

**ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL PRECIO DE PAPA PARDA
PASTUSA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA: UNA
PERSPECTIVA DEL SECTOR PARA EL PERIODO 1987-2016**

Cristian Martínez Velasco

Tutor: Luz Ángela Triviño

Noviembre 23 de 2017

Economía



Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta esta instancia sin El esto no hubiera sido posible. A mi familia, en especial a mi madre por estar ahí en todo momento apoyándome, no dejándome desfallecer en este largo camino, todo esto es por ella.

Quiero agradecer a todos los profesores de la facultad que me proporcionaron sus conocimientos en sus respectivas áreas, en especial a los profesores Álvaro Chaves e Irma Baquero que marcaron mi etapa en la Escuela Colombiana de Ingeniería, a mi tutora Luz Ángela Triviño por estar presente durante la realización de este trabajo con sus consejos y recomendaciones.

Finalmente, quiero agradecer a mi novia Lizeth Sánchez por brindarme su apoyo incondicional y estar ahí presente en los mejores momentos de mi vida, y a mi amiga Cristina Vargas por compartir tantos momentos de alegrías y tristezas en este sueño de ser economistas, por brindarme su amistad dentro y fuera de la Universidad. Gracias por todo.

Contenido

1. Resumen	6
1.1 Abstract.....	6
2. Objetivo General	7
2.1 Objetivos Específicos	7
3. Pregunta	7
4. Hipótesis	7
5. Introducción	7
6. Descripción del Sector	12
7. Marco Teórico	22
7.1 Estudios empíricos sobre los determinantes de los precios de los bienes agrícolas	25
7.2. Estudios empíricos sobre el mercado de papa en Colombia y Latinoamérica..	27
8. Marco Metodológico	29
9. Resultados	34
9.1 Condición de Orden	35
9.2 Estimación del Sistema de Ecuaciones	35
9.3 Prueba de significancia de instrumentos	42
10. Conclusiones	44
11. Anexos	46

Índice de Graficas

Grafico 1. Comportamiento de los precios reales al productor de Papa en Colombia, 2005-2015 (Base 2014=100)	10
Grafico 2. Coeficiente de variación del precio de papa Parda Pastusa en Cundinamarca, 1987-2016.....	11
Grafico 3. Cadena de valor de la papa en Colombia	12
Grafico 4. Flujo de comercialización de Papa en Colombia	13
Grafico 5. Área y Producción de papa en Colombia, 2000-2016.....	14
Grafico 6. Participación principales departamentos productores de papa en 2014	16
Grafico 7. Área sembrada del cultivo de papa en 2014	17
Grafico 8. Cundinamarca, área sembrada del cultivo de papa en 2014	18
Grafico 9. Participación promedio de los principales rubros en los costos de producción de papa en Colombia	21
Grafico 10. Filtro Hodrick-Prescott para los precios mensuales de papa Parda Pastusa para el periodo 1997-2017.....	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Estimación del consumo aparente y per cápita de papa en Colombia.....	19
Tabla 2. Evolución de los costos totales de producción de la variedad Parda Pastusa, 2009	20
Tabla 3. Fuentes de Información	34
Tabla 4. Condición de orden para identificación de ecuaciones	35
Tabla 5. Prueba de endogeneidad de las variables del modelo	35
Tabla 6. Resultados estimación por MC2E para la oferta de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca	36
Tabla 7. Resultados estimación por MC2E para la demanda de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca	39
Tabla 8. Resultados estimación por MC2E para el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca	41
Tabla 9. Prueba de significancia de instrumentos para el modelo	42
Tabla 10. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para la oferta de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.	45
Tabla 11. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para la demanda de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.....	46
Tabla 12. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.....	47
Tabla 13. Prueba de significancia de instrumentos	47
Tabla 14. Prueba de endogeneidad de variables	48
Tabla 15. Prueba de sobreidentificación de variables	48

1. Resumen

El presente trabajo de investigación busco analizar los posibles determinantes del precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca para el periodo de 1987-2016. Se tomó en cuenta las ecuaciones de oferta y demanda, al igual que su condición de equilibrio, para formar un sistema de ecuaciones de simultáneas mediante la técnica de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (MC2E) con Variable Instrumental (IV) con sus respectivas pruebas de significancia para la validez del modelo. Los resultados de la investigación indican que variables como el nivel total de precipitaciones, los precios sustitutos de oferta y demanda, el Índice de Precios al Productor de papa, entre otros, influye en los posibles factores que determinan el precio del tubérculo.

Palabras Claves: Agricultura, papa, precios, mercado, oferta, demanda, precipitaciones, cultivo, producción, consumo.

1.1 Abstract

This research work seeks to analyze the possible determinants of the price of Parda Pastusa potatoes in the department of Cundinamarca for the period 1987-2016. We took into account the equations of supply and demand of potato, as well as its condition of equilibrium, to form a system of simultaneous equations using the technique of Least Squares in 2 Stages (MC2E) with Instrumental Variable (IV) with their respective significance tests for the validity. The results of the investigation indicate that variables such as the total level of rainfall, the substitute prices of supply and demand, the Potato Price Index, among others, influence the possible factors that determine the price of the tuber.

Key words: Agriculture, potatoes, prices, market, supply, demand, rainfall, cultivation, production, consumption.

Clasificación JEL: Q11, Q13

2. Objetivo General

Analizar los posibles factores que influyeron en el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca en el periodo 1987 a 2016

2.1 Objetivos Específicos

1. Caracterizar el mercado de papa en Colombia.
2. Identificar los factores de la oferta que puedan afectar el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.
3. Identificar los factores de la demanda que afectan el precio de papa Parda Pastusa en Cundinamarca.
4. Analizar los determinantes del precio de equilibrio en el mercado de papa Parda Pastusa en Cundinamarca

3. Pregunta

¿Qué factores han influido en el precio de papa Parda Pastusa en el departamento colombiano de Cundinamarca en el periodo 1987 a 2016?

4. Hipótesis

Los factores de oferta como los costos de producción, fenómenos climáticos, bienes sustitutos en uso de tierra, entre otros, son los que más han contribuido como determinantes en el precio de papa Parda Pastusa para el periodo 1987 a 2016.

5. Introducción

La papa es el tercer alimento más importante del mundo junto con el maíz y el trigo y el número uno de origen no cereal para la humanidad (Fedepapa, 2016). Colombia ocupa el puesto número 36 entre 183 países productores de papa a nivel mundial, el cultivo de papa en el país representa, en promedio, un 32% de la producción de cultivos transitorios.

De acuerdo a infoAgro, 2016 la papa participa con el 3,5% del PIB agropecuario y es el cultivo que mayor demanda hace en el país de fungicidas e insecticidas y el segundo de fertilizantes químicos después del café. Según Fedepapa, 2016 en el país se producen cerca de 250 variedades del tubérculo, de las cuales 7 son para consumo local.

En general, en Colombia la papa se comercializa en estado fresco, siendo muy baja su participación en la industria de procesamiento. De acuerdo a los datos proporcionados por el Consejo Nacional de la Papa (2010), alrededor del 70% del total de la papa producida se destina al mercado en fresco, un 10% para la industria de procesamiento, 11% para autoconsumo por parte de las familias productoras y, por último, un 8% se destina como semilla.

Para el año 2015, los principales departamentos productores de este tubérculo son Cundinamarca, Boyacá y Nariño, según Fedepapa, concentran más del 90% de la producción, en los últimos cinco años el departamento de Cundinamarca presentó un aumento en su productividad en 18.62%, en contraste con el departamento de Nariño que tuvo un menor crecimiento de la productividad y por su parte en el departamento de Boyacá tuvo un rendimiento de 20.68%, siendo el mayor del país. De acuerdo a las estadísticas agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015 esta actividad agropecuaria es la que genera más empleo e ingresos, constituyéndose en el eje fundamental de la economía regional en estos departamentos.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015 durante el periodo 2005-2015, la producción de papa aumentó en un 2% a pesar de que las hectáreas sembradas disminuyeron en 9%, pero con un aumento en la productividad del 12%. Esto se puede explicar por el incremento que se ha presentado en la tecnificación de los procesos de producción y a que se han introducido al mercado variedades con mayor rendimiento, estas han aumentado su participación desde el año 2000 en los departamentos altamente dedicados a la producción de papa.

Con respecto al empleo generado por la producción de papa en Colombia durante el periodo 2010-2014, ha generado en promedio 77.425 empleos indirectos y 193.564 directos. La participación de los empleos que genera la cadena de la papa llegó al 1.16% del total nacional y al 4.95% del sector agricultor (Fedepapa, 2016).

Los datos presentados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2010), sostuvo que el cultivo de papa en el país se consolida como la principal fuente de empleo en las zonas rurales de clima frío (característica de los departamentos productores del sector) y, por ende, es fundamental para la economía de alrededor de 200 municipios del país. Alrededor de

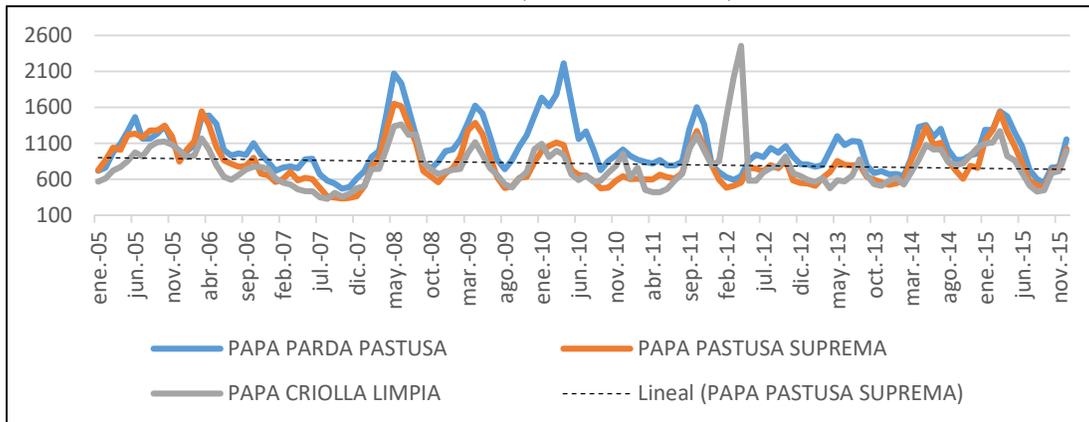
90.000 familias se encuentran vinculadas con la explotación directa de este cultivo y en él se generan cerca de 15 millones de jornales al año.

Por otra parte, la estructura de los costos de producción de papa se caracteriza por ser heterogénea, depende de las condiciones ambientales y socioeconómicas de la región, topografía, sistema de producción (tradicional o tecnificado), variedad sembrada, susceptibilidad a plagas y enfermedades, insumos cuya materia prima y producto terminado en muchos casos es importado y que hace que este sujeto al comportamiento de la tasa representativa de mercado; dichos factores hacen que los costos se incrementen cosecha tras cosecha y, por lo tanto, se vea reflejado en los precios pagados al productor (Fedepapa, 2016).

Para el año 2006, el Observatorio Agrocadenas Colombia presento el documento de trabajo sobre la Cadena de la Papa, en el caso de los precios reales al productor se mostró que en el periodo 1993-1998 tuvo una tendencia creciente, dichos precios fueron proporcionados por los mercados mayoristas (se toma como base por ser el lugar donde se comercializan los mayores volúmenes de papa) donde mostraron una estacionalidad en su producción que se da por el régimen de lluvias bimodal durante el año en gran parte de los departamentos productores.

Por su parte, para el periodo 2005-2015 los precios reales al productor de papa en Colombia expuesto en el Grafico 1, se presentó una gran volatilidad, con incrementos sucesivos a partir de enero, con un pico de precios máximo en el mes de mayo, y luego, un descenso a partir de junio que coincide con el comienzo de la cosecha principal en el Altiplano Cundiboyacense, que se prolonga hasta octubre y luego empieza a incrementarse nuevamente como consecuencia de la reducción de la oferta en los mercados.

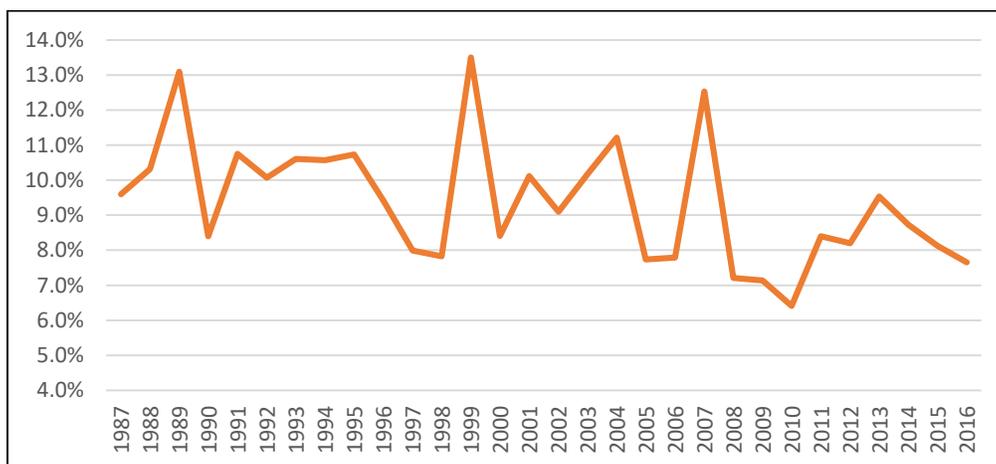
Grafico 1. Comportamiento de los precios reales al productor de Papa en Colombia, 2005-2015 (Base 2014=100)



Fuente: Elaboración Propia a partir del sistema de información de precios, SIPSA

De acuerdo con lo anterior y con la información proporcionada por Fedepapa, 2016 la volatilidad de los precios de la papa en Colombia es una problemática que se ha presentado durante los últimos años y esto genera una pérdida en la eficiencia del sector, riesgos elevados para los productores, especialmente para los pequeños agricultores, pues se incrementa la incertidumbre sobre sus ingresos esperados, si esto incrementa, dificultara la toma de decisiones para los agentes involucrados. Como se puede observar en el Grafico 2, un indicador que puede mostrar la volatilidad en los precios de papa es el coeficiente de variación, hay que hacer referencia para el periodo de 1997-2000 en donde se presentó un alta volatilidad al igual que en el periodo de 2006-2008 esto concuerda con la crisis presentada en estos periodos para Colombia.

