



Una mirada a la industria láctea de Antioquia.

Boletín estadístico

03

octubre -2020

Lo que nos dicen las series de tiempo.

Jhon Hoyos *
Cesar García *
Isabella Currea**

*CEDAIT | **FEDEGAN



Resumen:

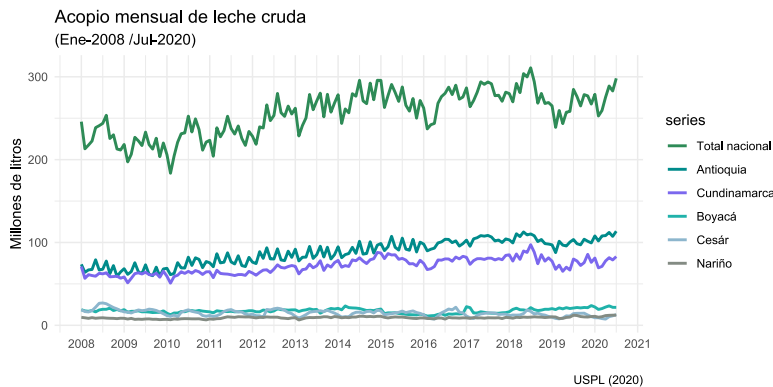
El estudio de las series temporales son parte fundamental en los procesos para la toma de decisiones, ya que permiten identificar comportamientos de una variable mediante la observación de sus datos pasados. En este boletín se presenta una revisión sobre los datos históricos del acopio de leche por parte de la industria láctea del departamento de Antioquia, así como la producción de leche pasteurizada, leche UHT, quesos, y leche pulverizada, en un periodo comprendido desde 01-2008 hasta 07-2020 . Con esto se espera generar una reflexión sobre el pasado, el estado actual y las perspectivas de la industria.



Una mirada a la industria láctea de Antioquia.

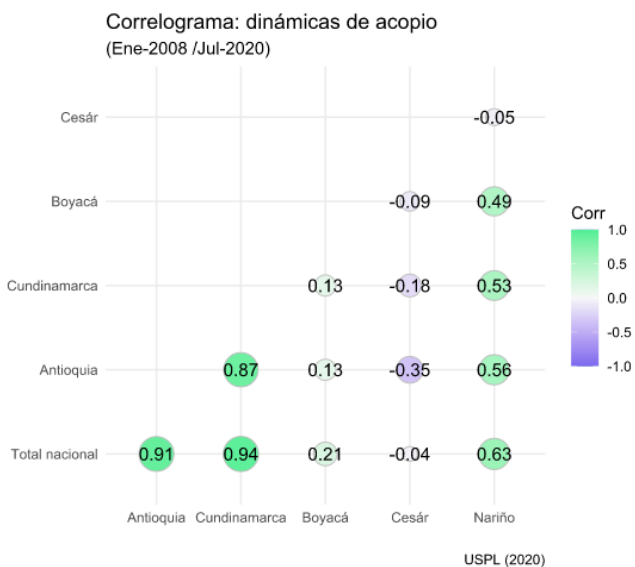
En Colombia existe la unidad de Seguimiento de Precios de la Leche del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, esta entidad está encargada de monitorear la productividad de las empresas lácteas del país bajo lo establecido en La resolución 017 del 2012, es gracias a esto que se cuenta con el sustrato analítico para evaluar y pronosticar tendencias de la industria.

Figura1. Dinámica histórica del acopio de leche nacional y los principales departamentos lecheros.



El departamento de Antioquia ha sido la mayor cuenca lechera del país, en términos de leche cruda acopiada para la elaboración de productos derivados (**Figura 1**). En lo registrado del año 2020 (enero-julio) el departamento ha participado en un $39.2 \pm 1.3\%$ del acopio de leche mensual en el país, seguido por el departamento de Cundinamarca con una participación del $28 \pm 0.5\%$, en el tercer lugar se posiciona el departamento de Boyacá con un aporte del $7.9 \pm 0.3\%$ y posteriormente se ubican los departamentos de Nariño y Cesar con participaciones del $4.1 \pm 0.17\%$ y $3.5 \pm 0.5\%$ respectivamente.

Figura2. Correlograma del acopio de leche nacional y los principales departamentos lecheros.



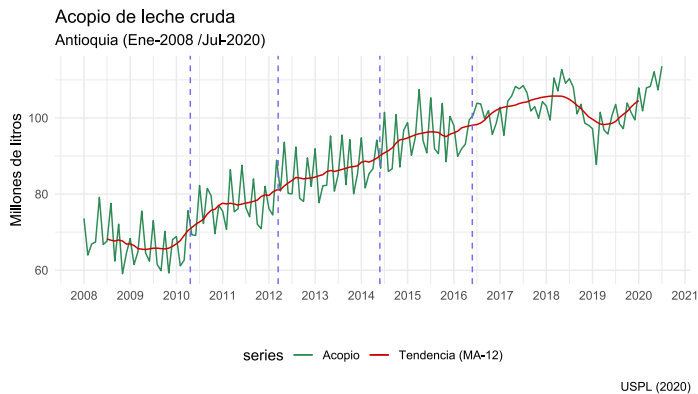
La relación que tienen los departamentos de Antioquia y Cundinamarca en la productividad nacional pueden observarse en el correlograma de la **Figura 2**, que relaciona la dinámica nacional con las dinámicas de los cinco departamentos descritos anteriormente, donde se observan correlaciones fuertes entre el departamento de Antioquia y el total nacional ($r= 0.91$), entre Cundinamarca y el total nacional ($r=0.94$) y entre Antioquia y Cundinamarca ($r= 0.87$), con lo cual se plantea la importancia de estos 2 departamentos altamente influyentes en el comportamiento nacional de la industria, acotando que el comportamiento entre ambos puede estar altamente relacionado por pertenecer a la misma región (región 1), donde se asemejan algunos factores bioclimáticos que influyen la variabilidad del acopio.

Acopio de leche cruda en el departamento de Antioquia.

