

El cultivo del durazno

[*P. persica* (L.) Batsch]

en la subregión suroccidental del
departamento de Norte de Santander

ISBN: 978-958-52243-5-3



Giovanni Orlando Cancino Escalante

Susan Elsa Cancino

Enrique Quevedo García



Formando **líderes** para la
construcción de un nuevo
país en paz

**El cultivo del durazno [*P. persica* (L.) Batsch] en la subregión suroccidental del
departamento de Norte de Santander**

DE LOS AUTORES

Giovanni Orlando Cancino Escalante Ph.D

gcancino@unipamplona.edu.co

Profesor Titular, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Pamplona

Biólogo. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia

Doctor en Ciencias Universidad de Nottingham. Nottingham, Inglaterra

Susan Elsa Cancino

susancancino@hotmail.com

Economista, Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil

MBA, Universidad de Nottingham. Nottingham, Inglaterra

Enrique Quevedo García, Doctor

enriquegarcia@unipamplona.edu.co

Profesor Titular, Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona.

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Magister en Ciencias Agrarias, área fisiología de cultivos. Universidad Nacional de Colombia.

Doctor en Ciencias Naturales para el Desarrollo, Énfasis sistemas de producción Agrícola
Universidad Nacional de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica y Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.





UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Rector

Ivaldo Torres Chávez Ph.D

Vicerrector de Investigación

Aldo Pardo García Ph.D

Vicerrector Académico

Oscar Eduardo Gualdrón Guerrero Ph.D

El cultivo del durazno [P. persica (L.) Batsch] en la subregión suroccidental del departamento de Norte de Santander

ISBN: 978-958-52243-5-3

Primera Edición, 2020

Diseño y Diagramación

Arquidiseños Pamplona
Tamerlan Jaimes

Todos los derechos reservados.

Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin permiso del editor

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad de Pamplona por el financiamiento de esta investigación proyecto interno titulado: Aporte al estudio de la huella genómica mediante marcadores moleculares SSR de *Prunus persica* (Var. *amarillo Jarillo* y *gran jarillo*) y el patógeno *Monilinia fruticula* en cultivos comerciales de durazno en la Provincia de Pamplona.

Índice General

Introducción	9
CAPÍTULO 1	11
Introducción	12
Generalidades del cultivo de durazno	13
Descripción botánica y morfológica.....	13
Características físico químicas.....	15
Ciclo fenológico del durazno	16
Variedades de duraznos.....	20
Propagación del durazno	22
Fisiología del proceso de injertación en duraznero	23
Proceso inicial anatómico de la injertación	24
Establecimiento del cultivo	25
Suelos	25
Fertilización.....	26
Prácticas que afectan el tamaño del fruto del duraznero Jarillo	26
Producción forzada del duraznero.....	27
Caída foliar y defoliación del cultivo de duraznero	27
Clima y altitud.....	28
Requerimientos hídricos.....	28
Plagas y enfermedades del durazno.....	29
Cosecha y comercialización	37
Referencias.....	40
CAPÍTULO 2	47
Contexto de la producción del durazno en Colombia	47
La producción del durazno en el ámbito mundial	47
La producción del durazno en Colombia	50
Contexto general del departamento de Norte de Santander	52
Dinámica demográfica y económica del departamento de Norte de Santander	56
Contexto agropecuario del departamento Norte de Santander	59
Contexto subregión suroccidente	61
Comparativo del precio del durazno fresco.....	64
Comportamiento de precios del durazno en la central mayorista del municipio de Pamplona.....	65

Referencias.....	66
CAPÍTULO 3.....	69
Análisis microeconómico de la producción: Aspectos teóricos	69
Introducción	70
Conceptos Generales.....	70
Aspectos Productivos	71
Función de Producción.....	71
La función de producción en el corto plazo	73
Las etapas de la función de producción de corto plazo	75
La función de producción en el largo plazo	76
Los rendimientos de escala	77
Rendimientos crecientes a escala:	78
Rendimientos constantes a escala:	78
Rendimientos decrecientes a escala:	78
Algunos ejemplos de funciones de producción.....	78
Aspectos Económicos	81
Análisis de los costos a corto plazo.....	81
Análisis de los costos a largo plazo.....	84
La elección óptima de los factores de producción y los costos de largo plazo.....	87
La maximización del beneficio económico a corto plazo	90
Primera condición.	90
Segunda condición.	91
La maximización del beneficio económico a largo plazo	92
Referencias.....	94
CAPÍTULO 4.....	95
Estudio económico del cultivo de durazno en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos, subregión suroccidental del departamento de Norte de Santander.....	95
Introducción	96
Área del Estudio	97
Metodología	98
Variables de la investigación.....	100

Ingreso agrícola bruto (\$/kg).....	100
Costos de producción agrícola (\$/ha).....	101
Rendimiento Agrícola (kg/ha).....	101
Edad del cultivo (años).....	101
Beneficio económico bruto (\$).....	101
Margen de beneficio económico bruto (%):.....	101
Contexto General.....	102
Evaluación económica del cultivo de durazno	104
Modelo econométrico general	107
Especificación del modelo para el cultivo de durazno	107
Estacionariedad de las variables.....	109
Prueba Dickey-Fuller aumentado (DFA)	111
Phillips-Perron (PP).....	113
Prueba Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS)	114
Estimación de los parámetros.....	115
Validación del Modelo	116
Prueba de correcta especificación del modelo Reset de Ramsey	116
Prueba de estabilidad en los parámetros.....	117
Prueba de multicolinealidad	118
Pruebas de los residuos	120
Prueba Jarque Bera (JB) y estacionariedad de los residuos	120
Heteroscedasticidad.....	121
Autocorrelación.....	122
Prueba Durbin Watson	123
Correlograma de los residuos	124
Prueba de causalidad	124
Conclusiones	127
Referencias.....	128

Índice de figuras

Figura 1.1	Árbol del durazno
Figura 1.2	Flor del durazno
Figura 1.3	Fruto del durazno var. Jarillo
Figura 1.4	Plagas del durazno
Figura 1.5	Enfermedades del durazno
Figura 2.1	Distribución de la producción del durazno por región (2017)
Figura 2.2	Área cosechada y producción mundial del durazno (2007-2017)
Figura 2.3	Producción y rendimiento mundial del durazno (2007-2017)
Figura 2.4	Ubicación geográfica del departamento de Norte de Santander
Figura 2.5	Subregiones del departamento Norte de Santander
Figura 2.6	Distribución lluvias en el departamento Norte de Santander
Figura 2.7	Distribución y comportamiento poblacional de Norte de Santander
Figura 2.8	Tasa de crecimiento del PIB de Norte de Santander y total nacional (2010-2017pr)
Figura 2.9	Índice de pobreza monetaria departamento Norte de Santander y total nacional (2010-2017)
Figura 2.10	Distribución de la población de la subregión suroccidente
Figura 2.11	Comportamiento precio durazno Central de Abastos municipio de Pamplona – 2016
Figura 3.1	Función de producción y las etapas de producción en el corto plazo
Figura 3.2	Curva de isocuanta
Figura 3.3	Función de producción de proporciones fijas
Figura 3.4	Función de producción con factores sustitutivos perfectos
Figura 3.5	Curvas de costo total, fijo y variable
Figura 3.6	Curvas de costos total medio, fijo medio y variable medio y marginal
Figura 3.7	Recta isocosto
Figura 3.8	Combinación de factores que minimiza el costo
Figura 3.9	Senda de expansión de una empresa
Figura 3.10	Costos, ingresos y beneficios
Figura 4.1	Municipios de Pamplona, Cácuta y Silos
Figura 4.2	Fases de análisis que se desarrollaron para el estudio económico de la producción de durazno
Figura 4.3	Participación de cada rubro en el costo de producción del cultivo de durazno
Figura 4.4	Gráficos de estacionariedad de las variables
Figura 4.5	Pruebas CUSUM y CUSUMQ
Figura 4.6	Diagrama del residuo
Figura 4.7	Regla de decisión DW
Figura 4.8	Correlograma de los residuos

Índice de tablas

Tabla 1.1	Contenido nutricional del durazno (en 100 gramos)
Tabla 1.2	Codificación BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo de los frutales de hueso
Tabla 1.3	Principales variedades de durazno en Colombia
Tabla 1.4.	Plagas del durazno
Tabla 1.5	Enfermedades del durazno
Tabla 1.6	Clasificación comercial del durazno
Tabla 2.1	Área, producción y rendimiento del durazno en Colombia (2007-2016)
Tabla 2.2	Área, producción, rendimiento y participación nacional del durazno por departamento (2016)
Tabla 2.3	Área, producción, rendimiento, participación nacional del durazno en el departamento de Norte de Santander (2007-2016)
Tabla 2.4	Tasa de crecimiento del PIB según actividad económica del departamento de Norte de Santander
Tabla 2.5	Unidades de producción agropecuaria Norte de Santander y total nacional
Tabla 2.6	Área con uso agrícola Norte de Santander y total nacional
Tabla 2.7	UPA, área sembrada, cosechada y producción de cultivos frutales Norte de Santander y total nacional
Tabla 2.8	UPA y área rural subregión suroccidente
Tabla 2.9	Área con uso agrícola y en cultivos subregión suroccidente
Tabla 2.10	Precio promedio anual del durazno (2010 – 2016)
Tabla 3.1	Componente temporal de la función de producción
Tabla 3.2	Clasificación de los rendimientos a escala
Tabla 4.1	Ubicación, número de árboles, hectáreas sembradas y edad del cultivo
Tabla 4.2	Cálculo del beneficio económico bruto de la producción de durazno
Tabla 4.3	Valores estadísticos y críticos a nivel y primeras diferencias para la prueba DFA
Tabla 4.4	Valores críticos a nivel y primeras diferencias para la prueba PP
Tabla 4.5	Valores estadísticos y críticos a nivel para la prueba KPSS
Tabla 4.6	Resultados de la estimación del modelo por MCO
Tabla 4.7	Matriz de correlación de las variables
Tabla 4.8	Coefficientes de determinación del modelo global y parcial
Tabla 4.9	Factor inflacionario de la varianza
Tabla 4.10	Prueba de estacionariedad de los residuos
Tabla 4.11	Pruebas de heteroscedasticidad
Tabla 4.12	Prueba de causalidad de Granger entre las variables

Introducción



El sector agrícola colombiano ha sido tradicionalmente una actividad económica importante; en los últimos años las perspectivas para el sector han sido positivas debido sobre todo a que su crecimiento ha sido superior al de otros renglones de la economía y al incremento del gasto del Gobierno Nacional. Además, es un sector que viene presentando tasas de participación y ocupación altas y estables, es decir, el sector viene siendo un gran generador de empleo en las zonas rurales.

En este sentido, el país debe aprovechar el potencial agrícola que posee, así como, sus recursos naturales y las condiciones climáticas favorables que propician el desarrollo de sistemas productivos como el cultivo del durazno una vez que es una actividad dinamizadora de la economía de la región, tanto para los actores primarios como para los servicios relacionados; es una importante fuente de ingresos para el sostenimiento de los agricultores; intensiva en factor trabajo, además, utiliza mano de obra local lo cual contribuye a la reducción de la migración de la población rural hacia las grandes concentraciones urbanas.

En Colombia la producción comercial del duraznero se concentra en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander, Huila, y Santander en zonas con altitudes entre 1.600 y 3.332 msnm (Cárdenas y Fischer, 2013). La selección genética de material de duraznero, poco exigente de frío, ha permitido que esta especie sea cultivada en regiones de temperaturas medias, de bajas latitudes, es decir, en condiciones del trópico frío.

En efecto, es un producto tradicional y su volumen de producción en el departamento de Norte de Santander, especialmente en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos, ha crecido considerablemente en los últimos años. Por estas razones el interés en evaluar el uso de los recursos productivos del sector es de gran importancia una vez que permite conocer los cambios en las decisiones de producción de los agricultores ante alteraciones en las condiciones de mercado, entre otros.



En este sentido, desde la perspectiva teórica el presente estudio permite contrastar la teoría económica con la información empírica, así siendo, es un ejercicio de economía aplicada a unidades agrícolas, apropiado para una región donde las actividades agrarias tienen una fuerte presencia. Igualmente, en lo práctico, contribuye a identificar experiencias regionales y en lo metodológico, su importancia se ve reflejada en el uso y análisis de la información obtenida, al emplear herramientas econométricas para estimar aspectos del comportamiento económico de las unidades agrícolas.

Asimismo, el presente estudio permitió obtener resultados confiables, para así, optimizar el uso de los recursos en forma eficiente y establecer de qué manera debería actuar el productor para no incurrir en pérdidas, y servirá para que nuevos productores decidan invertir en este cultivo, así mismo, en términos económicos logren un mayor excedente al producir durazno.

En esta orden de ideas el trabajo contiene cuatro capítulos.

Capítulo I. Se presentan los principales aspectos agronómicos del durazno, como una herramienta para la actualización de los conocimientos en el buen manejo del cultivo.

Capítulo II. Se refiere al contexto de la producción del cultivo del durazno a nivel internacional, nacional y local, así como, los aspectos demográficos y económicos de la región de estudio.

Capítulo III. Se hace un recorrido por los diferentes conceptos microeconómicos referentes al comportamiento del productor como la producción, los costos, la ganancia y la maximización de los beneficios que serán utilizados en la investigación.

Capítulo IV. Se centra en el análisis económico y el desarrollo de un modelo econométrico para veintisiete fincas productoras de durazno en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos cuyo objetivo es identificar las variables que afectan los beneficios económicos agrícolas, el cual proporcionará a los productores y la comunidad académica herramientas para optimizar el uso de los recursos en forma eficiente.



Características agronómicas del cultivo de durazno [*P. persica* (L.) Batsch]



Fuente: Elaboración de los autores

Introducción

El durazno [*P. persica* (L.) Batsch] es una de las especies de frutales caducifolios, (también se distingue como un frutal de hueso), originario de China el cual se extendió a Persia (actualmente Irán) entre los años 400 y 300 a.C. por los comerciantes de seda, y desde allí se dispersó a Europa, se reporta su paso por Grecia, Italia, Francia y España (Fischer, Almanza-Merchán y Ramírez, 2012).

En el siglo XV los españoles y portugueses introdujeron el cultivo en las colonias de América Latina (Pinzón *et al.*, 2014) y actualmente se cultiva tanto en las zonas templadas (latitudes entre 30° a 55°) en el hemisferio norte como en las zonas de alta montaña en los trópicos y subtrópicos (30° a 45°) en el hemisferio sur.

Cabe resaltar que se ha cultivado el durazno para diferentes condiciones agronómicas, y en América del Norte, los mejoradores comenzaron hace unos 84 años a producir nuevas variedades las cuales se basaron en un pequeño número de cultivares fundadores, principalmente de accesiones de origen europeo y cultivares chinos. Estos programas de mejoramiento fueron exitosos y la mayoría de las variedades comerciales cultivadas hoy descendiende de ellos (Aranzana *et al.* 2010).

Con relación a Colombia las comunidades religiosas fueron las primeras en establecer los frutales caducifolios, inicialmente en el departamento de Boyacá (Patiño y Miranda, 2013). Sin embargo, es en la década de 1970 que se consolida el desarrollo de dichos frutales con la entrada de nuevos productores ubicados en diferentes zonas del país como en la Provincia de Pamplona, Norte de Santander, los cuales inician la siembra de las primeras plántulas de durazno en la región (Villamizar, 2008).

Actualmente las zonas de producción de durazno se encuentran en diferentes ecorregiones del país, presentando diversidad de cultivares y en su mayoría de origen desconocido (Patiño y Miranda, 2013). Adicionalmente, los niveles de tecnología empleados no son uniformes

entre las regiones y entre las mismas fincas y los sistemas de producción, igualmente presentan variaciones y niveles de desarrollo contrastantes (Cárdenas y Fischer, 2013).

Generalidades del cultivo de durazno

Descripción botánica y morfológica

El durazno es una planta dicotiledonea, que pertenece a la familia de las *Rosaceae*, subfamilia *Amygdaloideae* (drupa), género *Prunus* (L.), subgénero *Amygdalus*, sección *Euamygdalus* (Hancock *et al.*, 2008).

La base genética del duraznero como se reporta en varios trabajos es estrecha (Sangronis *et al.*, 2017) y se caracteriza por ser una especie diploide con un número de cromosomas $2n=2x=16$, el cual puede alcanzar una altura de 6 a 8 metros (Reig, 2013), sin embargo, en algunas ocasiones no pasa de talla arbustiva (Looney y Jackson, 1999). Es un árbol poco longevo (figura 1.1), de manera que alcanza su máximo rendimiento entre los 15 y 20 años, y la producción de fruto generalmente se inicia en el segundo o tercer año (Cárdenas y Fischer, 2013).

Figura 1.1

Árbol del durazno



Fuente: Elaboración de los autores

El sistema radical es inicialmente profundo con una raíz central larga, luego se torna ramificado y superficial y se desarrolla dentro de 50-60 cm de profundidad, el tronco es medianamente grueso y corto, de corteza color gris con lenticelas (protuberancias) dispuestas de forma horizontal (Castro *et al.*, 1998; Alvarado y González, 1999; Romero, 2002).

Las hojas son verdes oscuros, planas con márgenes enteros u onduladas y aserradas, de 7,5-15 cm de longitud y 2-3,5 cm de ancho, ligeramente dobladas hacia la nervadura central, pecíolo de 1-1,5 cm de longitud, con 2-4 glándulas cerca del limbo (Infoagro, 2018).

Las flores son hermafroditas completas (figura 1.2), en el cual cada yema floral es capaz de emitir una sola flor y una sola vez, es de color rosa a rojo y de 2-5 cm de diámetro (Infoagro, 2018), crecen en tallos cortos en brotes laterales de 2 o 3, posee 5 pétalos, 5 sépalos y el número de estambres varía entre 25- 30 y están insertos en el borde del receptáculo. El cáliz es gamosepalo, caduco y el ovario es unicarpelar (Alvarado y González, 1999).

Figura 1.2

Flor del durazno



Fuente: Elaboración de los autores

El fruto es una drupa de forma globosa u ovoide (figura 1.3), con una epidermis delgada cuyo diámetro oscila entre 4-10 cm, de colores entre amarillos y rojos (Cárdenas y Fischer, 2013). Su pericarpio es pubescente, aunque hay algunos glabros como es la nectarina. El mesocarpio es carnosos y un endocarpio de hueso duro, el cual alberga en su parte interna una semilla que contiene dos cotiledones (Romero, 2002).

Figura 1.3
Fruto del durazno var. Jarillo



Fuente: Elaboración de los autores

Es una especie polinizada por insectos en el cual la mayoría de las variedades son autofértiles. Asimismo, la fecundación tiene lugar normalmente 24 a 48 horas después de la polinización (Westwood, 1993).

Características físico-químicas del durazno

El durazno es un fruto bajo en calorías, rico en vitamina A y C; contiene, fibra, fosforo y hierro siendo de gran importancia en la alimentación humana por sus elementos vitamínicos y minerales (tabla 1.1).

Tabla 1.1

Contenido nutricional del durazno (en 100 gramos)

Factor Nutricional	Cantidad	Unidad
Agua	86,4	%
Calorías	41,00	Kcal
Proteínas	0,90	%
Fibras	8,00	%
Hidratos de Carbono	10,4	%
Vitamina A	30,00	U.I.
Cenizas	0,06	%
Ácido ascórbico	28,0	Mg
Fósforo	29,00	Mg
Hierro	0,4	Mg

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Asohofrucol, 2018

Ciclo fenológico del durazno

Según Meier *et al.* (1994) los estadios fenológicos del durazno basado en la escala extendida BBCH se divide en diferentes fases (tabla 1.2), el cual en el caso de zonas templadas presentan etapas bien definidas entre cosechas, caída de hojas, dormancia o reposo, inducción, formación, desarrollo, crecimiento y madurez del fruto (Castro y Puentes, 2012; Pinzón *et al.*, 2014).

Tabla 1.2

Codificación BBCH de los estadios fenológicos del desarrollo de los frutales de hueso tomado de Meier *et al.* (1994).

Código	Descripción
Estadio Principal 0: Desarrollo de las yemas	
00	Letargo: yemas foliares y florales, cerradas y cubiertas de escamas marrón-oscuro.
01	Comienzo del hinchado de las yemas foliares: escamas, de marrón claro, visibles; escamas con filos ligeramente coloreadas.
03	Fin del hinchado de las yemas foliares; escamas separadas; secciones de las yemas, verde claro, visibles.
09	Ápices foliares verdes, visibles; las escamas marrones caen; las yemas florales encerradas por escamas verde claro.
	
Estadio Principal 1: Desarrollo de las hojas	
10	Primeras hojas se separan; escamas verdes comienzan a abrirse; hojas comienzan a emerger.
11	Primeras hojas, desplegadas; eje de brote en desarrollo, visible.

19 Primeras hojas alcanzan tamaño varietal típico.



Estadio Principal 3: Crecimiento longitudinal de los brotes terminales

31 Empieza a crecer el brote: los ejes de los brotes en desarrollo, visibles.

32 Brotes, con 20% de la longitud varietal final.

33 Brotes, con 30% de la longitud varietal final.

33... Los estados continúan hasta...

39 Brotes con 90% de la longitud varietal final.



Estadio Principal 5: Aparición del órgano floral

51 Yemas de la inflorescencia: yemas, cerradas; escamas, de color marrón claro visibles.

53 Apertura de la yema: escama, separadas; sectores de las yemas, verde claro visibles.

54 Inflorescencia encerrada por escamas verde claro si las escamas existen (no todas las variedades las tiene).

55 Yemas florales simples (aún cerradas) sobre pedúnculos cortos; escamas verdes, ligeramente abiertas.

56 Los pétalos florales, alargándose; sépalos cerrados; flores simples separándose.

57 Sépalos abiertos; ápices de los pétalos, visibles; flores simples con pétalos blancos o rosados.

- 59 Estadio de balón: la mayoría de las flores, con pétalos formando una bola hueca.



Estadio Principal 6: Floración

- | | |
|----|---|
| 60 | Primeras flores, abiertas, |
| 61 | Comienzo de la floración, alrededor del 10% de las flores abiertas, |
| 62 | Alrededor del 20% de las flores abiertas, |
| 63 | Alrededor del 30% de las flores abiertas, |
| 64 | Alrededor del 40% de las flores abiertas, |
| 65 | Plena floración: alrededor del 50% de las flores están abiertas, |
| 67 | Flores marchitándose: la mayoría de los pétalos, caídos. |
| 69 | Flor de la floración: todos los pétalos, caídos. |



Estadio Principal 7: Formación del fruto

- | | |
|----|---|
| 71 | Crecimiento del ovario; los frutos no cuajados se caen. |
| 72 | El ovario verde, rodado de las coronas de pétalos que mueren; sépalos comienzan a caer. |
| 73 | Segunda caída de frutos. |
| 75 | Frutos alcanzan alrededor del 50% del tamaño varietal final. |
| 76 | Frutos alcanzan alrededor del 60% del tamaño varietal final. |
| 77 | Frutos alcanzan alrededor del 70% del tamaño varietal final. |

78 Frutos alcanzan alrededor del 80% del tamaño varietal final.

79 Frutos alcanzan alrededor del 90% del tamaño varietal final.



Estadio Principal 8: Maduración del fruto

81 Los frutos comienzan a madurar: comienzo de la coloración del fruto.

85 Aumento de la coloración.

87 Madurez de recolección.

89 Madurez de consumo: frutos tienen sabor varietal y firmeza típicos.



Estadio Principal 9: Senescencia y comienzo del reposo vegetativo

91 Los brotes han completado su desarrollo; follaje aún verde.

92 Las hojas comienzan a descolorarse.

93 Las hojas comienzan a caer.

95 50% de las hojas, descoloradas o caídas.

97 Todas las hojas, caídas.

99 Partes cosechadas.



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Meier *et al.* (1994)

Variedades de duraznos

El durazno es una de las especies con mayor número varietal disponible entre los frutales caducifolios. A escala mundial posee más de un millar de variedades (Badenes *et al*, 2006), sin embargo, gran parte tiene un origen común a partir de unas pocas introducidas desde China a países de América del Norte y Sur, Europa y Australia.

Los duraznos se clasifican de acuerdo a la adherencia de la pulpa al hueso y la superficie en la piel el cual se dividen básicamente en tres: el durazno propiamente dicho (*P. persica* L) el cual se refiere a los que poseen la piel aterciopelada y la pulpa se encuentra unida al hueso; durazno-melocotón, igualmente con una piel aterciopelada, sin embargo, la pulpa no se encuentra unida al hueso (*Prunus persica* L); y el durazno-nectarino (*P. persica* var. Nectarina) con una piel lisa y pulpa no unida al hueso (Campos, 2013). En la tabla 1.3 se presentan las principales variedades existentes en Colombia y sus características.