Grafico 2. Coeficiente de variación del precio de papa Parda Pastusa en Cundinamarca, 1987-2016



Fuente: Elaboración Propia a partir del sistema de información de precios, SIPSA

Por lo tanto, la volatilidad de los precios tendrá un impacto negativo sobre la producción y la rentabilidad agrícola, ya que introduce riesgos en la actividad productiva y comercial que son vistos como un costo adicional. Por lo tanto, mayores niveles de volatilidad ocasionan menores rentabilidades agrícolas, y asociado a ellas, menores niveles de producción (CEPAL, 2011).

Teniendo en cuenta la importancia del mercado y la dinámica presentada en los precios el presente trabajo busca identificar las variables que influyen en la formación del precio de papa para el departamento de Cundinamarca. Se toma en cuenta este departamento por ser el principal productor de papa en el país, por tener la corporación de abastos más grande de la región (Corabastos), que tiene gran participación en la formación del precio y por ser el único departamento que posee datos históricos de en la producción, el consumo y los precios del tubérculo. Con respecto a la variedad seleccionada para el estudio, se escogió la variedad Parda Pastusa por ser una de las variedades más sembradas en Colombia que se produce y consume principalmente en el departamento de Cundinamarca.

Con respecto al periodo de tiempo analizado y su periodicidad se escogió el periodo 1987-2016 con periodicidad anual, ya que variables como la producción y el consumo aparente se maneja en este periodo, y además de esto, se omite el problema de estacionalidad en las series obtenidas para el modelo. Las principales fuentes de información fueron la Federación

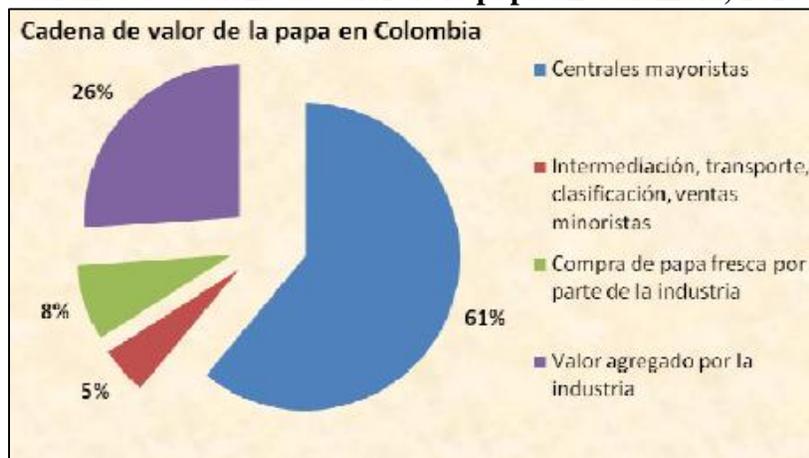
Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

6. Descripción del Sector

La cadena de papa en Colombia está compuesta por los eslabones básicos relacionados con el sector primario que abarca la papa en estado fresco y la papa destinada para semilla (que por lo general es un porcentaje de la producción del tubérculo). Las actividades de preparación para el consumo en fresco, principalmente desde los centros mayoristas, tales como, el lavado, la clasificación y el empaque. Y por último, la elaboración industrial de productos como: hojuelas, papas precocidas, o prefritas congeladas, papa en trozos o rodajas, fécula, harina, copos, gránulos y pellets (Martínez, 2006).

Esto hace referencia a que el grueso de actividades en el sector papero se realiza en el eslabón primario y por ende este es el impulsor de las dinámicas de otros sectores que están enlazados esto es, la demanda de insumos, mano de obra, maquinaria, transporte, entre otras (ver Gráfico 2). Las actividades industriales aun presentan un bajo porcentaje de participación en la cadena de valor esto se podría dar por la poca tecnificación del cultivo, la poca asistencia técnica que tienen los pequeños agricultores, mientras que la comercialización del producto permite que el producto llegue a los consumidores desde los productores.

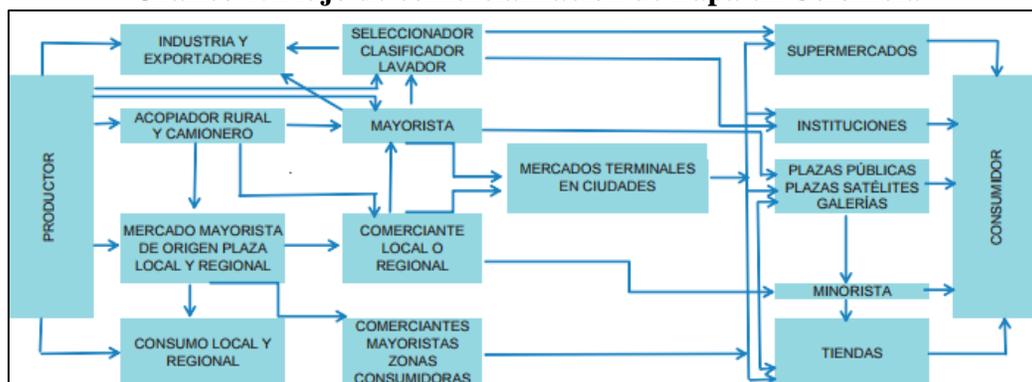
Gráfico 3. Cadena de valor de la papa en Colombia, 2010



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

La comercialización de la papa en Colombia se caracteriza por ser altamente ineficiente tanto por el elevado número de niveles de intermediación (ver Gráfico 3) como la escasa agregación de valor que genera los paperos. De acuerdo a Fedepapa, 2016 por medio de sondeos de mercado, la participación del productor dentro del margen bruto de comercialización varía entre un 51% y un 59%; el mayorista participa a su vez con un margen entre el 4% y el 6%; el tendero entre el 34% y el 35%; el “lavador-seleccionador” con un 19% y el supermercado finalmente con un 26%.

Gráfico 4. Flujo de comercialización de Papa en Colombia



Fuente: Fedepapa

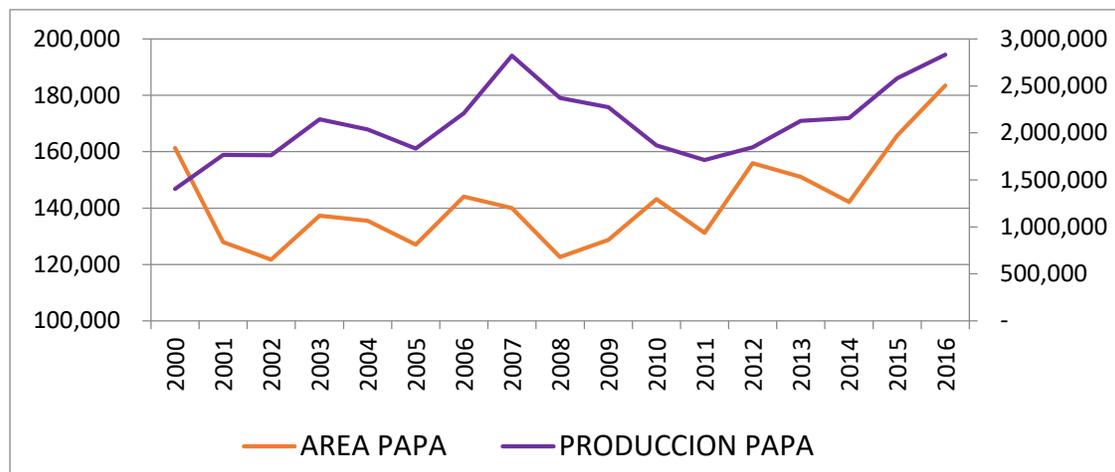
La producción de papa en Colombia se dedica al abastecimiento interno en un 95% y en algunos años atrás se exportaba no más del 5% siendo Venezuela su principal destino, este mercado se caracteriza por ser de autoabastecimiento y en términos generales por ser una economía cerrada, ya que la gran demanda en los países se genera en términos de papa fresca lo que ha limitado durante años la expansión comercial internacional de este producto, considerado durante décadas como bien no transable, por la dificultad de mantenerlos durante el transporte, lo que hacía del comercio algo local y de intercambio fronterizo, principalmente.

De acuerdo a la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 90.000 familias derivan sus ingresos de este tubérculo, la cadena productiva de la papa genera más de cien mil empleos directos, incluyendo aquellos asociados a los procesos de distribución de insumos, empaques, maquinaria, semillas, procesamiento y comercialización; en 2013 se generaron 66.913 empleos directos y 200.741 indirectos en todo el país. El área

sembrada, según las EVA (Evaluaciones Agropecuarias del Ministerio de Agricultura), alcanzaron las 165.733 Ha, y una producción de 2.582.147 Tn.

De acuerdo al Grafico 4 entre los años 2007-2011 hay una disminución en la producción de papa, como consecuencia de una disminución en el área sembrada en los primeros años de ese período y luego por condiciones climáticas adversas que sufrió el país entre 2008 y 2010.

Grafico 5. Área y Producción de papa en Colombia, 2000-2016



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

El cultivo de papa en Colombia es típicamente minifundista (economía campesina). Según datos de Fedepapa, los productores se caracterizan por tener bajo nivel de escolaridad, por poseer baja tecnificación (por ejemplo, sólo el 1% de ellos utiliza semilla certificada). Los pequeños productores siembran hasta 3 hectáreas, donde representan alrededor del 90% del sector papero y llegan a producir el 45% del total nacional. Los productores medianos que se establecen entre 3 y 10 Ha usan mejor tecnología, participan en un 7% del total de productores y producen el 35% de la producción y en los grandes productores que son los que siembran más de 10 has, son el 3% de los productores y participan con el 20% del total producido.

Otra característica importante del cultivo que tiene fuertes implicaciones económicas y ambientales es la tenencia de tierra. De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010 solamente el 46% de las explotaciones se adelantan en tierra cuyo propietario es el mismo productor, el 33% se desarrolla en tierras arrendadas y el 21% restante se siembra en diferentes formas de negociación.

Las épocas de siembra están sujetas a las condiciones climáticas, especialmente al régimen de lluvias y la ocurrencia de heladas, normalmente, el primer semestre del año presenta una disminución de oferta de papa al mercado nacional (por su comportamiento estacional de acuerdo al régimen de lluvias). Por la estacionalidad en la producción, los precios tienen un comportamiento inverso, de tal forma que los precios más altos son en los meses de marzo, abril, mayo y junio que corresponde a la producción de la época seca, donde hay menor oferta.

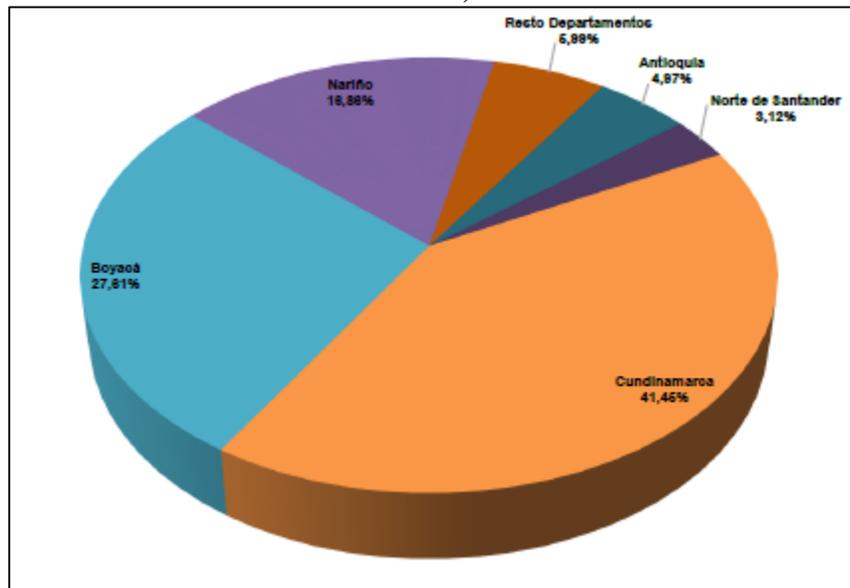
El comportamiento fluctuante del área sembrada en el sector de papa se relaciona con las variaciones de precios que inciden notoriamente en la rentabilidad de los cultivos y, por ende, en la capacidad económica de los productores quienes dependiendo de los precios de los ciclos anteriores aumentan o disminuyen el área sembrada. Así mismo, está influenciado por las variaciones en los precios de los insumos y por la tranquilidad o violencia en las diferentes zonas productoras. La tendencia decreciente, especialmente a en los últimos años, se estima que está dada por el mejoramiento tecnológico de los cultivos (que sigue siendo poco en comparación a otros países) a partir de los programas adelantados por Fedepapa y, dentro de ellos, especialmente por la promoción al uso de semilla certificada, la capacitación de productores en manejo integrado del cultivo y a la introducción de nuevas variedades de mayores rendimientos agronómicos.