En el departamento de Antioquia se ha presenciado una tendencia alcista en el acopio de leche cruda por parte de la industria transformadora, que ha crecido a una tasa media para el período (Ene 2008 - Jul 2020) del 0.79% mensual, con una desviación estándar del 10% . Esta variabilidad observada junto a un test de cambios estructurales* y el análisis gráfico presentado en la **Figura 3**, permiten determinar que la tendencia no ha sido constante y conviene describir su dinámica de forma segmentada.

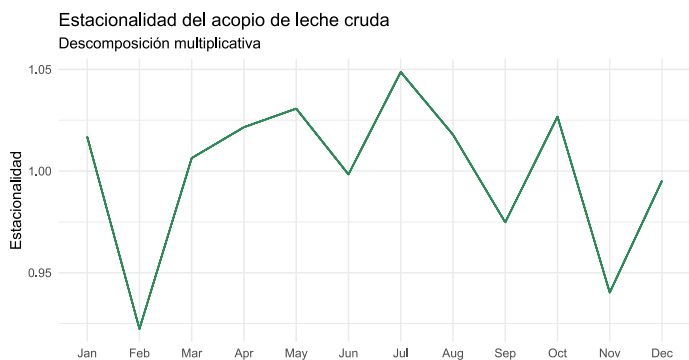
* Un cambio estructural en una serie de tiempo sucede cuando se presentan modificaciones inesperadas en uno o más de los componentes estructurales debido a eventos específicos (Rodríguez, 2002) y (Hendry y Clements 2001) citados por: Sánchez (2008). En este ejercicio se usó el paquete estadístico Fstats de R-project que emplea la prueba de Chow.

Figura 3. Histórico del acopio de leche cruda en Antioquia



El primero de estos intervalos está comprendido desde la fecha inicial de observación (Ene-2008) hasta el mes de marzo del 2010; durante este periodo se observa una tendencia ligeramente negativa con una tasa de $-0.18 \pm 12\%$ mensual y una media de 66.8 millones de litros al mes, de acuerdo con la superintendencia de Industria y Comercio (2012) durante este periodo, especialmente hacia 2010, se presentó a nivel nacional una disminución de la producción de leche debido al impacto de la ola invernal que afectó gran parte de zonas ganaderas.

Figura 4. Estacionalidad del acopio de leche cruda en Antioquia



En adelante se forman tres cambios estructurales más, con una frecuencia entre los segmentos de dos años aproximadamente. Durante el transcurso de estos la tendencia se torna positiva con una tasa de crecimiento promedio del 1.2% mensual. cabe mencionar que estos cambios estructurales se han dado en los mismos años en los que pueden observarse picos en las importaciones: 2012, 2014, 2016 (MARO, 2020). Lo cual podría relacionarse con la desaceleración en la tasa del crecimiento a medida que se dan los cambios estructurales en la serie.

A partir de allí no se distinguen más cambios estructurales, pese a que el acopio presenta una desaceleración luego del segundo semestre del 2018 que no inicia su recuperación sino hasta el siguiente año corrido (segundo semestre 2019), la caída en el acopio durante este periodo es atribuida principalmente a un fenómeno climático ("el niño") caracterizado por la escasez en precipitaciones que afectó la productividad del sector primario, que además dejó un saldo negativo en la balanza relativa comercial para el año 2018 de -0.46 y para 2019 de -0.8 (MARO, 2020).

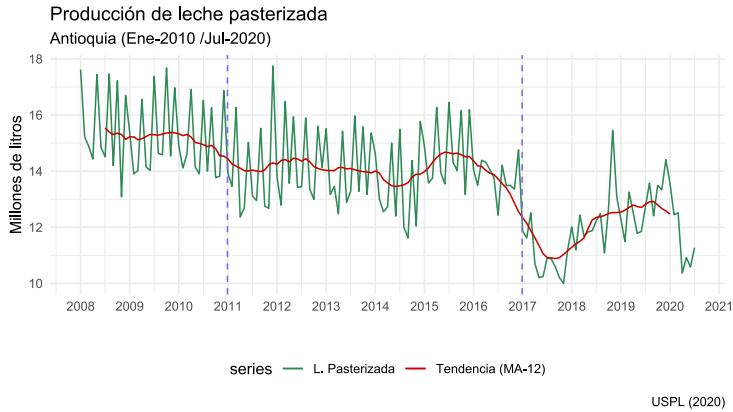
En lo corrido del segundo semestre del 2019 hasta el último dato observado (correspondiente a julio de 2020) el acopio de leche ha recobrado su tendencia alcista, con una media en el acopio de leche mensual de 104.8 millones de litros y tasas de crecimiento promedio del $1.05 \pm 4.8\%$ mensual que indica mayor pendiente y menores fluctuaciones entre meses, aún considerando los meses de recesión económica experimentados a causa del COVID-19, tema que se abordará posteriormente con más detalle.

Otro factor determinante en el acopio de leche cruda es la estacionalidad, identificada mediante una descomposición multiplicativa* de la serie, donde puede apreciarse mayor disposición a la disminución del acopio en el mes de febrero (**Figura 4**); que en concordancia con las encuestas de precios de leche en finca del DANE, en este mes existen mayores reportes de verano en los principales municipios productores de leche. La segunda depresión del acopio se da sobre el mes de noviembre y en contraparte los picos se observan sobre los meses de mayo, julio y octubre.