Tabla 1.3**Principales variedades de durazno en Colombia**

Variedad	Adaptación (msnm)	Requerimiento de horas frío	Peso Promedio (g)	Características
Durazno propiamente dicho				
Blanco común	1.800 a 3.000	200 a 400	130	De piel amarilla clara. Pulpa blanca amarillenta. Forma ligeramente redonda y de tamaño mediano.
Flor blanca	2.200 a 2.700	200 a 400	130	Piel amarilla pálida. Pulpa blanca de buen sabor. Forma redondeada y de tamaño mediano.
Floridas	1.800 a 2.700	100 a 400	140	Piel de color rojo con fondo amarillo. Pulpa amarilla de sabor insípido. Forma redondeada, ligeramente achatada hacia la zona distal. Tamaño mediano a grande.
Camuezo	2.000 a 2.700	600 a 700	125	De piel amarilla y pulpa amarilla encendida. Forma redondeada, de tamaño mediano.
Conservero amarillo	2.500 a 2.700	600 a 700	135	De piel amarilla. Pulpa amarilla con coloración rojiza alrededor del hueso. Forma redondeada, de tamaño mediano.
Riograndense	2.200 a 2.700	300	110	De piel amarilla con coloración rojiza hasta un 50%. Pulpa amarilla viva firme.
Dorado	2.200 a 2.700	300	150	De piel amarilla con ligera pigmentación roja, pulpa amarilla oro con coloración rojiza al rededor del hueso. Forma redondeada, con sutura levemente desarrollada.

Diamante	1.800 a 2.700	200	100	Piel amarilla con ligera pigmentación rojiza. Pulpa amarilla oro. De forma redondeada sin embargo la parte distal termina en forma ligeramente puntiaguda. De tamaño mediano a grande.
Durazno melocotón				
Rubidoux	2.400 a 2.800	500 a 700	150	Piel amarilla con tonalidades rojizas fuertes. Pulpa amarilla con coloración rojiza al redor del hueso. Forma ligeramente redondeada y de tamaño grande.
Gran Jarillo	2.400 a 2.800	500 a 700	150	Piel rojiza con tonalidades amarillas. Pulpa amarilla con coloración rojiza alrededor del hueso. Forma ligeramente redondeada y de tamaño grande.
Rey Negro	2.200 a 2.700	250 a 450	160	Piel amarilla clara con manchas rojas opacas. Pulpa blanca con coloración rojiza alrededor del hueso, de sabor dulce. Forma ovalada con presencia de pezón muy pronunciado. Tamaño grande.

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Campos (2013)

Propagación del durazno

La propagación del durazno en general se debe llevar a cabo mediante el sistema patrón o porta injerto (multiplicación vegetativa) que le brinde a la variedad unas características especiales como resistencia a enfermedades, precocidad y vigor. En el caso de Colombia se emplean como patrón de enjertación el durazno blanco común y jarillo, los cuales brindan resistencia a plagas como el pulgón lanígero, precocidad del fruto y buena producción.

El tipo de injerto empleado mayoritariamente es el tipo escudete en yema o en T a yema, en un patrón generado a partir de semilla. La propagación sexual (semilla) se utiliza mayoritariamente como estrategia de mejoramiento para obtener nuevas variedades y la generación de ciertos patrones. Es importante destacar que en Colombia la vía de propagación es generalmente determinada por los viveros o productores. Es así como, los materiales son propagados sexual o asexualmente, y luego de un tiempo de crecimiento son almacenados en condiciones de frío e injertados con los materiales seleccionados para su posterior siembra en campo. El mejor tipo de propagación es por enjertación debido a que las características agronómicas se homogenizan, la cosecha se realiza más fácilmente, se puede sembrar mayor cantidad de plantas por hectárea y se obtiene mayor producción por hectárea. (Ávila *et al.*, 2016).

Fisiología del proceso de injertación en duraznero

Todo injerto se compone de un patrón (planta rústica que imprime vigor y resistencia a la futura planta) y la variedad, que es un explante con una o varias yemas vegetativas provenientes de plantas mejoradas con características deseables agronómicas. Se recomienda realizarlo para unir dos partes vegetativas de plantas diferentes para que puedan seguir viviendo como una sola aumentando las ventajas agronómicas comparativas que inicialmente poseían por separado.

Según Boffelli y Sirtori, (1995), morfológicamente la injertación es la unión del cambium de dos plantas diferentes para que se desarrollen conjuntamente mientras que, fisiológicamente constituye una cohesión de dos tejidos cuyo objetivo es el canje recíproco de agua y nutrientes del patrón a la variedad lo cual genera el desarrollo de un callo (tejido indiferenciado), debido principalmente al efecto de los reguladores del crecimiento vegetal en la planta.

El proceso de injertación es un tipo de reproducción asexual, que presenta las siguientes ventajas agronómicas en cuanto a su uso, como técnica de cultivo en plantas perennes (Boffelli y Sirtori, 1995):

- a) Disminuye la juvenilidad del árbol de duraznero.
- b) Las características genotípicas y fenotípicas de la nueva planta del duraznero son más parecidas a las hembras en el caso de presentar la especie vegetal, poblaciones de plantas con dioicismo.
- c) Se disminuye la altura de la variedad de duraznero, que trae como consecuencias que se mejoren los controles fitosanitarios, se facilita la cosecha, se disminuye la competencia y se puede aumentar fácilmente la densidad de siembra.
- d) Al separar la variedad del suelo, por intermedio de un patrón vigoroso se disminuye la incidencia por patógenos del suelo, como el ataque de *Phytophthora cactarum* en duraznero.

Hartmann (1962), afirma que para que una injertación tenga éxito hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- a) Tanto el patrón y el injerto deben ser compatibles.
- b) Debe presentarse un contacto interno entre El cambium del injerto y el cambium del patrón.
- c) Se debe efectuar la injertación en la temporada más adecuada del año y las yemas de la púa estar en reposo al momento de hacer el injerto.
- d) Rápidamente luego de finalizar el proceso de injertación se deben cubrir completa y esmeradamente todas las superficies cortadas con algún tipo de cera para injertar o evitar en alguna forma que se seque.
- e) Finalmente, a los injertos se les deben monitorear continuamente para garantizar el éxito del procedimiento.

Proceso inicial anatómico de la injertación

Se ha observado que el esquema de la cicatrización del tejido del patrón y la variedad sigue el modelo presentado en la cicatrización de heridas. Es así como, el cambio forma callo o tejido cicatricial, con el tallo injertado, retomando su crecimiento y generando los respectivos órganos como hojas, ramas y hasta órganos reproductivos (Vázquez *et al.*, 1997).

Sobre las heridas que es una masa en fila de tejido parenquimatoso blando que se forma rápidamente por encima y por debajo de las superficies dañadas y del cual proviene el cambium que formara una nueva xilema (Esau, 1986). En injertos hechos en patrones más viejos como son los hechos en la renovación de copa, se forma es el súber alrededor de los tejidos muertos y por debajo, estas células de súber tienen forma prismática, algo alargadas al eje longitudinal del patrón, para que se inicie este proceso, se necesita de la intervención de hormonas, vitaminas (que actúan como coenzimas y grupos prostéticos), carbohidratos y los ácidos nucleicos.

Cappelletti (1965), afirma que, pese a que los injertos se suelen hacer entre tallos, también se logran hacer entre tallos y raíces. La independencia de los tejidos transplantados queda limitada por las leyes de la polaridad. Si se hace un injerto invertido, se logra únicamente el desarrollo de un callo sin posibilidad de una posterior diferenciación y crecimiento.

Establecimiento del cultivo

Dado que el durazno tiene como centro de origen el cercano oriente, lo que comprendía la antigua Persia (Cárdenas y Fischer, 2013), en latitudes de 30° a 50°, que corresponden a zonas templadas, presenta un ciclo fenológico diferente a los cultivos del trópico alto. Es así como expresa unos estados bien marcados entre cosechas, caída foliar, reposo, inducción floral, hinchamiento de yemas, floración, crecimiento y desarrollo y cosecha (Castro y Puentes, 2012).

Suelos

Los suelos para el cultivo del durazno deben estar bien drenados (al menos un metro) y con adecuado contenido de materia orgánica. Además, no debe ser compacto para que la raíz desarrolle en lo profundo y ancho, y le permita mantenerse en pendientes considerables. Entre el 10 y el 25 % de pendiente se considera adecuada para que la planta desarrolle una altura

de producción satisfactoria. Por su parte el pH adecuado para este frutal debe estar entre 5.5 y 6.0, con un buen balance de nutrientes (Ávila, *et al.*, 2013).

Fertilización

En el durazno la fertilización debe ser equilibrada en cuanto a macro y micronutrientes. El uso de abonos simples como nitrógeno, fósforo y potasio son los más adecuados, y estos dependerán del análisis de suelo correspondiente en la proporción que este determine, y en la época que lo requiera la planta (Ávila, *et al.*, 2013).

Prácticas que afectan el tamaño del fruto del duraznero Jarillo

Dado el vigor del crecimiento vegetativo del duraznero se podan las ramas mixtas que crecen durante la temporada anterior, con el fin de reducir el desarrollo vegetativo de los árboles y así evitar la competencia con los frutos en desarrollo. El despunte en la rama mixta analizada detiene su crecimiento y su dominancia apical, y favorece la producción de frutos de mayor tamaño (Zegbe-Dominguez, 2007), por lo tanto, para lograr frutos de excelente calidad es necesario que el máximo de fotoasimilados vaya a la fruta y no a las puntas en activo crecimiento vegetativo de las ramas mixtas (Ojer, 2008).

Por otra parte, el raleo consiste en la eliminación de parte de los frutos, para que los que permanecen en el árbol alcancen un buen desarrollo y es una práctica clave para obtener, cada año, fruta de calidad (Lemus, 2014). Es una labor agronómica y se mide con el índice de raleo definido como la proporción entre la carga frutal post raleo y los frutos presentes antes del mismo, para ello se toma la cantidad de frutos cuajados después de floración y se cuenta nuevamente los frutos presentes en las seis ramas marcadas después del raleo.

Tanto la poda como el raleo de frutos son procedimientos que determinan el tamaño y calidad del fruto, evita el incremento de asentamiento de frutos, ayuda en el ingreso de la luz y alarga la vida productiva del cultivo (Zegbe-Domínguez, 2007; Ojer, 2006).

Producción forzada del duraznero

Tanto las respuestas morfológicas vegetativas como reproductivas en el durazno se presentan en un corto periodo. Es así que, luego de dos meses de la defoliación se presenta la brotación vegetativa y reproductiva y a los 6,5 meses ocurre la cosecha de la fruta (Aular *et al.*, 2010). La aplicación de secantes como el clorato de sodio ($\pm 0,75$ L. 200 L) permiten defoliar la planta e imitar el otoño. Este procedimiento se efectúa manualmente, una semana después de la aplicación del producto. Posteriormente, a los 15 días, se aplica un, cianamida de hidrógeno como promotor de brotación (Dormex, 0,5 a 1,0 L.200 L). Se recomienda un periodo de 6 meses entre la defoliación y la cosecha. Finalmente, posterior a la fructificación y el cuajado de los frutos es apropiado efectuar un raleo con el fin de incrementar la calidad de los frutos (Aular *et al.*, 2010).

Caída foliar y defoliación del cultivo de duraznero

Castro y Puentes (2012) afirman que la defoliación es clave en la planeación del cultivo, por cuanto permite adelantar o atrasar la misma y se presenta de forma natural en las zonas de origen. Es importan indicar que las regiones de trópico y subtrópico, donde no existen las condiciones de fotoperiodo y temperatura de las zona templadas, la defoliación no se logra totalmente. Adicionalmente este proceso de debe efectuar si los arboles por si mismos han defoliado en valores mayores al 60%, bien sea manual o química. El oxiclورو de cobre, 5,5g L-1, mezclado con sulfato de zinc, de 7,5 a 10g L-1 son empleados en las zonas de cultivo como defoliantes. Finalmente, Fischer *et al.* (2010) mencionan combinaciones de dos sulfatos: sulfato de zinc y sulfato de hierro o también Kocide®101.

Según Pinzón *et al.*, (2014) la abscisión posee un mayor efecto sobre la brotación cuando las plantas son manejadas en cosechas continuas y se eliminan inhibidores presentes en las hojas como el ácido abscísico. Lo anterior determina una brotación de yemas florales. Aunque, la caída de hojas en estadios tempranos inhibe la iniciación floral y produce flores anormales (Edwards, 1985; Lloyd y Couvillon, 1974; Castro y Puentes, 2012).

Clima y altitud

El clima está determinado por la altitud que a su vez determina la temperatura, es así como la temperatura disminuye con el aumento de la altitud, unos $0,6^{\circ}\text{C}$, por cada 100m (Boshell, 1982). En este sentido la temperatura es el factor determinante en la producción del duraznero ya que en las zonas templadas la producción se genera bajo la técnica de única cosecha. En consecuencia, las plantas entran en una dormancia y demandan de temperaturas entre 6 y 8°C , para satisfacer los requerimientos de horas frío en la estación de invierno.

Para el caso del durazno en zonas de trópico alto se deben disponer de temperaturas mayores a 10°C . Esta situación es clave para que las raíces no disminuyan su actividad evitando que las plantas entren en procesos de endodormancia (Erez, 2000). En las variedades de durazno adaptadas al trópico alto se necesitan temperaturas anuales mínimas de 12 a 13°C y temperaturas promedio entre 14 y 20°C (Fischer, 1993). En relación a la altitud los cultivos de durazno en general se sitúan desde 1.400 hasta 2.600 m.s.n.m. En el caso concreto de Norte de Santander están localizados dentro del rango de los 1.800 hasta los 2.200 m.s.n.m.

Requerimientos hídricos

El durazno se desarrolla adecuadamente en zonas de trópico alto con una precipitación pluvial entre 700 y 1.400 mm al año, humedad relativa del 60% , brillo solar promedio de 1.500 horas por año, condiciones indicadas óptimas para mantener los árboles sanos, de buena calidad de los frutos y en la fase reproductiva del árbol (George y Erez, 2000).

Según Fischer (1993) en las zonas de alta montaña del trópico el sistema de producción es de cosecha continua y el régimen de lluvias es bimodal, siendo estas las más favorables, puesto que se tiene un periodo seco que favorece la fase de posrecolección y, épocas de lluvia, que son esenciales en la fase de desarrollo y de crecimiento del fruto. La fase anterior a la maduración del fruto es el período más importante para el suministro de agua, por lo cual se

obtendrán buenos rendimientos si se logra mantener la disponibilidad de agua mayor a 50% de la capacidad de campo.

Por otra parte, la humedad ambiental ejerce un efecto favorable al disminuir los requisitos de horas-frío mientras un mayor número de horas de brillo incrementa la maduración y la calidad del fruto. En contraste, en prefloración y floración menos horas de brillo favorece a la planta, los requisitos menores de horas-frío del duraznero. En general duraznero presenta un fotoperiodo de una especie de día largo (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 2002).

Plagas y enfermedades del durazno

Las plagas del durazno se encuentran entre los factores de mayor importancia para su productividad, el cual puede ocasionar pérdidas relevantes a nivel de rendimientos y calidad del fruto, en este sentido, la producción intensiva que se practica en la actualidad requiere de un manejo acorde. Las principales plagas del cultivo de durazno *P. persica* (L.) Batsch en Colombia se encuentran relacionadas en la tabla 1. 4 y figura 1.4.

Tabla 1. 4.

Plagas del durazno

Nombre Común	Nombre Científico	Daños/Síntomas
Piojo Blanco	<i>Aulacapsis pentagono</i>	Ramas, hojas y frutos, quedan cubiertos por colonias de escudos. Debilitamiento del árbol y reducción de la cosecha por succión de savia y obstrucción de estomas. Marchitamiento de la zona afectada por picaduras tóxicas

Mosca de la fruta	<i>Anastrepha</i> sp, <i>A. complejo fraterculus</i> , <i>A. obliqua</i> , <i>A. striata</i> y <i>Ceratitis capitata</i>	Pudrición del fruto por la entrada de hongos a través de las picaduras realizadas por las hembras a la hora de poner los huevos. Caída de frutos por descomposición de la pulpa.
Barrenador del tallo	<i>Cortilhyos</i> sp	La planta detiene su crecimiento, no emite tallos y la producción de frutos disminuye.
Chinche de encaje	<i>Corythucha</i> sp	Las ninfas y adultos en colonias chupan la savia de plantas, principalmente, por el envés de las hojas. Los órganos dañados se secan y adquieren un mal aspecto, debido a un manchado negro causado por el excremento del insecto.
Perla de tierra	<i>Taphrina</i> sp	Detiene el crecimiento y desarrollo, emite pocos tallos, baja la floración, no cuajan los frutos o se quedan pequeños y secos.
Piojos de San José	<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	Ramas, hojas y frutos, quedan cubiertos por colonias de escudos. Debilitamiento del árbol y reducción de la cosecha por succión de savia y obstrucción de estomas. Marchitamiento de la zona afectada por picaduras tóxicas.
Araña roja	<i>Eotetranychus lewisi</i>	Ocasionan una reducción en el tamaño del fruto y en los rendimientos.

		El daño comienza con la aparición de unos puntos amarillentos pequeños en las hojas, los cuales se convierten en cicatrices y bronceado de las hojas. Una infestación muy severa produce atrofia del crecimiento y puede resultar en la muerte de la planta.
Pulgón verde	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer).	Produce abarquillamiento de hojas y brotes afectando también a flores y frutos. Debilita la planta al realizar picaduras alimenticias y succionarle savia.

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Asohofrucol (2018) y Agrológica (2018)

Figura 1. 4

Plagas del durazno



(a) Piojos San José



(b) Pulgón Verde

Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2017)

Al igual que la mayoría de los frutales, el duraznero se ve afectado por diversas enfermedades causadas por agentes bióticos como las bacterias, hongos y virus. Cualquiera que sea su origen el árbol se deteriora y su vida productiva se reduce, así como, el rendimiento y calidad del fruto (tabla 1.5; figura 1.5). En este sentido, el control y prevención son elementos que permiten una explotación frutal competitiva y rentable.

Tabla 1.5

Enfermedades del durazno

Nombre común	Nombre Científico	Daños/Síntomas
Cáncer bacterial	<i>Pseudomonas syringae</i> pv <i>syringae</i>	Se presenta como canchros elípticos en troncos y ramas madres o como una necrosis completa de centros florales, dardos, ramillas o a una o más ramas, incluso del árbol completo.
Agallas del cuello	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Debilitamiento generalizado del frutal, pérdidas en producción y disminución de la vida útil de las plantas afectadas.

Plateado	<i>Chondrostereum purpureum</i>	Produce la destrucción interna de la madera, puede llegar hasta la base del tronco donde comienzan las raíces. La muerte de ramas o de todo el árbol se presenta uno o dos años después de los síntomas del follaje.
Mal de munición	<i>Coryneum beijerinckii</i>	Las manchas van provocando la necrosis y muerte del tejido, desprendiéndose y dejando una perforación.
Cloca	<i>Taphrina deformans</i>	Se produce un engrosamiento debido al desarrollo de esporas del hongo, llamadas ascosporas en ascas libres en la cara inferior de la hoja comprometiendo parte de la lámina o la hoja completa provocando encarrujado de la misma.
Oídio	<i>Sphaerotheca pannosa</i>	Enfermedad que daña hojas, brotes y frutos, depreciando su calidad y deteriorando la capacidad productiva del árbol, debido a la expresión del hongo que se manifiesta como una capa pulverulenta sobre los tejidos. Las hojas afectadas tienden a curvarse hacia arriba, plegándose sobre la nervadura central, tomando un color rosado grisáceo y luego

		castaño, caen prematuramente disminuyendo la vida útil del árbol.
Monilia	<i>Monilia spp</i>	Daña ramas, flores y frutos pequeños; en el fruto se inicia con la aparición de anillos concéntricos que lo van secando, arrugando y momificando.
Roya	<i>Tranzschelia discolor</i>	Se manifiesta en forma de pequeñas pústulas redondeadas de color amarillento en el haz y envés de la hoja, cuando el ataque es fuerte se produce la caída de ésta.
Nematodos	<i>Meloidogyne sp</i>	Organismos que se alimentan de las raíces del duraznero haciendo que éstas ya no absorban agua ni los nutrientes y, en consecuencia, mueran.
Pudrición parda	<i>Botritis cinerea Pers</i>	Afecta directamente al fruto causándole manchas húmedas y negruzcas que lo dañan en su totalidad y hacen que caiga.
Torque	<i>Taphrina deformans</i>	Las hojas se enrollen, presentan sobre-crecimiento y cambian su color.; el ataque a frutos se puede dar, pero es poco común.

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2006; Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017.

Figura 1.5
Enfermedades del durazno



(a) Cáncer bacterial



(b) Agallas de cuello



(c) Corineo



(d) Torque en Fruto



(e) Monilia



(f) Torque



(g) Oídio

Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2017) y los autores.

Cosecha y comercialización

Una de las actividades determinantes en la producción del durazno corresponde a la época de la cosecha, el cual está determinado por la región geográfica, la variedad, y las condiciones particulares de cada finca (Alvarado y González, 1999). Igualmente, por el grado de madurez del fruto, es decir, el estado donde el fruto ha alcanzado un desarrollo suficiente para satisfacer las exigencias de calidad del mercado y la necesidad del consumidor (Bastidas *et al.*, 2015).

Existen diferentes parámetros que han sido utilizados para determinar el grado de madurez y la calidad del fruto de durazno. Entre los más usados están los físicos como el tamaño, la forma, el peso, color y los químicos como acidez, sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable total (% de ácido málico), contenido de azúcar, así como algunos compuestos volátiles asociados al metabolismo secundario que determinan su aroma, parámetros que también sirven para determinar la calidad del producto final y controlar procesos (Morais *et al.*, 2017; Byrne *et al.*, 1991; Jha *et al.*, 2010).

Fischer *et al.* (2012) afirman que una calidad alta del fruto requiere una relación adecuada entre hojas y fruto. El ablandamiento o pérdida de firmeza del fruto es un proceso donde hay modificaciones en la estructura de la pared celular y se presenta despolimerización de

glicanos y solubilización de pectina (Fruk *et al.*, 2014). Se considera la firmeza baja del fruto cuando se encuentra entre 0,40 y 0,62 kg cm⁻² (Santiago-Mejía *et al.*, 2008).

Con relación a la producción de durazno para consumo en fresco, el tamaño del fruto es uno de los factores determinantes de la calidad, debido a que es un requisito fundamental que demanda el consumidor (Morais *et al.*, 2017). Los frutos de durazno que se consideran de buen tamaño son los mayores a 59 mm de diámetro. Por otro lado, uniformar o clasificar por tamaño el producto es una de las prácticas habituales de la preparación para el mercado en fresco (Matias *et al.*, 2017). No obstante, el color y el tamaño son los atributos más valorados por el comprador (Cremasco *et al.*, 2016).

Sin embargo, la firmeza de la pulpa, es quizá, el parámetro más notorio y que permite además determinar estándares de recolección, calidad y consumo (Cremasco *et al.*, 2016). Los parámetros fisicoquímicos son determinados por el efecto de las condiciones climáticas de la zona de producción y varían según la altitud donde se cultive (Regina *et al.*, 2010), temperatura del aire (Gruda, 2005), precipitación (Galindo *et al.*, 2014) y humedad relativa en el cultivo (Gariglio *et al.*, 2017).

En cuanto al índice de firmeza del fruto éste se traduce en un ablandamiento debido a los cambios en la composición de las sustancias pécticas, y en la mayoría de las variedades, la resistencia de la pulpa a la presión en kilogramos por centímetro es de 5kg/cm² el cual disminuye al llegar la madurez de consumo (Alvarado y González, 1999). Además, los frutos maduros poseen un dulzor a partir de 12 grados brix, y el contenido de solido solubles entre 8 y 12%.

Es de resaltar que, según Bastidas *et al.* (2015), en Colombia, el índice de madurez del durazno es determinado de forma visual, “identificando principalmente cambios de color en la piel del durazno en el cual en algunos cultivares es enmascarado porque se genera un cambio de color del exocarpio relacionado con la presencia de luz” (p.147).

En el proceso de venta de los frutos se deben observar las siguientes características: enteros, sanos, limpios y sin presencia de humedad exterior anormal y de olor o sabor extraño. Además, deben ser recolectados adecuadamente, así como, encontrarse en un desarrollo suficiente y un grado de madurez pertinente a su manipulación. Los frutos son clasificados para su comercialización por calibres de acuerdo a las exigencias del mercado conforme lo establecido en la tabla 1.6.

Tabla 1.6
Clasificación comercial del durazno

Calidad del fruto	Diámetro ecuatorial (cm)	Peso unitario (g)	Características generales
Categoría Extra	6,2	105 a 150	Frutos de calidad superior, presentan la forma, desarrollo y coloración típicas de la variedad, teniendo en cuenta la zona de producción. Deben estar exentos de todo defecto, son uniformes en color, tamaño y forma.
Categoría I	5,9 a 6,2	98 a 104	Frutos de buena calidad y presentan las características típicas de la variedad, puede admitirse un ligero defecto de forma, de desarrollo o de coloración. La pulpa debe estar libre de todo defecto, admitiendo defectos de epidermis que no incidan en el aspecto general ni la conservación del fruto. Los defectos de forma alargada no deben sobrepasar en su conjunto un centímetro de longitud.
Categoría II	4,7 a 5,8	69 a 97	Frutos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, se admiten defectos de forma o desarrollo, siempre

			que mantengan sus características parietales. Se aceptan defectos de epidermis que no perjudiquen el aspecto. La pulpa puede tener pequeñas lesiones que no sean susceptibles de evolución rápida.
Categoría III	2 a 4,9	20 a 60	Se admiten defectos de forma o desarrollo, siempre que mantengan sus características varietales, también defectos de epidermis que no perjudiquen el aspecto general ni la conservación.

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Infoagro, 2018

Referencias

Agrologica (2018). *Autodiagnóstico de plagas*. Disponible en <http://www.agrologica.es/list.php>.

