfaro. C     [calfaronet@gmail.com](mailto:calfaronet@gmail.com)  
Briceño. H   [hebriceno@uc.cl](mailto:hebriceno@uc.cl)  
Rovai. M     [mjrovai@gmail.com](mailto:mjrovai@gmail.com)  
Sacasa. M.   [sacasamanue@gmail.com](mailto:sacasamanue@gmail.com)

Santiago, Septiembre 2018

## **1\_Introducción**

Las variables macroeconómicas son los indicadores que toma en cuenta un país para poder comprender su realidad económica con relación a los demás países. Hay muchas variables macroeconómicas, generando cada una de ellas información fundamental para promover el desarrollo de una nación, en función de sus actividades internas y de su vinculación con el resto del mundo.

Dentro de las grandes variables macroeconómicas, podemos citar: el PIB, la tasa de desempleo y la tasa de inflación. Es importante mencionar que hay varias formas de medir la inflación; una de éstas es a través del Índice de Precios al Consumidor

(IPC). Éste índice se refiere al cambio promedio del valor de los precios de los bienes y servicios al momento de ser adquiridos por el consumidor, en un período determinado. En otras palabras, el IPC es una medida ponderada por el precio de los productos de una cesta de bienes y servicios definidos en una serie de tiempo.

Para calcular el IPC se siguen cuatro pasos básicos. El primero es fijar una cesta de productos, el segundo es recoger la información de los precios de los productos en una serie de tiempo, el tercero calcular el costo de la cesta en los diferentes momentos de tiempos y por último se elige un año base para comparar esto y se calcula el costo de la cesta para las diferentes se-

ries de tiempo. El cálculo del IPC tiene como principal funcionalidad monitorear la evolución de los precios de consumo a lo largo del tiempo (inflación) puesto que su comportamiento impacta en la calidad de vida de los consumidores, ya que trata de equilibrar el poder adquisitivo con respecto a las rentas en cada país. En el caso de Chile la canasta del IPC base esta ponderada desde 2013 (Base=100) y está formada por 41 Grupos, 88 Clases, 137 Subclases y 321 Productos. Dentro de esta cesta existen bienes y servicios. En este trabajo se realizará el cálculo del IPC basado en productos de la cesta de productos seleccionados de la Oficina de estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura de Chile (ODEPA), que se compone primordialmente de productos alimenticios monitoreando los precios al consumidor en los supermercados, para calcular el IPC con base noviembre 2014 = 100 y la inflación mensual y anual.

## 2\_Calculo del IPC

La cesta definida por disponibilidad de data en la ODEPA y sus respectivos ponderadores ( $W_{ODEPA}$ ), basados en datos de la INE ( $W_{INE}$ ) se componen por:

PRODUCTO	$W_{INE}$	$W_{ODEPA}$
Aceite	0.59	02.53
Azúcar	0.94	04.03
Carnes	4.38	18.81
Cereales	3.91	16.80
Frutas	0.94	04.03
Harina	0.68	02.92
Hortalizas	2.64	11.34
Huevos	0.33	01.42
Lácteos	2.32	09.97
Legumbres	2.64	11.34
Pan	3.91	16.80

Los ponderadores  $W_{INE}$ , fueron obtenidos directamente de los *Ponderadores 2013* de las “Clases” que hacen parte del “Grupo” “Alimentos” del INE (INE - Manual Metodológico IPC Base 2013, página 52). Los ponderadores  $W_{ODEPA}$  por su vez, son una normalización de los ponderadores del INE, dando como un resultado sumado de 100.

De dichos productos se extraen la data estableciendo sus respectivas variedades, precios y periodos de tiempo (2014-10/2018-07). Una vez establecida la cesta de productos, sus variedades, precios y periodo de monitoreo, el IPC se calculó ba-

sándose en una serie de tiempo dada por la siguiente ecuación:

$$IPC_t = \left[ \sum_{i=1}^N \frac{p_i^t}{p_i^0} w_i \right] 100 \quad (1)$$

Y la variación de productos viene dado por:

$$p_i^t = \prod_{j=1}^n \left( \frac{v_j^t}{v_j^{t-1}} \right)^{1/t} \quad (2)$$

La cual se compone por los siguientes parámetros:

- $p_i^t$  = precio del producto  $i$  en el momento  $t$
- $p_i^0$  = precio del producto  $i$  en el mes base (noviembre 2014) - Base 100
- $w_i$  = ponderación del producto  $i$  en la canasta.
- $N$  = número de productos
- $v_i^t$  = precio de la variedad  $i$  en el momento  $t$
- $n$  = número de variedades

Los parámetros (variedades, precio, etc.) en nuestro trabajo son correspondientes para la región Metropolitana y la región de Arica, además son monitoreados para supermercado. Datos faltantes en las bases de ODEPA, fueron substituidos por valores mas próximos del mismo producto (o su variedad) en el tiempo. Con respecto a la

región Metropolitana se realiza igualmente el cálculo para cinco sectores (Centro, Sur, Poniente, Oriente y Norte).

Una vez establecidas las reglas de juego se pasó a producción el cálculo del IPC, teniendo el primer paso bajar las bases de datos de todos los productos en la ODEPA. Organizada la data se procedió a realizar la programación en *Python* para el cálculo del IPC. Dicha programación se basó en construir esta serie de tiempo con los parámetros indicados. Una vez programado se procedió a la carga de la data y el consiguiente cálculo del IPC.

Para el cálculo de *IPC Especial de Alimentos ODEPA*, la programación se dividió en:

1. Carga y limpieza de los datos de ODEPA por región. Llevando en consideración los precios promedio para cada producto y sus variaciones ( $v_i^t$ ).
2. Para cada tipo de producto que pose "Variedades" (por ejemplo "Palta Hass Primera y Palta Hass Segunda), se pasa a hacer la media de sus precios promedio, para se obtener una única variedad única ("Palta")
3. Se determina para cada Producto de la canasta (ej. "Frutas") sus varia-

des (Ej. Palta, Naranja, Pera, etc.) y el “n” (número de variedades)

4. Para cada variación (“n”) de producto se calcula por la fórmula (2), la variación ( $v_j^t / v_j^{t-1}$ ) y en seguida su media geométrica, resultando en una tabla con los “N” valores de ( $p_i^t$ ), donde N es el número de productos de la canasta, en este caso 11.
5. A partir de los ponderadores  $W_{INE}$  se calcula los ponderadores  $W_{ODEPA}$  ( $w_i$ ).
6. Se determina el  $p_0^i$  = precio del producto i en el mes base (noviembre 2014), que es la línea 2 de la tabla obtenida en el paso 4 arriba.
7. Una vez obtenidos  $p_i^t$ ,  $p_0^i$  y  $w_i$  se pasa a calcular el IPC para cada región, basado en la fórmula (1).
8. Con los IPCs por región se concatena los mismos en una tabla única, llamada ipc.

Como trabajo extra se utilizaron herramientas de Machine Learning para una comparación precisa a partir de la data recabada y el cálculo realizado, cuanta diferencia existe en una misma región con respecto a sus diferentes sectores.

### 3\_Cálculo de la inflación

Una vez que tenemos bajado de ODEPA la serie de precios en el tiempo, se puede calcular la inflación en relación a un determinado período de tiempo. Por ejemplo:

$$\text{Inflación\_mensual} = \frac{(P^t - P^{t-1})}{P^{t-1}} * 100 \quad \text{o}$$

$$\text{Inflación\_mensual} = \left( \frac{P^t}{P^{t-1}} - 1 \right) * 100 \quad (3)$$

y

$$\text{Inflación\_anual} = \frac{(P^t - P^{t-12})}{P^{t-12}} * 100 \quad \text{o}$$

$$\text{Inflación\_anual} = \left( \frac{P^t}{P^{t-12}} - 1 \right) * 100 \quad (4)$$

Donde:

- $P^t$  es el precio del producto en un instante de tiempo t;
- $P^{t-1}$  es el precio de este producto en el mes anterior y
- $P^{t-12}$  el precio en un intervalo de 12 meses.

Observe que, para el cálculo de la inflación de un producto, se debe tener en consideración la media geométrica de sus variaciones.