*La descomposición de una serie de tiempo consiste en calcular e identificar los componentes de esta: tendencia, estacionalidad y el error relacionado, en este caso se emplearon modelos de descomposición multiplicativos debido a la heterocedasticidad de la varianza en las variables estudiadas. Se usó el paquete decompose() de R-project

Producción de leche pasteurizada y UTH en el departamento de Antioquia

Figura 5. Histórico de la producción de leche pasteurizada en Antioquia

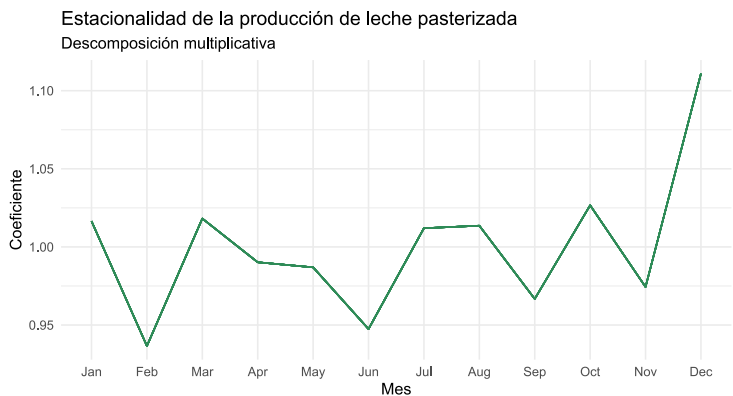


En general el comportamiento que ha tenido la producción de leche pasteurizada en el periodo evaluado ha sido a la baja (-0.63% mensual), este empezó a presentar un decrecimiento mayor desde el 2016 acentuándose en su tope mínimo hacia el 2018 y 2019, podría estar influenciado por las bajas en el acopio de leche cruda y los cambios en las preferencias de consumo de leche (**Figura 5**). En general este comportamiento negativo de la leche pasteurizada se atribuye directamente a las tendencias de comercialización de los productos lácteos, donde se observa una migración del consumo de leche pasteurizada hacia leches UHT (asoleche, 2017).

La descomposición multiplicativa de la serie leche pasteurizada indica un factor estacional que guarda relación con la estacionalidad del acopio de leche, marcada por depresiones especialmente en el mes de febrero (**Figura 6**).

Al observar el comportamiento en la producción de leche UHT, se aprecia un crecimiento sustancial a finales del año 2016 que se mantuvo hasta principios del 2019, donde el efecto del fenómeno del Niño produjo disminuciones en el acopio de leche. Para la producción de leche UHT no se obtuvo una tendencia estacional confiable.

Figura 6. Estacionalidad de la producción de leche pasteurizada en Antioquia



Producción de quesos y leche pulverizada en el departamento de Antioquia

La observación de la dinámica productiva de los quesos en el departamento de Antioquia permite identificar dos tendencias claras, un crecimiento desde la fecha inicial de observación (Ene 2008) hasta mediados de 2015; allí la producción creció a una tasa promedio del 1.1% mensual, luego se invierte la tendencia con desaceleraciones promedio de 0.15% mensual, hasta inicios del año 2019 donde se genera resistencia a la caída hasta inicios del 2020, en este periodo se da una media de producción de 1.86 millones de toneladas mensuales en promedio (**Figura 8**), sin embargo la influencia de la crisis sanitaria podría generar una fuerza que conduzca la tendencia a la baja, como se analizará posteriormente.

Figura 7. Histórico de la producción de leche UTH en Antioquia

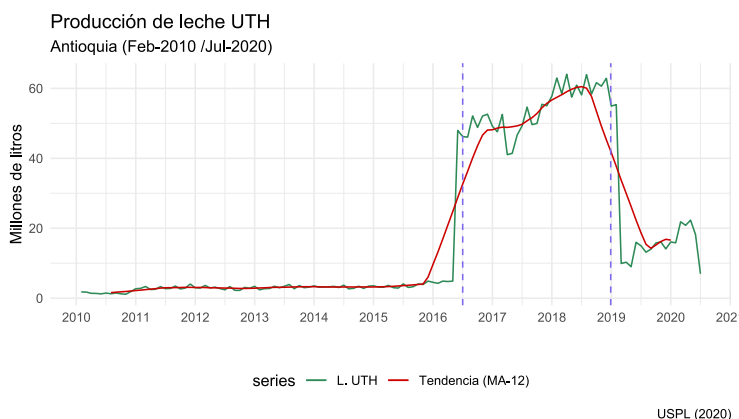


Figura 8. Histórico de la producción de quesos en Antioquia

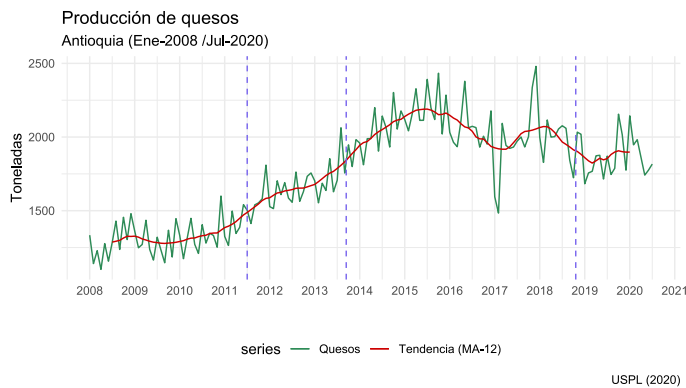


Figura 9. Estacionalidad de la producción de quesos en Antioquia

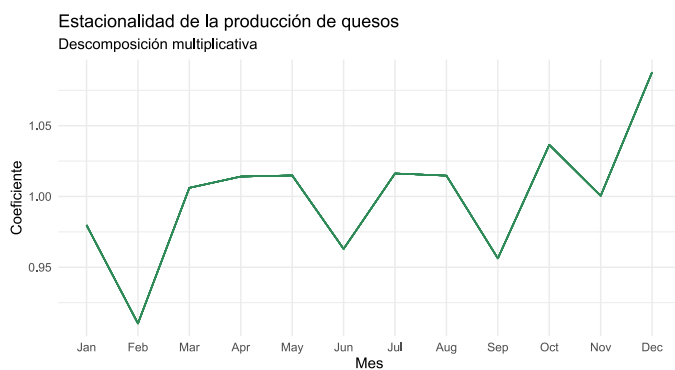
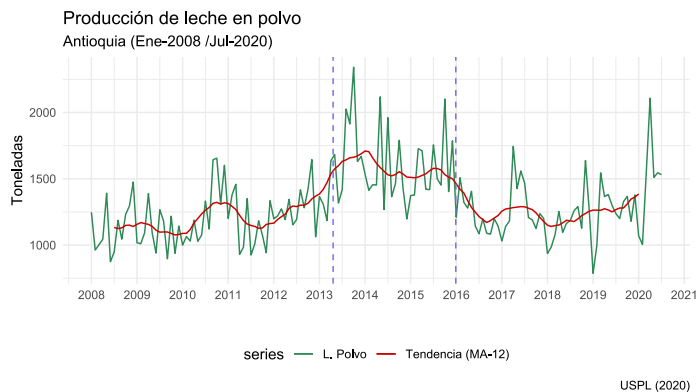