Agronet (2018) *Banco de datos*. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Conozca-c%C3%B3mo-funciona-el-negocio-del-durazno-en-el-mercado-colombiano.aspx>

Alvarado, Q. y González, R. (1999). *Manual del cultivo del Melocotón*. 1ª Ed. Profruta-maga, Guatemala, 38 p.

Aranzana, M., Abbassi, E., Howad, W. y Arús, P. (2010) Genetic variation, population structure and linkage disequilibrium in peach commercial varieties. *Genetics*, 11:69.

Asohofrocol. Fondo nacional de Fomento Hortofrutícola (2018). *Durazno*. Disponible en <http://www.asohofrucol.com.co/>

Aular, J., Casares M., Sorrenti G. (2010). La peschicoltura in Venezuela, Cenerentola sudamericana. *Frutticoltura*, (7/8),52-55.

Ávila, C., Robles, A., Pinzón, S., Miranda, D. y Fischer, G. (2013). *Tecnologías locales para los sistemas de producción de frutales caducifolios en zonas productoras de Colombia y sus limitantes tecnológicas*. En: Fischer y Carranza (Eds), Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo (115-150). Bogotá, D.C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas- SCCH.

Badenes, M., Llácer, G. y Crisosto, C. (2006). *Mejora de la calidad de frutales de hueso*. En: Llácer, G., Díez, M.J., Carrillo, J.M., Badenes, M.L. (Eds.), Mejora genética de la calidad en plantas (551-578).

Bastidas, L., Puentes, G. y Lemus, A. (2015) Parámetros de calidad durante la cosecha de durazno (*Prunus persica* L. Batsch cv. “Rubidoux”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 6(1):145-153.

Boffelli E. y Sirtori G. (1995). *Guía fotográfica de los injertos*. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona. 158 pp.

Boshell, J. (1982). Condiciones meteorológicas generales de Colombia. En: *Fruticultura tropical*. Federecafé, Bogotá, p.3-8.

Byrne, D., Nikolic, A. y Burns, E. (1991). Variability in sugars, acids, firmness, and color characteristics of 12 peach genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(6), 1004–1006.

Campos, T. (2013). *Especies y variedades de hoja caduca en Colombia*. En: Fischer y Carranza (Eds), Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo

y plan de desarrollo (47-65). Bogotá, D.C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas-SCCH.

Cappelletti, G. (1965). *Tratado de Botánica*. Editorial Labor S.A. Madrid. España. 1160 pp.

Cárdenas, J. y Fischer, G. (2013). *Clasificación botánica y morfología de manzano, peral, duraznero y ciruelo*. En: Fischer y Carranza (Eds). Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo (24-25). Bogotá, D.C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas- SCCH.

Casierra-Posada, F, Barreto, V. y Fonseca, L. (2004). Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*P. persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos. *Agronomía Colombiana*, 22 (1), 40-45.

Castro, A., Delgado, Z, Ramírez, F. y Puentes G. (1998). *Manejo Post-cosecha y comercialización de Durazno (Prunus pérsica (L.) Batsch)*. Serie de paquete de Capacitación sobre Manejo de Post-cosecha de frutas y Hortalizas. Convenio SENA Reino Unido. OP Gráficas, Bogotá, Colombia. 372 p.

Castro, A. y Puentes, G. (2012). *Ciruelo y duraznero (Prunus salicina Lindl.) - (Prunus persica (L.) Batsch.)*. En: Fischer, G. (ed). Manual para el Cultivo de Frutales en el Trópico. Ed. Produmedios, Bogotá, p.370-392.

Cremasco, J., Matias, R., Silva, D, Oliveira, J. y Bruckner, C. H. (2016) Qualidade pós-colheita de oito variedades de pêssago. *Comunicata Scientiae*, 7 (3): 334-342. Disponible en: <https://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1404>.

Edwards, G. (1985). Changes in endogenous hormones in apple during bud burst induced by defoliation. *Acta Horticulturae*, (158), 203-210.

Erez, A. (2000). *Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics*. En: Erez, A. (ed). Temperate fruit crops in warm climates. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands, p.17-48.

Esau, K. (1986). *Anatomía vegetal II*. Universidad de California, 727 pp.

Fischer, G. (1993). Fisiología en la producción de dos cosechas anuales en manzano y duraznero. *AgroDesarrollo* 4(1-2):18-31.

Fischer, G., Casierra-Posada, F. y Villamizar, C. (2010). Producción forzada de duraznero (*P. persica* (L.) Batsch) en el altiplano tropical de Boyacá (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(1), 19-32.

Fischer, G., Almanza-Merchán, P. y Ramírez, F. (2012). Source-sink relationships in fruit species. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), 238-253.

Fruk, G., Cemelik, Z., Jemric, T. Hribar, J. y Vidrih, R. (2014) Pectin role in woolliness development in peaches and nectarines: A review. *Scientia Horticulturae*, (180),1-5.

Galindo, A., Rodríguez, P., Collado-González, J., Cruz, Z., Torrecillas, E., Londoño, S., Corell, M., Moriana, A y, Torrecillas, A. (2014). Rainfall intensifies fruit peel cracking in water stressed pome granate trees. *Agricultural and Forest Meteorology*, (194), 29–35.

Gariglio, N., Pilatti, R. y Agustí, M. (2017) *Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales*. In: Sozzi, G.O. Árboles frutales – Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 2007, p. 41-82.

George, A. and Erez, A. (2000). *Stone fruit species under warm subtropical and tropical climates*. En: Erez, A. (ed). Temperate fruit crops in warm climates. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. The Netherlands, p.231-265.

Gruda, N. (2005). Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24(3), 227-247.

Hancock, J., Scorza, R. y Lobos, G. (2008). *Peaches*. In: J.F. Hancock (Ed.), *Temperature Fruit Crop Breeding. Germplasm to Genomics* (265–298).

Hartmann, H. (1962). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. Compañía editorial Continental, S. A. México D. F. 693 pp.

Infoagro (2018). El Cultivo del melocotón. Disponible en http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melocoton.htm.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (2002). El duraznero en Venezuela, 125p.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2017). *Manual de manejo del cultivo de duraznero*. Boletín No 8, Chile, 130p.

Jha, S., Narsaiah, K., Sharma, A., Singh, M., Bansal, S. y Kumar, R. (2010). Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement - A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 1–14.

Lemus, C., Bastidas, P. y Puentes, M. (2014). Evaluación en pérdidas de durazno (*P. persica*) variedad Rubidoux en la granja experimental Tinguavita Paipa, Boyacá: Colombia. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 5(2), 124-133.

Lloyd, D. y Couvillon, A. (1974). Effects of date of defoliation on flower and leaf bud development in the peach *P. persica* (L.) Batsch. *Journal American Society Horticultural Science*, 99(6), 514-517.

Looney, E. y Jackson, D. (1999). *Stonefruit*. En: Jackson, D.I. y N.E. Looney (eds.). Temperate and subtropical fruit production. 2a ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Matias, R., Bruckner, C., Silva, D.F.P., Carneiro, P. y Oliveira, J. (2017). Adaptability and stability of peach and nectarine cultivars in subtropical climate. *Revista Ceres*, Viçosa, 64(5), 516-522.

Meier, U., Graf, H., Hack, M., Hess, M., Kennel, W., Klose, R., Mappes, D., Seipg, D., Stauss, J., Streif, J. y Van Der Boom, T. (1994). Phänologi, die Entwicklungsstadien des Kernobster (*Malus domestica* Borkh. and *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannis beere (*Ribes*Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *Nachrichtenbl. Deut. Phazenschutad*, 46:141-153.

Morais, K., Xavier, B., Silva, D., Oliveira, J. y Bruckner, C. (2017) Avaliação física e química de frutos de cultivares de pessegueiro. *Revista Engenharia na Agricultura*, 25 (2),157-163.

Ojer, M. (2006). Poda en durazneros. Pautas y evaluación. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UN Cuyo*, 38 (2), 81-89.

Ojer, M. (2008). La época de raleo como factor de rentabilidad en duraznos conserveros de maduración temprana. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UN Cuyo*, 40 (1), 39-47.

Patiño, L. y Miranda, D. (2013). *Situación actual de los frutales caducifolios en el mundo y en Colombia*. En: Fischer y Carranza (Eds), Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo (9-20). Bogotá, D.C.: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas- SCCH.

Pinzón, E., Cruz, M. y Fischer, G. (2014). Aspectos fisiológicos del duraznero (*P. persica* (L.) Batsch) en el trópico alto. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(2), 401- 411.

Reig, G. (2013). *Selección de nuevas variedades de melocotón [Prunus persica (L.) Batsch] en función de caracteres agronómicos, morfológicos, de calidad y de conservación del fruto*. Tesis Doctoral, Universidad de Lleida, España, 241p.

Regina, M., Lopes Do Carmo, E., Fonseca, A., Purgatto, E., Shiga, T., Lajolo, F., Ribeiro, A. y Vieira Da Mota, R. (2010). Influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’ em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32 (1),143-150, 2010.

Romero, A. (2002). *Guía de producción de durazno en Honduras*. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola), La Esperanza, Intibucá, Honduras, 19 p.

Sangronis, J., Hernández, A., Aular, J., Torres, J. y Cásares, M. (2017). Variabilidad genética en durazneros Cultivados en el peñón de Gabante, estado Aragua, Venezuela. *Bioagro*, 29 (3), 219-224.

Santiago-Mejía, E., Cortés – Flores J. I., Turrent- Fernández A., Hernández- Romero E. y Jaen-Contreras, D. (2008). Calidad del fruto del Duraznero en el sistema Milpa intercalada con árboles frutales en laderas. *Agricultura Técnica en México*, 34(2), 159-166.

Vázquez, Y., Orozco, A. y Sánchez, M. (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemas*. Fondo de cultura económica. México. 167pp.

Villamizar, E. (2008). El durazno: un proceso de cambio en la agricultura de la Provincia de Pamplona. *Revista Face*, 11, 189-203.

Westwood, M. (1993). *Temperate-zone pomology*. Timber Press, Portland, ME. 523p.

Zegbe-Domínguez, J. y Esparsa-Frausto, G. (2007). Poda de ramas mixtas y raleo de frutos: prácticas culturales independientes en durazno ‘Victoria’. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(2), 121-126.



Contexto de la producción del durazno en Colombia



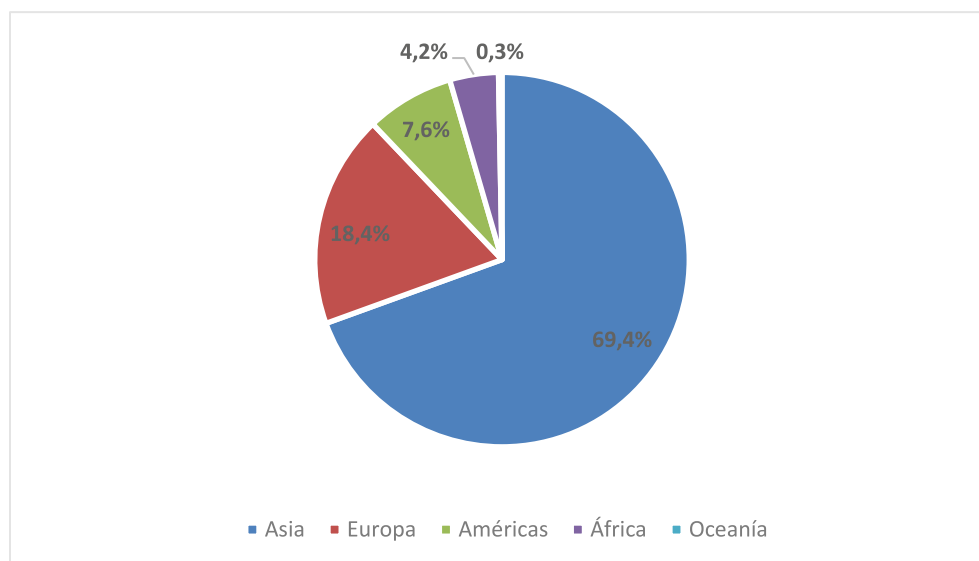
Fuente: Elaboración de los autores

La producción del durazno en el ámbito mundial

Dentro de la distribución mundial de la producción del durazno, Asia es el continente que produce más de la mitad del fruto (69,4%), seguido por Europa (18,4%) y América (7.6 %) (figura 2.1). En el continente asiático se destaca China como el país con mayores niveles de producción, mientras que, en América Latina, Chile es reconocido como el abastecedor más importante de la fruta en el hemisferio sur (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2018).

Figura 2.1

Distribución de la producción del durazno por región (2017)

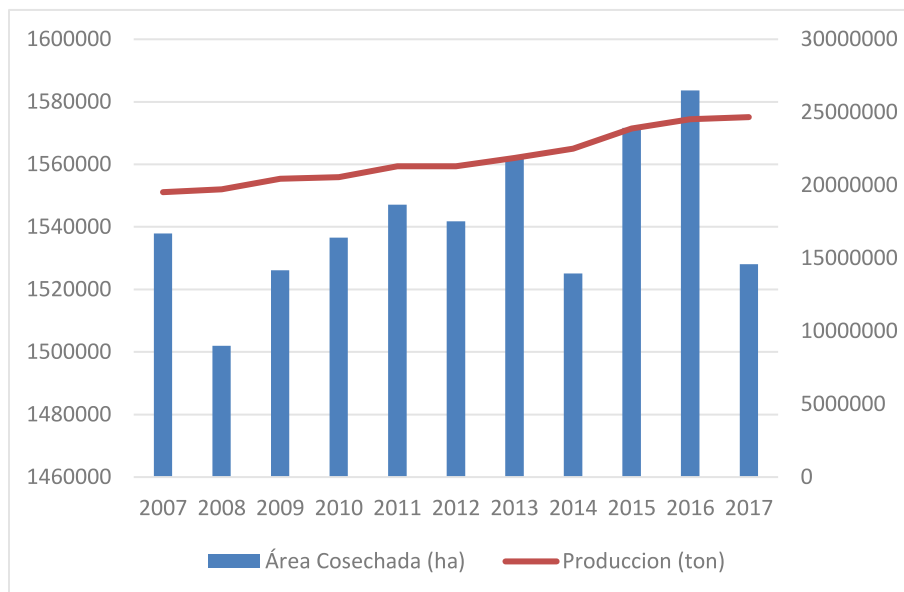


Fuente: Elaboración de los autores; tomado de FAOSTAT

Según datos estadísticos de FAOSTAT (2018), la producción mundial de durazno en toneladas para el año 2017 fue de 24.665.205 lo cual corresponde a un aumento del 26.34% en el volumen de producción en comparación al año 2007 (figura 2.2).

Figura 2.2

Área cosechada y producción mundial del durazno (2007-2017)

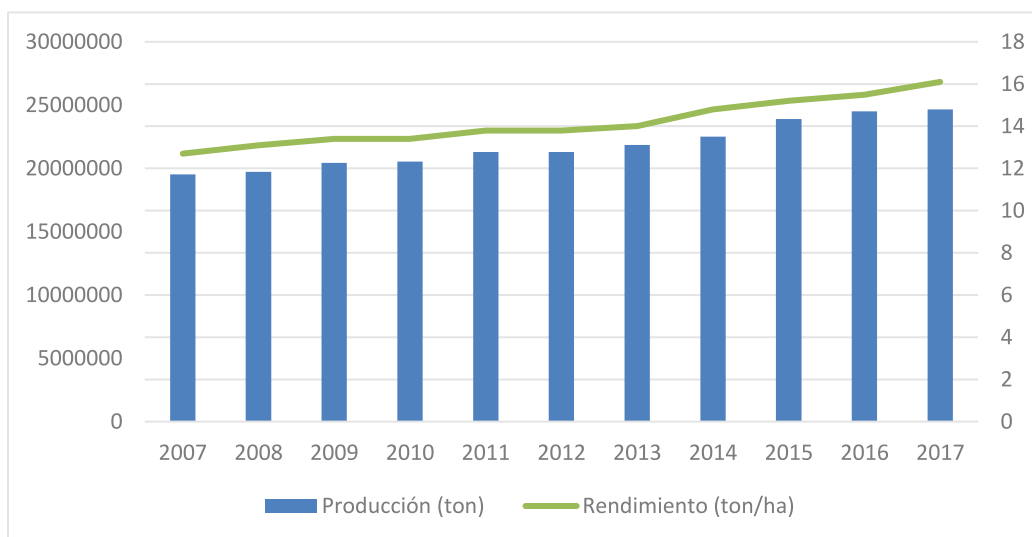


Fuente: Elaboración de los autores; tomado de FAOSTAT

Por otra parte, como puede observarse el área cosechada durante este periodo, en efecto presentó una reducción del 0,64%, así como, un incremento del 16,53% en el rendimiento promedio por hectárea del cultivo de durazno (figura 2.3).

Figura 2.3

Producción y rendimiento mundial del durazno (2007-2017)



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de FAOSTAT

Cabe destacar que el mayor importador de durazno a nivel mundial es Alemania con aproximadamente 250 mil toneladas año, mientras que el Reino Unido, Francia, Italia consumen cerca de 100 mil toneladas (FAOSTAT, 2018).

La producción del durazno en Colombia

En Colombia se ha visto un creciente desarrollo de la producción de durazno en los últimos años mostrando una tendencia interesante y en constante crecimiento tanto a nivel productivo como en área cosechada. En efecto la producción y el área cosechada durante el período 2007-2016 se han incrementado de forma significativa en 182,4%, y 149,9%, respectivamente (FAOSTAT, 2018) (tabla 2.1). Como puede observarse para el año 2016 según el censo agropecuario en el país existían 115.834 árboles de durazno del cual más de la mitad (68.775) se encontraban en edad productiva (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, 2017).

Tabla 2.1

Área, producción y rendimiento del durazno en Colombia (2007-2016)

	Área Cosechada (ha)	Producción (ha)	Rendimiento (ton/ha)
2007	954	10.917	11,4
2008	1.131	15.779	13,9
2009	1.470	20.028	13,6
2010	1.452	18.476	12,7
2011	1.490	19.849	13,3
2012	1.688	25.083	14,8
2013	1.804	25.584	14,1
2014	1.995	29.118	14,5
2015	2.164	29.334	13,5
2016	2.058	27.290	12,3

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de FAOSTAT

El cultivo se extiende básicamente en siete departamentos, en condiciones que difieren en altitud, temperatura, y régimen hídrico (Fischer, 2013). Entre los análisis se presenta que en 2016 el principal productor y con mayor área cultivada de durazno en Colombia fue el departamento de Boyacá con una participación del 43% en la producción nacional, que se distribuye en cuatro municipios, siendo Sotaquirá el municipio mayor productor, a nivel nacional, seguido de Paipa, Tinjacá, y Nuevo Colón. El segundo productor es Norte de Santander (34%), seguido por el Huila (8%) y Santander (8%) como se muestra en la tabla 2.2 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, 2012; Agronet, 2018).

Tabla 2.2

Área, producción, rendimiento y participación nacional del durazno por departamento (2016)

Departamento	Área Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ha/ton)	Participación Área Nacional (%)	Participación Producción Nacional (%)
Boyacá	778	11.630	15	38	43
Norte de Santander	701	9.304	13,3	34	34
Huila	317	2.157	6,8	15	8
Cundinamarca	136	1.685	12,4	7	6
Santander	102	2.148	21,1	5	8
Valle del Cauca	21	365	17,4	1	1
Nariño	3	1	0,3	0	0

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Agronet

En el marco de la cadena productiva el departamento del Norte de Santander se ha convertido en una importante región en la producción de durazno, considerando las condiciones geográficas que, acompañadas del clima y el suelo, favorecen de forma significativa su producción. El área cosechada viene presentando un incremento significativo pasando de 168 a 701 hectáreas entre los periodos 2007 - 2016. Igualmente, la producción ha aumentado en 385% en el mismo periodo analizado (tabla 2.3).

Tabla 2.3

Área, producción, rendimiento, participación nacional del durazno en el departamento de Norte de Santander (2007-2016)

	Área Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Participación Área Nacional (%)	Participación Producción Nacional (%)
2007	168	1.915	11,4	14	12
2008	232	2.631	11,4	18	15
2009	321	3.816	11,9	22	19
2010	370	4.360	11,8	25	24
2011	463	5.395	11,6	31	27
2012	569	7.644	13,4	34	30
2013	701	9.477	13,5	39	37
2014	723	9.582	13,3	36	33
2015	703	9.287	13,2	32	32
2016	701	9.304	13,3	34	34

Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Agronet

Contexto general del departamento de Norte de Santander

El departamento del Norte de Santander es uno de los 32 departamentos de Colombia y forma parte de la Región Andina. Su extensión es de 22.130 km² (2.213.000 ha) el cual equivale a 1,91% del territorio y se encuentra ubicado en la zona nororiental del país, sobre la frontera con Venezuela, en las coordenadas 06°56'42' y 09°18'01'' de latitud norte y los 72°01'13'' y 73°38'25'' de longitud oeste y su capital es la ciudad de Cúcuta (figura 2.4). Limita al sur con los departamentos de Boyacá y Santander, al oeste con Santander y Cesar y al norte y al este con Venezuela (Corporación Autónoma Regional de la Frontera, Corponor, 2016).

Figura 2.4

Ubicación geográfica del departamento de Norte de Santander



Fuente:<http://www.nortedesantander.gov.co/Gobernaci%C3%B3n/Nuestro-Departamento/Informaci%C3%B3n-General-Norte-de-Santander>

Se encuentra dividido en 40 municipios y 108 corregimientos organizados en seis subregiones: Occidente, también conocida como la Provincia de Ocaña, la cual aglutina diez municipios; Centro con siete municipios; Oriente o Metropolitana integrada por seis municipios en el que se encuentra San José de Cúcuta la ciudad capital; Suroccidente (Provincia de Pamplona) y Suroriental cada una constituida por seis municipios y Norte con cuatro (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2016) (figura 2.5).



Fuente: <http://www.datacucuta.com/images/DPN2016.pdf>

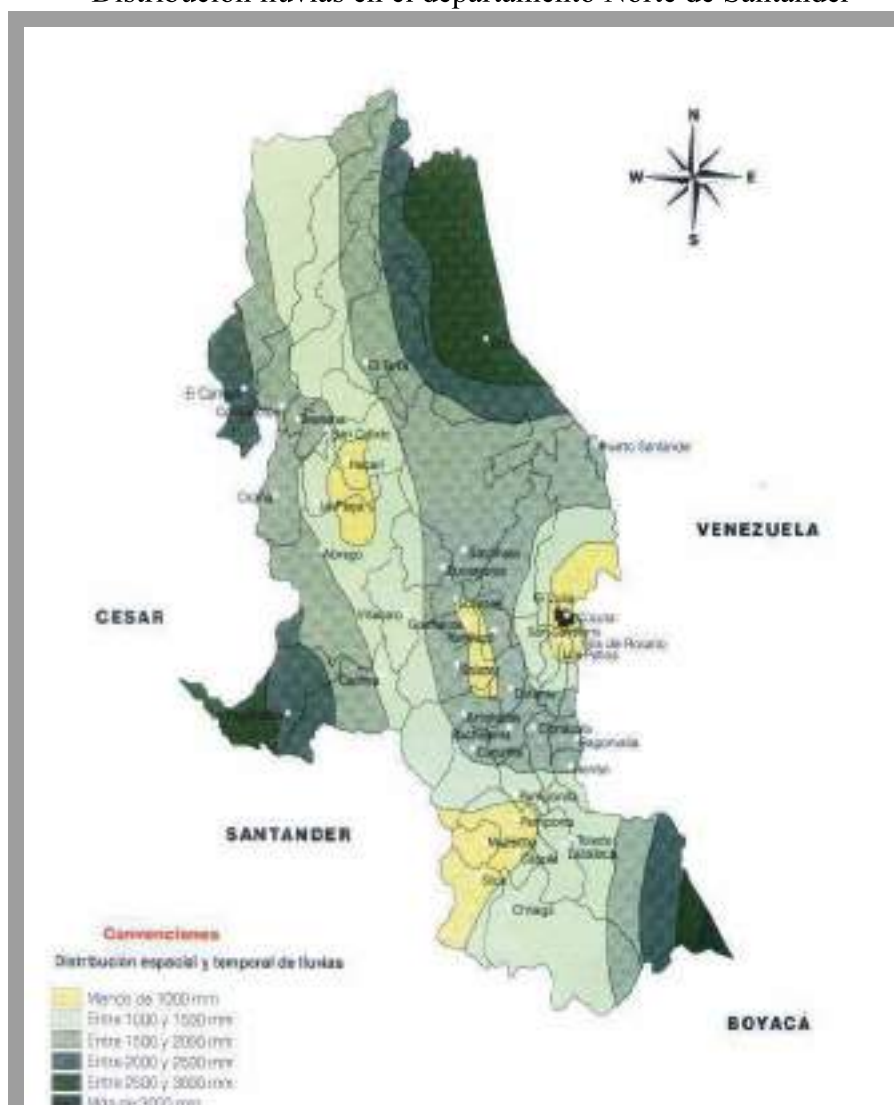
Por otra parte, el departamento posee diferentes pisos térmicos, tipos de suelos y una gran diversidad de accidentes geográficos compuesto por serranías, páramos, mesetas, llanuras y montañas. Como consecuencia su clima va desde el cálido, con temperaturas anuales superiores a 24°C, hasta el extremadamente frío (páramo alto), con temperaturas inferiores a 3°C (Corponor, 2016).