Conforme a lo expuesto por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015), a nivel regional, cerca del 90% del área cosechada y de la producción se concentra en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia (ver Gráfico 5). La tecnología empleada en las diferentes zonas productoras difiere conforme a las condiciones socioeconómicas, culturales, de mercado y ambientales, por lo tanto se presenta una gran diversidad regional en las variedades sembradas, los costos de producción, la calidad obtenida y el destino que se le da a la producción. Dicho esto, los cultivos de papa para las principales zonas productoras se encuentran sembrados en climas fríos con temperaturas de 13°C y alturas de 2000 m.s.n.m, hasta alcanzar zonas de paramo con alturas cercanas a los 3500 ms.n.m y temperaturas de 8°C.

Según Villarreal, 2007 en los tres principales departamentos productores, menos de una tercera parte de los cultivos disponen del agua y de la infraestructura necesaria para riego.

En Cundinamarca sólo el 19% de las explotaciones cuentan con posibilidades de riego artificial, en Boyacá la disponibilidad es del 24% y en Nariño llega sólo al 14%.

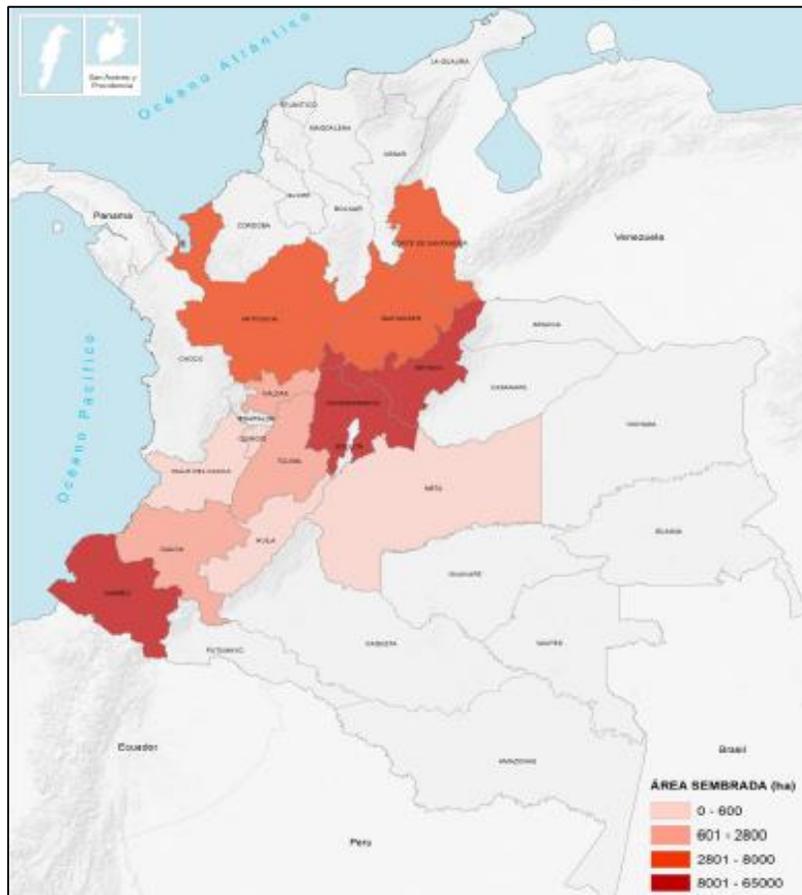
Gráfico 6. Participación de los principales departamentos productores de papa en Colombia, 2014



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Evaluaciones Agropecuarias

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, las unidades de producción están dispersas en las regiones frías de la zona Andina, bajo una variada gama de condiciones biofísicas, sociales y económicas. En términos generales, alrededor del 75% del área cultivada con papa en el país se encuentra en zonas de topografía quebrada y ondulada, con pendientes superiores al 25% que dificultan adelantar labores con cualquier tipo de mecanización (ver Gráfico 6).

Grafico 7. Área sembrada del cultivo de papa en 2014



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Evaluaciones Agropecuarias

Según el censo de papa realizado en el año 2007 por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y, las Evaluaciones Agropecuarias Municipales, el departamento de Cundinamarca tiene las siguientes características:

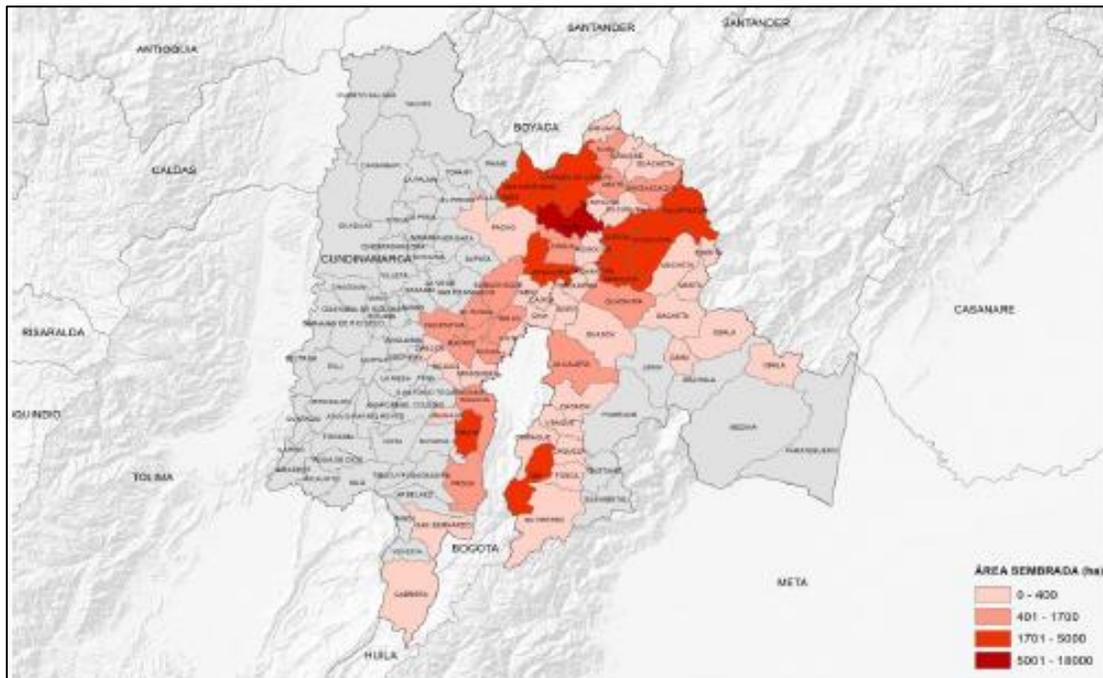
- De acuerdo al Grafico 7, los principales municipios productores son Villapinzón, Chocontá, Tausa, Bogotá, Subachoque, Pasca, Zipaquirá, Carmen de Carupa, Lenguaque y Guasca.
- Las principales variedades sembradas son Parda Pastusa, Diacol Capiro, Pastusa Suprema e ICA Única.
- Es el principal departamento proveedor de papa para procesamiento industrial (Diacol Capiro), con rendimientos superiores a las 40 Tn/Ha.
- El mercado de Corabastos es el referente a nivel nacional para la fijación de precios de papa al productor.

- Desde este departamento se envía producto para el Eje Cafetero, Medellín, la Costa Atlántica y los Llanos Orientales, principalmente.

Para dicho análisis se tuvo en cuenta el número total de productores de papa de Cundinamarca que para ese momento fue de 19.624 quienes poseen 19.020 UPP (Unidad productiva papa) cultivadas en 15.704 fincas. Se deduce que los productores de papa de Cundinamarca aprovechan durante todo el año las condiciones climáticas predominantes en cada municipio, pues en el momento en que se realizó el censo se pudo apreciar cultivos de papa en diferentes fases del cultivo. No obstante, se presenta intensificación de las siembras a principios del semestre B del año, lo cual refleja las cosechas en el semestre siguiente comprobándose así el fenómeno de estacionalidad del cultivo.

En cuanto al grado de mecanización del cultivo de papa en Cundinamarca, se debe anotar el uso de tractores en las labores de preparación del suelo, ya que en la surcada se hace de forma manual. Las labores del cultivo como tal, desde la siembra hasta la recolección son manuales.

Grafico 8. Cundinamarca, área sembrada del cultivo de papa en 2014



Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Evaluaciones Agropecuarias

Por su parte, el consumo de papa en el país se hace en estado fresco, tan solo el 7% es para uso industrial (papa procesada). Este hábito de consumo ha sido un mecanismo indirecto de

protección frente a las distorsiones del mercado mundial de papa en la medida que el comercio se hace en papas procesadas (cocida, precocida, conservadas, congeladas), por ser de fácil preparamiento y que se puede mantener en buen estado por un largo tiempo, sin embargo se puede presentar una sustitución en los patrones de consumo, tal y como ha sucedido en particular en los estratos de ingresos más altos (FAO, 2009).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010 el consumo aparente de papa en Colombia paso de 2.86 millones de Tn en 1995 a 2.78 millones en el 2008, es decir, que durante este periodo el consumo aparente cayó un 3% (ver Tabla 1). Por su parte, para el consumo per cápita disminuyo para ese mismo periodo en un 18,2% dicha fuente lo atribuye a la falta de crecimiento de la producción y del aumento progresivo de la población, a esto se le puede abonar la gran variedad de sustitutos o complementarios como el arroz, la yuca y el plátano que hace que el consumidor tenga la oportunidad de decidir cuál comprar.

Sin embargo, la papa es el producto de origen agrícola de mayor consumo por habitante en el país. Según datos de Fedepapa, 2016 en el ámbito nacional, su consumo por habitante presenta grandes diferencias entre regiones. Es relativamente alto en la zona Andina y bajo en la zona Caribe y en los Llanos Orientales.

Tabla 1. Estimación del consumo aparente y per cápita de papa en Colombia para el periodo 1995-2009

Año	Producción (Ton.) ¹	Importaciones (Ton.) ¹	Exportaciones (Ton.) ¹	Consumo aparente (Ton.)	Población (No. de habitantes) ²	Consumo Per cápita (Kg/Hab.)
1995	2.891.939	2.876	28.690	2.866.125	37.489.666	76,5
1996	2.801.027	3.077	22.788	2.781.316	38.076.638	73,0
1997	2.716.997	20.324	8.062	2.729.259	38.646.043	70,6
1998	2.547.213	22.959	8.254	2.561.918	39.201.321	65,4
1999	2.775.231	4.910	20.025	2.760.116	39.745.714	69,4
2000	2.882.941	46.086	45.221	2.883.806	40.282.217	71,6
2001	2.873.867	13.910	29.729	2.858.048	40.806.313	70,0
2002	2.834.820	5.631	25.315	2.815.136	41.327.459	68,1
2003	2.870.897	4.262	16.572	2.858.587	41.847.421	68,3
2004	2.872.740	3.620	28.915	2.847.445	42.367.528	67,2
2005	2.700.537	5.124	26.001	2.679.660	42.888.592	62,5
2006	2.742.778	7.863	26.027	2.724.614	43.405.387	62,8
2007	2.832.383	5.214	25.417	2.812.180	43.926.034	64,0
2008	2.803.796	7.625	28.259	2.783.162	44.450.260	62,6
2009	2.803.796	8.981	21.976	2.790.801	44.977.758	62,0

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y DANE. Cálculos Secretaria Técnica CNP

Ahora bien, para el análisis del sector de papa se debe tener en cuenta los costos de producción que presentan los productores colombianos que puede variar según la región en donde se desarrolle el cultivo al igual de la variedad sembrada, es decir, pueden diferir los grados de productividad, la presencia constante de plagas y enfermedades, necesidades nutricionales e hídricas que requiera la variedad cultivada (Villarreal, 2007).

De acuerdo al monitoreo que se le hace a los costos de producción por parte de las secretarías técnicas a nivel regional, los costos promedio de producción por hectárea de la variedad Parda Pastusa durante el periodo 2002-2009 se han incrementado en un 77.8%, al pasar de 6.8 millones en el 2002 a 14.7 millones en el 2009, como se puede observar en la Tabla 2. Según Villarreal (2007) este comportamiento obedece particularmente a los incrementos sustanciales en el costo de los insumos y, dentro de estos, los fertilizantes edáficos.