Figura 10. Histórico de la producción de leche pulverizada en Antioquia



En la evaluación de la serie de producción de quesos también fue posible identificar una tendencia estacional marcada por una baja en el mes de febrero como ocurre con el acopio de leche cruda y la producción de leche pasteurizada, para el mes de marzo se da un repunte que continua hasta mayo, luego inicia una disminución paulatina hasta el mes de julio, en contraparte los picos máximos de producción son más factibles de encontrar hacia los meses de octubre y diciembre (Figura 9).

El comportamiento de la producción de leche pulverizada en el departamento de Antioquia puede describirse en tres secciones, la primera caracterizada por una tendencia al alza que se prolonga hasta finales del año 2013, allí la tendencia se invierte hasta el segundo semestre del 2016 y en adelante se experimenta una resistencia; con ligera tendencia al aumento de la producción, experimentada hasta lo corrido de la observación. Cabe resaltar que el punto mínimo de la productividad en esta categoría se da entre enero y febrero de 2019, como efecto de la reducción en los niveles de acopio de leche cruda experimentados durante ese periodo de tiempo. También es importante mencionar el posible efecto de la llegada del COVID-19 al departamento y sus implicaciones de confinamiento y contingencia sanitaria, que provocaron aumentos en los volúmenes producidos de leche en polvo como medida de preservación del acopio de leche cruda ante una disminución considerable de la demanda de productos lácteos, como se analizará en la siguiente sección.

Una aproximación a los efectos del COVID-19 en la productividad de la Industria láctea de Antioquia.

Los coronavirus son una extensa familia de virus con capacidad de infectar tanto a humanos como animales, causando afecciones respiratorias que pueden ir desde resfriados comunes hasta enfermedades más graves como: el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS), el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) y la recientemente descubierta COVID-19, el virus que ocasiona esta enfermedad no se conocía hasta el brote que se dio en Wuhan (China) en diciembre de 2019. Actualmente la COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo (OMS, 2020).

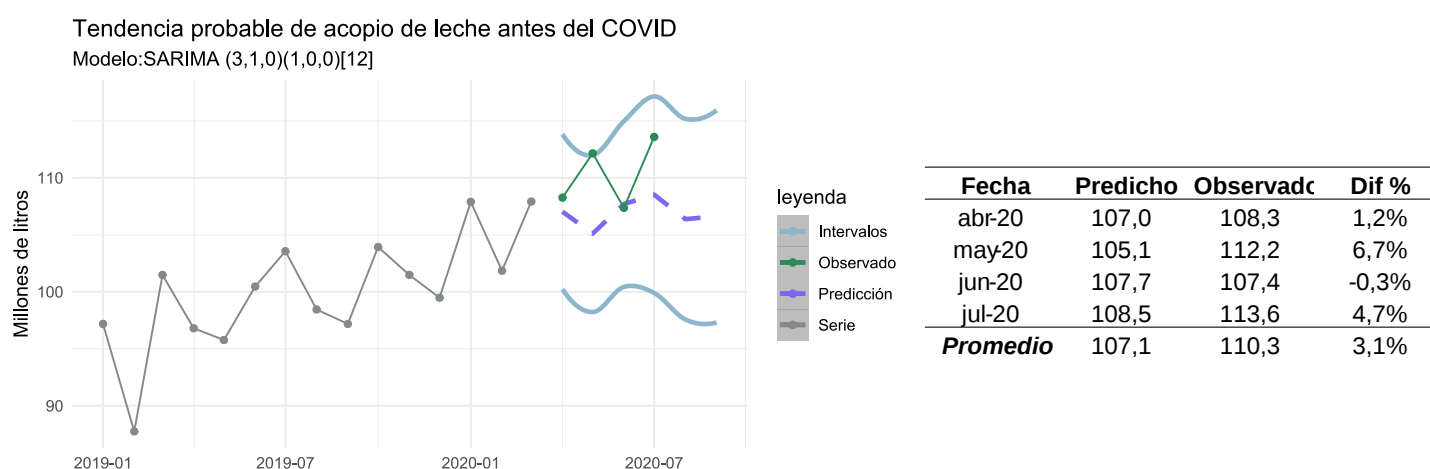
En Colombia se confirmó el primer caso de covid-19 el 06 de marzo de 2020, a partir de ese momento en el país se daba por terminada la fase de preparación y se activa la fase de contención en el territorio nacional, declarando emergencia sanitaria y cuarentena total en Colombia desde el 25 de marzo de 2020; para el departamento el 9 de marzo fue el día en que se oficializó el primer caso de COVID-19, en lo corrido hasta septiembre de 2020, se reportan más de 100.000 contagios en el departamento, y se han presentado casos en 123 de los 125 municipios.

Para evaluar el posible impacto de la crisis sanitaria sobre la productividad de la industria láctea del departamento, se plantea un análisis por medio del establecimiento de modelos predictivos de la familia ARIMA y SARIMA*, con los cuales se busca identificar cuál hubiese sido el escenario más factible en caso de que no se hubiera generado la contingencia. Para esto se genera un pronóstico durante los meses de abril, mayo, junio y julio del año 2020, considerados como los meses críticos de la contingencia en el departamento de Antioquia, los cuales se contrastan con los valores realmente observados en el transcurso de estos meses.