Con referencia a lo anterior el piso térmico cálido el cual se encuentra ubicado entre los 50 y 1.000 m.s.n.m. cubre alrededor del 49,3% de la superficie departamental; mientras que el piso térmico templado con una faja altitudinal entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., ocupa el 27% y el piso térmico frío, entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m., representa el 16% de la superficie del departamento (Corponor, 2016).

Igualmente, en Norte de Santander existen dos regímenes de precipitación el bimodal, predominante de la región, caracterizado por dos estaciones de lluvias al año, por lo cual la primera época se extiende de marzo a junio y la segunda de septiembre a noviembre en la cuenca del Catatumbo; y el monomodal localizado específicamente en el municipio de Chitagá (subregión suroccidental) en la cuenca del Orinoco, donde el periodo de lluvias se prolonga por hasta nueve meses (figura 2.6) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, 2018).

Figura 2.6

Distribución lluvias en el departamento Norte de Santander



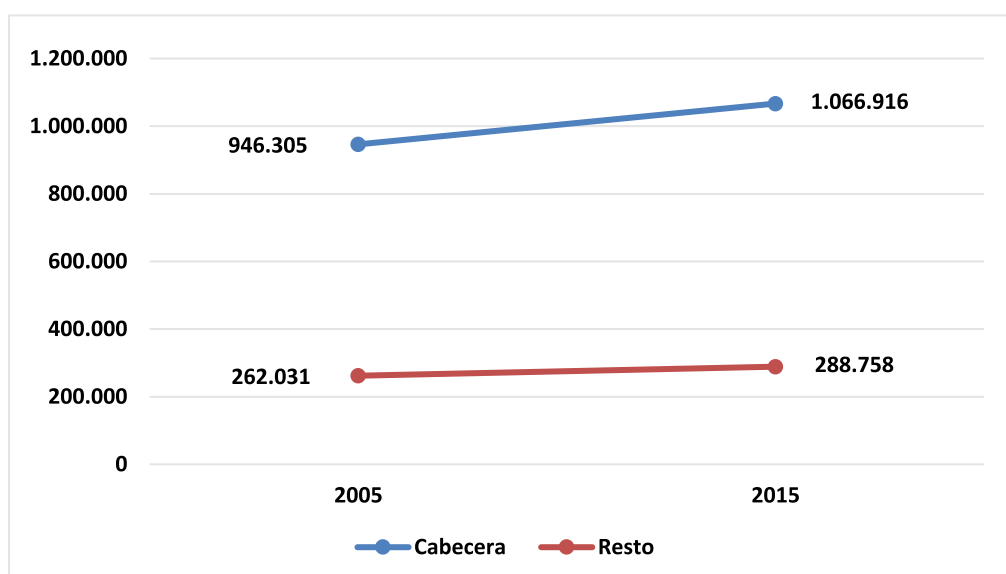
Fuente: Tomado de Corponor, 2016

Dinámica demográfica y económica del departamento de Norte de Santander

Por otra parte, según las proyecciones del DANE la población en Norte de Santander para el año 2015, fue de 1.355.675 habitantes, representando el 3.08% de la población nacional, distribuidos en un 78,7% en las cabeceras municipales (1.066.916 hab) y en un 21,3% (288.758 hab) en las zonas rurales (figura 2.7). En efecto estos datos son concordantes con la de Colombia, el cual indican que el 76,4% de los habitantes del país se ubican en los sectores urbanos. Por otra parte, cabe resaltar una leve predominancia de la población femenina 50,9%, frente a la masculina 49,1%.

Figura 2.7

Distribución y comportamiento poblacional de Norte de Santander

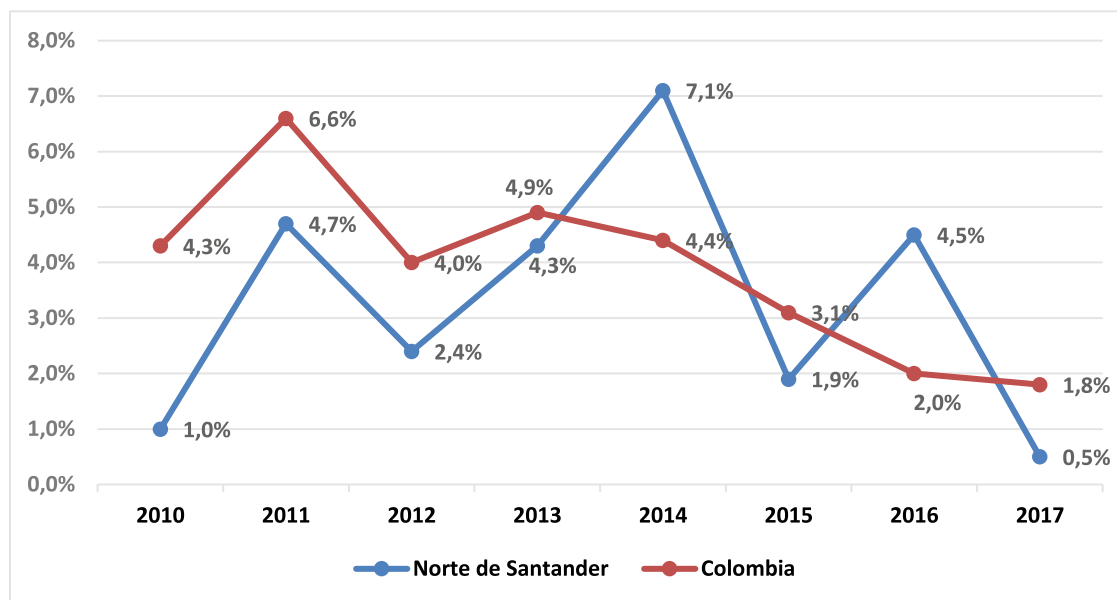


Fuente: Elaboración de los autores, tomado del DANE

Para el periodo 2010-2017, el Producto Interno Bruto (PIB) del departamento mostró un comportamiento semejante al nacional, en la mayor parte de la serie, los crecimientos altos se presentaron en 2011 (4,7%), 2014 (7,1%), y 2016 (4,5%); de manera opuesta, durante los años 2012 (2,4%), 2015 (1,9%) y 2017 (0,5%) se presentaron las menores tasas (figura 2.8).

Figura 2.8

Tasa de crecimiento del PIB de Norte de Santander y total nacional (2010-2017pr)



Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE.

La fuerte caída del PIB departamental en el año 2017 se debió a una significativa reducción en las actividades del sector construcción (-18,2%) y de entretenimiento y recreación (-6,2%) y en menor proporción las actividades de explotación de minas y canteras (-3,3%) e industrias manufactureras (-2,9%) (tabla 2.4)

Tabla 2.4

Tasa de crecimiento del PIB según actividad económica del departamento de Norte de Santander

Actividades Económicas	2015	2016	2017pr
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	-5,7	1,8	-0,6
Explotación de minas y canteras	14,7	1,6	-3,3
Industrias manufactureras	-0,4	0,4	2,9
Suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado: distribución de agua evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental	-2,8	0,4	2,6

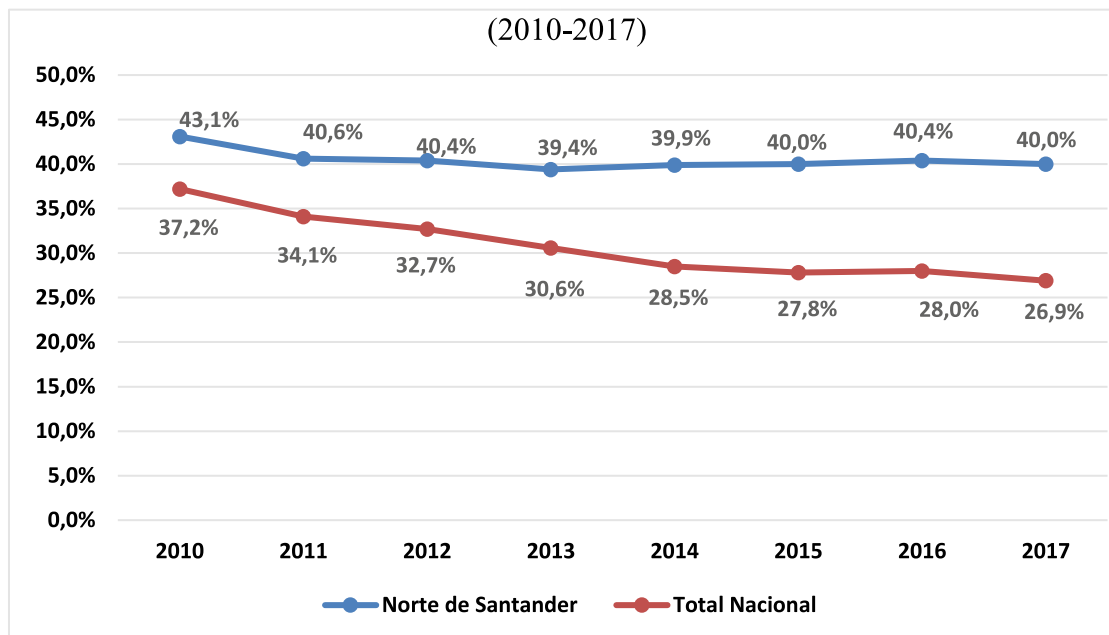
Construcción	-3,6	20,2	-1,4
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas; Transporte y almacenamiento; Alojamiento y servicios de comida	4,2	-0,4	2,0
Información y comunicaciones	6,4	-0,9	0,9
Actividades financieras y de seguros	3,5	2,0	5,3
Actividades inmobiliarias	5,1	8,2	6,2
Actividades profesionales, científicas y técnicas;	-2,3	-7,0	6,1
Actividades de servicios administrativos y de apoyo			
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales	7,4	4,4	3,6
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; Actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio.	-1,8	5,6	-6,2

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

En cuanto al índice de pobreza monetaria, el cual busca evaluar la capacidad adquisitiva de los hogares respecto a una canasta de bienes, es decir, la incidencia de la pobreza por ingresos, para el periodo comprendido entre los años 2010 y 2017, en el departamento este indicador muestra una tendencia constante, sin embargo, han sido siempre mayores que en el promedio nacional en por lo menos 6 puntos porcentuales (figura 2.9). Para el año 2017, la pobreza en el departamento alcanzó una incidencia de 40,0%, mientras que en 2016 fue 40,4% y a nivel nacional, la pobreza pasó de 28,0% en 2016 a 26,9% en 2017.

Figura 2.9

Índice de pobreza monetaria en el departamento Norte de Santander y total nacional
(2010-2017)



Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE con base GEIH.

Contexto agropecuario del departamento Norte de Santander

Según los resultados del Censo Nacional Agrario (DANE, 2015) el departamento de Norte de Santander posee 44.815 unidades de producción agropecuaria (UPA) con un área total de 1.652.487,9, de los cuales el 46,7% son de un tamaño inferior a cinco hectáreas, mientras que, el segundo lugar en tamaño lo tienen la UPA con una extensión entre 10 y 50 hectáreas, cuya participación es del 28,2% lo cual corresponde a 279.487,6 hectáreas. A nivel nacional las UPA representan el 97,8% (108.993.335 ha) del total del área rural dispersa censada (tabla 2.5).

Tabla 2.5

Unidades de producción agropecuaria Norte de Santander y total nacional

Tamaño área (ha)	Norte de Santander		Total Nacional	
	UPA	Área (ha)	UPA	Área (ha)
Menores de 5.0 Ha	20.931	39.003,5	1.669.2870	2.160.347,2
5 a menos de 10	7.405	53.502,7	328.152	1.801.600,6
10 a menos de 50	12.678	279.487,6	328.152	7.156.965,4
50 a menos de 100,0	2.209	152.566,4	60.394	4.217.217,3
100 a menos de 500	1.423	260.678,8	47.627	9.429.674,7
500 a menos de 1.000	78	51.910,9	5.448	3.794.994,1
De 1.000 y más	91	815.338,0	5.842	80.432.535,3
Total	44.815	1.652.487,9	2.370.099	108.993.334,6

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

Cabe resaltar que del total del área rural dispersa con uso agrícola a nivel nacional (8,47 millones de ha), el 32,8% corresponde a tamaños agrícolas de 1.000 y más hectáreas y el departamento solamente participa con el 0,91% del área agrícola del país con mayor concentración en tamaños de 10 a menos de 50 hectáreas (33%) y de 1.000 y más (11.7%) (tabla 2.6).

Tabla 2.6

Área con uso agrícola Norte de Santander y total nacional

Tamaño área agrícola (ha)	Norte de Santander	Participación Total Nacional (%)	Total Nacional
Menores de 5,0 ha	13.448,3	1,6	827.374,8
5 a menos de 10	16.781,4	2,4	683.356,9
10 a menos de 50	64.946,0	3,4	1.915.785,7
50 a menos de 100	21.636,2	3,1	707.816,9
100 a menos de 500	23.018,2	2,0	1.167.273,9
500 a menos de 1.000	2.748,9	0,7	389.504,5
De 1.000 y más	54.094,8	1,9	2.785.598,6
Total	196.673,8	0,91	8.476.711,2

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

Por otra parte, del total de unidades de producción agropecuaria del departamento el 13,1% son para fines agrícolas relacionados con cultivos frutales con un área sembrada y cosechada de 20.619 y 17.943 hectáreas, respectivamente. Con relación a la producción de cultivos frutales la región participa con el 2,7% del total nacional (tabla 2.7).

Tabla 2.7

UPA, área sembrada, cosechada y producción de cultivos frutales Norte de Santander y total nacional

	Norte de Santander	Participación Total Nacional (%)	Total Nacional
UPA con cultivos frutales	5.874	1,5	393.442
Área sembrada de cultivos frutales	20.619	1,6	1.260.641
Área cosechada de cultivos frutales	17.943	1,8	998.098
Producción de cultivos frutales	206.457	2,7	7.746.236

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

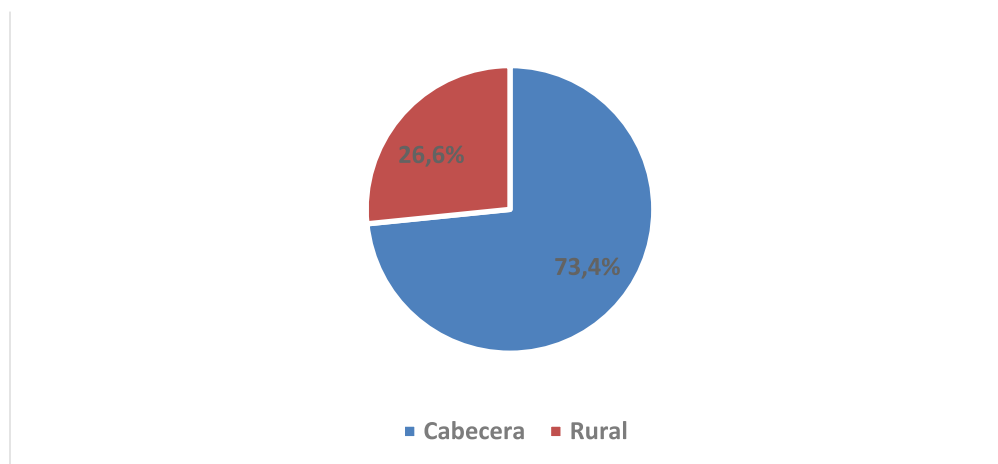
Contexto subregión suroccidente

La subregión suroccidente, también conocida como la Provincia de Pamplona, compuesto por los municipios de Pamplona, Chitagá, Silos, Cacota, Mutiscua y Pamplonita comprende el 10,9% del territorio del departamento de Norte de Santander (DANE, 2015).

De acuerdo a la proyección del DANE para el 2015 - 2016 se calcula que estos municipios cuentan con una población aproximada de 83.733 habitantes distribuidos en un 73,4% en las cabeceras municipales y en un 26,6% en las zonas rurales (figura 2.10). Cabe resaltar que el municipio de Pamplona es la capital de la provincia y posee la mayor cantidad de población urbana con 55.366 habitantes (66,12% de la población total de la subregión) siendo el comercio (70%) seguido de servicios (25%) y en menor participación el industrial y agrícola (5%) sus principales sectores económicos.

Figura 2.10

Distribución de la población de la subregión suroccidente



Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

Con respecto a los otros cinco municipios de la subregión estos se caracterizan por ser una economía campesina, pequeños minifundios y parcelas las cuales se lleva a cabo principalmente la agricultura, seguido por la actividad pecuaria. Según el censo nacional agropecuario existen un total 4.898 unidades de producción agropecuaria para un área rural de 203.332,2 en el cual el municipio de Chitagá posee la mayor cantidad, 44% de las UPA y el 51,9% del área, respectivamente (tabla 2.8).

Tabla 2.8

UPA y área rural subregión suroccidente

Municipio	UPA	Área (ha)
Chitagá	2.159,0	105.654,5
Mutiscua	1.165,0	15.572,7
Pamplona	1.269,0	24.491,9
Pamplonita	760,0	14.962,0
Silos	1.314,0	30.679,2
Cácota	1.131,0	11.972,0
Total	4.898	203.332,2

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

De los anteriores planteamientos, sin embargo, puede observarse que del total del área rural dispersa el 7,3% es para uso agrícola (14.874,2) y de estos el 62,6% son áreas de cultivos (9.318,1) con mayor representación los municipios de Silos y Mutiscua con un total de 53,3% (tabla 2.9).

Tabla 2.9

Área con uso agrícola y en cultivos subregión suroccidente

Municipio	Área agrícola (ha)	Área en cultivos (ha)
Chitagá	4.506	875,5
Mutiscua	2.365,8	2.337,3
Pamplona	1.758,3	999,9
Pamplonita	1.641,8	1.326,1
Silos	3.077,9	2.626,1
Cácota	1.524,4	1.153,2
Total	14.874,2	9.318,1

Fuente: Elaboración de los autores; tomado del DANE

Los principales cultivos agrícolas de la subregión son el brócoli, lechuga, repollo, apio, zanahoria y arvejas, así como la mora, fresa, tomate del árbol, uchuva, curuba y el durazno. Cabe resaltar que dichos municipios, con excepción de Mutiscua, son responsables del 95,7% de la producción total de durazno del departamento de Norte de Santander siendo Cúcuta el principal productor con 2.440 toneladas seguido de Chitagá (2.392 ton), Silos (1.848 ton), Pamplonita (1.695 ton) y Pamplona (533 ton) (Ministerio de Agricultura, 2018).

Se ubican en el ecosistema de cultivos anuales o transitorios del orobioma medio de los Andes (Catom) entre los 1.800 y 2.800 msnm, el orobioma es definido por la presencia de montañas de la cordillera Oriental que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o

fajas de vegetación de acuerdo a su incremento en altitud (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2012).

Por otra parte, la cosecha del durazno es en promedio de 30 días y el 95% se realiza de forma manual (Puentes *et al.*, 2015; Villamizar, 2008). Asimismo, su comercialización se hace principalmente con fruta fresca como materia prima para el mercado nacional de jugos naturales, enlatados y conservas (Peñaranda, 2012). Los principales mercados de destino son las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona (Miranda y Carranza, 2013).

El sistema de comercialización se realiza a través de intermediarios de empresas privadas y el precio de venta depende de la época de cosecha y de la oferta del producto en el mercado. Entre los productores de la región no existe asociatividad en torno al cultivo del duraznero y toda la producción es individual lo que permite que los intermediarios impongan sus precios.

Igualmente, la infraestructura vial terciaria no se encuentra en buen estado lo que dificulta el transporte a los centros de consumo y encarece el costo del producto. Además, no se tiene una comercialización más equilibrada entre los actores de la cadena, generando una desventaja para los productores en la negociación con el intermediario (Avila *et al.*, 2013)

Comparativo del precio del durazno fresco

Para la obtención de los precios del durazno se utilizó los datos del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) el cual es el encargado de informar los precios mayoristas de los productos agroalimentarios que se comercializan en el país.

En la tabla 2.10 se muestra los precios promedio mayoristas del durazno en el periodo comprendido entre 2010 - 2017 en la central de abastos del municipio de Pamplona, Cúcuta y Bogotá, consideradas las principales plazas en donde se comercializa el durazno proveniente de la subregión suroccidente.

En efecto, se observa cómo en cada uno de los mercados los precios del durazno se mantienen y cabe resaltar la diferencia de precios de kg de durazno en los tres casos, notándose un precio promedio de \$1.501,96 en el mercado de Pamplona, siendo el precio más bajo con relación a los otros dos; seguido del mercado de Cúcuta (\$2.167,56), mientras que, Bogotá posee un precio promedio más alto por kg de \$4.082,72

Tabla 2.10

Precio promedio anual del durazno* 2010 - 2016

	Pamplona	Cúcuta	Bogotá
	Precio*	Precio*	Precio*
	(kg)	(kg)	(kg)
2010	1.662,92	2.348,58	3.343,42
2011	1.605,14	2.119,25	3.637,18
2012	1.487,29	2.340,86	4.014,25
2013	1.361,45	2.076,00	4.150,42
2014	1.324,33	1.937,70	3.677,58
2015	1.389,71	2.000,00	4.820,25
2016	1.722,91	2.350,50	4.935,92

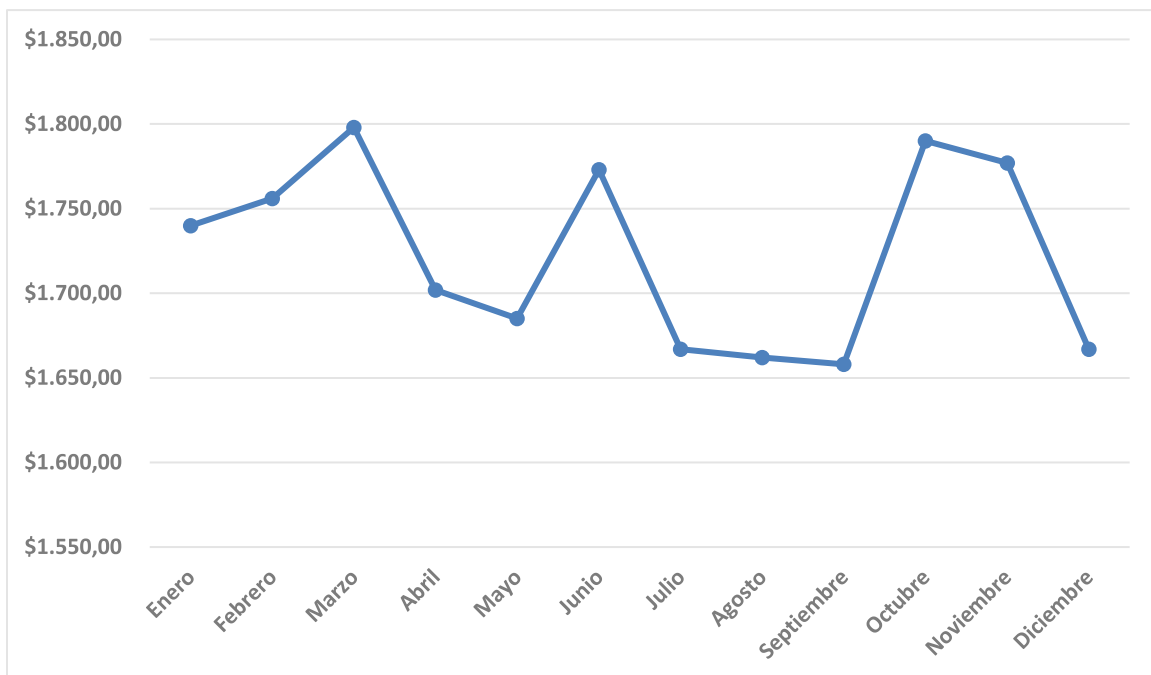
Fuente: Elaboración de los autores; tomado de SIPSA

Comportamiento de precios del durazno en la central mayorista del municipio de Pamplona

La figura 2.11 a continuación, muestra el precio de referencia mensual de compra de durazno en la central mayorista del municipio de Pamplona en un periodo de tiempo comprendido desde enero a diciembre del 2016 con un precio promedio de \$1.722, 91. Así mismo, se puede observar que el mes que tuvo el pico más bajo de precio de compra fue en septiembre con un promedio \$1.658. Por otra parte, nos muestra que el pico más alto en el precio de compra fue en el mes de marzo con un promedio de \$1.780, lo cual nos indica una pequeña variación a lo largo del año.

Figura 2.11

Comportamiento precio durazno Central de Abastos municipio de Pamplona
2016



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de SIPSA

Referencias

Agronet. (2018). *Banco de datos*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.

Ávila, C., Robles, A., Pinzón, S., Miranda, D., y Fischer, G. (2013). *Tecnologías locales para los sistemas de producción de frutales caducifolios en zonas productoras de Colombia y sus limitantes tecnológicas*. En: Fischer y Carranza (Eds). *Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo* (115-149).

Corporación Autónoma Regional de la Frontera (Corponor) (2016). *Plan estratégico ambiental regional, 2016-2035*. Recuperado de <http://corponor.gov.co/es/index.php/politicas-planes-y-lineas-estrategicas/planes>.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2017). *Encuesta nacional agropecuaria (ENA-2016)*. Boletín Técnico. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>.

FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Datos estadísticos. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2018). Atlas climatológico de Colombia. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2012). *Informe sobre el estado de los recursos naturales renovables y del ambiente, componente de biodiversidad, 2010-2011*. Bogotá, Colombia. 42 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2012). *Anuario estadístico de fruta y hortalizas 2007-2011 y sus calendarios de siembras y cosechas*. Resultados evaluaciones agropecuarias municipales 2011. Bogotá, Colombia. 303 p.

Miranda, D. y Carranza, C. (2013). *Caracterización, clasificación y tipificación de los sistemas productivos de caducifolios con énfasis en duraznero, manzano, ciruelo y peral*. En: Fischer y Carranza (Eds). Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo (87 -113).

Peñaranda, G. (2012). Análisis de los costos de la producción de durazno P. pérsica en la Provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista Face*, 1, 145-162.

Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2016). *Diagnóstico Socioeconómico de Norte de Santander*. Recuperado de <http://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/SitioETH-ANH29102015/como-lo-hacemos/ETHtemporal/DocumentosDescargarPDF/1.1.2%20DIAGNOSTICO%20NORTE%20DE%20SANTANDER.pdf>

Puentes, G., Bastidas, L. y Lemus, Á. (2015). Estimación de pérdidas técnicas y financieras en cosecha de durazno, en la granja Tunguavita de la U.P.T.C. Boyacá. *Revista Agronomía*, 23(1), 93-105.

Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA). (2018). Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/sipsa>.

Villamizar, E. (2008). El durazno: un proceso de cambio en la agricultura de la Provincia de Pamplona. *Revista Face*, 11, 189-203.



Análisis microeconómico de la producción:
Aspectos teóricos



Fuente: Elaboración de los autores

Introducción

El trabajo de investigación propuesto posee un sustento microeconómico cuyo análisis se centra en el comportamiento del productor, en términos más específicos, en el estudio de la función de producción (teoría de la producción) y en los costos de operación de una unidad económica productiva (teoría del costo de producción).

Para Pindyck y Rubinfeld (2008) la teoría del comportamiento del productor analiza “cómo una empresa toma decisiones de producción minimizadoras de los costos y cómo varían los costos resultantes cuando varía la producción” (p.179). A su vez, Nicholson (2008) lo define como el proceso a través del cual los productores toman decisiones acerca de la manera de cómo emplear los recursos escasos para la creación de productos o bienes maximizando las ganancias.

En este sentido, el propósito del presente capítulo es analizar los aspectos productivos, relacionados con la elección adecuada de los factores y métodos de producción, así como, la cantidad de producto a obtener; y los aspectos económicos, donde se examina los precios de los factores y los productos el cual constituyen los costos de una unidad económica, los ingresos por la venta de dichos productos y el beneficio que se aspira maximizar. A partir de la influencia que posee el tiempo en los análisis, tanto en los aspectos productivos del durazno como en los económicos, se conduce la descripción hacia dos contextos diferentes: el corto y el largo plazo.

Conceptos Generales

El término producción, desde el punto de vista económico, engloba los procesos que convierten o transforman los factores de producción (trabajo, capital y materia prima) en productos. Se entiende como cualquier proceso que tenga como finalidad crear o poner a disposición de los ciudadanos bienes y servicios con la finalidad de satisfacer las necesidades humanas (Rodríguez, 2015)

Con relación a los factores de producción, estos, se refieren a todo lo que debe utilizar una unidad económica en el proceso de producción para crear y producir bienes y servicios y se denominan genéricamente como insumo o input (Nicholson,2008). Se divide básicamente en: capital el cual se refiere a todos aquellos bienes o artículos elaborados en los cuales se ha hecho una inversión y que contribuyen en la producción (edificios, maquinaria, demás equipos y existencias); trabajo el cual corresponde a todas las capacidades humanas, físicas y mentales que poseen los trabajadores y que son necesarias para la producción de bienes y servicios (comprende los trabajadores cualificados y no calificados); y materia prima entre ellos el acero, los plásticos, la electricidad y cualquier otro bien que la empresa compre y transforme en productos finales.

Aspectos Productivos

Función de Producción

Mediante ecuaciones es posible determinar las funciones de producción y nos permiten determinar la cantidad de bienes producidos en función de los factores que los afectan. En este sentido, por ejemplo, cuando en una empresa se usan recursos productivos (tierra, capital, maquinaria) y recursos humanos la cantidad de estos influye en número de bienes producidos. En términos agronómicos se emplean diferentes análisis multivariados para obtener estas ecuaciones. De esta manera es posible cuantificar el rendimiento agronómico y variables como: la radiación solar, las temperaturas, la humedad del suelo, las épocas de siembra, los contenidos de elementos nutritivos del suelo, los fertilizantes aplicados, la variedad, el control de malezas, insectos y enfermedades, jornadas hombres usada y cualquier variable que incida en el rendimiento en un numero apropiado de sitios ($n+10$). Lo anterior permite garantizar los grados de libertad adecuados para el error (10 en este ejemplo), lo cual facilita desarrollar regresiones múltiples en relación al rendimiento [3.1]

$$Y = F(ax + b^*y, c^*z \dots + n^*n, aa^*x^2 + bb^*y^2, cc^*z^2, \dots + nn^*n^2) \quad [3.1]$$

Es importante resaltar que, cuando se efectúen los procedimientos de cálculo se debe tener en cuenta el orden de ingreso de las variables, ya que estos datos cambian de acuerdo a su posición. Adicionalmente, los coeficientes de las funciones son válidos para el grupo de datos del cual fueron extraídos y se puede cometer errores al extrapolar el empleo de la ecuación ajustada a otras condiciones (Novoa, 2014).

En este sentido, la función producción surge dentro del análisis microeconómico como un elemento determinante de la sustentabilidad de una unidad económica, el cual nos indica el máximo nivel de producción que puede generar dicha unidad a partir de una combinación específica de factores de producción [3.2] (Varian, 2016).

Se representa como [3.2]:

$$Q = F(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad [3.2]$$

Donde Q se refiere al nivel de producción, en unidades de producto por unidad de tiempo y $X_1, X_2 \dots X_n$ son las cantidades de los insumos.

Si existen sólo dos factores, trabajo (L) y capital (K), la función de producción se expresa como [3.3]

$$Q = F(L, K) \quad [3.3]$$

En general, una empresa puede variar el nivel de uno, algunos o todos los factores a través del tiempo para alterar el nivel de producción, esto permite determinar si el proceso de producción es de corto o largo plazo.

De acuerdo a Mochón y Carreón (2011) el corto plazo es el periodo de tiempo en el que no es posible alterar las cantidades de uno o más factores de producción, es decir, por lo menos uno de los factores de producción es fijo; mientras que el largo plazo se refiere al periodo de tiempo en el cual las empresas poseen la posibilidad de alterar la cantidad de cualquier de los factores de producción que emplean en la producción (tabla 3.1).

Tabla 3.1

Componente temporal de la función de producción

Factores de Producción	Corto Plazo	Largo Plazo
Capital	Fijo	Variable
Trabajo	Variable	Variable

Fuente: Elaboración de los autores

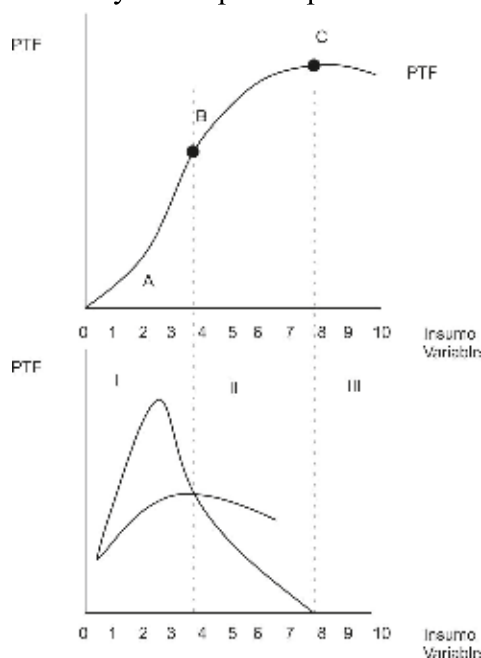
En este sentido, las decisiones del productor son influenciadas por el componente temporal, por lo tanto, se analizarán los aspectos productivos y los económicos desde ambos enfoques, corto y largo plazo

La función de producción en el corto plazo

En el corto plazo (CP), considerando sólo dos factores, capital y trabajo, siendo el trabajo variable y el capital fijo, la función de producción es representada por la figura 3.1 donde en el eje de abscisas se refiere a la variable trabajo (L) y el eje de ordenadas a la cantidad producida (PFT).

Figura 3.1.

Función de producción y las etapas de producción en el corto plazo



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

En este sentido, a medida que se incrementa el número de trabajadores la cantidad del producto aumenta a una tasa creciente hasta el punto A, denominado punto de inflexión. A partir de este punto la producción crece, sin embargo, a una tasa decreciente hasta alcanzar un nivel máximo (punto C). A partir de allí, al emplear más unidades de insumo variable el producto total disminuye.

La justificación del comportamiento de la curva de producto total descansa en la ley de rendimientos marginales decrecientes que establece que “conforme se agrega cada vez más de un recurso variable a una cantidad de un recurso fijo, el cambio resultante en la producción acabará por disminuir (McEachern, 1998 p. 147).

La segunda curva corresponde al producto medio (PMe), y se refiere a la producción promedio generada por cada unidad de factor productivo. Se obtiene dividiendo el producto total (Q) entre el nivel de insumo variable (L) [3.4].

$$PMeL = \frac{\text{Producto}}{\text{factor trabajo}} = \frac{Q}{L} = \frac{F(K,L)}{L} \quad [3.4]$$

La curva crece hasta llegar a un máximo, el cual coincide con la cantidad de unidades de trabajo empleadas para obtener la cantidad representada en el punto B de la curva de PFT. Este máximo es denominado como óptimo técnico (cuando se genera una determinada producción utilizando el menor número posible de insumo). A partir del punto B el PMe decrece hasta hacerse 0 en el punto C de la curva de PFT.

La tercera curva corresponde al producto marginal (PMg) y representa la producción adicional creada como resultado del empleo de una unidad extra de un factor de producción. En este caso, es la cantidad adicional en que incrementa el producto total (ΔQ) cuando se emplea una unidad adicional de trabajo (ΔL). Puede representarse a través de la siguiente expresión [3.5]:

$$PMgL = \frac{\Delta Q}{\Delta L} = \frac{\partial q}{\partial l} = F(L) \quad [3.5]$$

La curva de PMg inicia con un incremento hasta alcanzar su punto máximo, que coincide con el punto de inflexión de la curva de PFT. A partir de allí decrece hasta el punto C de la curva de PFT. Luego se hace negativo como consecuencia del decrecimiento de la curva de PFT.

Las etapas de la función de producción de corto plazo

Mediante la relación entre las curvas de PFT, PMe y PMg se pueden definir las tres etapas de la producción en el cual se observa en la figura 3.1. El punto B marca el final de la etapa I y el inicio de la etapa II y obedece, a que el PMe del trabajo viene dado por la pendiente de la recta que va desde el origen hasta el punto de la curva de producto total y el PMg, en un punto, viene dado por la pendiente del producto total en este punto (Pindyck y Rubinfeld, 2008).

Etapa I: Desde el origen hasta el punto máximo de la curva de producto medio total. Se caracteriza por un $PMg > 0$ y $PMg > PMe$. Sin embargo, no es adecuada para el productor ya que podría aumentar la producción total utilizando menor cantidad de los insumos que permanecen fijos a corto plazo

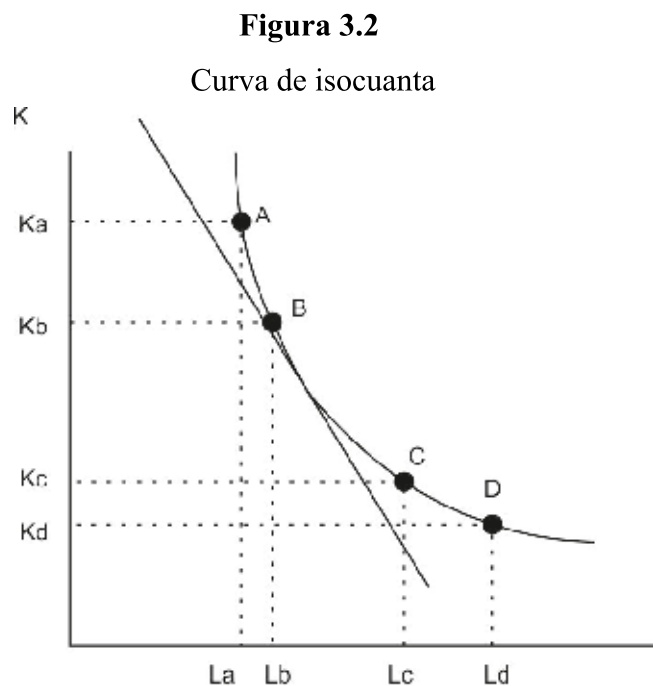
Etapa II: Desde el punto máximo del PMe hasta donde el PMg se hace negativo. Se caracteriza por un $PMg > 0$ y un $PMg < PMe$. Es la única etapa de la producción aceptable para el productor racional.

Etapa III: El producto marginal es negativo ($PMg < 0$) y el producto medio continúa decreciendo donde ($PMg < PMe$). El productor no debería operar en esta etapa, debido a que podría aumentar la producción total utilizando menor cantidad del insumo variable.

La función de producción en el largo plazo

En el largo plazo (LP), las empresas tienen la posibilidad de modificar las cantidades empleadas de cualquiera de sus factores. Es decir, en dicho horizonte temporal se puede ajustar las cantidades utilizadas de todos los factores para obtener el volumen de producción deseado.

La representación de la función de producción de largo plazo $Q = f(L, K)$ requiere de un esquema tridimensional, dado que se trata de un producto y dos factores variables. Sin embargo, se puede igualmente utilizar un instrumento para representar las relaciones de producción a través de las isocuantas que es “el conjunto de todas las combinaciones posibles de los factores que son suficientes para obtener una cantidad dada de producción” (Varian, 2016, p. 367) (figura 3.2), siendo esta, la manera más habitual en que se esquematiza.



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

En este sentido, la forma de la isocuanta revela la intercambiabilidad de los factores utilizados y la posibilidad de sustitución de los mismos. La pendiente de esta curva muestra la tasa a la cual se puede sustituir L por K manteniendo constante la producción y es conocida como la

relación marginal de sustitución técnica (RMST) [figura 3.3]. La RMST es decreciente una vez que disminuye a medida que se desplaza en sentido descendente a lo largo de la isocuanta.

En términos matemáticos eso implica que las isocuantas son convexas, igualmente, posee una relación con los productos marginales de los factores de producción.

Partiendo de la diferencial total de la función de producción se tiene que [3.6]:

$$dQ = \frac{\partial F}{\partial L} \cdot dL + \frac{\partial F}{\partial K} \cdot dK = PMgL \cdot dL + PMgK \cdot dK \quad [3.6]$$

a lo largo de la isocuanta $dq = 0$ (una vez que la producción es constante), por lo cual [3.7]

$$PMgL \cdot dL = -PMgK \cdot dK \quad [3.7]$$

Reordenando los términos se obtiene que [3.8]:

$$-\frac{dK}{dL} = RMST = \frac{PMgL}{PMgK} \quad [3.8]$$

Es así que, la RMST (de L por K) es igual a la proporción de la productividad marginal del trabajo (PMgL) respecto a la productividad marginal del capital (PMgK).

Los rendimientos de escala

Según Mochón y Carreón (2011) las características técnicas de la producción a en el largo plazo se determinan alrededor del concepto de rendimientos de escala, el cual se define “escala” cómo el tamaño de la empresa medido por su producción. En este sentido, los rendimientos a escala se refieren a la variación que se produce en la cantidad de producto ante variaciones de la misma proporción en todos los factores de producción y pueden distinguirse en tres tipos (McEachern, 1998):

Rendimientos crecientes a escala: cuando al incrementar simultáneamente la cantidad de factores en una determinada proporción, la cantidad de producto se incrementa en una proporción mayor.

Rendimientos constantes a escala: cuando al incrementar en una determinada proporción los factores de producción, la cantidad de producto se incrementa en igual proporción.

Rendimientos decrecientes a escala: cuando al incrementar en una determinada proporción los factores de producción, la cantidad de producto se incrementa en una proporción menor.

Si la función de producción está determinada por $Q = F(L, K)$ y se multiplica todos los factores de producción por la misma constante positiva, t (donde $t > 1$), los rendimientos a escala de la función de producción se clasifican de la siguiente manera (tabla 3.2):

Tabla 3.2

Clasificación de los rendimientos a escala

Rendimientos a escala	Definición ($t > 1$)
Creciente	$F(tL, tK) > tF(L, K)$
Constante	$F(tL, tK) = tF(L, K)$
Decreciente	$F(tL, tK) < tF(L, K)$

Fuente: Elaboración de los autores

Algunos ejemplos de funciones de producción

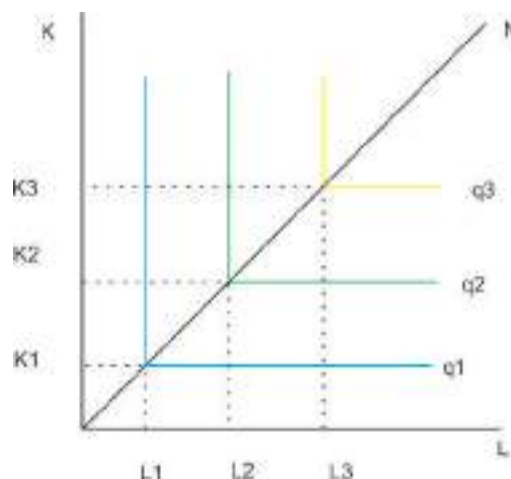
En esta sección se analiza tres casos de funciones de producción simples.

Caso 1: Función de producción de coeficientes fijos o de Leontieff

Este tipo de función recoge la complementariedad perfecta, en este caso entre los factores L y K . Las isocuantas de esta función de producción tienen forma de “L”, como se muestra en la figura 3.3.

Figura 3.3

Función de producción de proporciones fijas



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

La fórmula matemática de la función de producción de proporciones fijas está determinada por [3.9]:

$$Q = \min(aK, bL) \quad a, b > 0 \quad [3.9]$$

donde el operador min significa que, para producir una determinada cantidad de producto, se requiere como mínimo una determinada cantidad de K y una determinada cantidad de L.

Caso 2: Función de producción con factores sustitutivos perfectos

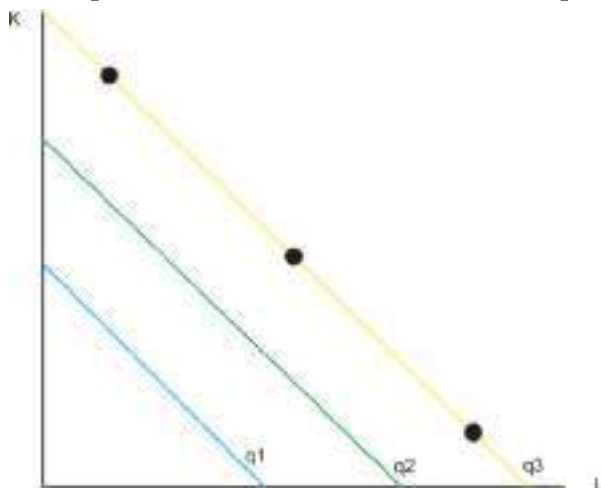
El caso de factores perfectamente sustituibles es cuando la razón de sustitución de un insumo por otro permanece constante (en este caso la RMST es constante en todos los puntos de una isocuanta). La función de producción adoptaría la forma [3.10]:

$$Q = aL + bK \quad [3.10]$$

siendo a y b constantes positivas que recogen la productividad marginal (constante) del trabajo y del capital, respectivamente. Las isocuantas que genera serían líneas rectas paralelas con pendiente $-\frac{a}{b}$ (figura 3.4).

Figura 3.4

Función de producción con factores sustitutivos perfectos



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

Caso 3: Función de producción Cobb-Douglas

La función de producción Cobb-Douglas ofrece un caso intermedio entre los dos casos analizados anteriormente. Su fórmula matemática está determinada por [3.11]

$$Q = F(L, K) = AL^{\alpha}K^{\beta} \quad [3.11]$$

donde A , α y β son constantes positivas.

Las funciones de productividad media y productividad marginal del trabajo serán de la siguiente forma [3.12]:

$$PMe(L, K) = AL^{\alpha}K^{\beta-1}; \quad PMg(L, K) = \beta AL^{\alpha}K^{\beta-1} \quad [3.12]$$

La función Cobb-Douglas puede exhibir un tipo de rendimientos a escala, dependiendo de los valores de α y β . Se supone que todos los factores de producción se multiplican por un factor de t . En este caso [3.13]:

$$F(tL, tK) = A(tL^\alpha)(tK^\beta) = At^{\alpha+\beta}L^{\alpha+\beta}K^{\alpha+\beta} = t^{\alpha+\beta}F(L, K) \quad [3.13]$$

En este sentido si $\alpha + \beta = 1$, entonces la función Cobb-Douglas tiene rendimientos constantes a escala; si $\alpha + \beta > 1$, la función tendrá rendimientos crecientes a escala, mientras que $\alpha + \beta < 1$ corresponderá al caso de rendimientos decrecientes a escala.

Aspectos Económicos

Todo proceso de producción supone el uso de una serie de factores productivos; sea cual sea el nivel de producción deseada por una unidad económica, la maximización de los beneficios tiene como condición necesaria el que el volumen de producción sea obtenido al menor coste posible.

En este sentido, se hace necesario esclarecer la diferencia que se presenta en la definición de “costos” entre los contables financieros y los economistas, en el cual desde la perspectiva contable se refiere a los costos históricos, la depreciación y en los gastos erogados; mientras que la definición que plantea los economistas es que “el costo de un factor de producción está determinado por la magnitud del pago necesario para mantener el recurso dentro de su uso actual” (Nicholson, 2008, p. 212). Es así que, el costo económico considera el costo de oportunidad de todos los recursos utilizados, esto es, lo que todos los recursos podrían obtener en su mejor uso alternativo.

Análisis de los costos a corto plazo

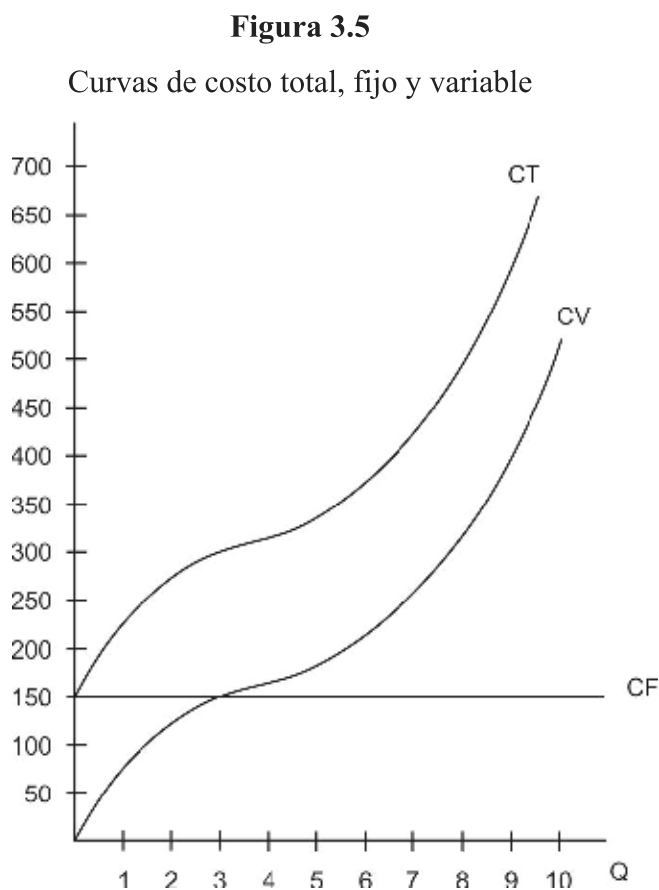
En el análisis de los costos en el corto plazo, período de tiempo en el que la empresa no puede alterar su escala de operación, existen dos tipos de factores: los que originan los costes fijos

(CF) el cual no dependen del volumen de producción y los relacionados a los costos variables, (CV) que varían al alterar el nivel de producción. La suma de ambos es el coste total (CT) de la empresa.

En términos matemáticos se plantea la ecuación de la siguiente forma [3.14]:

$$CT = CF + CV \quad [3.14]$$

En la figura 3.5 se observa que el CF no varía con la producción el cual es representado por medio de una línea recta horizontal; mientras que el CV aumenta a medida que la producción incrementa, por su parte, la curva de CT se obtienen sumando las dos curvas anteriores.



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

Los dos conceptos más importantes que se puede derivar de la función del costo total a corto plazo son la función del costo total medio (CTMe) y la función del costo marginal (CMg). En este sentido, el costo total medio surge de dividir al coste total por la cantidad de producto obtenido y posee dos componentes donde el primer término corresponde al costo fijo medio (CFMe) y el segundo al costo variable medio (CVMe) [3.15]

$$CTMe = \frac{CF}{Q} + \frac{CV}{Q} = \frac{CT}{Q} \quad [3.15]$$

Igualmente, a partir del costo total se obtiene el costo marginal (CMg), que mide la variación que se produce en el costo total cuando la cantidad producida se incrementa en una unidad. Si se descompone al coste total en sus dos componentes, CF y CV, puede verse que el CMg también puede definirse como lo que varía el CV para incrementar una unidad del producto una vez que a corto plazo los costos fijos son constantes (figura 3.6).