Tabla 2. Evolución de los costos totales de producción de la variedad Parda Pastusa, 2009

Año	Variedad
	Parda Pastusa
2002	6.749.790
2003	7.723.800
2004	9.013.325
2005	10.555.900
2006	11.876.504
2007	12.507.429
2008	13.050.806
2009	14.705.876

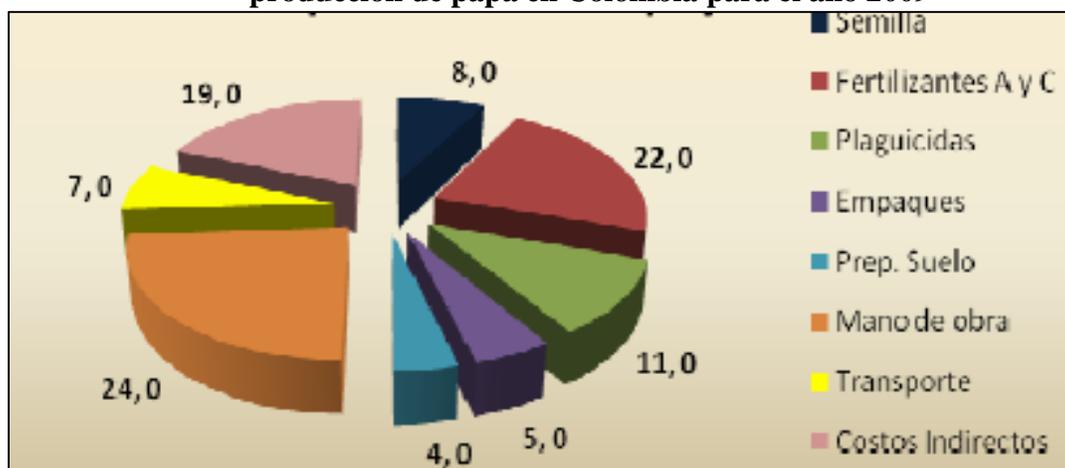
Fuente: Elaboración Propia, a partir de datos de la Secretaría Técnica CNP

Los principales rubros dentro de la estructura de costos de producción promedio de papa en Colombia para el año 2009 se clasifica en: mano de obra, fertilizantes, abonos y correctivos y costos indirectos tales como arrendamiento de la tierra, costo del capital, entre otros, como se puede observar en el Grafico 8. Vale la pena aclarar que entre los fertilizantes, abonos y plaguicidas representan el 36% de los costos totales, lo que indica claramente la dependencia del cultivo al costo de insumos.

Siguiendo a Villarreal (2007) el análisis del comportamiento de la variedad Parda Pastusa en el periodo 1990-2006, permite mostrar que los costos de producción crecen en promedio a una tasa anual del 1% y que para incurrir en los mayores costos que se presentan año tras año

la productividad debe tener un aumento significativo. Sin embargo, la productividad no está creciendo en la forma que se espera, según el autor se podría inducir a que el potencial del cultivo ha llegado a su máximo y por ende las ganancias del productor serán cada vez menores.

Grafico 9. Participación promedio de los principales rubros en los costos de producción de papa en Colombia para el año 2009



Fuente: Secretaria Técnica CNP

Por último, se debe de hablar sobre la calidad de papa que se cultiva en Colombia; De acuerdo con Martínez, 2006 la calidad del tubérculo es evaluada y calificada de acuerdo al destino de uso que tenga, es decir dependiendo de sí se trata del mercado de papa en estado fresco, para exportación o para la industria de procesamiento. Por ejemplo para el mercado de consumo en estado fresco las normas de calidad son bastante altas para los almacenes de cadena, en cambio, para las tiendas de barrio las normas son mínimas por no decir nulas y es en donde la mayoría de consumidores llegan a comprar el producto.

Por su parte el sector de las centrales de abastos, centros mayoristas de origen y plazas de mercado, a través de las cuales se comercializa la mayor parte de la producción de papa fresca, no cuenta con normas de calidad establecidas, aplicándose de manera informal condiciones relativas a la presentación del producto, esto hace que a una menor calidad del tubérculo recibirá un menor precio en relación al establecido por el mercado.

En las zonas productoras el uso inapropiado de prácticas de siembra y recolección de cosechas, la utilización inadecuada de insumos agroquímicos en el proceso productivo, el bajo uso de semilla certificada, la alta incidencia de enfermedades y plagas en el cultivo, la

comercialización del tubérculo sin lavar, la excesiva manipulación de terceros, entre otros, constituyen las causas principales de los problemas de calidad en el sector papero colombiano

7. Marco teórico

De acuerdo con Norwood y Lusk (2008) muchos aspectos pueden influir en el precio de cualquier producto agrícola y estos se pueden agrupar en uno de los posibles determinantes tales como, cambios en la oferta y demanda a largo plazo, estacionalidad, choques y ajustes en el mercado.

La curva de oferta a largo plazo muestra cuantas empresas producirán a un precio x , con la posibilidad de ajustar los niveles de producción, por otro lado, la curva de demanda a largo plazo muestra cuanto será la cantidad demandada por parte de los consumidores a un precio dado con la característica de poder ajustar los niveles de consumo. Cuando la oferta a largo plazo aumenta, genera un desplazamiento hacia abajo y el precio tendrá un comportamiento a la baja a través del tiempo, dicho aumento de la oferta se podría deber, entre otras razones, a constantes mejoras tecnológicas en la producción, lo que hace que sea menos costoso producir un bien agrícola.

Las tendencias de precios a largo plazo se pueden ver en distintas fases, por un lado se puede presentar una tendencia al alza por razones tales como un aumento esperado en los precios por parte de los consumidores y, también, por la disminución en la disponibilidad de tierras para uso productivo en el sector agrícola. Por otro lado, cuando la tendencia es normal, es decir, la oferta y la demanda a largo plazo no están cambiando, se esperaría que el precio promedio durante muchos años no tenga cambios significativos. Por último, al presentarse un aumento de la oferta a largo plazo que hace bajar los precios y a la vez una disminución de la demanda a largo plazo con el mismo efecto, tendrá como resultado que el precio esperado en el periodo t sea menor en $t-1$, por ende, la tendencia tendrá un comportamiento a la baja.

El segundo de los posibles determinantes de los precios agrícolas, es la estacionalidad. Este impacto se observa más en la producción de cultivos. Los cultivos primarios (maíz, soja y trigo) producen semillas solo una vez al año, esto significa que solo se puede cosechar una vez al año y almacenar el grano para el consumo continuo hasta la próxima cosecha; esto se

podría contrarrestar si se importara granos de otros países que cosechan en diferentes épocas, pero solo se amortiguaría parcialmente el efecto de la estacionalidad.

Siguiendo lo expuesto por Norwood y Lusk (2008), el principio de la indiferencia indica que la gente debe ser indiferente entre almacenar el bien agrícola x y no almacenarlo, así que la diferencia de precios entre meses debe igualar el costo de almacenaje entre meses. El precio debe subir cada mes entre las cosechas para compensar a quienes incurren en costos de almacenamiento, lastimosamente esto no sucede, los economistas agrícolas no han encontrado una respuesta clara sobre por qué los precios comienzan a caer con mucha antelación a la próxima cosecha. Para poder explicar esto, se supone que la cosecha de cada año produce la misma cantidad del bien agrícola x , sin embargo, no se está teniendo en cuenta que la producción de este bien puede variar según el clima, si se produce una sequía y el mercado cree que la próxima cosecha producirá menos, la gente será reacia a vender los suministros que tienen almacenados, por lo tanto, si hay menos disponibilidad de dicho bien en el mercado, su precio aumentará.

El comportamiento estacional de la mayoría de los cultivos sigue este patrón, los precios suben en los meses siguientes a la cosecha, pero luego comienzan a caer los meses antes de la próxima cosecha. En una situación en que el precio a largo plazo de un bien agrícola x está disminuyendo porque la curva de oferta a largo plazo se está desplazando continuamente hacia la derecha, esto significa que el precio de equilibrio a largo plazo tiende hacia abajo, los precios del bien siguen su ciclo estacional. Dentro de un año, el precio es más bajo en la cosecha y más alto entre ellas, pero en cualquier mes, el precio es más bajo que el año pasado debido a la disminución del precio de equilibrio a largo plazo.

La discusión hasta ahora ha considerado solo la estacionalidad en la oferta, pero claramente la demanda puede variar según las estaciones. La estacionalidad de la demanda entra en las decisiones de producción de los productores, lo que provoca cambios estacionales en la oferta.

Ahora, se tiene en cuenta los choques de mercado (oferta y demanda) como posible determinante de los precios agrícolas. Los shocks de demanda pueden ser positivos o negativos, en el primero, cuando existe un aumento inesperado y temporal, es decir, representa una desviación temporal del equilibrio a largo plazo del mercado de un bien

agrícola x generando un incremento en su precio; en el segundo, es una disminución temporal e inesperada de la demanda haciendo que el precio caiga por debajo de su equilibrio a largo plazo. Para los shocks de oferta, cuando es positivo es porque existe un aumento inesperado y temporal de la oferta y, si es negativo, es una disminución inesperada y temporal de la oferta.

Los mercados agrícolas deben ajustarse a los choques que se presentan puesto que la producción es rezagada, es decir, se debe tener en cuenta el tiempo que transcurre entre el momento en que se toman las decisiones de producción y se empieza a cosechar. Ese retraso en la producción tiene implicaciones importantes. Los supuestos que se deben tener en cuenta son (1) un retraso en la producción y (2) los productores planifican sus niveles de producción futuros basados únicamente en los precios actuales, en este último, es poco probable que los agricultores basen todas sus decisiones de producción únicamente en el precio actual, pero es el método que ha generado buenos resultados. Los mercados se están ajustando continuamente a los shocks, dado esto, es muy difícil que encuentren su precio de equilibrio a largo plazo; los precios de mercado se ajustan a estos choques constantes y subestiman su precio a largo plazo.

Explicado los posibles factores que influyen en los precios de los bienes agrícolas, Norwood y Lusk (2008) analizan la oferta y demanda de estos bienes. Los precios en los mercados agrícolas están determinados por la oferta y la demanda, por ejemplo, cuando hay un largo periodo entre el momento en que se toman las decisiones de producción por parte de los productores y el producto final está listo para la venta, genera efectos sobre la oferta del bien agrícola viendo afectado la demanda de este.

De acuerdo a lo anterior para estimar la curva de oferta de cualquier bien agrícola se debe tener en cuenta la cantidad producida como variable dependiente y como variables explicativas se debe tomar el precio del periodo anterior, los costos de producción y los niveles de producción anteriores. La curva de demanda se estima utilizando los precios actuales del bien agrícola como variable dependiente y los precios de los bienes sustitutos, los ingresos, la población, las preferencias, el consumo del periodo anterior como variables que explican el comportamiento de la demanda. A medida que aumentan los precios de los bienes sustitutos, los consumidores sustituyen dichos bienes por el bien agrícola analizado,

haciendo que aumente la demanda y el precio; si aumenta el ingreso de los consumidores y partiendo de que el bien agrícola es normal, hará que su demanda por el bien aumente, al igual que su precio.

Finalizado esto, a continuación se presentaran los estudios que se tuvieron en cuenta para la realización de este trabajo sobre el tema de formación de precios en el sector agrícola que incluye a varios países como Colombia, Chile, Perú, México entre otros. Esta revisión literaria, da una idea de la situación que afronta cada uno de estos países en la toma de decisiones por parte de los productores de bienes agrícolas.

7.1 Estudios empíricos sobre los determinantes de los precios de los bienes agrícolas

Pérez (2014) analiza los determinantes del precio maíz¹ en el periodo 2000-2011 en el mercado de México y Estados Unidos. Estudian las posibles variables que influyen en la formación del precio del maíz, teniendo en cuenta este producto para consumo local, como insumo para la producción de etanol y como producto de exportación. Parten de la teoría neoclásica según la cual los precios se determinan por la interacción entre las fuerzas de oferta y demanda, en donde la primera se forma a partir del precio del bien, de los precios de los bienes sustitutos y complementarios y por último, los costos de producción; en la segunda está determinada por su precio, los gustos y preferencias de los individuos y el ingreso que percibe. Utilizan un sistema de ecuaciones simultáneas para calcular las funciones de oferta y demanda, en donde esta última se desagrega en tres ecuaciones correspondientes a las categorías según los usos del maíz. Los resultados encontrados en este trabajo dieron que ante un incremento del 1% en el consumo de maíz por parte de países importadores de maíz, el precio de este cereal se incrementa, mientras que ante un incremento del 1% en la producción de etanol, el precio del maíz se ve afectado por un incremento.

Por otro lado, Barrientos, J., Rondon, C., & Melo, S (2014) realizaron una investigación documental sobre precios y un análisis estadístico de la serie de precios de las variedades Parda Pastusa y Diacol Capiro para el periodo 1995-2011. El análisis estadístico muestra resultados similares para ambas variedades. Las series presentan estacionalidad, siendo el

¹ Se toma en cuenta el maíz por ser considerado un bien sustituto de papa en Colombia y por tener ciertas similitudes tales como, su dependencia al régimen climático, pertenecer al grupo de cultivos transitorios, la posibilidad de usar bajo las mismas condiciones la tierra Ramírez (2002).

primer semestre el de precios altos y el segundo el de los precios medios y bajos. La variabilidad es alta reflejando la amplitud de rango entre los precios máximos y mínimos, esto hace que represente un mayor riesgo para los productores, sobre todo para los pequeños que no tienen ningún seguro financiero para su producción. Por último, las series de los precios de las variedades seleccionadas presentan ciclos irregulares.