Acopio de leche cruda

Durante el mes de Abril no se percibieron cambios importantes en el acopio de leche real en relación al pronosticado, no obstante para el siguiente mes, el acopio de leche toma un comportamiento contrario a lo que indicaba la trayectoria del modelo, aunque este valor no cruzó el intervalo de confianza del 80% (**Figura 11**). El alza puede estar explicado por la incertidumbre de una cuarentena a escasos días de ser iniciada, que causó un patrón de abastecimiento colectivo en los hogares, que pudo haber influenciado de igual forma un mayor abastecimiento por parte de la industria, para el mes de junio el acopio se ubicó muy cerca del valor predicho, sin embargo, representantes de la industria láctea reportan disminuciones en la comercialización entre un 10 a un 20 % en algunas categorías de productos lácteos y realiza comunicados donde exponen la necesidad de reducir el acopio de leche cruda ante una caída de la demanda con lo cual se podían ver afectadas miles de familias campesinas con vocación lechera (Gobernación de Antioquia, 2020). Como respuesta ante esta coyuntura del sector lácteo, la Gobernación de Antioquia opta por iniciar una campaña de fomento, donde se decide subsidiar la industria con 95 pesos por litro de leche acopiada, lo cual pudo estimular la continuidad de la dinámica de recolección de leche, razón por la que no se observan caídas del acopio.

Figura 11. Comportamiento del acopio de leche durante la contingencia COVID-19



*ARIMA y SARIMA son modelos autorregresivos, integrados, de media móvil y con un componente estacional en el caso de los SARIMA, desarrollados bajo el enfoque de análisis de series temporales sugerido por Box y Jenkins, que son de gran utilidad en el campo estadístico para determinaciones de proyecciones (Chávez, 1997). Estos modelos se desarrollaron empleando los paquetes forecast() y stats() del software R-project.

Leche pasteurizada y UTH

En general podría argumentarse que la productividad de leche pasteurizada, disminuyó durante el periodo crítico de la pandemia, observando valores muy cercanos a la banda inferior del intervalo de confianza, y un 17% menos del valor predicho representado en la **Figura 12** con la línea discontinua. La causa de este efecto se podría explicar por la paralización de algunos sectores usuarios de este tipo de leches como las reposterías, panaderías, el sector escolar, entre otros.

Para la categoría de la leche UTH se podría plantear que logra mantenerse cerca a los valores predichos durante los 2 primeros meses: abril y mayo (**Figura 13**), allí podría pensarse que el abastecimiento colectivo generado en los hogares durante los 2 primeros meses sostuvieron la dinámica productiva, no obstante, en junio inicia la caída de la producción, la cual se acentúa para el mes de julio, posiblemente como un efecto de la recesión económica y el desempleo que afecta el consumo de productos lácteos en los hogares, acotando que la reapertura económica aún no se había producido.

Figura 12. Comportamiento de la producción de leche pasteurizada durante la contingencia COVID-19

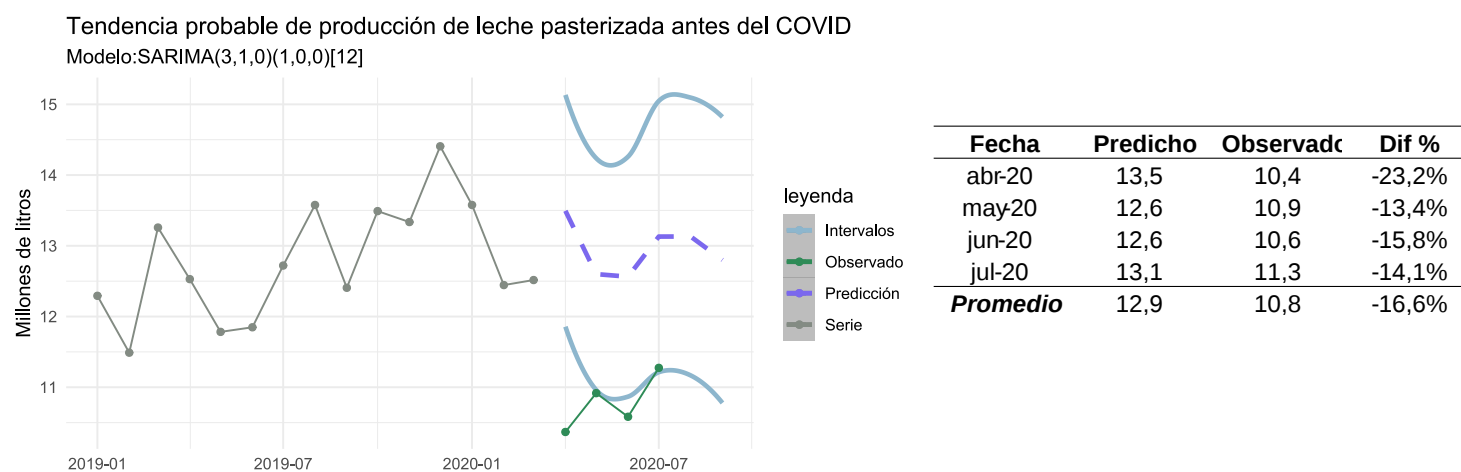
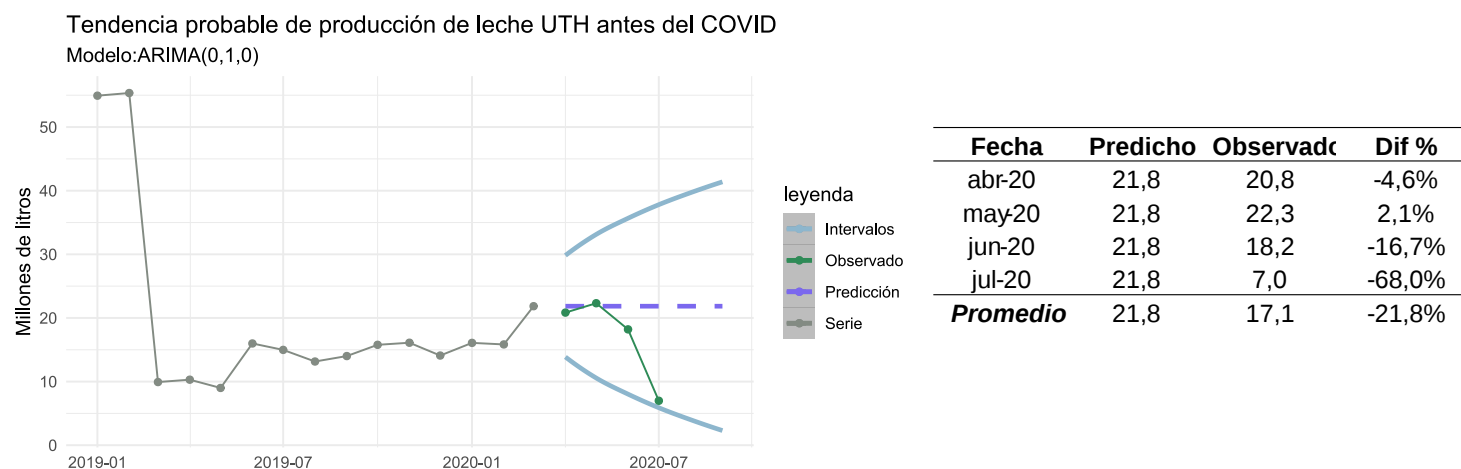