Por ejemplo, tomemos los precios de la variación de las frutas para la región de Arica, como muestra la figura 1:

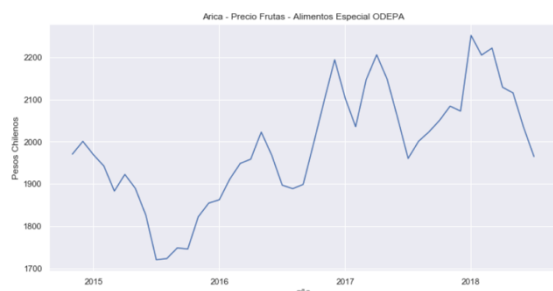


Fig 1. Variación del precio básico Frutas Arica.

Aplicando la formula anterior (3) a los precios, llegamos a una variación mensual para el producto Fruta como muestra la figura 2. Abajo:

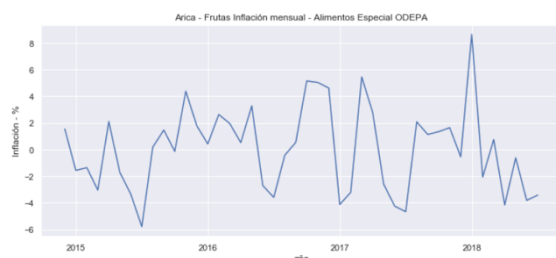


Fig 2. Inflación Mensual - Frutas Arica.

Como se puede observar en la inflación mensual existen periodos de abrupta subida en la inflación, así como descensos los cuales promueven una caracterización de las épocas que miden los niveles de inflación en cada época característica del año. Si observamos en el periodo de invierno (Junio-Septiembre) existe un descenso en estos meses y una subida abrupta para finales de este periodo en este rubro en específico

(fruta) observado. Este rubro en específico es afectado por las estaciones climáticas que en el año se dan y por su puesto son por periodos estacionales o variables los precios, por lo que al ser la medida de la inflación infiere en un aumento (Invierno-observado a mitad de cada año en la fig.2), y aumento en primavera.

Lo mismo podría ser aplicado para la inflación anual (formula 4), como muestra la figura 3:



Fig 3. Inflación Anual - Frutas Arica.

Una vez que tenemos los ponderadores del INE (W) utilizados para el cálculo del IPC, podemos utilizarlos para calcular la “inflación de alimentos” para una región en específico. Por ejemplo, para Arica:



Fig 4. Inflación Anual - Alimentos Arica.

Este periodo de disminución de la inflación se debió primordialmente a el aumento en la actividad económica regional, principalmente al sector de Servicios Sociales, Personales y Comunales; en donde el sub sector Administración Pública registró la mayor variación positiva. En segundo lugar, de incidencia positiva se encuentra Transporte y Comunicación, y en tercero; la Industria Manufacturera, aumentando su subsector de Fabricación de Prendas de Vestir. Estos indicadores económicos promovieron una disminución de la inflación en este sector de Arica y Parinacota.

#### 4\_Análisis del Cálculo de la inflación

Con la ecuación (3), aplicada a las demás regiones, se puede obtener una tabla con las inflaciones mensuales para las mismas. La figura 5 muestra las primeras y ultimas líneas de la tabla de inflación mensual de alimentos para las regiones analizadas.

En la figura 6 muestra la tabla resultante de la aplicación de la ecuación (4) para el cálculo de inflación anual, desde donde se puede comparar mes a mes entre las regiones, como se comporta la inflación anual de los alimentos.

	Arica	Metropolitana	Poniente	Sur	Norte	Centro	Oriente
2014-11-01	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
2014-12-01	-0.150343	1.176324	1.072102	0.505962	0.019050	-0.213596	0.320174
2015-01-01	-0.600441	-1.494160	-2.154427	-1.102603	0.493965	-0.293967	-1.364812
2015-02-01	0.290196	1.175542	0.674773	1.292138	0.508098	-0.185431	0.718945
2015-03-01	-0.545908	0.532539	-1.210514	-0.121199	-0.048337	0.910239	0.995312

inf.tail()

	Arica	Metropolitana	Poniente	Sur	Norte	Centro	Oriente
2018-03-01	-0.603658	0.647372	0.386847	-0.514989	1.268549	0.995434	0.614371
2018-04-01	-0.576386	-0.593630	-0.729140	0.130190	-0.277628	-1.147553	0.230017
2018-05-01	-1.163185	0.357994	-0.328756	0.650685	-0.076269	0.210994	0.383373
2018-06-01	1.089960	-0.516156	-0.535520	-0.604959	-1.276117	0.675814	-0.858617
2018-07-01	0.106212	-0.205333	0.046142	-1.148108	0.540598	-0.880753	1.387133

Fig 5. Inflación Alimentos mensual - Regiones.