Lo relevante de este trabajo es la definición de oferta y demanda de papa, según los autores, la oferta de papa en Colombia depende casi en su totalidad a la producción nacional, los factores que la determinan son principalmente el clima, plagas y enfermedades, manejo de cultivo y planeación de siembras, precios de insumos, precio de bienes sustitutos en cuanto a uso de tierra entre otros. Estas condiciones de cambio en el clima afectan la regularidad de la época de siembra así como propician un mayor ataque de enfermedades, al suceder esto, habrá incrementos significativos en los precios de insumos². Por otra parte, la superficie cultivada, que determina la cantidad de inversión necesaria, depende de, entre otros, del último precio que recibió el productor, si fue bueno, tendrá el incentivo de cultivar más, y si fue malo, cultivara menos.

El consumo de papa en Colombia es tradicional, el volumen de su compra depende de su calidad, la limpieza del lugar de venta y su precio. Sin embargo, los nuevos hábitos alimenticios, cambios en el ingreso de los consumidores y la variedad de sustitutos están propiciando una reducción en el consumo per cápita.

En conclusión, las fuerzas que establecen los precios de papa en Colombia (oferta y demanda del tubérculo) los autores le atribuyen mayor influencia a la oferta, debido a que sus factores determinantes cambian con mayor frecuencia y tienen efectos notables en el corto plazo, dichos factores son el clima, los precios del periodo anterior, los costos de producción, la disponibilidad de agua y la ocurrencia de heladas (temperaturas mínimas). Por el lado de la demanda, se tiene en cuenta el consumo en estado fresco, de bienes sustitutos, los ingresos del consumidor, sus gustos y preferencias, la capacidad de almacenamiento, poder de mercado, entre otros (Barrientos, 2011; CNP, 2010).

² La frecuencia de aplicaciones de pesticidas y el uso de fertilizantes aun no sigue un plan de eficiencia y eficacia.

7.2 Estudios empíricos sobre el mercado de papa en Colombia y Latinoamérica

Por su parte el gobierno de Chile para el año 2012 a través de su Ministerio de Agricultura (Oficina de estudios y políticas agrarias) realizó un estudio sobre los determinantes del precio de papa para consumo en estado fresco y su estructura de mercado con el fin de buscar reforzar su potencial de producción agroalimentaria y mejorar la competitividad de sus agricultores, mediante medidas que apuntan a aumentar la participación en el mercado. La papa en Chile se cultiva principalmente para el mercado interno de consumo en fresco, jugando un rol poco importante la industria de congelado (como el mercado de papa en Colombia) y otros productos procesados. Toman como referencia los precios nominales de papa para el periodo 2008-2012 en donde se desagregan según su lugar de venta (supermercados, ferias, mayorista). Los resultados que se obtuvieron en este estudio fueron determinados por medio de un análisis del mercado de papa y por estudios exploratorios para el sector hechos por Odepa (Oficina de Estudios y Políticas Agropecuarias) y se obtuvo que los posibles factores que determinan el precio de papa fresca, tanto desde la perspectiva de la demanda como de la oferta son, en el primero, el consumo interno, la demanda de materia prima por parte de la industria, el consumo interno de productos sustitutos y el crecimiento de la población; en el segundo, el precio interno del año anterior del tubérculo, disponibilidad de agua (condición climática), disponibilidad de semillas, enfermedades y la competencia con otros subsectores por el uso del suelo.

Por su parte Devaux, A., Ordinola, M., & Hibon, A. et. al. (2010) elaboraron un diagnóstico del sector de papa en la región andina (Bolivia, Ecuador y Perú) por medio de OFIAGRO (Oficina Técnica Agropecuaria) en donde mostraron la evolución de los precios de papa para los distintos países seleccionados, el margen entre los precios al productor y el precio al consumidor y por último, tienen en cuenta los estudios previos realizados por las entidades encargadas en cada país para el sector de papa. De acuerdo a esto, pudieron llegar a la conclusión de que el comportamiento del precio del tubérculo lo determina el mercado y en este inciden algunos factores de orden estructural y coyuntural. En el primero, se puede mencionar la falta de planificación de la producción, la poca inversión pública y privada en semillas de calidad e infraestructura para el almacenamiento de la cosecha, la falta de sistemas de información oportuna, el incremento de los costos de producción, la presencia de

un poder de compra significativo de pocos mayoristas, el débil poder de negociación de los pequeños productores que en su mayoría acceden individualmente al mercado, entre otros. En el segundo, la variación climática, los flujos de entrada y salida del producto de manera formal e informal por las fronteras, la evolución del precio de los sustitutos, el cambio del patrón de consumo, la calidad. Con estos elementos, se observa una gran variabilidad del precio de la papa, así como un margen de precio considerable entre el productor y el consumidor.

Por último, Martínez, H., Pinzon, N., & Barrios, C. (2006) realizaron un documento sobre la cadena de la papa en Colombia en donde dieron una perspectiva de cómo se encuentra el sector, que problemas está afrontando y que posibles soluciones se pueden dar para que dicho sector crezca y aporte de forma significativa a la economía del país. Se llega a la conclusión, tomando en cuenta los estudios realizados por el DNP (Departamento Nacional de Planeación), de que en Colombia la papa en estado fresco es un producto consumido básicamente por sectores de la población de niveles de ingreso medio e inferior, que destinan cerca del 3% de su gasto en alimentos, a la compra de este tubérculo. La elasticidad precio y la elasticidad ingreso de la demanda de este tubérculo muestran niveles menores que uno, lo que significa que la demanda de este bien es inelástica, y por lo tanto, su producción y su consumo responden menos que proporcionalmente a cambios en el precio y el ingreso. Según Ramírez et. al. (2005) el consumo de papa puede verse afectado por el comportamiento de los productos sustitutos como el trigo, el arroz, y el maíz. La elasticidad precio de oferta de la papa es positiva, es decir, que tanto el área como la cantidad producida responden rápidamente a los cambios en los precios.

8. Marco metodológico

Conforme a la literatura consultada; para la determinación del precio de papa en el departamento de Cundinamarca, la teoría económica establece que los precios se determinan por la interacción entre las fuerzas de oferta y demanda. La demanda de un bien está determinada por su precio, el precio de los bienes sustitutos, los gustos y preferencias de los individuos y el ingreso de estos. Por el lado de la oferta, se tiene que los factores que la determinan son el precio del bien, el precio de los bienes sustitutos y los costos de producción.

Para la especificación del modelo se emplea un sistema de ecuaciones simultáneas para estimar las funciones de oferta y demanda de papa. Según Gujarati y Porter (2009) existen situaciones en donde la relación causa-efecto en un sentido, o unidireccional, no es relevante. Esto sucede cuando la variable dependiente está determinada por las variables explicativas y alguna de estas, a su vez, está determinada por la variable dependiente. Y, a diferencia de los modelos uniecuacionales, en los modelos de ecuaciones simultáneas no es posible estimar los parámetros de una ecuación aisladamente sin tener en cuenta la información proporcionada por las demás ecuaciones en el sistema. Por lo tanto, el motivo de emplear este modelo se debe a la relación en dos sentidos entre las cantidades y los precios en la oferta y la demanda, esto debido a que no es posible determinar cuál es la fuerza que determina el precio de un producto.

Siguiendo a Gujarati y Porter (2009), se tiene en consideración el modelo de oferta y demanda en donde el precio (P) de un bien y la cantidad vendida (Q) están determinados por el intercepto de las curvas de oferta y demanda para dicho bien. Se incluye los términos de perturbación estocásticos, por ende, las funciones serían de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} Q_t^S &= \alpha_0 + \alpha_1 P_t + u_1 & \alpha_1 &> 0 \\ Q_t^D &= \beta_0 + \beta_1 P_t + u_2 & \beta_1 &< 0 \end{aligned}$$

La condición de equilibrio es:

$$Q_t^S = Q_t^D$$

Donde

Q_t^S = Cantidad Ofrecida

Q_t^D = Cantidad Demandada

P_t = Precio del bien

Se debe tener en cuenta que (P) y (Q) son variables conjuntamente dependientes. En el caso en que el término de perturbación u_1 se modifica debido a cambios en otras variables que afectan Q_t^D como el ingreso, riqueza y gustos, la curva de demanda se desplazara hacia arriba si u_1 es positiva y hacia abajo si u_1 es negativa. Por ende, un desplazamiento en la curva de demanda cambia a (P) y a (Q). Por el lado de la oferta pasa lo mismo, un cambio en u_2 debido a cambios climáticos, restricciones sobre las importaciones o a las exportaciones entre otros, desplazara la curva de oferta, para afectar de nuevo a (P) y a (Q). Debido a esta dependencia simultánea entre las cantidades y el precio no pueden ser independientes. Por consiguiente, una regresión de (Q) sobre (P) violaría el supuesto del modelo clásico de regresión lineal, el de no correlación entre las variables explicativas y el termino de perturbación.

Dentro de los modelos de ecuaciones simultáneas se consideran dos tipos de variables: las variables endógenas (aquellas cuyos valores están determinados dentro del modelo) y predeterminadas (aquellas cuyos valores están determinadas fuera del modelo). Las primeras se constituyen variables estocásticas, mientras que las últimas son no estocásticas. A su vez las variables predeterminadas se dividen en exógenas (presentes o rezagadas) y endógenas rezagadas.

De esta forma se plantea un sistema de tres ecuaciones simultáneas correspondientes a la oferta y demanda de papa para el departamento de Cundinamarca y por último se incluye la ecuación de equilibrio correspondiente a la ecuación de precios. Las variables del modelo se expresaran en logaritmos con la finalidad de expresar los valores de sus coeficientes como elasticidades; por otra parte, la periodicidad de las variables es anual para el periodo de 1987 a 2016, una ventaja de tomar los datos anuales es que no se van a presentar problemas de estacionalidad.

Se tomó en cuenta estas variables de acuerdo al análisis previo que se hizo al sector de papa en Colombia. Como se explicó en el apartado 6, el cultivo de este tubérculo es dependiente

al régimen de lluvias es por esto que se incluye el nivel de precipitaciones anual para el municipio de Villapinzon³, por otro lado, se tiene en cuenta la ocurrencia de heladas durante la época de siembra (presencia de temperaturas mínimas en el municipio) que podría hacer disminuir la producción por afectaciones en el cultivo; los precios sustitutos tanto de oferta (uso de tierra) como de demanda (consumo) que pueden satisfacer la misma necesidad tanto del productor como del consumidor; el precio de la variedad Parda Pastusa con sus respectivos rezagos, se tienen en cuenta ya que en el sector agrícola una forma de decidir cuánto se va producir es de acuerdo a los precios pasados que han recibido los productores por la cosecha de papa; también se toma el Índice de Precios al Productor de papa por ser el indicador que más se aproxima a los costos en que incurren los productores a la hora de cultivar este tubérculo, y por último, como variable ingreso de los consumidores se tiene en cuenta el Producto Interno Bruto per cápita para observar cual es el comportamiento al incrementar o disminuir su ingreso respecto al consumo de papa.

A continuación se muestra la especificación del modelo seguido de la explicación de cada una de las variables correspondiente a cada ecuación. De esta manera el modelo propuesto se expresa de la siguiente manera.

$$\begin{aligned}
 (1) \quad Q_t^S &= \alpha_0 + \alpha_1 P_{PP} + \alpha_2 P_{tan} + \alpha_3 T_{min} + \alpha_4 P_{ZAN}^S + \alpha_5 P_{ARV}^S + \alpha_6 IPP_{PAPA} + \\
 &\quad \alpha_7 P_{PP_{t-1}} + \alpha_8 P_{PP_{t-2}} + u_1 \\
 (2) \quad Q_t^D &= \beta_0 + \beta_1 P_{PP} + \beta_2 P_{ARZ}^D + \beta_3 P_{YUC}^D + \beta_4 P_{PLAT}^D + \beta_5 PIB_{percapita} + u_2 \\
 (3) \quad Q_t^S &= Q_t^D
 \end{aligned}$$

Donde

Q_t^S = Producción Anual de Papa en Colombia

P_{PP} = Precio Anual de Papa Parda Pastusa

P_{tan} = Precipitación Anual

T_{min} = Valores Mínimos de Temperatura

P_{ZAN}^S = Precio Anual Zanahoria (Sustituto de Oferta)

P_{ARV}^S = Precio Anual Arveja (Sustituto de Oferta)

IPP_{PAPA} = Índice de Precios al Productor Papa

³ Es el principal municipio dedicado al cultivo de papa en el país.