Figura 13. Comportamiento de la producción de leche UTH durante la contingencia COVID-19

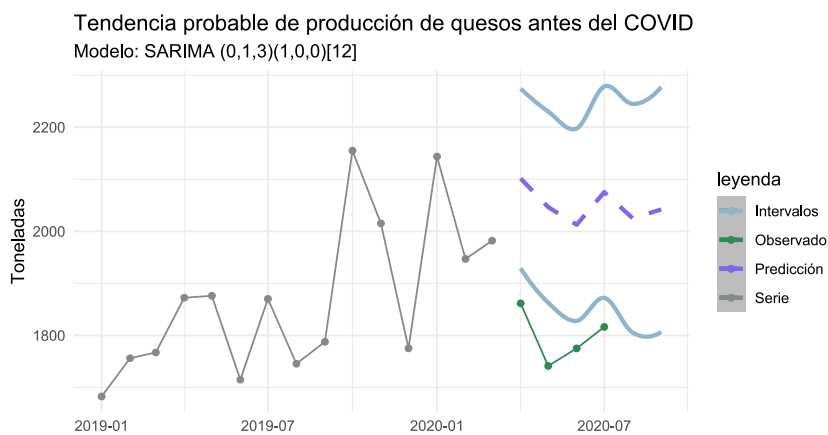


Quesos y leche pulverizada

El análisis propuesto también permite identificar disminuciones inusuales en la categoría de los quesos en el departamento durante los cuatro meses críticos de la contingencia sanitaria, observando valores promedio por debajo de la banda de confianza y alejado en un promedio del 12.7% del valor predicho (**Figura 14**).

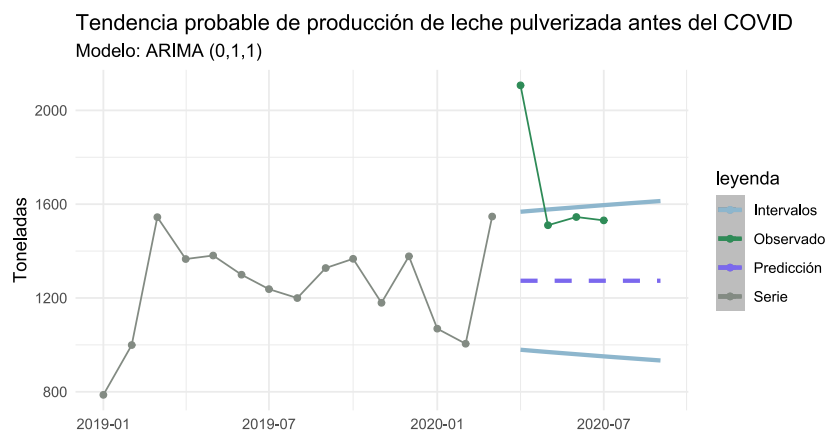
Cómo era de esperarse, al continuar con el nivel de acopio de leche cruda a pesar de las disminuciones observadas en la productividad de leche pasteurizada, UHT y quesos, se vería afectada la categoría de leche pulverizada, en este caso experimentando alzas considerables en la producción, sobre todo hacia el mes de abril; donde se observa un pico máximo de 2100 toneladas de leche pasteurizada. En los 3 meses siguientes el promedio mensual de pulverización se ubica por el orden de las 1500 toneladas, un 20% más de lo pronosticado con el modelo planteado (**Figura 15**). Esto se convierte en una problemática ya que existe escasez de infraestructura para el depósito, lo que genera sobrecostos a la industria y la posibilidad de que se exceda el umbral de almacenamiento y las medidas apunten a la reducción del acopio de leche cruda (Gobernación de Antioquia 2019).

Figura 14. Comportamiento de la producción de quesos durante la contingencia COVID-19



Fecha	Predicho	Observado	Dif %
abr-20	2101,6	1861,7	-11,4%
may-20	2046,6	1741,5	-14,9%
jun-20	2012,8	1775,2	-11,8%
jul-20	2075,3	1816,4	-12,5%
Promedio	2059,1	1798,7	-12,7%

Figura 15. Comportamiento de la producción de leche pulverizada durante la contingencia COVID-19



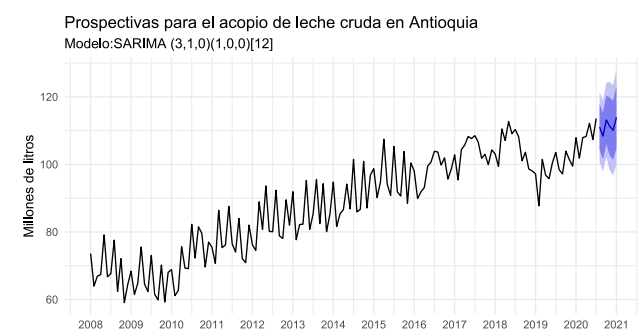
Fecha	Predicho	Observado	Dif %
abr-20	13,5	10,4	-23,2%
may-20	12,6	10,9	-13,4%
jun-20	12,6	10,6	-15,8%
jul-20	13,1	11,3	-14,1%
Promedio	12,9	10,8	-16,6%

Finalmente se plantea la duda sobre lo que podría ocurrir para el cierre del año 2020, ¿Cómo será el comportamiento de las dinámicas de la industria láctea en medio de un contexto de contingencia sanitaria y la necesidad de la reactivación económica?, ¿Qué escenario factible podría plantearnos el análisis de las series de tiempo?