	Arica	Metropolitana	Poniente	Sur	Norte	Centro	Oriente
2017-07-01	1.943727	2.847589	3.421264	3.729581	1.981791	3.088630	2.496868
2017-08-01	2.779725	3.426981	2.543367	3.961379	2.666490	3.488928	2.413481
2017-09-01	1.244064	3.409928	2.894546	4.303433	2.599530	2.569479	2.655751
2017-10-01	1.607753	2.810931	3.595352	2.850527	2.438813	1.847673	1.441000
2017-11-01	1.384026	2.474189	2.621148	3.645747	1.791546	2.199681	3.117959
2017-12-01	0.864001	2.233000	2.581543	2.828443	2.909817	1.904140	1.589610
2018-01-01	2.983240	4.481468	3.285590	4.396713	5.473932	4.608666	4.511627
2018-02-01	2.929949	3.150446	2.348987	4.678399	3.256539	1.365324	4.225980
2018-03-01	1.765276	3.494489	3.415508	2.213964	3.509091	1.760508	4.826864
2018-04-01	0.743888	1.823613	1.267601	2.046628	2.534400	-0.380625	4.541095
2018-05-01	-0.022482	2.599958	1.849519	2.595858	3.041526	0.185905	4.759295
2018-06-01	1.449631	2.147658	0.832510	2.065034	2.113950	0.724336	4.438815
2018-07-01	0.646683	1.540573	0.238617	0.421381	2.008591	0.044754	4.946702

Fig 6. Inflación Alimentos anual - Regiones.

En la figura 7, observase que la inflación en los últimos 12 meses en la región Poniente es cerca de cero (0,24%), en cuanto la inflación en el mismo período para la región Oriente de Santiago, es de aprox. 5% (4.95%)

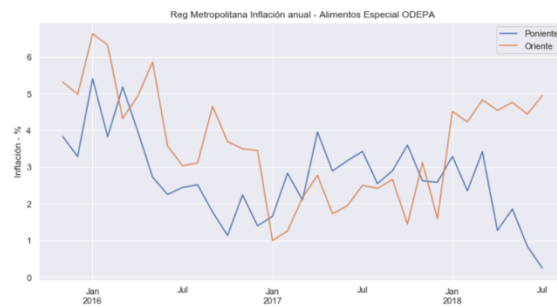


Fig 7. Inflación anual – Oriente vs Poniente.

## 5\_ Resultados y análisis del Cálculo del IPC

Primordialmente estos resultados serán presentados en dos segmentos, “no acumulado” (variación mensual) y el “acumulado” este se calcula a partir de la acumulación de la serie no solo para un solo periodo de tiempo sino la acumulación de todo el periodo  $t$  de la ecuación 2. Es importante acotar que la ecuación del IPC (2) es generada solo para valor por mes del IPC, nosotros en este trabajo además aportamos una serie de tiempo del acumulado de todos los meses.

### 5\_1\_ Análisis de serie de tiempo mensual.

Este primer análisis se basa en el cálculo del IPC para la serie no acumulada, por lo cual se observa en la figura 8, un comportamiento constante alrededor de valores cercanos a 100. Esto corrobora lo esperado para la serie, ya que, si se analiza que el valor de la suma de los ponderadores para los 11 productos es exactamente 100 como valor nominal, pero al agregar las variaciones de todos los productos bases para cada región y periodo (mes) se explica este comportamiento para el cálculo del IPC especial ODEPA en cada una de las regiones.

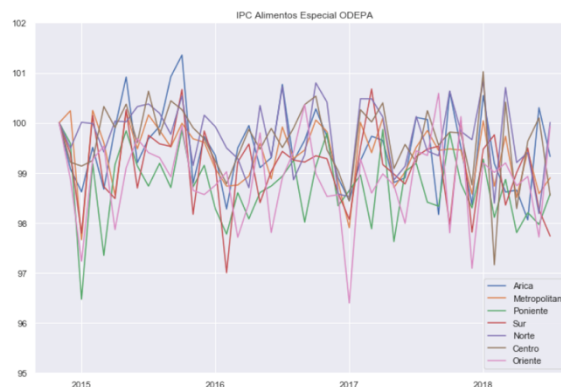


Fig 8. Serie de tiempo sin acumulado.