$P_{PP_{t-1}}$ = Precio Anual de Papa Parda Pastusa Rezagado

$P_{PP_{t-2}}$ = Precio Anual de Papa Parda Pastusa Rezagado*2

Q_t^D = Consumo Aparente de Papa en Colombia

P_{ARZ}^D = Precio Anual Arroz (Sustituto de Demanda)

P_{YUC}^D = Precio Anual Yuca (Sustituto de Demanda)

P_{PLAT}^D = Precio Anual Plátano (Sustituto de Demanda)

$PIB_{percapita}$ = Producto Interno Bruto Percapita (Base 2005)

Explicadas las variables, se debe hacer la aclaración en los siguientes aspectos:

- La serie de precios de papa Parda Pastusa y los distintos precios sustitutos fueron deflactados por el Índice de Precios al Productor según actividad económica (Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca). Tanto los precios como el IPP se obtuvieron en periodo mensual, luego de esto, se hizo el respectivo promedio para pasarlos a periodo anual.
- El Índice de Precios al Productor de papa es una medida aprox de los costos en los que incurren los productores de papa para el cultivo y su correspondiente cosecha, es decir, incluye los costos de transporte desde la puerta de la granja hasta el mercado o el primer punto de venta más cercano, los costos de almacenamiento, salarios, arriendos entre otros (FAO, 2017).
- La serie de precipitaciones y los valores mínimos de temperatura se obtuvieron en periodo mensual, para el primero al ser una variable de flujo⁴ se hizo una suma de los meses para obtener el dato anual, y en el segundo se realizó un promedio.
- Para las variables de los precios sustitutos, tanto de oferta como de demanda, no fue posible encontrarlos para el periodo analizado, es por esto que se realizó pronósticos para obtener los datos faltantes⁵.

⁴ La agregación se realiza cuando el intervalo de tiempo de las observaciones es meses y el intervalo de tiempo para el análisis es años.

⁵ Para obtener los pronósticos se utilizó el programa Stata 13 por medio del comando forecast. Es un conjunto de comandos para obtener pronósticos mediante modelos con variable instrumental. También se tuvo en cuenta los pronósticos realizados en el programa Excel.

- La ecuación del precio de papa Parda Pastusa, representa la ecuación de equilibrio en el sistema. De esta forma, el precio de papa lo determina la oferta de este tubérculo, así como la suma de su demanda.

Se hace esta aclaración para que se pueda tener en cuenta a la hora de analizar los resultados que arroje la estimación del modelo.

Con la finalidad de estimar los parámetros del sistema de ecuaciones anteriormente planteado, se hace uso de varias técnicas econométricas. La primera técnica empleada es aplicar la llamada condición de orden para la identificación de ecuaciones. Según Gujarati y Porter (2009) una condición necesaria (pero no suficiente) para la identificación.

En un modelo de M ecuaciones simultáneas, para que una ecuación esté identificada debe excluir al menos $M - 1$ variables (endógenas y predeterminadas) que aparecen en el modelo. Si excluye exactamente $M - 1$ variables, la ecuación está exactamente identificada. Si excluye más de $M - 1$ variables, estará sobreidentificada. (Gujarati y Porter, 2009, p. 699)

La identificación de una ecuación en un modelo de ecuaciones simultáneas es posible si dicha ecuación excluye una o más variables que están presentes en otras partes del modelo. La segunda técnica empleada es la prueba de simultaneidad, esta prueba lo que intenta averiguar es si una variable regresora (una endógena) está correlacionada con el término de error. Si lo está, existe el problema de sesgo de simultaneidad y es por esto que se debe utilizar un método distinto al de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), para esto se utilizara la prueba de Hausman (Gujarati y Porter, 2009).

Si se aplica MCO a una de las ecuaciones, las estimaciones serán inconsistentes en vista de la probable correlación entre la variable (Y) y el término de perturbación estocástico (u). Es por esto que la tercera técnica empleada será la de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (MC2E), lo que se busca con este método según Gujarati y Porter (2009) es “purificar” (Y) de la influencia de la perturbación estocástica (u) por medio de una variable instrumental (IV). Esto se logra efectuando la regresión en forma reducida de (Y) sobre todas las variables explicativas en el sistema (etapa 1), obteniendo las estimaciones (\hat{Y}) y reemplazando (Y) en la ecuación original, para luego aplicar MCO a la ecuación así transformada (etapa 2). La

última técnica empleada serán las pruebas de significancia de instrumentos, sobreidentificación y endogeneidad de todas las variables.

A continuación se mencionan las fuentes de información que se utilizaron para obtener las series requeridas para construir el sistema de ecuaciones simultáneas

Tabla 3. Fuentes de Información

Organismos	Base de Datos	Información
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)		Valores Totales Mensuales de Precipitación (mms) – Valores Mínimos Mensuales de Temperatura
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Agronet	Precios Mensuales Mayoristas para Papa Zanahoria, Arveja, Arroz, Yuca, Plátano
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	FAOSTAT	Índice de Precios al Productor de Papa Anual para Colombia
Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa)		Producción Anual de Papa – Consumo Aparente Anual
Banco de la República - Colombia (BanRep)	Estadísticas	Índice de Precios al Productor según actividad económica – Producto Interno Bruto Anual
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)	Estadísticas	Estimaciones de Población 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020 Nacional
Departamento Nacional de Planeación (DNP)	Estadísticas Históricas de Colombia	Producto Interno Bruto Anual

Fuente: Elaboración Propia

9. Resultados

En esta parte se discuten los resultados obtenidos de las pruebas y estimaciones del modelo de ecuaciones simultáneas para encontrar los determinantes del precio de papa Parda Pastusa para el departamento de Cundinamarca. En primer lugar se incluye la condición de orden para la identificación de las ecuaciones del modelo seguido de la prueba de endogeneidad de variables. En segundo lugar, se muestran los parámetros y los estadísticos correspondientes de las estimaciones encontradas para el modelo por medio de MC2E con IV. Por último se

presenta la prueba de significancia de instrumentos para verificar que tan validos son los instrumentos escogidos en el modelo y se mostrara las gráficas correspondientes a la estacionalidad, tendencia y ciclo de los precios mensuales de papa Parda Pastusa para el periodo de 1997-2016. Para las regresiones y realización de las distintas pruebas se utilizó el programa Stata 13.

9.1 Condición de Orden

Tabla 4. Condición de orden para identificación de ecuaciones

Modelo	M = 2	K = 13	Condición de Orden	
Demanda	M = 2	k = 5	$K - k = 8 < M - 1$ $8 > 1$	Sobreidentificada
Oferta	M = 2	k = 8	$K - k = 6 < M - 1$ $6 > 1$	Sobreidentificada

Fuente: Elaboración Propia

Según la condición de orden, las funciones de oferta y demanda están sobreidentificadas pero al estimar los parámetros de cada ecuación a partir de los coeficientes en forma reducida, las estimaciones no serán únicas porque tanto (β_1) y (α_1) tomaran distintos valores y es necesario decidir cuál es el más apropiado, es por esto que se utiliza el método de MC2E con IV.

Tabla 5. Prueba de endogeneidad de las variables del modelo

Test de Endogeneidad		
Ho: Las variables son exógenas		
Durbin	0.05380	p = 0.0221
WU-Hausman	0.08427	p = 0.0341

Fuente: Elaboración Propia

Para corroborar la condición de orden, se realiza el test de endogeneidad donde se tendrá en cuenta la prueba de Hausman. Con una hipótesis nula de que las variables del modelo son exógenas contra una hipótesis alterna de que las variables del modelo son endógenas, la probabilidad asociada (p) al test es de 0.0341 que es menor al nivel de significancia utilizado en la prueba ($\alpha = 0.05$), por lo tanto, se rechaza Ho. Se concluye que la variable del precio de papa Parda Pastusa presenta endogeneidad en el modelo.

9.2 Estimación del Sistema de Ecuaciones

A continuación se muestran las estimaciones para las tres ecuaciones del sistema obtenidas al aplicar el método de MC2E con Variable Instrumental (IV). Se comienza por incluir las estimaciones para la ecuación de oferta; posteriormente se presentan las estimaciones de la ecuación de demanda. Por último se describen los estimadores de la ecuación de precios; debajo de cada estimador se muestra el error estándar y su correspondiente R^2 .

Vale la pena recordar que todas las variables del modelo están expresadas en logaritmos, motivo por el cual se interpretan como elasticidades.

Tabla 6. Resultados estimación por MC2E para la oferta de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca. Variable dependiente: Producción anual de papa (Kg)

Variables Independientes	Coefficientes
Const	17.154*** (1.3124)
lppas	0.2141** (0.10169)
lptan	0.013 (0.0750)
ltemin	0.0024 (0.0133)
lpzan	-0.0610* (0.1019)
lparv	0.049 (0.1783)
lippa	-0.0519** (0.0218)
lagppas	0.1234* (0.0723)
lag2ppas	-0.0486 (0.0724)
Observaciones	28
R-Cuadrado	0.7508
Instrumentos Utilizados: lparz, lpyuc, lplat, lpibpercapita *** Estadísticamente significativo al 1% ** Estadísticamente significativo al 5% * Estadísticamente significativo al 10% Los valores entre paréntesis representan los errores estándar Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Cuadro 3	

Los resultados encontrados para la oferta de la variedad Parda Pastusa muestran ciertas particularidades. En primer lugar, se encontró que el precio del tubérculo tiene una relación positiva con la producción y es estadísticamente significativo. En promedio, por cada punto porcentual que incremente el precio de papa Parda Pastusa, la producción de hoy aumentará en $|0.2141|$ (*ceteris paribus*). Como era de esperarse, ante un aumento del precio los productores reaccionaron de forma positiva aumentando su producción ya que podrán percibir mayores ganancias.

En segundo lugar, las precipitaciones que se presentaron en el departamento de Cundinamarca para el periodo analizado tuvieron una relación positiva, en otras palabras, en promedio, por cada punto porcentual que aumente las precipitaciones, la producción de papa Parda Pastusa de hoy aumentará en $|0.013|$ (*ceteris paribus*) y esto tiene coherencia, ya que, el cultivo de papa en Colombia depende del régimen de lluvias que se presenta durante el año dado que pocos productores cuentan con un sistema de riego tecnificado. Para la variable de temperatura mínima el signo del coeficiente no fue el esperado, según la estimación la relación es positiva, es decir, una temperatura mínima prolongada durante la cosecha va generar un aumento del $|0.0024|$; en la realidad esto no es cierto, ya que para el cultivo de papa si la temperatura es inferior a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y superiores a 30° afectaran irreversiblemente el desarrollo del cultivo (Villarreal, 2007).

En tercer lugar, se encuentran las variables de los precios de los sustitutos⁶ zanahoria y arveja. En el primero se puede observar que el precio tiene una relación inversa con la producción de papa Parda Pastusa. En promedio, por cada punto porcentual que aumente el precio de la zanahoria, la producción de hoy disminuirá en $|-0.061|$ (*ceteris paribus*). Al sustituir el cultivo de papa por el de zanahoria hace que la producción del primero tenga que disminuir, tendrá menos hectáreas cosechadas, por ende, los productores tomaran la decisión de si siguen cultivando zanahoria o volver de nuevo al de papa. Para la variable del precio de arveja el signo del coeficiente estimado no fue el esperado.

⁶ Son sustitutos en el sentido de uso de tierra, ya que cuando no se cultiva papa los productores deciden cultivar alguno de estos bienes por razones de costos, mejoras en la producción, percibir mayores ingresos entre otros.

En cuarto lugar, se obtiene el coeficiente del índice de precios al productor de papa en Colombia. Se encontró que el IPP tiene una relación inversa (lo esperado) esto hace que, en promedio ante un aumento de un punto porcentual del IPP, la producción de papa Parda Pastusa de hoy disminuirá en un $|-0.0519|$ (ceteris paribus). Tiene sentido con el sector de papa ya que la demanda que hace este cultivo por uso de tierra (un porcentaje significativo paga un arriendo por el uso de la tierra), fertilizantes, plaguicidas, costos de transporte son muy elevados y esto se ve reflejado en una disminución de la producción.

Por último, para la ecuación de oferta se tuvo en cuenta el precio rezagado de papa Parda Pastusa. Se incluyeron solo dos rezagos, ya que en el tercero la variable no es estadísticamente significativa; para el primer rezago se obtuvo una relación positiva con la producción. En promedio, por cada punto porcentual que aumente el precio de papa para el periodo $t-1$ (última cosecha), la producción de hoy aumentará en un $|0.1234|$ (ceteris paribus). En el campo colombiano, una de las formas para tomar decisiones sobre cuanto cultivar es tener en cuenta los precios observados en los periodos pasados, esta es una forma de saber si al final de la cosecha se van obtener las ganancias necesarias para suplir los costos en los que incurren los productores en todo el proceso de cultivo. Es por esto, que dicha relación es positiva, si los productores observan que los precios en $t-1$ son los esperados lo tomaran como incentivo para cultivar más.

Tabla 7. Resultados estimación por MC2E para la demanda de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca. Variable dependiente: Consumo aparente (Kg)

Variabes Independientes	Coefficientes
Const	5.427** (2.1164)
lppas	-0.3817** (0.1428)
lparz	0.034** (0.1803)
lpyuc	-0.1156 (0.1017)
lplat	0.0263* (0.1945)
lpibpercapita	-0.4581** (0.1390)
Observaciones	28
R-Cuadrado	0.7020
Instrumentos Utilizados: lptan, lptemin, lpzan, lparv, lippa, lagppas, lag2ppas *** Estadísticamente significativo al 1% ** Estadísticamente significativo al 5% * Estadísticamente significativo al 10% Los valores entre paréntesis representan los errores estándar Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Cuadro 3	

De acuerdo a los resultados obtenidos en la estimación de la demanda de papa Parda Pastusa se encontró varios datos interesantes de analizar. Una vez más el signo del coeficiente del precio de papa fue el esperado, según la teoría; tiene una relación inversa con el consumo aparente de papa y es estadísticamente significativo. En promedio, por un aumento de un punto porcentual en la variable del precio de papa, el consumo aparente de hoy caerá en $-|0.3817|$ (ceteris paribus). En otras palabras, al incrementarse el precio de papa Parda Pastusa, el consumidor no estará dispuesto a pagar ese precio ya que cuenta con un número alto de sustitutos que pueden satisfacer la misma necesidad.