Analíticamente, el costo marginal se expresa como sigue [3.16]:

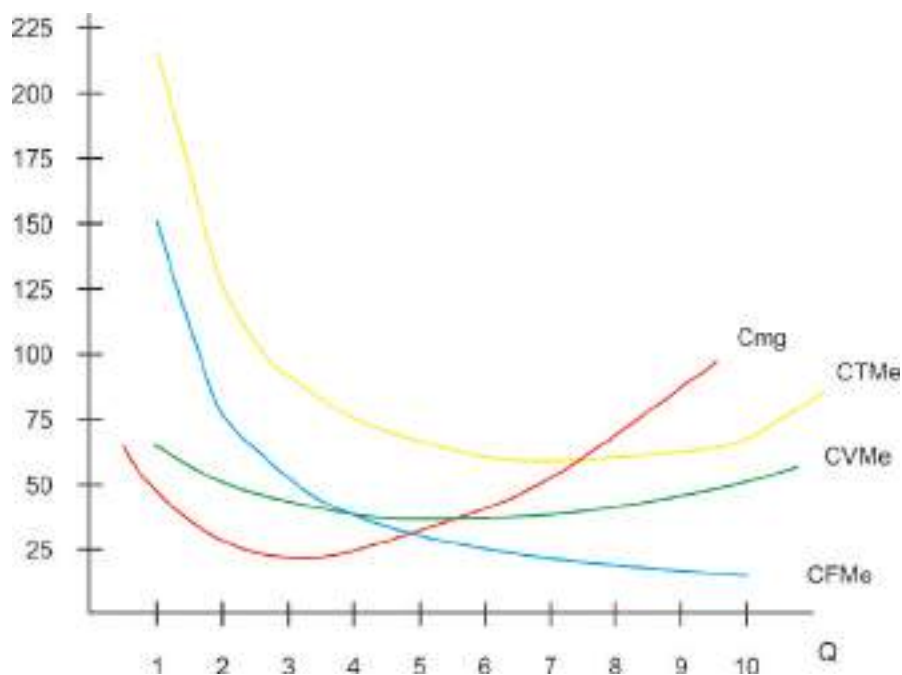
$$CMg = \frac{\Delta (CF+CV)}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q} \quad [3.16]$$

La figura 3.7 representa las curvas de costos fijos y variables medios, así como la de CMg el cual se observa que la curva de CFMe declina conforme la producción aumenta y la las curvas de CTMe y CVMe caen, alcanzan puntos bajos, y luego suben; en general adoptan forma de “U”. La curva de CMg avanza por debajo de las curvas de CVMe y CMe, las cruza y luego continúa por encima de ambas curvas.

Siempre que el CMg está por debajo del CVMe, significa que el costo variable promedio está cayendo; cuando el CMg es igual al CVMe quiere decir que el CVMe se encuentra en su mínimo y cuando el CMg está por encima del CVme esto significa que el CVMe va en aumento. La misma relación opera entre el CMg y el CTMe.

Figura 3.6

Curvas de costos total medio, fijo medio y variable medio y marginal



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

Análisis de los costos a largo plazo

El análisis hasta el momento se ha centrado en como varían los costos a medida que la tasa de producción aumenta a corto plazo en el caso de una unidad económica determinada, sin embargo, a largo plazo todos los insumos de que dispone dicha unidad pueden variar, de modo que no existen costos fijos. Según McEachern (1998) el largo plazo se concibe más bien como un horizonte de planeación, es decir, los años en el futuro en relación con los cuales la empresa aspira planificar.

En tal sentido, el largo plazo se refiere a una visualización de la estructura productiva de una unidad económica, el cual se hace necesario identificar cómo se selecciona los factores de producción para obtener un determinado nivel de producción con el menor costo posible (Pindyck y Rubinfeld, 2008).

Resulta natural, por lo tanto, iniciar el estudio de los costos a largo plazo analizando la elección de los factores que minimizan los costos. Si se asume que el costo de la mano de

obra está representado por w y el costo del uso del capital viene dado por r se obtiene la siguiente ecuación matemática [3.17].

$$CT = wL + rK \quad [3.17]$$

Así, los costos económicos de la producción es la suma de los costos del uso del capital y los costos de la mano de obra.

Si se reformula la ecuación de costo total como la ecuación correspondiente a una línea recta, se tiene que [3.18]:

$$K = \frac{C}{r} - \frac{w}{r} L \quad [3.18]$$

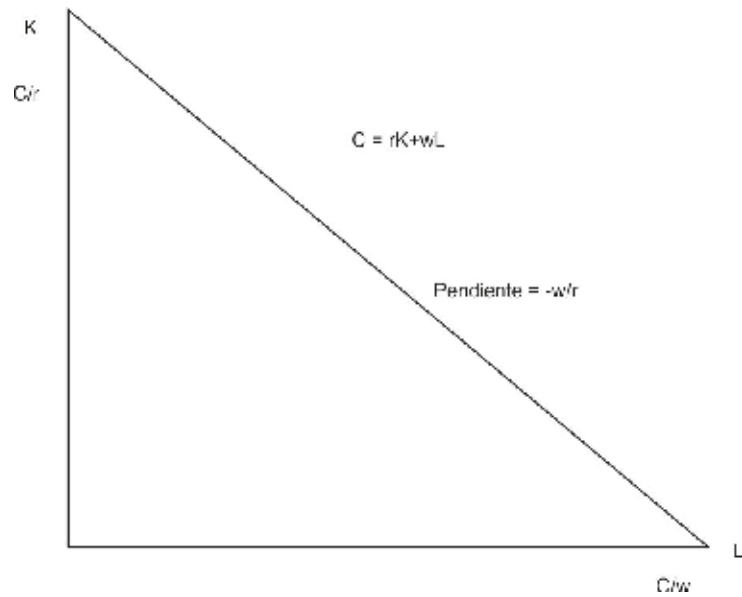
Derivando dicha ecuación el resultado es el cociente entre el salario y el costo del capital el cual muestra la tasa a la que el capital puede sustituirse por trabajo sin que varíe el coste total [3.19].

$$\frac{\partial K}{\partial L} = -\frac{w}{r} \quad [3.19]$$

Dicha ecuación describe la recta isocosto el cual muestra todas las combinaciones posibles de trabajo y capital que pueden comprarse con un coste total dado (figura 3.7).

Figura 3.7

Recta isocosto

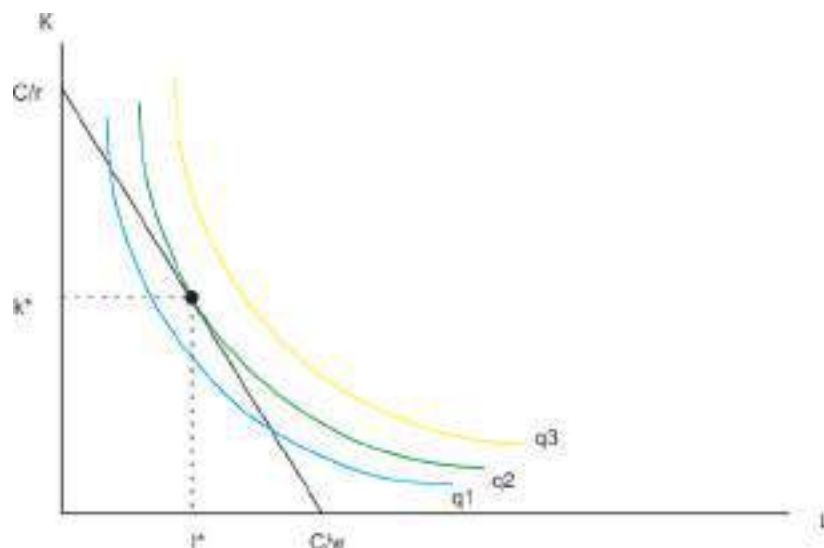


Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

En este sentido, la empresa deberá seleccionar la cantidad y combinación de factores productivos que le permita obtener un determinado nivel de producción con el menor coste posible. Como se aprecia en la figura 3.8 la minimización de costes supone la tangencia entre la isocuanta correspondiente y una isocosto.

Figura 3.8

Combinación de factores que minimiza el costo



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

La condición de tangencia equivale, por lo tanto, a afirmar que la empresa elegirá una combinación de factores tal que se cumplirá la igualdad entre la tasa a la que se pueden cambiar los factores en el mercado, dada por el cociente $-\frac{w}{r}$ y la tasa marginal de sustitución técnica (RMST). La condición anterior se puede expresar por [3.20]:

$$\frac{PMgL}{PMgK} = \frac{w}{r} \quad [3.20]$$

La elección óptima de los factores de producción y los costos de largo plazo

La decisión de la firma sobre sus factores de producción se determina a partir del planteamiento primal o dual el cual se refiere a la minimización de los costos y la maximización de la producción, respectivamente.

Partiendo del problema primal donde se busca alcanzar un determinado nivel de producción al mínimo coste se tiene que [3.21]:

$$\text{Min}_{K,L} rK + wL \quad [3.21]$$

suje to a $q_0 = F(K, L)$

El Lagrangiano de este problema es [3.22]:

$$\mathcal{L} = rK + wL + \gamma [q_0 - q(K, L)] \quad [3.22]$$

Las condiciones de primer orden de un mínimo con restricciones son

$$(1) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K} = 0 \Rightarrow r - \gamma \frac{\partial q}{\partial K} = 0 \Rightarrow \gamma = \frac{r}{\frac{\partial q}{\partial K}}$$

$$(2) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L} = 0 \Rightarrow w - \gamma \frac{\partial q}{\partial L} = 0 \Rightarrow \gamma = \frac{w}{\frac{\partial q}{\partial L}}$$

$$(3) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \gamma} = 0 \Rightarrow q_0 - q(K, L) = 0$$

Igualando (1) y (2) [3.23]:

$$\frac{r}{\frac{\partial q}{\partial K}} = \frac{w}{\frac{\partial q}{\partial L}} \quad [3.23]$$

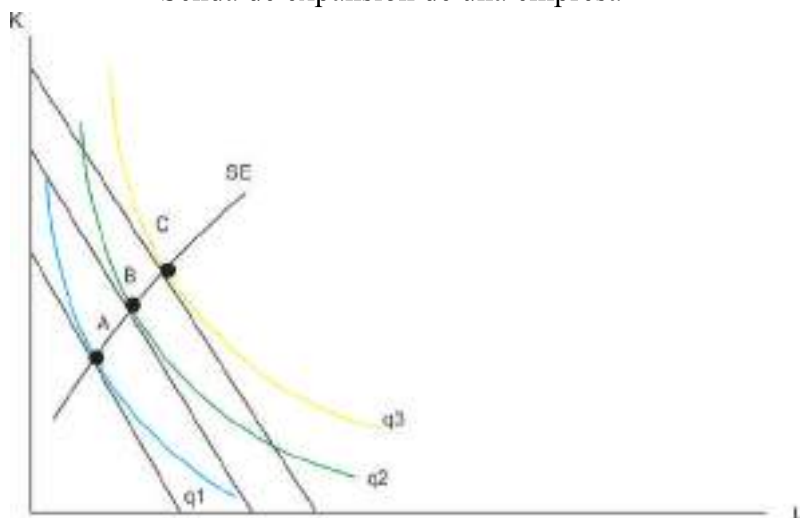
Si se reformula la ecuación se obtiene [3.24]

$$\frac{\frac{\partial q}{\partial K}}{\frac{\partial q}{\partial L}} = \frac{r}{w} \Rightarrow RMST_{K,L} = \frac{r}{w} \quad [3.24]$$

Esta ecuación afirma que la empresa que minimiza los costos debe igualar la *RMST* de los dos factores con el cociente de sus precios. Esta condición se debe cumplir para cualquier nivel de producción deseado por la empresa, y, a las combinaciones óptimas de factores para cada posible nivel de producción se le denomina trayectoria de expansión de la empresa (figura 3.9)

Figura 3.9

Senda de expansión de una empresa



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

Por otra parte, el problema dual de la empresa cuyo objetivo es la maximización de la producción presenta la siguiente condición [3.25]

$$\text{Max } q(K, L) \quad [3.25]$$

sujeto a $CT = rK + wL$

La expresión Lagrangiano de este problema viene dada por [3.26]

$$\mathcal{L} = q(K, L) + \varphi [CT - rK - wL] \quad [3.26]$$

Las condiciones de primer orden son:

$$(1) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial K} = 0 \Rightarrow \frac{\partial q}{\partial K} - \varphi r = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\frac{\partial q}{\partial K}}{r}$$

$$(2) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L} = 0 \Rightarrow \frac{\partial q}{\partial L} - \varphi w = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\frac{\partial q}{\partial L}}{w}$$

$$(3) \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \varphi} = 0 \Rightarrow CT - rK - wL = 0$$

Igualando (1) y (2) [3.27]:

$$\frac{\frac{\partial q}{\partial K}}{r} = \frac{\frac{\partial q}{\partial L}}{w} \quad [3.27]$$

Si se reformula la ecuación [3.28]:

$$\frac{\frac{\partial q}{\partial K}}{\frac{\partial q}{\partial L}} = \frac{r}{w} \Rightarrow RMST_{K,L} = \frac{r}{w} \quad [3.28]$$

Se observa que se llega al mismo resultado de optimalidad encontrado a partir del problema primal donde la RMST es igual al cociente de sus precios.

La maximización del beneficio económico a corto plazo

Según Nicholson (2008) una *empresa maximizadora de los beneficios* “elige sus factores y sus productos con el único fin de obtener la cantidad de ganancias máxima posible” (p.249). Es decir, el objetivo de la empresa es que la diferencia entre los ingresos totales y los costes totales sea lo más grande. En este sentido, los ingresos totales (IT) vienen determinados por [3.29]

$$IT(q) = p(q) \times q \quad [3.29]$$

siendo p el precio del producto y q la cantidad de unidades vendidas.

Dado que el beneficio económico (π) es la diferencia entre el IT y el CT [3.30]:

$$\pi(q) = I(q) - CT(q) \quad [3.30]$$

Sin embargo, para la maximización de los beneficios debe cumplirse dos condiciones:

Primera condición. Cuando el ingreso adicional por producir una unidad adicional sea igual a costo adicional de producir dicha unidad adicional [3.31].

$$\frac{\partial \pi}{\partial q} = \pi'(q) = \frac{\partial IT}{\partial q} - \frac{\partial CT}{\partial q} = 0 \quad [3.31]$$

de modo que la condición de primer orden para el máximo es que [3.32]:

$$IMg = \frac{\partial IT}{\partial q} = \frac{\partial CT}{\partial q} = CMg \quad [3.32]$$

Es así que la empresa debe elegir la producción en el cual el ingreso marginal es igual al costo marginal ($IMg = CMg$).

Segunda condición. Cuando el ingreso adicional por producir una unidad adicional sea igual a costo adicional de producir dicha unidad adicional [3.33].

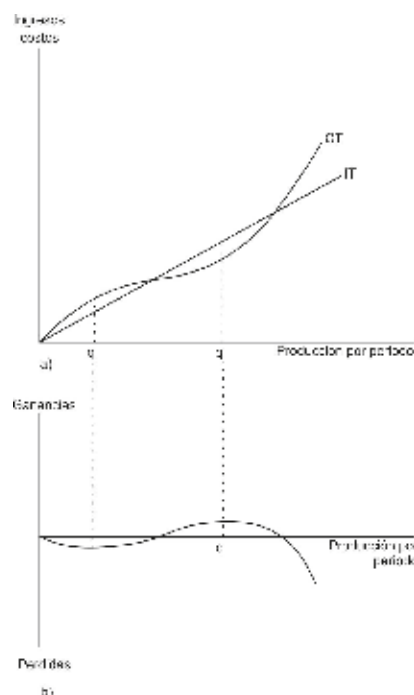
$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial q^2} \Big|_{q=q^*} = \frac{\partial \pi'(q)}{\partial q} \Big|_{q=q^*} < 0 \quad [3.33]$$

Es decir, cuando q es inferior al nivel óptimo de producción (q^*), las ganancias serán crecientes [$\pi'(q) > 0$]; y cuando q es superior, las ganancias serán decrecientes [$\pi'(q) < 0$].

Esto puede resolverse como en la figura 3.10 de costos, ingresos y beneficios. En la ordenada se mide el IT y el CT, y en la abscisa se mide los niveles de producción. En el caso de bajo niveles de producción, los costos son mayores a los ingresos y, por tanto, las ganancias económicas son negativas mientras que, en los niveles medios de producción, los ingresos son superiores a los costos el cual significa que las ganancias son positivas. En la parte b de la figura las ganancias alcanzan un máximo en q^* donde el ingreso marginal es igual al costo marginal.

Figura 3.10

Costos, ingresos y beneficios



Fuente: Elaboración de los autores; tomado de Pindyck y Rubinfeld (2008)

La maximización del beneficio económico a largo plazo

Sobre las bases de las consideraciones anteriores en el caso del largo plazo una empresa puede alterar todos sus factores de producción hasta el nivel en que se maximicen los beneficios. El beneficio a largo plazo puede sintetizarse en la expresión siguiente [3.34]

$$\pi(q) = I(q) - CT(q) = Pf(K, L) - wL - Kr \quad [3.34]$$

Esta función muestra que las ganancias (maximizadas) de la empresa dependen exclusivamente de los precios de sus productos. Es de resaltar que la empresa sólo controla las variables K y L y considera que los tres precios, P , w y r son parámetros fijos.

Se resume esta dependencia con la función de ganancias [3.35]:

$$Max \pi(P, w, r) = Pq - Lw - rK - CT \quad [3.35]$$

Aplicando el Lema de Hotelling el cual relaciona la función de beneficios de la empresa con la función de oferta del producto y la función de demanda de factores, se obtiene:

- (1) $\frac{\partial \pi}{\partial P} = q(P, w, r) \Rightarrow$ *Función de oferta del producto*
- (2) $\frac{\partial \pi}{\partial w} = -L(P, w, r) \Rightarrow$ *Función de demanda derivada del insumo L*
- (3) $\frac{\partial \pi}{\partial r} = -K(P, w, r) \Rightarrow$ *Función de demanda derivada del insumo K*

De los planteamientos anteriores se deduce que la primera ecuación expresa la función de oferta de la empresa, a partir de su función de ganancias, mediante una diferenciación parcial con respecto al precio del producto, mientras que, la segunda y tercera ecuación se deriva las funciones de la demanda de los factores a partir de las funciones de ganancias.

En este sentido, una pequeña variación del precio del producto aumentará las ganancias en proporción con la cantidad que la empresa esté produciendo, mientras que un pequeño

incremento en el precio de un factor disminuirá las ganancias en proporción con la cantidad de ese factor que esté empleando (Nicholson, 2008).

Por otra parte, dado que la función de ganancias es homogénea de grado uno, todas las funciones descritas en las ecuaciones son homogéneas de grado cero. Es decir, “si se duplican los precios de los factores y del producto, los niveles de factores que elija la empresa no cambiará, ni tampoco el nivel de producción que maximiza sus ganancias” (Varian, 2016, p.261).

Por las consideraciones anteriores el propósito de dicho capítulo fue brindar al lector una revisión de los principales conceptos relacionados con el comportamiento del productor, el cual posibilitará comprender el modelo econométrico propuesto para la determinación del margen de beneficio económico bruto del cultivo de durazno en 27 fincas productoras ubicadas en los municipios de Pamplona, Cúcota y Silos.

Referencias

McEachern, W. (1998). *Microeconomía: Una introducción contemporánea* (4ª ed.). México, Thomson Editores.

Mochón, F. y Carreón, V. (2011). *Microeconomía con aplicaciones a América Latina*. España, McGraw-Hill.

Nicholson, W. (2008). *Teoría microeconómica principios básicos y ampliaciones* (9ª ed). México, Cengage Learning Editores

Novoa, R. (2014). *Principios Agronómicos: Bases para una teoría Agronómica*. Santiago, Chile, Sociedad Agronómica de Chile. 108 p.

Pindyck, R. y Rubinfeld, P (2008). *Microeconomía* (7ª ed). Méxcio, Pearson Educacion.



Rodríguez, A. (2015) *Economía*. México, Grupo Editorial Patria.

Varian, H. (2016). *Microeconomía Intermedia* (9ª ed). Colombia, Antoni Bosch.



**Estudio económico del cultivo de durazno en los municipios de Pamplona, Cácuta y
Silos, subregión suroccidental del departamento de Norte de Santander**



Fuente: Elaboración de los autores

Introducción

La viabilidad económica de un sistema de producción agrícola pasa por un proceso de evaluación mediante diferentes indicadores, entre ellos, el margen de beneficios económicos bruto (MBEB) el cual es el residuo que queda al restar al valor bruto de la producción o ingreso bruto, los costos incurridos en la obtención de dicho ingreso. En términos más concisos, es una herramienta importante para dirigir las actividades diarias de los productores como parte de sus funciones, una vez que proporciona un punto de referencia con el cual todas las operaciones pueden ser medidas.

En vista del anterior, desde la perspectiva económica, el MBEB de una unidad productiva está influida por la eficiencia de la misma, así siendo, un mayor MBEB pasa por una gestión eficiente de los costos de producción, es decir la minimización de los costos, y un aumento del ingreso (Varian, 2016). Por consiguiente, para determinar dicho indicador es necesario comprender los costos que incurren los productores de los cuales pueden variar de acuerdo al establecimiento y al manejo de las diferentes unidades productivas.

Faga y Ramos (2006) conceptualizan el costo como “el insumo de determinados elementos valorizables económicamente, aplicado a lograr un objetivo también económico” (p.12). Según Mankiw y Taylor (2014), se entiende por costo “los gastos que incurren las unidades productivas cuando compran factores para producir bienes que planean vender” (p.163). Para Ramírez y Vanegas (2008) los costos a considerar en el proceso productivo son importantes para la determinación del punto de equilibrio, es decir el punto mínimo de ganancias, una vez que permite decisiones oportunas y adecuadas de inversión. En este sentido, ante las variaciones en los costos de los factores de producción, el MBEB se verá afectado, es decir, cuanto mayor los costos de producción menor será el margen de ganancias de las unidades productivas.

Por otra parte, existe igualmente un fuerte grado de complementariedad entre los ingresos de las unidades productivas y el margen de beneficio económico bruto. Según Faga y Ramos (2006), el ingreso se refiere a la cantidad que recibe una empresa por la venta de su

producción por lo cual asegura las actividades de la misma en el presente y a la vez promueve su desarrollo futuro. Igualmente, para Ramírez y Vanegas (2008) el desempeño de una unidad agrícola se puede evaluar en función de su ingreso, si está ganando o perdiendo sus márgenes brutos se verán afectadas de forma positiva o negativa, es decir, el margen de ganancia aumentará o disminuirá, respectivamente.

En este contexto el estudio se basó en el análisis del MBEB de 27 fincas productoras de durazno ubicadas en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos subregión suroccidental del departamento de Norte de Santander, una vez que de este indicador depende el logro de los objetivos a corto, mediano y largo plazo de dichas unidades agrícolas, dado que, la maximización de los beneficios se obtiene sobre la base de los términos económicos (Ramírez y Vanegas, 2008).

Área del Estudio

La investigación se desarrolló en fincas productoras de durazno ubicadas en la subregión suroccidental del departamento de Norte de Santander, Colombia, específicamente en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos (figura 4.1).

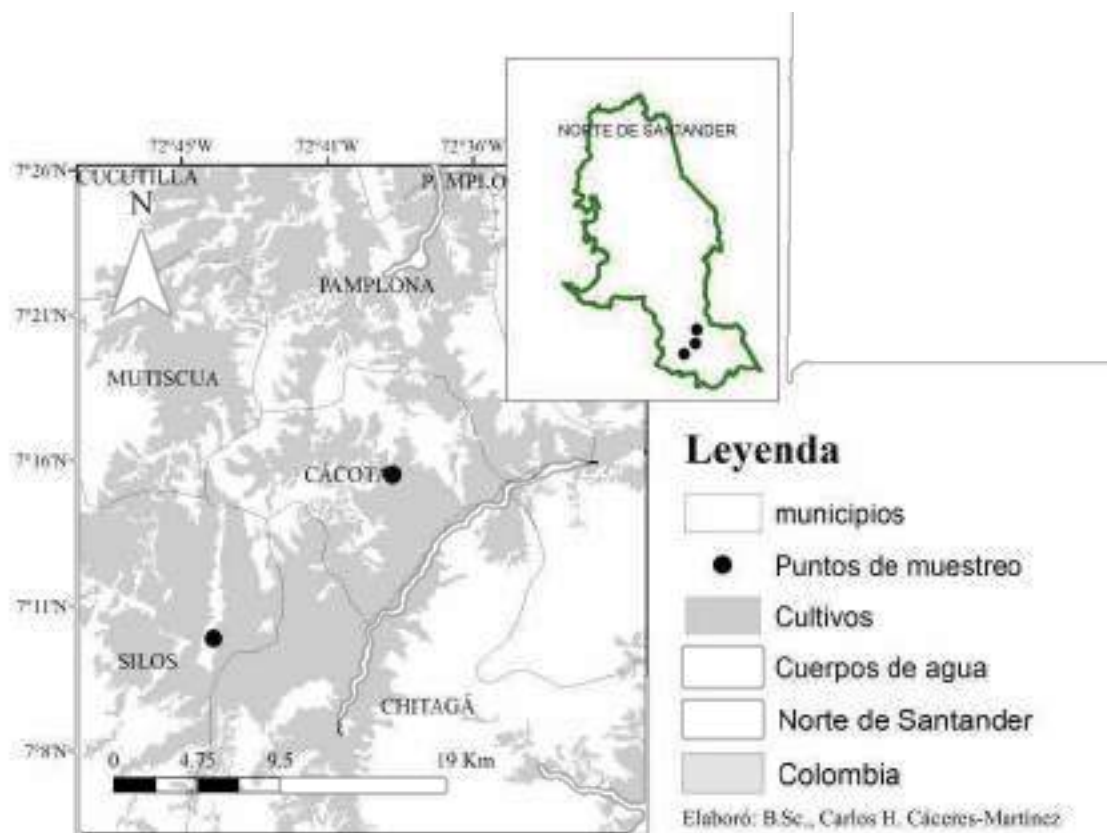
El municipio de Pamplona se encuentra geográficamente ubicado en las coordenadas 72°22'43,6" N - 72°37'411" W a una altitud de 2.170 metros sobre el nivel del mar (msnm); limita al norte con el municipio de Pamplonita al sur con Cácuta y Chitagá, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla. Su extensión territorial es de 1.176 km² con una temperatura promedio de 16 °C.