Realizando un análisis de esta gráfica vemos como la acumulación nos muestran valores mayores para Arica (línea azul-fig.9), levemente superior a sectores a por ejemplo el sector poniente de la RM (línea verde). Esto es evidenciable debido a la capacidad de recursos y servicios más accesibles en la RM, mucho más observables y regulables, además en términos de competencia de mercado es siempre una constante contraoferta de mercado que es mucho más competitiva en la RM que para otras regiones promoviendo así un alza en estos productos. Además, la acumulación de capital en la RM promueve igualmente competencia entre mercados siendo los precios más bajos para ciertos sectores debido a que existen en la RM la inferencia de ferias en ciertos sectores más que otros, por ejemplo.

## 5\_2\_Análisis de serie de tiempo acumulado.

Dentro del cálculo del IPC Alimentos especial tomando en cuenta los productos de la ODEPA para el acumulado de todos los meses en el rango tomado, vemos un comportamiento racional a lo esperado. Como sabemos el IPC es una medida parametrizada de la inflación monitoreando el precio de los productos de una canasta de productos y servicios en una serie de tiempo fundamentado en un mes base. Tomando en cuenta esta lógica hemos realizado el cálculo del IPC del acumulado de los meses. Analizando la figura 9 se observa la acumulación de los meses desde noviembre del 2014 hasta Julio del 2018 para los 11 productos de nuestra canasta especial monitoreado para la región de Arica más la región metropolitana y además 5 sectores de RM. Podemos observar como los precios en este periodo van aumentando con respecto a su valor base ponderada. Este comportamiento encontrado podemos observar para todas las regiones un aumento del IPC acumulado. Este aumento es diferenciado para los diferentes sectores de la RM. Enfocados en diferentes periodos de tiempo podemos inferir a primera instancia que a partir del

primer trimestre del 2015 un aumento pronunciado, un descenso en el aumento progresivo del IPC para estos productos en todas las regiones, esto se debió las alzas en de frutas y hortalizas específicamente en las paltas Hass, cuyo precio ha subió un 40%, el repollo 37%, la lechuga escarola 15%, los plátanos 14%, entre otros productos.

Es claro observar que para todas las regiones hay un aumento del IPC en ultimo trimestre de los años.

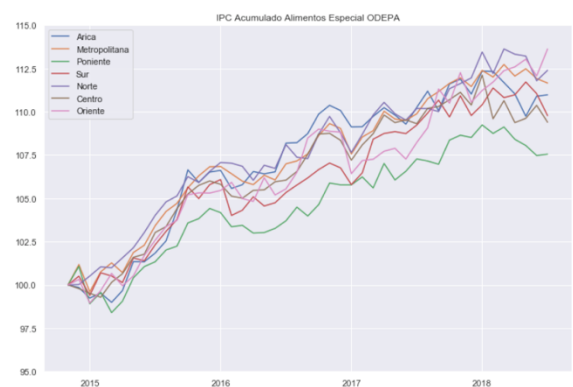


Fig.9 IPC Alimentos General Acumulado

Realizando una comparación en la RM (figura 10) para dos sectores (Poniente/Oriente) tradicionalmente marcado por la diferencia de recursos económicos, se puede observar una diferencia evidente en el IPC para estos sectores, mucho mayor para el sector oriente de la RM que para la RM poniente. Lo que concuerda con que nuestros resultados son cónsonos a los fenómenos sociales, con este cálculo del IPC



de alimentos y con lo observado con la inflación. Ya que es conocido que los productos en estos dos sectores presentan una diferencia marcada y es lo que observamos en nuestros cálculos. La importancia también se ve reflejada en la comparación de la inflación fig. 7, la cual concuerda con esta sería acumulada que para la región oriente la inflación es mucho mayor que para el sector poniente. Esta diferencia marcada es un fenómeno que se replica en toda urbe donde existen dos sectores con estratos sociales diferentes y donde la inflación, aunque vapuleada en estos sectores debido a que existen las clases sociales con un mayor poder adquisitivo, los productos y servicios son mayores que para otros sectores, promoviendo así un aumento de inflación mucho más demarcado para estos sectores.