Seguido de esto, se observan los precios sustitutos de demanda que para este caso fueron arroz, yuca y plátano. Con respecto al precio del arroz se presentó una relación positiva con el consumo aparente de papa; en promedio, ante un aumento de un punto porcentual del precio de arroz el consumo aparente de papa de hoy aumentará en $|0.0341|$ (ceteris paribus). Cumple el papel de bien sustituto de papa y además de esto, según los hábitos de consumo,

uno de estos dos bienes puede suplir la necesidad de carbohidrato en una de las comidas del día. Para el segundo, el signo del coeficiente de la variable no fue el esperado, de acuerdo a la estimación, en promedio ante un aumento de un punto porcentual del precio de la yuca, el consumo de papa va disminuir en $|-0.1156|$, no tiene coherencia, ya que al ser bienes sustitutos un incremento del precio del bien los consumidores van a preferir comprar el que tenga menor precio. Para el tercero sucede algo similar, tiene una relación inversa con el consumo aparente, al incrementarse el precio del plátano, el consumo de papa disminuirá.

Por último, en la ecuación de demanda de papa Parda Pastusa se tiene en cuenta el ingreso de los consumidores. Para este caso se tomó el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpercapita) del país y su relación con el consumo aparente de papa fue inverso. En promedio, por cada punto porcentual que aumente el PIBpercapita, el consumo por este tubérculo disminuirá en $|-0.4581|$ de acuerdo a la teoría, la papa se puede considerar como un bien inferior, al aumentar el ingreso de los consumidores hace que disminuya el consumo de este bien porque al tener mayor poder adquisitivo le podrá permitir sustituirlo por otros bienes de mayor calidad y acorde a los gustos que tengan cada uno de ellos.

Tabla 8. Resultados estimación por MC2E para el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca. Variable dependiente: Precio Parda Pastusa (\$/kg)

Variables Independientes	Coefficientes
Const	15.395** (5.056)
lptan	-0.292* (0.2091)
ltemin	0.0521 (0.0303)
lpzan	0.237 (0.2336)
lparv	-0.1500 (0.4097)
lipppa	0.1409*** (0.0346)
lagppas	0.1559** (0.1452)
lag2ppas	-0.248* (0.1424)
lparz	0.0364 (0.2844)
lpyuc	0.4110** (0.1439)
lplat	0.5110* (0.2993)
lplibpercapita	0.648** (0.3526)
Observaciones	28
R-Cuadrado	0.7445
*** Estadísticamente significativo al 1% ** Estadísticamente significativo al 5% * Estadísticamente significativo al 10% Los valores entre paréntesis representan los errores estándar Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Cuadro 3	

La ecuación del precio de papa pastusa representa la ecuación de equilibrio del sistema. Muestra que el precio está determinado por la interacción de oferta y demanda. Todas las variables resultaron significativas a excepción del precio de arveja, el precio de la variedad parda pastusa en t-2 y el precio de arroz. Todos los parámetros de las variables mostraron los signos esperados mediante MC2E a excepción de los precios sustitutos de demanda (lparz, lpyuc, lplat) y del precio sustituto de oferta (lparv). Con respecto a las precipitaciones anuales se presentó una relación inversa con el precio de papa Parda Pastusa; en promedio, ante un aumento de un punto porcentual en el nivel de precipitaciones en el departamento de

Cundinamarca el precio de papa Parda Pastusa de hoy disminuirá en $|-0.292|$ (ceteris paribus). El signo es el esperado, de acuerdo a la explicación previamente realizada en donde el cultivo de papa depende de las aguas lluvias, al tener esto, no habrá pérdidas significativas en la cosecha de papa y habrán incrementos en la producción que harán bajar el precio. Por otro lado, para la variable de temperatura mínima el signo del coeficiente fue el esperado, según la estimación la relación es positiva, es decir, una temperatura mínima prolongada durante la cosecha va generar un aumento del $|0.0521|$ en el precio de la variedad Parda Pastusa, al entrar a una época de ocurrencia de heladas el cultivo se verá afectado, por lo tanto, la producción va disminuir y el precio aumentara. Para el Índice de Precios al Productor de papa se encontró que tiene una relación positiva (lo esperado) esto hace que, en promedio ante un aumento de un punto porcentual del IPP, el precio de papa Parda Pastusa de hoy aumente en $|0.1409|$ (ceteris paribus); en el precio se verá reflejado los costos en los que incurren los productores a la hora de producir este tubérculo. Con el primer rezago del precio de papa Parda Pastusa se obtuvo una relación positiva con la producción. En promedio, por cada punto porcentual que aumente el precio de papa para el periodo t-1 (última cosecha), el precio de hoy aumentará en un $|0.1559|$ (ceteris paribus)⁷.

9.3 Prueba de significancia de instrumentos

Tabla 9. Prueba de significancia de instrumentos para el modelo

Variable	R^2	R^2 Ajustado	R^2 Parcial	F(7, 16)	Prob > F
lppas	0.6445	0.4001	0.4732	12.0529	0.0106
Minimum eigenvalue statistic = 12.0529					
Valores Críticos			# de regresores endógenos: 1		
Ho: Los instrumentos son débiles			# de instrumentos excluidos: 7		
2SLS relative bias	5%	10%	20%		
	19.86	11.29	6.73		
2SLS Size of nominal 5% Wald test*	31.50	17.38	12.48		
LIML Size of nominal 5% Wald test*	4.18	3.18	2.49		
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Cuadro 3					
*Contienen valores críticos pertenecientes a Stock y Yogo (2005)					

⁷ La explicación de esta y las demás variables se pueden encontrar en las estimaciones de oferta y demanda de papa de una forma más explícita.

Para garantizar que los instrumentos utilizados en el modelo son los correctos, se realizó la prueba de significancia para obtener los valores y compararlos con el nivel de significancia correspondiente. En primer lugar, se puede observar que el término de bondad de ajuste medido por el R-cuadrado de la regresión al ser alto nos podría indicar que los instrumentos son válidos, sin embargo, si la variable instrumentada (lppas) estuviese altamente correlacionada con alguna de las variables escogidas como instrumento, dicha estadística podría ser grande a pesar de que exista un problema de instrumentos débiles. Si se toma en cuenta la probabilidad asociada a F y si es estadísticamente significativa podría ser un buen indicio de que los instrumentos son fuertes, para el caso de este modelo se obtuvo que (p) es menor al nivel de significancia ($0.010 < 0.05$), por lo tanto, se acepta la hipótesis inicial.

La prueba de significancia de instrumentos muestra el estadístico de Stock y Yogo (2005) en donde discuten el problema de instrumentos débiles, si se presentan hacen que los estimadores de las variables sean parciales y sufran distorsiones de tamaño difíciles de corregir. El valor de (p) de dicha prueba para este modelo fue de 12.052. La hipótesis nula de esta prueba es que el conjunto de instrumentos es débil, para tomar la decisión se escoge el estimador en MC2E o el de la prueba de Wald; si el valor de (p) es mayor al valor crítico, se puede concluir que los instrumentos no son débiles.

Para el caso de este modelo se escoge el estimador en MC2E con un nivel de significancia del 10% y una hipótesis nula en la que los instrumentos son débiles contra una hipótesis alterna donde los instrumentos son válidos, la probabilidad asociada al test es mayor al valor crítico ($12.05 > 11.29$), se rechaza H_0 y por lo tanto los instrumentos que se escogieron para estimar las ecuaciones de oferta y demanda de papa Parida Pastusa en el departamento de Cundinamarca son válidos⁸.

⁸ Si se toma el estadístico LIML de la prueba de Wald con un nivel de significancia de 5%, se rechaza la hipótesis nula ($12.05 > 4.18$) y los instrumentos del modelo serán válidos.

10. Conclusiones

De acuerdo al alcance que tuvo este trabajo se pudo cumplir con los objetivos planteados, se dio una perspectiva del sector en todos los campos, presentando sus ventajas y desventajas, observando que faltan varios aspectos por mejorar para los productores de papa. Por otro lado, el cultivo de papa en Cundinamarca seguirá dependiendo del régimen de lluvias y ante la presencia de fenómenos climáticos (El Niño y La Niña) se deberá plantear estrategias para afrontar de la mejor forma estos fenómenos durante la época de siembra y luego, su respectiva cosecha.

Se buscó identificar las posibles variables que formaban la oferta y la demanda de papa Parda Pastusa, gracias a las fuentes consultadas durante la realización del trabajo, se hizo una idea de cómo construir dichas ecuaciones. Por medio de estimaciones econométricas se logró identificar cuáles fueron las variables que influyeron en la formación del precio.

Esta investigación se desarrolló para determinar los factores que explicaron el comportamiento del precio de papa Parda Pastusa para el departamento de Cundinamarca, siendo uno de los principales productores a nivel nacional, para el periodo de 1987 a 2016. Con esta finalidad, se partió de la interacción entre la oferta y demanda de este tubérculo para la construcción de un sistema de ecuaciones simultáneas. En dicho sistema se consideró una ecuación de oferta (Q_t^S), una de demanda (Q_t^D) y su respectivo equilibrio. Para el desarrollo de este sistema, se utilizó el método de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas con Variable Instrumental, siendo el precio de papa Parda Pastusa la variable instrumentada, se realizaron las pruebas necesarias para la identificación de ecuaciones, significancia de instrumentos entre otros.

Los factores que se identificaron como posibles determinantes del comportamiento del precio de papa fueron aquellos relacionados principalmente con la oferta como lo son el clima, los precios del periodo anterior, los costos de producción y alguno de los bienes sustitutos utilizados en el modelo. La hipótesis inicial de este trabajo incluyó algunos de los factores mencionados anteriormente con el fin de demostrar que son los que más han contribuido como determinantes en el precio de papa Parda Pastusa. En el desarrollo de este trabajo se le hizo un mayor énfasis a las variables climáticas, por medio de las precipitaciones anuales

($Ptan_t$), al Índice de Precios al Productor (IPP_{PAPA_t}), a los precios rezagados, entre otros, se pudo establecer su importancia en la formación del precio del tubérculo.

Teniendo en cuenta todas las variables que pudieran influir en el precio de este tubérculo se debe resaltar los trabajos realizados en Colombia para el análisis del sector que aunque siguen siendo un poco débiles en comparación a otros países que no son netamente productores de papa, han abarcado en casi su totalidad la problemática que se está generando en el sector. El cultivo de papa se ha constituido en la principal actividad agrícola de las zonas frías de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, con reducidas opciones de cultivos alternativos, que permitan una oferta de alimentos y materias primas que generen ingresos adicionales a las familias productoras del tubérculo, por lo tanto, esta es una de las razones que fundamentan la importancia de este sector.

Tras el análisis de los factores que determinan el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca se evidencia la necesidad de continuar con la realización de estudios como los costos de producción, la implementación de sistemas de riego en el departamento que haría que el sector sea más eficiente y competitivo, la ampliación de los canales de información en donde los productores puedan consultar información acerca de la producción, precios de insumos, pronósticos climáticos, capacitaciones en el desarrollo del cultivo, entre otros.

11. Anexos

Tabla 10. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para la oferta de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.

First-stage regressions						
						Number of obs = 28
						F(12, 15) = 4.08
						Prob > F = 0.0061
						R-squared = 0.7657
						Adj R-squared = 0.5782
						Root MSE = 0.1232
lppas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lptan	.094551	.2426374	0.39	0.702	-.6117203	.4226183
ltemin	.0192629	.0357189	0.54	0.598	-.0568701	.0953958
lpzan	.1763152	.2601781	0.68	0.508	-.3782412	.7308716
lparv	-.5924255	.4803629	-1.21	0.244	-1.606295	.4414437
lippa	.4870033	.1300622	3.74	0.002	.2097823	.7642243
lagppas	-.2087881	.1846275	-1.13	0.276	-.6023123	.1847361
lag2ppas	-.0789117	.1693056	-0.47	0.648	-.439778	.2819545
lplat	.4411852	.3330478	1.32	0.205	-.2686994	1.15106
lpob	-6.2332	2.030239	-3.07	0.008	-10.56055	-1.905849
lparz	.1151489	.3202345	0.36	0.724	-.5674149	.7977126
lpyuc	-.304469	.164174	-1.85	0.083	-.6543975	.0454596
lpib	1.66184	.4817748	3.45	0.004	.6349616	2.688719
_cons	97.27574	29.93588	3.25	0.005	33.46892	161.0826
Instrumental variables (2SLS) regression						
						Number of obs = 28
						Wald chi2(8) = 8.26
						Prob > chi2 = 0.4084
						R-squared = 0.7508
						Root MSE = .05429
lprod	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lppas	.2141481	.1016967	2.11	0.035	-.4134699	-.0148263
lptan	.0133558	.0750894	0.18	0.169	-.1338166	.1605282
ltemin	.0024457	.0133373	0.18	0.834	-.0236949	.0285863
lpzan	-.0610123	.1019687	-0.60	0.075	-.2608674	.1388427
lparv	.0495295	.1783471	0.28	0.133	-.3000245	.3990835
lippa	-.0519735	.0218759	-1.85	0.018	.0090897	.0948573
lagppas	.1234231	.0723136	1.71	0.088	-.2651551	.0183089
lag2ppas	-.0486886	.0724685	-0.67	0.502	-.1907241	.093347
_cons	17.15458	1.312435	13.07	0.000	14.58225	19.7269

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Tabla 11. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para la demanda de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.