Con relaciona al municipio de Silos, situado en una altitud de 2.845 msnm con coordenadas 72°12'29" N - 72° 45'36" W, posee una extensión de 376 Km² con temperatura promedio de 14°C. Limita al norte con Cácuta y Mutiscua, al sur con el departamento de Santander y al este con el Chitara.

En cuanto al municipio de Cácuta este se encuentra a una altitud de 2.465 msnm cuyas coordenadas son 72° 16' 04N- 72° 38' 30" W con una extensión de 139 Km² y temperatura promedio de 17 °C. Limita al norte con Pamplona, al sur con Chitagá, al oriente con Chitagá, Labateca y Pamplona y al occidente con Mutiscua y Silos.

Figura 4.1

Municipios de Pamplona, Cácuta y Silos



Fuente: Elaborado por Carlos Cáceres Martínez

Metodología

La población objeto de estudio resultó del cruce y depuración de los listados de productores de durazno obtenidos de distintas fuentes en el cual se utilizó un muestreo no probabilístico



quedando, conformado por 27 fincas, ubicadas en los municipios de Silos, (55,6% del total de fincas), Cécota (22,2%) y Pamplona (22,2%).

La investigación se caracterizó por ser de tipo exploratorio, bajo un diseño no experimental transversal, que se desarrolló a través de la toma de información con encuestas el cual se efectuó en tres fases (figura 4.2).

Una inicial mediante consultas e información de fuentes secundarias como el Ministerio de Agricultura de Colombia, Asohofrucol, Agronet, Secretaria de Desarrollo del Municipio de Pamplona, Silos y Cécota, así como estudios, textos y revistas especializadas relacionados con las actividades del cultivo de durazno.

Una segunda etapa en el cual se recolectó información proveniente de las encuestas aplicadas a los productores cuyos principales datos fueron: área, distancia sembrada, número de árboles, producción de durazno por árbol, edad del cultivo, precio de venta, costos de equipos, insumos y mano de obra relacionados con el establecimiento y sostenimiento del cultivo.

Una tercera etapa de procesamiento y análisis de los datos el cual se aplicaron los métodos analíticos, inductivos y deductivos de acuerdo a la característica de la información obtenida con el objetivo de identificar las variables económicas utilizadas en la presente investigación. Igualmente, se desarrolló un modelo econométrico, a través del cual se estableció las relaciones de comportamiento entre variables económicas para, así, explicar en forma cuantitativa el accionar de estas.

Figura 4.2

Fases de análisis que se desarrollaron para el estudio económico de la producción de durazno



Variables de la investigación

A partir de la información recolectada las variables de interés utilizadas en la presente investigación fueron el valor de venta o ingreso agrícola bruto del durazno, los costos variables de producción agrícola, el rendimiento agrícola, la edad del cultivo, el beneficio económico bruto y el margen de beneficio económico bruto obtenido para cada unidad productiva el cual se especifica a continuación:

Ingreso agrícola bruto (\$/kg). Con base en la producción (Q) y los precios promedio de venta (P) mayorista del durazno en el centro de abastos de Pamplona, Cúcuta y Bogotá reportados en la base de datos del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA). Se calculó utilizando la siguiente ecuación [4.1]:

$$\text{Ingreso agrícola bruto} = P \times Q \quad [4.1]$$

Costos de producción agrícola (\$/ha). Se refiere a los costos asociados a la producción de durazno (mano de obra e insumos) para las siguientes actividades: preparación del terreno, trazado, ahoyado, desinfección del hoyo, fertilización, siembra, control de maleza y fitosanitario, podas, raleo, aplicación defoliante, recolección, selección y empaque. Igualmente, se tuvo en cuenta el costo directo de administración del cultivo, en aquellos casos en los cuales se causó tal rubro, sin embargo, se excluyeron los costos relacionados con la depreciación de equipos, impuestos y los costos financieros, al considerar que son rubros muy característicos de cada unidad de producción, que no influyen directamente sobre la eficiencia productiva del cultivo.

Rendimiento Agrícola (kg/ha). Es el resultado de la división entre la producción del durazno por hectárea y el total del área cosechada por hectárea. Se refiere a la cantidad producida de un cultivo agrícola, según condiciones de terreno, tecnología utilizada y otras condiciones edafoclimáticas

Edad del cultivo (años). La edad del cultivo en años el cual incide de forma significativa en la cantidad producida.

Beneficio económico bruto (\$). Se calcula como la diferencia entre el ingreso agrícola bruto y los costos de producción agrícola [4.2]

$$\text{Beneficio económico bruto} = \text{Ingreso agrícola bruto} - \text{costos de producción agrícola}$$

Margen de beneficio económico bruto (%): Se refiere a la relación entre el beneficio económico bruto y los costos de producción agrícola en términos porcentuales. Cabe resaltar que se incluyó el costo de administración del cultivo en aquellos casos en que se presenta ocurrencia del mismo. Se evaluó dicha variable mediante la siguiente ecuación matemática [4.3]:

$$\text{Margen de beneficio económico bruto} = \left(\frac{\text{Beneficio económico bruto}}{\text{Costos de producción agrícola}} \right) \times 100 \quad [4.3]$$



Contexto General

La superficie sembrada del durazno para las 27 fincas analizadas fue en promedio de 4,2 hectáreas, constituyéndose el 74% de las unidades agrícolas productivas, lo cual nos conlleva a determinar que representan a pequeños y medianos productores (tabla 4.1 y 4.2). Igualmente, como puede observarse el número total de árboles sembrados fue de 15.157 para un promedio de 561 árboles por finca con una edad del cultivo que osciló entre 2,5 y 9 años.

Tabla 4.1

Ubicación, número de árboles, hectáreas sembradas y edad del cultivo

Nº Finca	Municipio	Número de árboles	Hectáreas sembradas (ha)	Edad del cultivo (años)
1	Pamplona	1.200	6,7	4
2	Pamplona	1.200	13,0	4
3	Pamplona	500	3,8	5
4	Pamplona	600	2,8	3
5	Pamplona	70	0,250	5
6	Pamplona	1.600	6,70	7
7	Cácota	2.000	16,2	5
8	Cácota	2.000	24,0	4
9	Cácota	700	4,4	4
10	Cácota	300	1,9	3
11	Cácota	100	0,637	3
12	Cácota	170	0,64	5
13	Silos	100	0,6	6
14	Silos	700	8,4	8
15	Silos	200	1,2	5
16	Silos	200	0,8	7
17	Silos	400	2,5	6
18	Silos	500	3,2	5
19	Silos	800	4,0	4
20	Silos	300	1,9	9
21	Silos	400	1,9	4
22	Silos	50	0,245	3
23	Silos	215	0,77	3
24	Silos	112	0,549	4
25	Silos	200	0,98	2,5
26	Silos	200	4,4	4
27	Silos	340	1,6	4
Promedio		561	4,2	6,1

Fuente: Elaboración de los autores

Por otra parte, el análisis de los sistemas productivos de duraznero en la provincia muestra el uso de materiales convencionales procedentes de Venezuela (Colonia Tovar) variedades

como Jarillo y Gran Jarillo, con buena adaptación a la región, pero con rendimientos agrícolas promedios muy variables entre grandes y pequeños productores.

Evaluación económica del cultivo de durazno

En la tabla 4.2 se observa el cálculo del beneficio y el margen del beneficio bruto de la producción de durazno para el año 2017 con base en los ingresos agrícolas por venta y el costo de producción agrícola obtenidos de las estructuras de costo que fueron proporcionadas por las 27 unidades productivas.

Con relación a los ingresos de las unidades agrícolas estos provienen de la venta de la producción en las centrales de abastos de Pamplona, Cúcuta y Bogotá; en donde los precios promedio del durazno para el año 2017 oscilaron entre \$1.815,91/kg y \$4.897,92/kg. Cabe resaltar que las variaciones en los precios se deben, según los agricultores, en gran parte, a la calidad del fruto, al periodo de cosecha y la ubicación de venta.

Asimismo, el ingreso promedio de las 27 fincas analizadas fue de \$64.591.218 desde un mínimo de \$2.700.000 hasta un máximo de \$289.874.123. Esta diferencia se debe a la edad del cultivo, una vez que la producción del fruto de durazno generalmente se inicia a partir del tercer año, y al rendimiento agrícola de cada unidad productiva.

Tabla 4.2

Cálculo del beneficio económico bruto de la producción de durazno

Nº Finca	Ingreso agrícola bruto (\$)	Costo de producción agrícola (\$/ha)	Beneficio económico bruto (\$)	Margen de beneficio económico bruto (%)
1	9.879.000	16.668.525	-6.789.525	-41
2	50.910.930	8.370.758	42.540.172	508
3	63.928.800	9.281.153	54.647.647	589
4	9.968.000	15.037.820	-5.069.820	-34
5	26.600.000	13.030.138	13.569.862	104

6	71.823.000	13.771.641	58.051.359	422
7	82.275.000	13.068.535	69.206.465	530
8	13.068.750	16.723.697	-3.654.947	-22
9	289.874.123	151.337.895	138.536.228	92
10	191.898.451	70.729.235	121.169.216	171
11	34.000.000	25.216.471	8.783.529	35
12	41.650.000	16.504.476	25.145.524	152
13	46.897.456	24.228.974	22.668.482	94
14	49.794.123	18.259.782	31.534.341	173
15	131.795.892	34.933.298	96.862.594	277
16	139.289.891	52.586.921	86.702.970	165
17	218.897.890	65.339.879	153.558.011	235
18	64.740.000	13.813.504	50.926.496	369
19	16.025.000	12.626.800	3.398.200	27
20	34.164.000	10.189.999	23.974.001	235
21	29.233.100	10.974.104	18.258.996	166
22	2.700.000	8.123.296	-5.423.296	-67
23	13.706.250	11.953.225	1.753.025	15
24	10.483.220	9.222.380	1.260.840	14
25	13.000.000	11.686.333	1.313.667	11
26	50.232.000	9.680.203	40.551.797	419
27	37.128.000	12.529.491	24.598.509	196
Promedio	64.591.218	25.032.909	39.558.309	179,1

*Los datos se refieren a 3 cosechas en dos años con una producción cada 8 meses.

Fuente: Elaboración de los autores

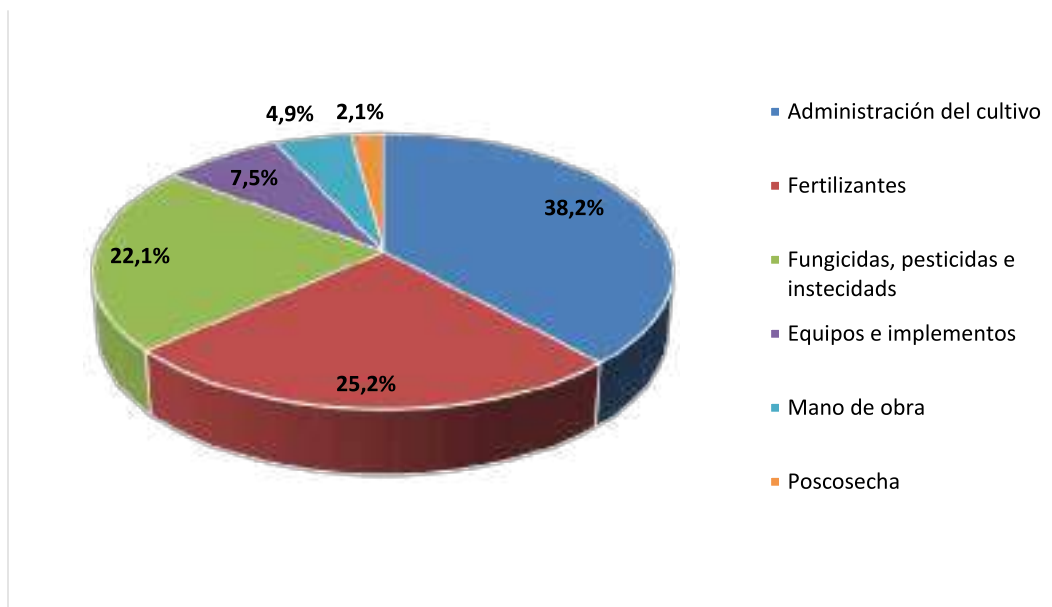
Por otra parte, los costos de producción del cultivo de durazno son elementos decisivos para la determinación del beneficio económico bruto (BEB). En este sentido se aborda dicho rubro en función de su respuesta económica, siendo favorable en 89% de las unidades productivas analizadas el cual generó márgenes de beneficios económicos brutos positivos (MBEB) (tabla 4.1).

Para todas las fincas evaluadas, se observó que la participación de los costos de producción relacionados con la administración de cultivo fueron los más elevados (figura 4.3), con un 38,2%, seguido de fertilización (25,2%) y los relacionados con el manejo y control de plagas

y enfermedades (22,1%). Los costos en equipos e implementos, así como, mano de obra y poscosecha presentaron una participación del 14,5%. Cabe agregar que estos resultados son similares a los presentados por el estudio de costos de producción del durazno en la Provincia de Pamplona realizado por Peñaranda (2012).

Figura 4.3

Participación de cada rubro en el costo de producción del cultivo de durazno



Fuente: Elaboración de los autores

En lo que se refiere al MBEB este viene a ser la rentabilidad del período, el cual constituye un beneficio económico, pues es la compensación que reciben los productores de durazno como resultado del desarrollo de la actividad.

En este sentido, el MBEB para las 27 fincas analizadas presentaron en su mayoría resultados positivos, con niveles promedio de 179,1% lo cual muestra una eficiencia económica del cultivo de durazno. Cabe resaltar que un beneficio económico bruto negativo no significa que la unidad agrícola tenga pérdidas desde el punto de vista contable, sino simplemente que obtuvo menos beneficios que los que podría obtener utilizando los recursos en la mejor opción alternativa.

Modelo econométrico general

Según Maddala (1996) la metodología econométrica moderna busca encontrar el modelo que mejor aproxima al proceso generador de información a través de la combinación de información teórica y empírica disponible, es decir, considera que la información económica es el resultado de procesos estocásticos y que por tanto tiene propiedades estadísticas y probabilísticas.

En este sentido, el modelo econométrico propuesto para la presente investigación se basa en el modelo básico de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) el cual permite explicar el comportamiento de una variable dependiente a partir de varias variables explicativas o regresoras.

La siguiente ecuación representa el modelo general [4.4]:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \mu_i \quad [4.4]$$

Donde:

Y_i : variable dependiente en $i = 0$

$X_{2i}, X_{3i}, X_{4i}, X_{5i}$: variables explicativas

β_1 : término del intercepto

$\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: coeficientes de regresión parcial

μ_i : residuo de la regresión

Especificación del modelo para el cultivo de durazno

Dado que el objetivo del presente estudio se centró en explicar la relación entre las variables exógenas sobre la variable endógena se planteó el siguiente modelo de regresión lineal [4.5]:

$$MBEB = \beta_1 - \beta_2 CPA + \beta_3 IAB + \beta_4 REND + \beta_5 EDAD + \mu \quad [4.5]$$

Donde:

β_1 = Constante de la función. Representa el margen de beneficio económico bruto (MBEB) esperado cuando las variables independientes sean cero.

β_2 = Coeficiente asociado al costo de producción agrícola. Representa la variación del MBEB por variación unitaria de la variable independiente considerada, manteniendo las demás variables constantes.

β_3 = Coeficiente asociado al ingreso agrícola bruto. Representa la variación promedio del MBEB por variación unitaria de la variable independiente, manteniendo las demás variables constantes.

β_4 = Coeficiente rendimiento agrícola. Representa la variación promedio del MBEB por variación unitaria de la variable independiente ingreso, manteniendo las demás variables constantes.

β_5 = Coeficiente asociado a la edad del cultivo. Representa la variación promedio del MBEB por variación unitaria de la variable independiente edad, manteniendo las demás variables constantes.

μ = Perturbación aleatoria, el cual recoge el conjunto de factores no incluido en el modelo propuesto, es decir, todos los factores que afectan el MBEB pero que no fueron consideradas en el modelo de forma explícita.

Los signos que aparecen en la ecuación 4.5 indican el sentido esperado del efecto de las variables independientes sobre el margen de beneficio económico bruto del cultivo de durazno. En este sentido, el signo del coeficiente β_2 es negativo, esto es, corresponde a una relación inversa entre los costos de producción agrícola y el MBEB dado que un aumento en los costos reduce los beneficios económicos de los productores.

Por otra parte, con relación a la variable ingreso bruto agrícola se considera que la misma posee una relación directa debido a que un incremento en el ingreso afecta positivamente el MBEB del cultivo, es decir, este será más alto cuanto mayor sea el ingreso obtenido por la venta del producto y menor sea su costo de producción. En cuanto a la variable edad existe igualmente una relación positiva con el MBEB una vez que el durazno es un árbol que empieza a producir a partir del tercer año y en el caso del presente estudio se identificó que las veintisiete fincas poseen árboles de durazno con una edad promedio de 6 años, lo cual significa que se encuentran en una etapa ascendente de producción.

Para la estimación del modelo propuesto se hicieron uso de herramientas econométricas a través del paquete E-Views® 9. De igual modo, los parámetros fueron estimados mediante una regresión lineal múltiple utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Estacionariedad de las variables

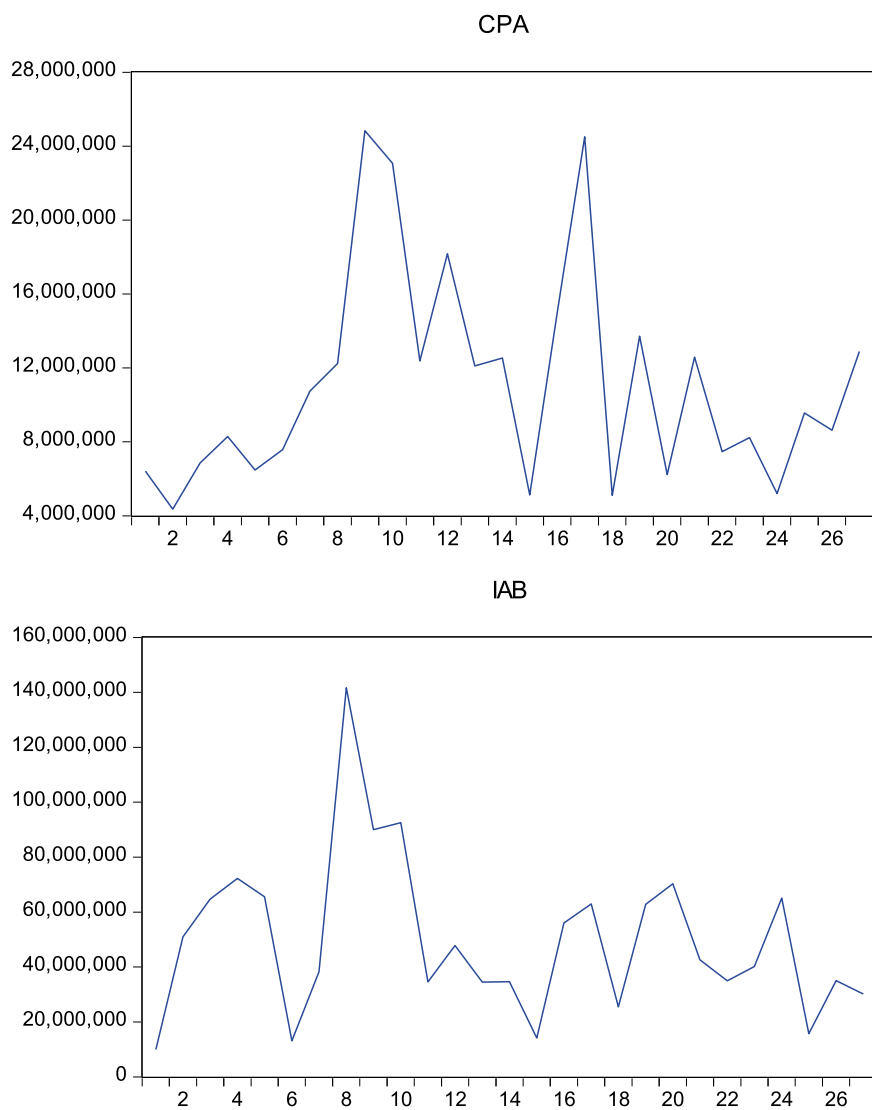
El análisis de estacionariedad es fundamental cuando se utiliza el modelo de regresión por mínimos cuadrados ordinarios una vez que se puede obtener estimaciones de parámetros falsos (Presno y López, 2001). En este sentido, antes de realizar inferencias y efectuar pruebas de hipótesis se debe probar si las variables siguen una regularidad, es decir, si el propósito del estudio es analizar el comportamiento de las variables y cómo se relacionan, es necesario conocer los mecanismos el cual se generaron los datos.

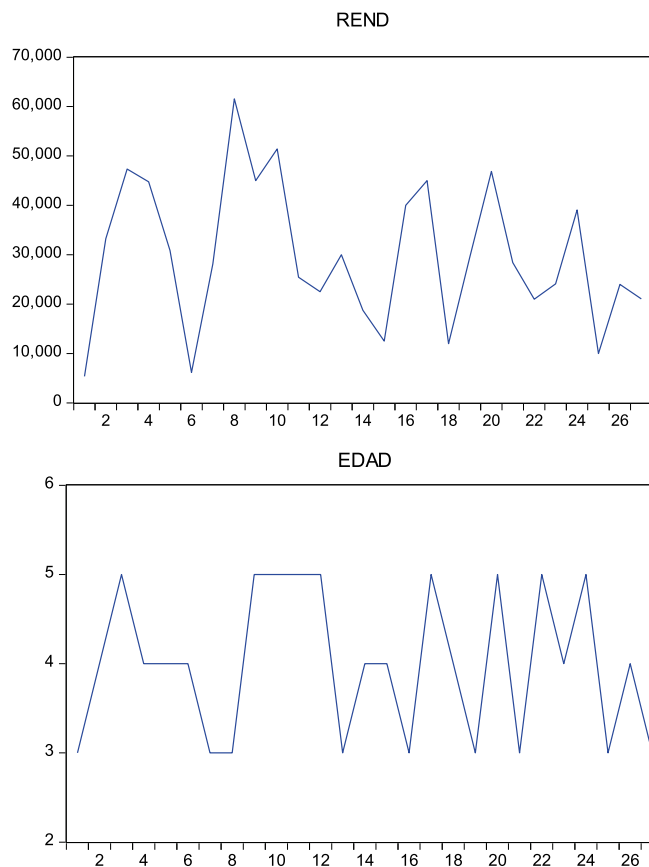
El análisis gráfico es un método informal y, por lo general, el punto de partida para determinar la existencia o no de estacionariedad de una serie de datos (Wooldridge, 2006). Mediante el gráfico de la serie se puede detectar si los valores presentan tendencia o fluctuaciones que muestren que su varianza no es constante. Si bien la exploración del gráfico de una serie no es prueba definitiva para comprobar la existencia de algún tipo de patrón, si puede proporcionar una idea sobre alguna de estas características.

En este sentido, a primera vista podemos decir que las variables (figura 4.4) propuestas para el presente estudio no presentan una tendencia clara, lo cual deja entrever que las series posiblemente sean estacionarias.

Figura 4.4

Gráficos de estacionariedad de las variables





Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Con referencia a lo anterior igualmente existen los métodos formales para determinar la existencia de estacionariedad de los cuales destacamos las pruebas de Dickey-Fuller aumentado (1982), Phillip Perron (1988) y Kwiatkoski, Phillips, Schmidt y Shin (1992).

Prueba Dickey-Fuller aumentado (DFA)

Es una de las pruebas más utilizadas para la detección de estacionariedad y se trata de un contraste de “no estacionariedad”, en el que la hipótesis nula es precisamente la presencia de una raíz unitaria en el proceso generador de datos de la serie analizada.

$H_0: \delta = 0$ La serie tiene una raíz unitaria (Es no estacionaria).

$H_1: \delta \neq 0$ La serie no tiene raíz unitaria (Es estacionaria).