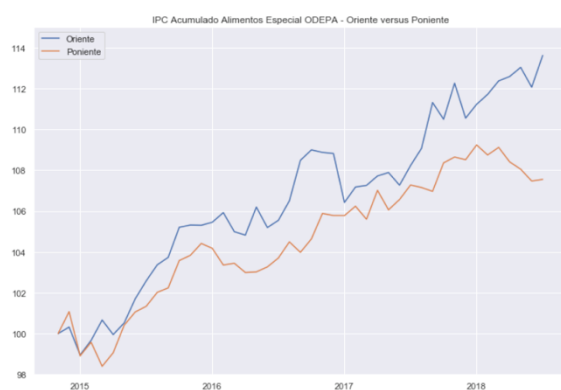


Fig.10 IPC Acumulado Poniente- Oriente

Dentro de un análisis mas profundo de nuestro cálculo del IPC (Fig. 11) realiza-

mos una comparación del IPC calculado con respecto al IPC de alimentos reportado por el INE para este mismo periodo (todo Chile). Al observar la figura 11, donde se muestra la región de Arica y RM junto al IPC alimentos INE para Chile, vemos una concordancia apreciable con nuestros cálculos. Se aprecian los mismos comportamientos en aumentos y descensos en los mismos periodos. Lo que nos da una medida apreciable de la certeza y precisión de nuestros cálculos.

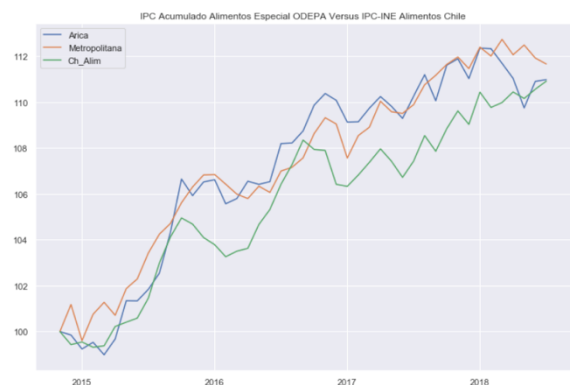


Fig.11 IPC Alimentos RM, Arica y Chile

En otro análisis realizado comparando el IPC de alimentos con el IPC (Fig. 12) para el Diésel en Chile y las variaciones del Dólar. Para poder comparar estos datos realizamos una base en el mismo mes inicial con que se calculó nuestro índice calculado y al graficar estos productos podemos inferir en las mismas escalas. Teniendo esto, se puede intuir en un primer momento que ni

el valor del dólar ni el diésel infieren fuertemente en el IPC de los alimentos de nuestra canasta. La observación anterior se contrapone con lo que la lógica nos diría que, en el comercio de los alimentos puesto para el consumidor, que es el tipo de monitoreo que estamos llevando a cabo, el transporte y los precios por importación debieran ser factores que infieren en el precio final al consumidor. Por lo tanto, esto debe ser objeto de un estudio a futuro mas profundizado.

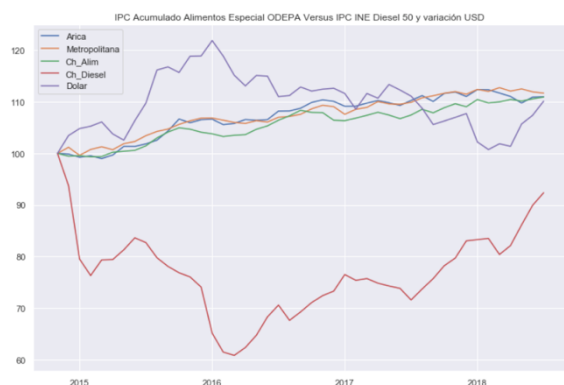


Fig.12 Arica, RM, Alimentos, Diésel, Dólar

La implicancia en esta comparación es primordialmente importante ya que si bien existe una variación del dólar aumentando para un mismo periodo en que el diésel va disminuyendo no existe un cambio en la acumulación del IPC, por lo que es apreciable que siendo estas variables macroeconómicas las que infieren en el costo de la vida y demás rubros, no existe una varia-

ción importante para el caso de los productos tomados en esta cesta para los mismos periodos de observación.