Planteamiento del posible escenario para el cierre productivo del 2020 en la Industria láctea de Antioquia.

En esta sección se recalculan los parámetros para los modelos autorregresivos de la familia ARIMA y SARIMA, incluyendo la información recabada durante los meses críticos de la contingencia sanitaria, con lo cual se busca obtener un panorama posible hasta el cierre del año 2020.

En general podría decirse que los escenarios para las categorías evaluadas apuntan a mantenerse estables en relación a los valores observados en los meses de junio y julio, lo que corresponde a acopios promedio de 111 millones de litros de leche cruda, 11.2 millones de leche pasterizada, cerca de 7 millones de litros de leche UTH ,1800 toneladas de quesos y alrededor de 1500 toneladas de leche en polvo.



Comentarios finales

Es necesario continuar observando y analizando el comportamiento de la industria láctea, aún más bajo el contexto de una pandemia en curso que implica grandes retos económicos y sociales que podrían impactar de forma directa la productividad y el desarrollo de la Industria en Antioquia. El Centro de Desarrollo Agrobiotecnológico de Innovación e Integración Territorial (CEDAIT) apuesta por la integración de la academia y la agroindustria, con lo cual se pretende continuar realizando estudios que permitan analizar mayor número de variables asociadas al desarrollo de industria como: la calidad composicional e higiénica de la leche acopiada, los costos de producción, los precios internacionales de la leche entre otras, buscando generar más y mejores modelos que permitan aportar al sector panoramas futuros, alertas tempranas y determinaciones de impactos que apoyen la toma de decisiones sectoriales.

Referencias

Achim Zeileis, Christian Kleiber, Walter Kraemer and Kurt Hornik (2003). Testing and Dating of Structural Changes in Practice. *Computational Statistics & Data Analysis*, 44, 109-123.

Achim Zeileis, Friedrich Leisch, Kurt Hornik and Christian Kleiber (2002). strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models. *Journal of Statistical Software*, 7(2), 1-38. URL <http://www.jstatsoft.org/v07/i02/>

Asoleche. (2017). Actualidad del sector lácteo colombiano. Retrieved from <https://asoleche.org/2017/09/28/actualidad-del-sector-lacteo-colombiano/>

Chávez Quisbert, Nicolás. (1997). MODELOS ARIMA. *Revista Ciencia y Cultura*, (1), 23-30. Recuperado en 06 de octubre de 2020, de http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100005&lng=es&tlng=es

Colombia Productiva. (09 de 2020). MARO. Obtenido de <https://www.maroc.com.co/>

DANE. (2020). Boletín mensual Precios de leche en finca - Históricos. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/mayoristas-boletin-mensual-1/boletin-mensual-precios-de-leche-en-finca-historicos>

Gobernación de Antioquia. (2020). Situación Actual Cadena Láctea en Antioquia y propuestas ante la problemática. Medellín, Colombia.

Hyndman R, Athanasopoulos G, Bergmeir C, Caceres G, Chhay L, O'Hara-Wild M, Petropoulos F, Razbash S, Wang E, Yasmineen F (2020). *_forecast*: Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.12, URL: <http://pkg.robjhyndman.com/forecast>.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (09 de 2020). Unidad de Seguimiento de Precios de la Leche. Obtenido de <http://uspleche.minagricultura.gov.co/>

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R. Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Sánchez, P. A. (2008). Cambios estructurales en series de tiempo: Una revisión del estado del arte. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7(12), 115-140. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v7n12/v7n12a07.pdf>

Superintendencia de Industria y Comercio. (2012). Estudios de Mercado. Recuperado de: https://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudio_Sectorial_Leche1.pdf

Una colaboración entre:

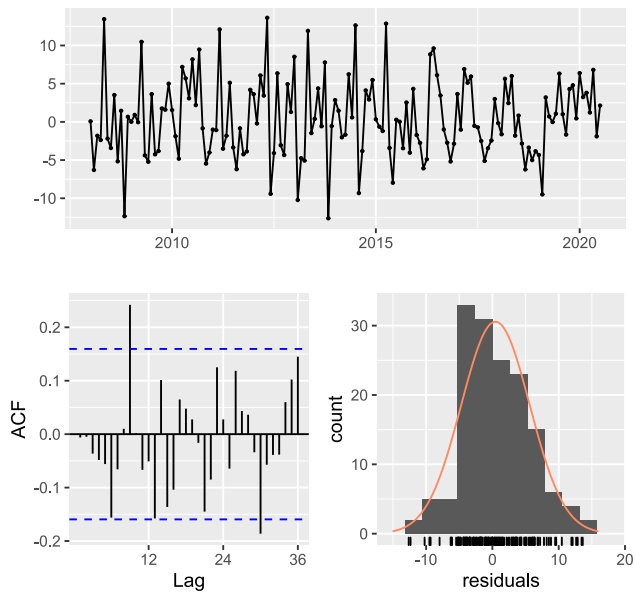
CEDAIT

Centro de Desarrollo Agrobiotecnológico
de Innovación e Integración Territorial

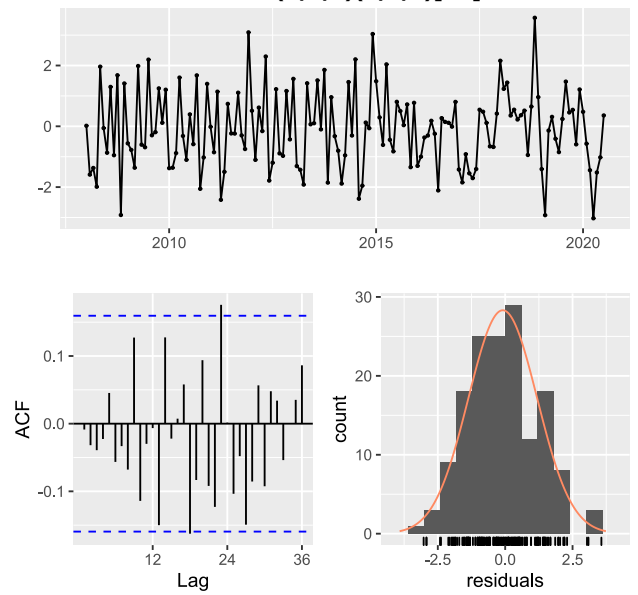


Anexos

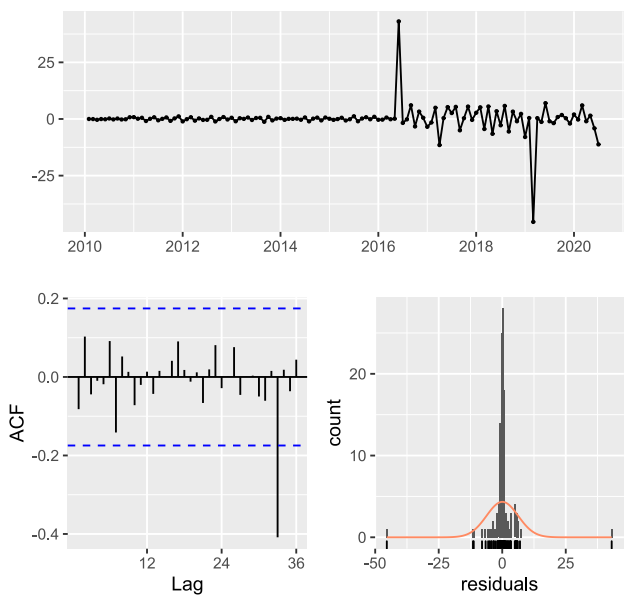
**Anexo 1. Residuales del modelo para acopio de leche cruda:
SARIMA (3,1,0)(1,0,0)[12]**



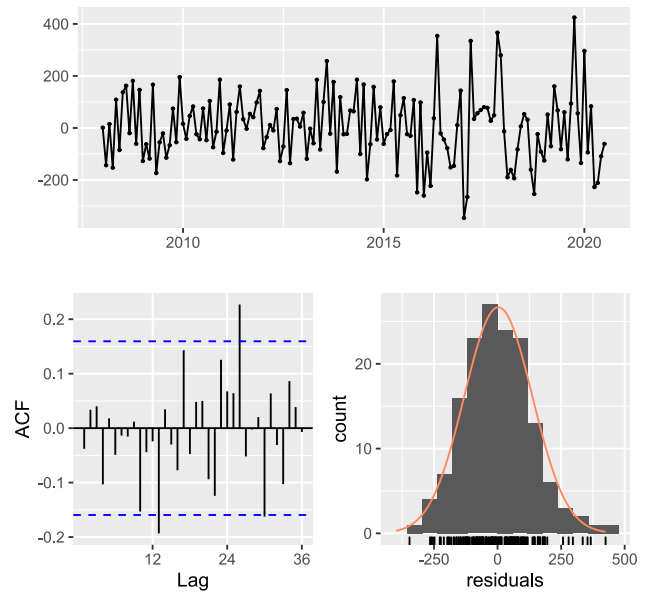
**Anexo 2. Residuales del modelo para producción de leche pasteurizada:
SARIMA (3,1,0)(1,0,0)[12]**



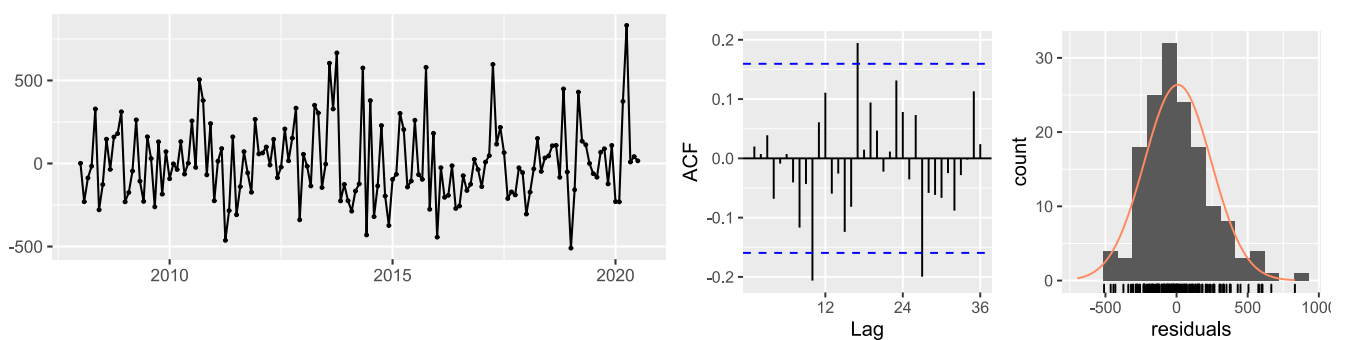
**Anexo 3. Residuales del modelo para producción de leche UTH:
ARIMA (0,1,0)**



**Anexo 4. Residuales del modelo para producción de quesos:
SARIMA (0,1,3) (1,0,0)[12]**



**Anexo 5. Residuales del modelo para producción de leche pulverizada:
ARIMA (0,1,1)**



Nota: se empleo la prueba de Ljung-Box para comprobar el cumplimiento de ruido blanco de los residuos