First-stage regressions							
					Number of obs	=	28
					F(11, 16)	=	2.64
					Prob > F	=	0.0383
					R-squared	=	0.6445
					Adj R-squared	=	0.4001
					Root MSE	=	0.1469
lppas	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
lparz	-.0364513	.3763255	-0.10	0.924	-.8342256	.7613231	
lpyuc	-.4110619	.1903834	-2.16	0.046	-.8146566	-.0074671	
lplat	.5110206	.3960369	1.29	0.215	-.3285402	1.350581	
lpibpercapita	.6487989	.3766293	1.72	0.104	-.1496196	1.447217	
lptan	-.2923144	.2766754	-1.06	0.306	-.8788401	.2942112	
ltemin	.0521286	.0402025	1.30	0.213	-.033097	.1373542	
lpzan	.2378524	.3091447	0.77	0.453	-.4175051	.8932099	
lparv	-.1500024	.5420792	-0.28	0.786	-1.299159	.9991541	
lipppa	.1409866	.0457905	3.08	0.007	.0439151	.238058	
lagppas	-.459681	.1921718	-2.39	0.029	-.867067	-.0522951	
lag2ppas	-.2482837	.1884194	-1.32	0.206	-.6477149	.1511476	
_cons	15.39517	6.68877	2.30	0.035	1.215613	29.57473	
Instrumental variables (2SLS) regression							
					Number of obs	=	28
					Wald chi2(5)	=	49.26
					Prob > chi2	=	0.0000
					R-squared	=	0.7020
					Root MSE	=	.07951
lcs	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
lppas	-.3817031	.1428108	-2.67	0.008	-.6616071	-.101799	
lparz	.0341484	.1803309	-0.19	0.070	-.3875904	.3192936	
lpyuc	-.1156477	.1017694	-1.14	0.256	-.315112	.0838166	
lplat	.0263057	.1945532	0.14	0.092	-.3550117	.407623	
lpibpercapita	-.4581901	.1390536	-3.30	0.001	-.7307302	-.18565	
_cons	5.427975	2.116492	2.56	0.010	1.279726	9.576224	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Tabla 12. Regresión por Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para el precio de papa Parda Pastusa en el departamento de Cundinamarca.

Instrumental variables (2SLS) regression						Number of obs = 28	
						Wald chi2(11) = 50.77	
						Prob > chi2 = 0.0000	
						R-squared = 0.7445	
						Root MSE = .11102	
lppas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]		
lptan	-.2923144	.209147	-1.40	0.074	-.702235	.1176061	
ltemin	.0521286	.0303903	1.72	0.086	-.0074352	.1116925	
lpzan	.2378524	.2336914	1.02	0.109	-.2201744	.6958792	
lparv	-.1500024	.4097733	-0.37	0.714	-.9531434	.6531385	
lipppa	.1409866	.0346143	4.07	0.000	.0731437	.2088294	
lagppas	.1559681	.1452682	-3.16	0.002	-.7444015	-.1749606	
lag2ppas	-.2482837	.1424317	-1.74	0.081	-.5274446	.0308772	
lparz	-.0364513	.2844753	-0.13	0.898	-.5940126	.5211101	
lpyuc	-.4110619	.1439163	-2.86	0.004	-.6931326	-.1289911	
lplat	.5110206	.2993758	1.71	0.088	-.0757451	1.097786	
lpibpercapita	.6487989	.284705	2.28	0.023	.0907873	1.20681	
_cons	15.39517	5.056235	3.04	0.002	5.485134	25.30521	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Tabla 13. Prueba de significancia de instrumentos

First-stage regression summary statistics					
Variable	R-sq.	Adjusted R-sq.	Partial R-sq.	F(7,16)	Prob > F
lppas	0.6445	0.4001	0.4732	12.05297	0.0106
Minimum eigenvalue statistic = 12.05297					
Critical Values			# of endogenous regressors: 1		
Ho: Instruments are weak			# of excluded instruments: 7		
2SLS relative bias		5%	10%	20%	30%
		19.86	11.29	6.73	5.07
2SLS Size of nominal 5% Wald test		10%	15%	20%	25%
		31.50	17.38	12.48	9.93
LIML Size of nominal 5% Wald test		4.18	3.18	2.73	2.49

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Tabla 14. Prueba de endogeneidad de variables

Tests of endogeneity		
Ho: variables are exogenous		
Durbin (score) chi2(1)	=	.05380 (p = 0.0221)
Wu-Hausman F(1,21)	=	.08427 (p = 0.0341)

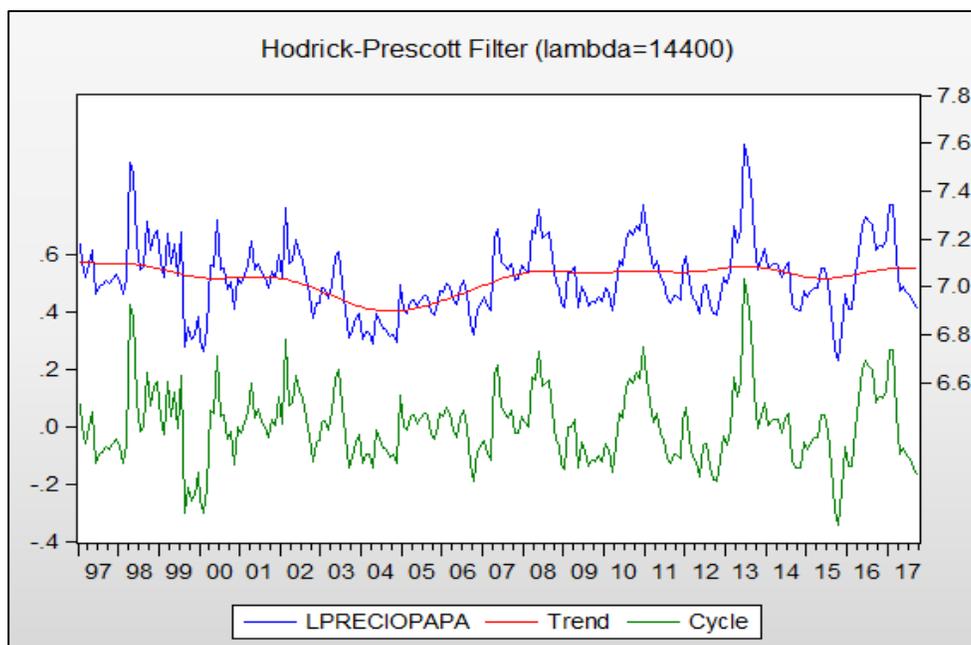
Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Tabla 15. Prueba de sobreidentificación de variables

Test of overidentifying restrictions:		
Score chi2(6)	=	10.7894 (p = 0.0951)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

Grafico 11. Filtro Hodrick-Prescott para los precios mensuales de papa Parda Pastusa para el periodo 1997-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por Cuadro 3.

12. Bibliografía

- Banco de la Republica, 2000-2015. Producto Interno Bruto. Datos de libre acceso. Recuperado de <http://www.banrep.gov.co/es/-estadisticas>
- Barrientos, J., Rondon, C., Melo S. (2014) Comportamiento de precios de las variedades de papa Parda Pastusa y Diacol Capiro en Colombia (1995-2011), Revista colombiana de ciencias hortícolas, num (2), 272-286. Recuperado de http://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas
- Barrientos, J.C. y C.E. Núñez. (2011). Evaluación del impacto socioeconómico de nuevas variedades de papa en Boyaca y Cundinamarca, Colombia. Informe. Proyecto Red de innovación de investigación y desarrollo: hacia la disseminación eficiente y mecanismos de impacto pro-pobre con nuevas variedades de papa en la zona andina. Universidad Nacional de Colombia – Fontagro, Bogotá.
- Cepal (2011). Volatilidad de precios en los mercados agrícolas (2000-2010): implicaciones para América Latina y opciones de políticas. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36867/1/BoletinCepalFaoIICA1_2011_es.pdf
- CNP (2010). Evolución del consumo aparente y per cápita de papa en Colombia, 1995-2010. Consejo Nacional de Papa. Bogotá
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2007). Papa Censo Cundinamarca. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/papa_censo_cundinamarca.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, 2000-2015. Producto Interno Bruto. Colombia.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2000-2015. Estimaciones de Población 1985-2005 y Proyecciones de Población 2005-2020 Nacional. Colombia

- Departamento Nacional de Planeación. (2017). Estadísticas Históricas de Colombia. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/estudios-economicos/Paginas/estadisticas-historicas-de-colombia.aspx>
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A., Flores, R. (2010) El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la Papa.
- Ezeta, F. (2008). La competitividad en el cultivo de la papa en Latinoamérica y el Caribe. Implicaciones y retos inéditos. Boletín del centro internacional de la papa, Lima, Perú.
- Fedepapa. (2016). Documento estratégico plan 2020. Federación Colombiana de Productores de Papa. Recuperado de <http://www.fedepapa.com/comunicaciones.html#comunicados>
- Fedepapa. (2017). Histórico precios de la papa. Federación Colombiana de Productores de Papa. Recuperado de <https://fedepapa.com/home/historico-precios-de-la-papa/>
- Gujarati, D., Porter, D. (2009). Modelos de Ecuaciones Simultáneas y Econometría de Series de Tiempo. En Econometría (p.p 671-711). México: McGraw-Hill/Irwin.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). Estadísticas Colombia. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/web/pronosticos-y-alertas/boletines-avisos-y-alertas>
- InfoAgro (2016). Órgano de aprendizaje, divulgación y entendimiento. Recuperado de <http://www.infoagrocolombia.com/publicaciones.html>
- López, E. (2001). La producción de papa en Colombia durante la década de los noventa, Revista papa, núm. (22), 6-32. Recuperado de <http://www.fedepapa.com/>
- Martínez, H., Pinzón, N., Barrios, C. (2006). La cadena de la papa en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Documento de Trabajo, núm. (100). Observatorio Agrocadenas Colombia. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/004%20-%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/004%20-%20D.C.%20-%20Agrocadenas%20-%20Caracterizacion%20Cadena%20Papa.pdf>

- Martínez, H. (2005). La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (1991-2004). Observatorio Agrocadenas.
- Martínez H. (2004). Respuestas de la oferta y la demanda agrícola en el marco de un TLC con Estados Unidos. Observatorio Agrocadenas.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2010). Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/004%20-%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/004%20-%20D.C.%20-%20Nuevo%20Acuerdo%20Competitividad.pdf>
- Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural. (2002). I Censo Nacional del Cultivo de la Papa Departamento Cundinamarca. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11348/4555>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/Documents/Papa.pdf#search=papa>
- Montero. R (2005): Test de Hausman. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España
- Norwood, F., Lusk, J. (2008). Agricultural Marketing and Price Analysis. Oklahoma State University, Columbus, Ohio.
- Ramírez, M. (2002). ¿Por qué no se deben reducir los aranceles para la importación de trigo en Colombia? Informe final, Comité de seguimiento a la competitividad de arroz de Colombia. Bogotá D.C.
- Ramírez, M., Martínez, H., Ortiz L., González, F., Barrios, C., (2005) Transmisión de precios y efectos en producción y consumo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bolsa Nacional Agropecuaria. La agricultura colombiana frente al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos. Bogotá D.C., enero, 406-445.
- Rivas, T., Tapia, B., Estructura de mercado y determinantes del precio de la papa para consumo fresco. Oficina de estudios y políticas agrarias Ministerio de Agricultura. Consultado durante septiembre de 2017 en: <http://www.odepa.gob.cl/>

- Salcedo, D., Melo, L., Parra, D. (2016). Impactos de los fenómenos climáticos sobre el precio de los alimentos en Colombia. Ensayos sobre política económica num. (34). Banco de la Republica
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). Año internacional de la papa. Recuperado de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). FAOSTAT. Base de datos Índice del Productor. Colombia. Consultado durante noviembre de 2017 en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/PA>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). FAO. Precios. Consultado durante diciembre de 2017 en: <http://www.fao.org/prices/es/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2016). Revisión de la OCDE de las políticas agrícolas: Colombia 2015
- Pérez, R. (2014). Determinantes del precio del maíz en el periodo 2000-2011 y sus efectos en el bienestar de México y Estados Unidos. Trabajo de grado. El Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B.C., México
- Villarreal, H. (2007). Costos de producción de papa en las principales zonas productoras de Colombia. Federación Colombiana de Productores de Papa
- Stata (2016). Manuals 13. Recuperado de <https://www.stata.com/manuals13/rivregresspostestimation.pdf>
- Stock, J. H., J. H. Wright, and M. Yogo. (2002). A survey of weak instruments and weak identification in generalized method of moments. *Journal of Business and Economic Statistics* 20: 518–529.
- Stock, J. H., and M. Yogo. (2005). Testing for weak instruments in linear IV regression. In *Identification and Inference for Econometric Models: Essays in Honor of Thomas Rothenberg*, ed. D. W. K. Andrews and J. H. Stock, 80–108. New York: Cambridge University Press.