## 6\_Aplicando Machine Learning a los datos.

En un análisis especial y oportuno, aprovechando la riqueza de nuestros datos y el comportamiento lineal observado, quisimos aportar a este trabajo un análisis basado en Machine Learning para realizar proyecciones de cómo sería el comportamiento con respecto al IPC comparando diferentes sectores. En primera instancia se realizaron correlaciones entre la región de Arica y metropolitana observándose un comportamiento lineal de los datos (Fig.13).

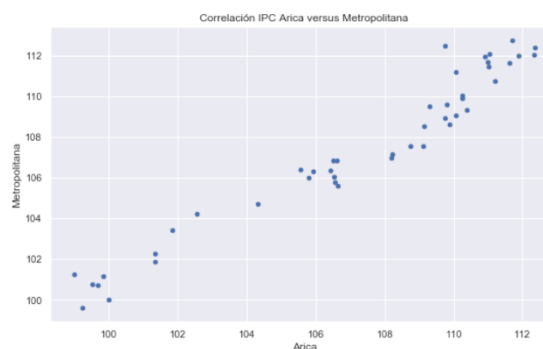


Fig.13 Correlación Arica, RM

Al realizar el modelo de regresión lineal por *Machine Learning* (Fig. 14) obtenemos que el modelo se ajusta a nuestros datos y con esto por ejemplo se puede inferir que para un índice de IPC de 115 en la Región Arica, equivaliera a 114.43 en la re-

gión Metropolitana, lo que equivale a una predicción de que los precios de los alimentos serían un 0.5% mayor para la región de Arica en comparación a RM .

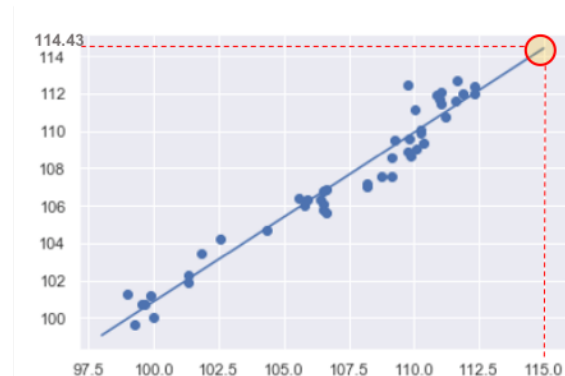


Fig.14 Arica, RM, Regresión Lineal

Se realiza el mismo análisis observando el IPC de la región Metropolitana con respecto al IPC-Alimentos para Chile en general, primero observando el comportamiento de los datos (Fig. 15).

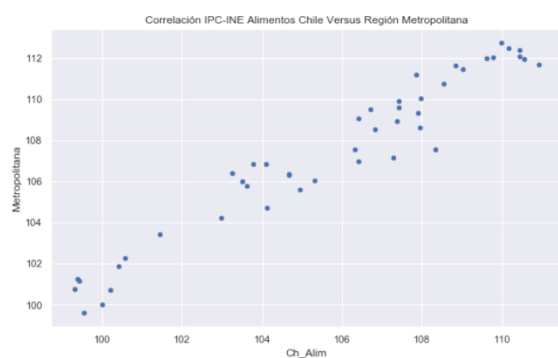


Fig.15 Correlación Chile, RM

Se aprecia el mismo comportamiento lineal de los datos lo que conlleva a elegir el modelo de regresión lineal en *Machine Learning*.

Al llevar a cabo el modelo de regresión lineal podemos observar que se ajusta lo suficientemente bien a nuestros datos y que conlleva a elegir este modelo obteniendo la predicción de que el índice de 115 en la Chile en general equivale a 117.15 en la Región Metropolitana correspondiente a un 2% de diferencia con respecto a la base o lo que es equivalente un 2% mayor al 2014 (Fig. 16).

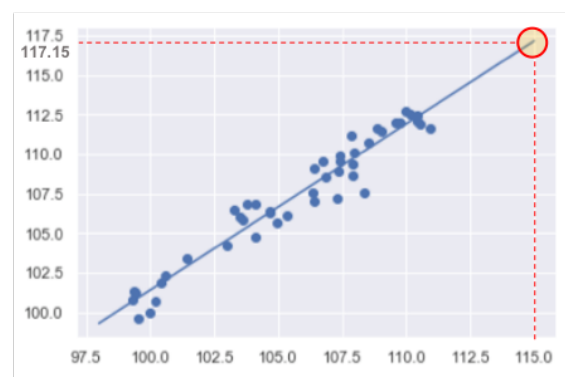


Fig.16 CHILE, RM, Regresión Lineal

Por último, analizamos los dos sectores de RM que han presentado una diferencia marcada con respecto a sus índices de precios al consumidor que observamos en el análisis antes realizado. Primeramente, se observa en la Fig.17 que existe un comportamiento lineal por lo que se de nuevo se aplica el modelo de regresión lineal de *Machine Learning*. Obteniéndose que se ajusta de igual forma a nuestros datos del cálculo del IPC (Fig. 18).

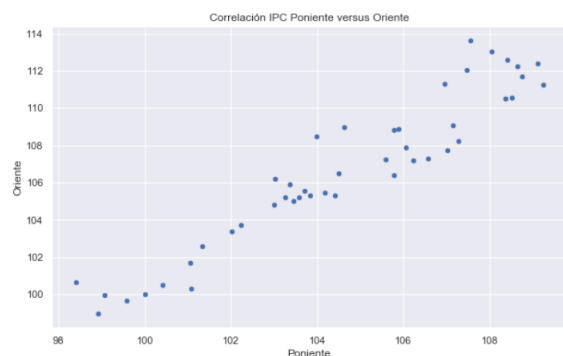


Fig.17 Correlación Poniente versus Oriente

Con esto se infiere una predicción del índice de 115 en la Región Poniente, la cual equivale a 119.83 en la Región Oriente es decir que se proyecta un aumento del 4.83% en los precios de la canasta monitoreada para la región Oriente en comparación a la región Poniente (Fig. 18).

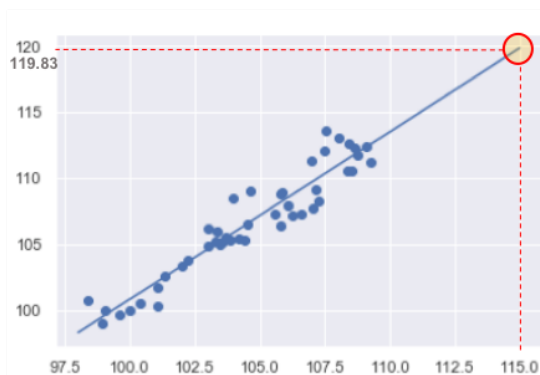


Fig.18 Poniente versus Oriente, Regresión Lineal

## 5\_Conclusiones.

Hemos logrado en este trabajo llevar a cabo un análisis profundo del comportamiento del IPC monitoreado en supermercados para una canasta de 11 productos alimenticios evaluados, obteniendo información de cómo se comporta la inflación parametrizada para diferentes regiones de Chile y sectores emblemáticos de la región metropolitana. De igual forma logramos obtener inferencia a partir de los datos reales de cómo se comportan estos mercados y como es su correlación con eventos que impactan en las variables macroeconómicas de la inflación dentro de Chile.

## 6\_Referencias

Blanchard, O. (2010). *Macroeconomics*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Mankiw, G. (2012). *Principles of Economics, Sixth Edition*. South-Western.

Aguirre, B. (2015). “Los alimentos han subido 7,5% en un año: Chile es el segundo país de la OCDE donde más se incrementan los precios”, *DiarioEl mercurio*,  
(<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=168690>).

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. (2018).  
(<https://www.odepa.gob.cl/>)

Instituto Nacional de Estadísticas Subdirección de Operaciones Departamento de Estadísticas de Precios. (2009). *Metodología del Índice de Precios al Consumidor (IPC)*,  
([http://www.ine.cl/docs/default-source/FAQ/manual\\_metodologico\\_nipc.pdf?sfvrsn=0](http://www.ine.cl/docs/default-source/FAQ/manual_metodologico_nipc.pdf?sfvrsn=0))