Una vez que el valor del estadístico de prueba se calcula, debe ser comparado con el valor crítico relevante para dicha prueba. Si el resultado es menor que el valor crítico, entonces la hipótesis nula es rechazada y no hay raíz unitaria. Existen tres versiones de los cuales para la presente investigación se utilizaron las pruebas de raíz unitaria en niveles y primeras diferencias con constante y con constante y tendencia.

Por consiguiente, los resultados de la prueba DFA (tabla 4.3) tanto en niveles como en primeras diferencias, con términos constante y tendencia, permiten rechazar para las variables IAB, REND y EDAD la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria o la no estacionariedad de la serie. Es decir, en todos los niveles de significancia los estadísticos calculados son más negativos que los valores críticos establecidos por Mackinnon (1991), por lo tanto, estas variables son estacionarias integradas de orden cero $I(0)$.

No obstante, no se puede rechazar la hipótesis nula de la existencia de raíz unitaria o la no estacionariedad de la serie en niveles, con términos constante y tendencia, para la variable CPA puesto que, el estadístico calculado es menos negativo (-2.65 y -3.27) al valor crítico de Mackinnon (2010) para el nivel de significancia de 1% y 5%. Sin embargo, la aplicación de la prueba en las primeras diferencias conduce a un claro rechazo de la presencia de raíz unitaria, el estadístico calculado de la respectiva serie con constante y constante y tendencia (-8.01 y -7.94) supera a todos los valores críticos de Mackinnon (1991) en los diferentes niveles de significancia (1%, 5% y 10%). Por esta razón esta variable es integrada de orden uno $I(1)$.

Tabla 4.3

Valores estadísticos y críticos a nivel y primeras diferencias para la prueba DFA

Variable	Términos	A nivel				Primeras diferencias			
		Estadísticos calculado	1%	5%	10%	Estadístico calculado	1%	5%	10%
CPA	Constante	-2,65	-3,71	-2,98	-2,62	-8,01	-3,73	-2,98	-2,63
	Constante	-3,27	-4,35	-3,59	-3,23	-7,94	-4,37	-3,60	-3,23
	+ tendencia								
IAB	Constante	-4,03	-3,71	-2,98	-2,62	-6,44	-3,73	-2,98	-2,63
	Constante	-4,38	-4,35	-3,59	-3,23	-6,33	-4,37	-3,60	-3,23
	+ tendencia								
REND	Constante	-4,44	-3,71	-2,98	-2,62	-6,22	3,73	-2,98	-2,63
	Constante	-5,07	-4,37	-3,60	-3,23	-6,07	-4,39	-3,60	-3,24
	+ tendencia								
EDAD	Constante	-5,87	-3,71	-2,98	-2,62	-5,06	-3,78	-3,01	-2,64
	Constante	-5,78	-4,35	-3,59	-3,23	-4,89	-4,46	-3,64	-2,61
	+ tendencia								

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Phillips-Perron (PP)

Esta prueba consiste en una modificación de DFA mediante el uso de métodos estadísticos no paramétricos con la finalidad de evitar la correlación serial en los términos de error, sin añadir rezagos. En este sentido, si el t-estadístico asociado al coeficiente es mayor en valor absoluto al valor crítico de MacKinnon (2010), entonces se rechaza la hipótesis nula de la existencia de una raíz unitaria. Este resultado igualmente se confirma cuando se observa que la probabilidad de la prueba es menor a 0,05 ($p < 0,05$).

Por las consideraciones anteriores, como puede observarse en la tabla 4.4, para todas las variables analizadas la probabilidad asociada al estadístico de prueba a nivel y en primeras diferencias es menor a 0,05 lo que se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad.

Tabla 4.4

Valores críticos a nivel y primeras diferencias para la prueba PP

Variable	Términos	A nivel		Primeras diferencias	
		p-valor	Conclusión	p-valor	Conclusión
CPA	Constante	0,011	Estacionaria	0,000	Estacionaria
	Constante + tendencia	0,049	Estacionaria	0,000	Estacionaria
IAB	Constante	0,004	Estacionaria	0,000	Estacionaria
	Constante + tendencia	0,009	Estacionaria	0,000	Estacionaria
REND	Constante	0,001	Estacionaria	0,000	Estacionaria
	Constante + tendencia	0,000	Estacionaria	0,000	Estacionaria
EDAD	Constante	0,000	Estacionaria	0,000	Estacionaria
	Constante + tendencia	0,000	Estacionaria	0,000	Estacionaria

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9***Prueba Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS)***

El contraste KPSS, a diferencia de las dos pruebas anteriores utiliza una hipótesis nula de estacionariedad. Es de mencionar que se puede considerar más adecuada debido a que ésta presenta mayor potencia frente a otras pruebas tradicionales (Melo y Misas, 1998).

$H_0: \delta = 0$ La serie no tiene raíz unitaria (es estacionaria)

$H_1: \delta \neq 0$ La serie tiene raíz unitaria (no es estacionaria)

En este sentido, de acuerdo a los resultados presentados en la tabla 4.5 el valor estadístico a nivel de la prueba KPSS en todos los casos es menor al valor crítico para un nivel de significancia del 1%, 5% y 10% (con excepción del CP y REND para el 10%), por lo cual aceptamos la hipótesis nula de estacionariedad.

Tabla 4.5

Valores estadísticos y críticos a nivel para la prueba KPSS

Variable	Términos	LM -stat	1%	5%	10%
CPA	Constante	0,15	0,73	0,46	0,34
	Constante + tendencia	0,13	0,21	0,14	0,11
IAB	Constante	0,23	0,73	0,46	0,34
	Constante + tendencia	0,06	0,21	0,14	0,11
REND	Constante	0,21	0,73	0,46	0,34
	Constante + tendencia	0,13	0,21	0,14	0,11
EDAD	Constante	0,05	0,73	0,46	0,34
	Constante + tendencia	0,05	0,21	0,14	0,11

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

En conclusión, para todos los test en prueba, no existen suficientes evidencias para negar la hipótesis de estacionariedad, por lo tanto, se puede proceder a la estimación del modelo una vez que no existe la posibilidad de un resultado de regresión espuria.

Estimación de los parámetros

Tomando como referencia los datos obtenidos de la encuesta realizada a los 27 productores de durazno los resultados de la regresión lineal por el método MCO se muestran en la tabla 4.6. Se observa que el valor de los coeficientes de regresión parcial y sus respectivos niveles de significatividad individuales son superiores a 95%, siendo el de mayor influencia el costo de producción agrícola ($t\text{-estadístico} = |11,67865|$).

Como se puede inferir, el estadístico $F = 59,013$, con una probabilidad de ocurrencia igual a 0,000 ($p < 0,05$), señala que conjuntamente las variables regresoras son estadísticamente significativas. El coeficiente de determinación (R^2) indica que 91% de las variaciones en el MBEB son explicadas por las variables regresoras consideradas en el modelo, para un total de 27 observaciones.

Tabla 4.6

Resultados de la estimación del modelo por MCO

Variable dependiente	MBEB			
Observaciones 1-27				
Variable	Coefficiente	Error Estándar	t-estadístico	Probabilidad
CPA	-4,84E-05	4,15E-06	-11,67865	0,0000
IAB	6,68E-06	2,00E-06	3,343346	0,0029
REND	0,008916	0,004003	2,227278	0,0365
EDAD	71,59720	27,95485	2,561173	0,0178
C	3,305802	0,458920	7,203438	0,0001
R²	0,914746	DW	2,473	
F-statistic	59,01340			
Prob(F-statistic)	0,000000			

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Validación del Modelo

Una vez estimado los parámetros del modelo de regresión lineal, se procedió a realizar un conjunto de pruebas para evaluar la validez de los resultados obtenidos.

Prueba de correcta especificación del modelo Reset de Ramsey

La prueba de Ramsey se utiliza para detectar posibles errores de especificación del modelo cómo omisión de variables relevantes y mala forma funcional lo que genera que los estimadores MCO sean sesgados e inconsistentes, invalidando los procedimientos de la inferencia estadística.

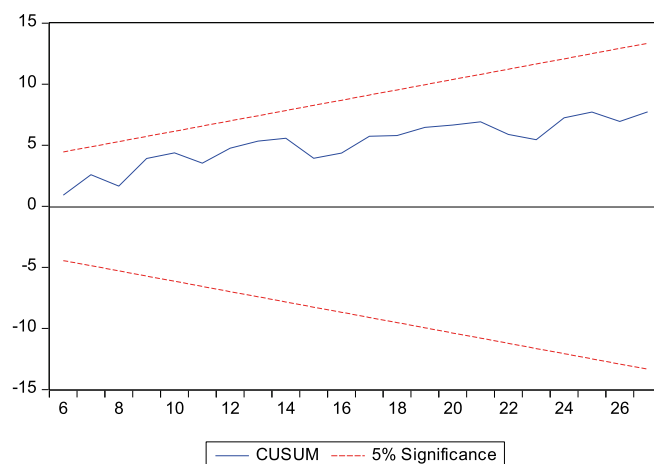
Los resultados de la prueba arrojaron un F-estadístico (0,7022) mayor al nivel de significancia determinado del 5% por lo que no se rechaza la hipótesis nula de correcta especificación del modelo.

Prueba de estabilidad en los parámetros

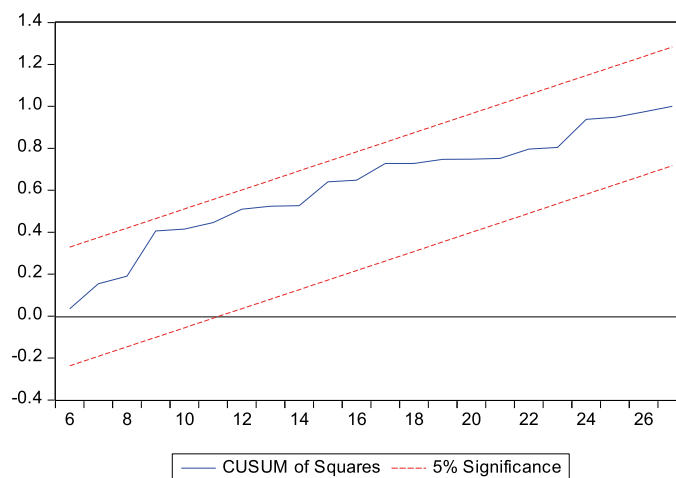
Una de las hipótesis básicas en econometría se refiere a la estabilidad de los parámetros del modelo de regresión el cual asume que los estimadores permanecen constantes a lo largo de la muestra. El rechazo de dicha hipótesis indica que el valor de los estimadores no mide adecuadamente la relación entre las variables y genera un sesgo en la distribución de los errores, por consiguiente, eliminando la capacidad predictiva del modelo (Gómez y Rodríguez, 2007). Es por ello que, con la finalidad de examinar la estabilidad de los estimadores se recorrió a las pruebas CUSUM y CUSUM al cuadrado (CUSUMQ).

En la figura 4.5 (a, b) se puede apreciar un comportamiento creciente y estable para la totalidad de las observaciones para las dos pruebas efectuadas, asimismo, ninguno de los residuos sobrepasa las bandas de confianza construidas en torno a la significancia del 5%. En consecuencia, se puede concluir que existe estabilidad de los parámetros en el modelo propuesto.

Figura 4.5
Pruebas CUSUM y CUSUMQ



(a)



(b)

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Prueba de multicolinealidad

El problema de la multicolinealidad hace referencia, en concreto, a la existencia de relaciones lineales entre las variables explicativas del modelo, aunque no quita las propiedades de los estimadores, puede generar inconvenientes desde el punto de vista de la aplicación, dependiendo del grado de dicha correlación.

No existen contrastes estadísticos propiamente dichos que sean aplicables para su detección, sin embargo, se han utilizado la matriz de correlación con la finalidad de medir el grado de fuerza de la relación entre las variables explicativas, así como, reglas prácticas que tratan de determinar en qué medida la multicolinealidad afecta la estimación del modelo propuesto como la evaluación del coeficiente de determinación (R^2), el método aplicado por Kleinbaum *et al.*, (2014) y el cálculo del factor inflacionario de la varianza (FIV), el cual posee mayor soporte en la literatura econométrica.

En este sentido, como puede apreciarse en la tabla 4.7 los coeficientes de asociación lineal de las variables son bajas, con excepción a REND y IAB. Asimismo, el resultado de la regresión global nos muestra un coeficiente de determinación $R^2 = 0,914$ sugiriendo un problema de colinealidad (tabla 4.6).

Tabla 4.7
Matriz de correlación de las variables

	MBEB	REND	IAB	EDAD	CPA
MBEB	1,000000	0,603407	0,602903	0,239241	-0,404510
REND	0,603407	1,000000	0,922138	0,283391	0,395504
IAB	0,602903	0,922138	1,000000	0,210467	0,397986
EDAD	0,239241	0,283391	0,210467	1,000000	0,185871
CPA	-0,404510	0,395504	0,397986	0,185871	1,000000

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

No obstante, al aplicar la regla de Kleinbaum observamos que los modelos de regresión parciales no poseen un coeficiente de determinación superior al modelo global (tabla 4.8)

Tabla 4.8
Coeficientes de determinación del modelo global y parcial

Modelo	Especificación	R²
Global	$MBEB = \beta_1 - \beta_2 CPA + \beta_3 IAB + \beta_4 REND + \beta_5 EDAD + \mu$	0,91
Regresión 1	$CPA = \beta_1 + \beta_2 IAB + \beta_3 REND + \beta_4 EDAD + \mu$	0,17
Regresión 2	$REND = \beta_1 - \beta_2 CPA + \beta_3 IAB + \beta_4 EDAD + \mu$	0,84
Regresión 3	$IAB = \beta_1 - \beta_2 CPA + \beta_3 REND + \beta_4 EDAD + \mu$	0,85
Regresión 4	$EDAD = \beta_1 - \beta_2 CPA + \beta_3 IAB + \beta_4 REND + \mu$	0,10

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Además, al calcular el FIV (tabla 4.9) de cada variable comprobamos que ninguna presenta un valor superior a 10, por lo que podemos concluir la no existencia de multicolinealidad en el modelo propuesto.

Tabla 4.9
Factor inflacionario de la varianza

Variable	Coeficiente	Valor FIV de varianza
CPA	1,72E-11	1,207507
IAB	4,01E-12	6,887857
REND	1,61E-05	7,098123
EDAD	782,5088	1,118886
C	12241,87	N/A

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Pruebas de los residuos

Prueba Jarque Bera (JB) y estacionariedad de los residuos

Una de las pruebas necesarias que se debe aplicar a los residuos es el test de normalidad con el objeto de verificar si el término del error sigue una distribución normal, una vez que esta comprobación permite que los procedimientos estadísticos utilizados en el estudio sean los correctos (Gujarati y Porter, 2010). Para este fin se utilizó el contraste de Jarque-Bera (1987) donde la hipótesis nula indica que los residuos siguen o se aproximan a una distribución normal.

El resultado de la prueba para dicho modelo fue de un JB de 3,32, menor que el valor crítico tabulado ($X^2 = 5,99$) para un nivel de significación del 5%; al mismo tiempo la probabilidad asociada fue de 0,18 ($p > 0,05$) lo que implica que los residuos siguen una distribución normal.

Por otra parte, se evaluó la estacionariedad de los residuos y se pudo evidenciar que en las tres pruebas analizadas los resultados indican que los residuos de la serie son estacionarios (tabla 4.10).

Tabla 4.10
Prueba de estacionariedad de los residuos

Variable	Constante y/o tendencia	DFA	PP	KPS	Orden de integración
Residuo	C	-6,305	-6,687	0,0331	I(0)
Residuo	C y T	-4,609	-6,575	0,5000	I(0)

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Heteroscedasticidad

Para comprobar la existencia de heteroscedasticidad, es decir, cuando la varianza del error no es constante sin importar los valores que toman las variables explicativas, se efectuaron las pruebas de Breusch-Pagan, Glejser y White sin y con términos cruzados (tablas 4.11).

A la vista de estos resultados observamos que en todas las pruebas la probabilidad asociada al F-estadístico y al Chi-cuadrado es superior a 0,05, lo cual aceptamos la hipótesis nula, confirmando así, que el modelo propuesto no presenta problemas de heteroscedasticidad a un nivel de confianza de 95%.

Tabla 4.11
Pruebas de heteroscedasticidad

Prueba	F-estadístico	Probabilidad	Chi-cuadrado	Probabilidad
Breusch-Pagan	1,825765	0,1598	6,729078	0,1509
Glejser	2,321603	0,0886	8,014121	0,1509
White términos cruzados	1,402667	0,2808	16,76655	0,2688
White términos no cruzados	1,149867	0,3595	4,668726	0,3230

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

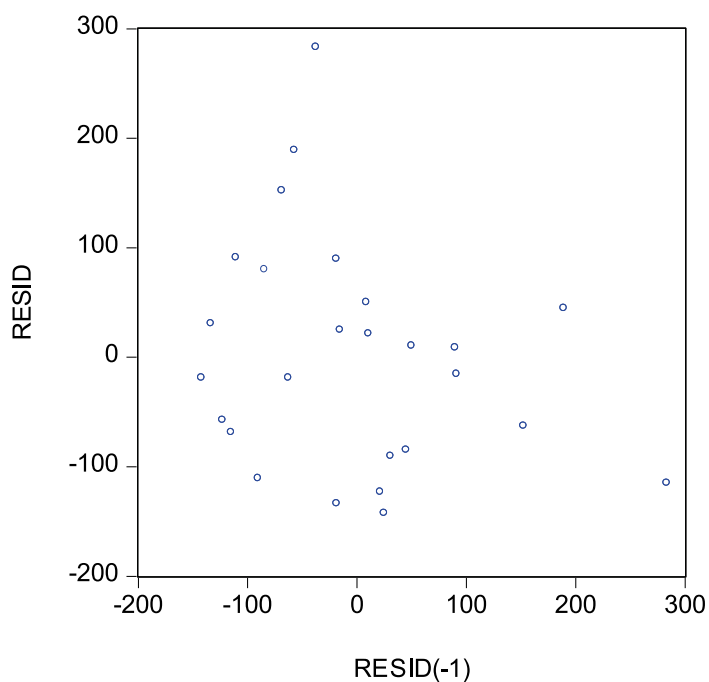
Autocorrelación

Se supone que en un modelo de regresión lineal no debe existir autocorrelación en los errores, es decir, “el término del error relacionado con una observación no debe recibir influencia del término de error relacionado con otra observación” (Gujarati y Porter, 2010, p. 413).

A simple vista, la figura 4.6 de los residuos versus residuos rezagados no muestra un comportamiento sistemático, por consiguiente, no se detecta un patrón que indique signos de autocorrelación. No obstante, el método gráfico es bastante subjetivo y debe ser contrastado con pruebas formales con las que se presentan a continuación.

Figura 4.6

Diagrama del residuo



Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Prueba Durbin Watson

Es una de las pruebas más utilizadas para detectar correlación serial, sin embargo, es aplicable bajo las siguientes condiciones: el modelo de regresión lineal debe incluir el intercepto; los errores siguen una distribución normal; no hay observaciones faltantes en los datos; la variable dependiente no puede figurar como exploratoria rezagada; las variables explicativas son no estocásticas y se asume que los errores siguen un proceso autoregresivo de primer orden.

La hipótesis nula y alterna en esta prueba son, respectivamente:

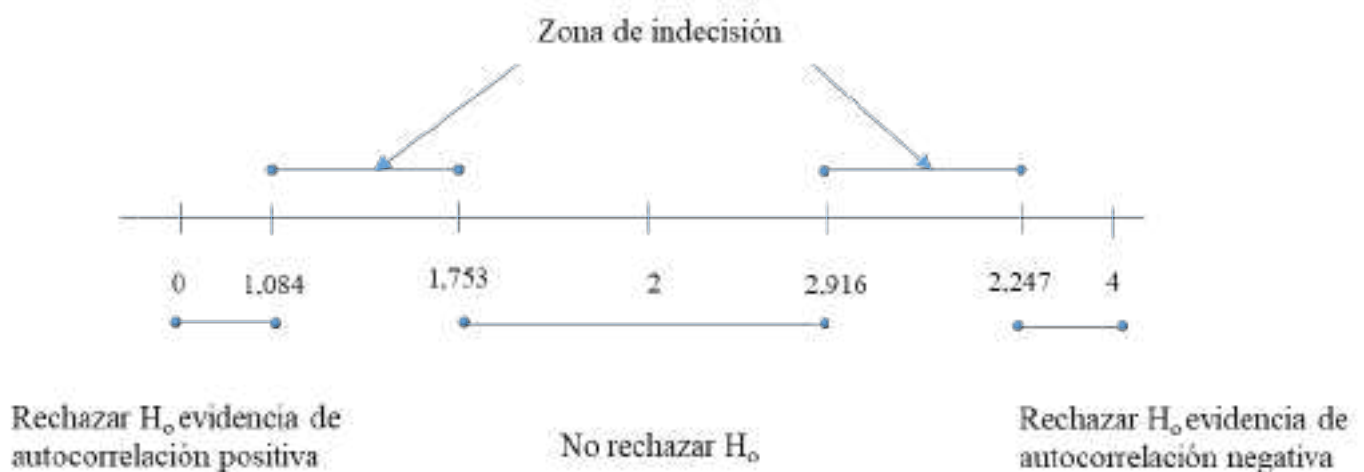
$H_0: \rho = 0$ No existe autocorrelación en los errores

$H_1: \rho \neq 0$ Existe autocorrelación en los errores

Una vez calculado el DW, es posible usar su valor para estimar el coeficiente de autocorrelación. En este sentido, al contrastar el DW de 2,476 (tabla 4.6) con los valores tabulados para esta prueba (figura 4.7), se concluye la no existencia de autocorrelación en los errores del modelo.

Figura 4.7

Regla de decisión DW



Correlograma de los residuos

Otra forma de evaluar la presencia de autocorrelación es a través del correlograma de los residuos donde se observa la trayectoria que posee los rezagos (figura 4.8). Al observar los resultados es posible afirmar que no existe ningún coeficiente por fuera de la banda de confianza lo cual indica que no hay indicios suficientes para rechazar la hipótesis nula de no correlación.

Asimismo, una de las pruebas que apoya la afirmación anterior es el Q-Stat, donde se observa la no existencia de un $p < 0,05$, lo cual indica que podemos rechazar la hipótesis de presencia de autocorrelación en el modelo.

Figura 4.8

Correlograma de los residuos

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.250	-0.250	1.8816	0.170
		2	-0.235	-0.317	3.6136	0.164
		3	0.180	0.028	4.6755	0.197
		4	-0.009	-0.019	4.6781	0.322
		5	0.049	0.122	4.7627	0.446
		6	-0.266	-0.276	7.3969	0.286
		7	0.336	0.297	11.806	0.107
		8	-0.048	-0.093	11.901	0.156
		9	-0.267	-0.064	14.997	0.091
		10	0.006	-0.302	14.999	0.132
		11	-0.002	-0.068	14.999	0.183
		12	0.206	0.081	17.216	0.142

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

Prueba de causalidad

En la misma orden de ideas, la noción de causalidad de Granger (1969) ocupa un lugar importante en la econometría aplicada. La existencia de correlación entre dos variables no necesariamente implica causalidad, esto es, que una variable se correlacione con otra no implica que una de ellas sea la causa de las alteraciones en los valores de la otra (Gujarati y Porter, 2010). La esencia de esta definición es sencillamente que, existe una relación entre dos variables, sin embargo, no explica el sentido de dicha relación. Es posible que X cause

Y; también es posible que Y cause X; y también lo es que tanto X como Y sean independientes.

En referencia a lo anterior la prueba de causalidad de Granger considera las siguientes hipótesis:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0$$

$$H_0: \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_n = 0$$

- Si al usar el estadístico F de mínimos cuadrados se rechaza la primera hipótesis nula ($p < 0,05$), pero no se rechaza la segunda hipótesis nula ($p > 0,05$), se concluye que X causa a Y (causalidad unidireccional).
- Si al usar el estadístico F de mínimos cuadrados no se rechaza la primera hipótesis nula ($p > 0,05$), pero se rechaza la segunda hipótesis nula ($p < 0,05$), se concluye que Y causa a X (causalidad unidireccional).
- Si al usar el estadístico F de mínimos cuadrados se rechazan las dos hipótesis nulas ($p < 0,05$), se concluye que las variables se causan mutuamente (causalidad bilateral).
- Si al usar el estadístico F de mínimos cuadrados no se rechazan las dos hipótesis nulas ($p > 0,05$), se concluye que la X y Y son independientes.

Como se observa en la tabla 4.12 al aplicar la prueba de Granger entre todas las variables del estudio se obtuvo los valores F y sus respectivas probabilidades. Con relación a las variables EDAD y REND, así como, EDAD e IAB los valores estimados fueron significativos en el nivel de 5% donde la dirección de causalidad va de la EDAD al REND y de la EDAD al IAB, respectivamente. Esto indica una causalidad unidireccional, en otras palabras, se concluye que la edad del cultivo influye en el rendimiento y los ingresos de los productores, el cual puede ser explicado una vez que los árboles de durazno de las fincas estudiadas poseen una edad promedio de 6 años, es decir, se encuentran en una etapa ascendente de producción.

Igualmente se destaca que los demás resultados obtenidos del F estadístico son mayores que un alfa del 5%, el cual indica que los conjuntos de coeficientes no son estadísticamente significativos en ambas direcciones, lo que implica que las variables son consideradas independientes.

Tabla 4.12

Prueba de causalidad de Granger entre las variables

Hipótesis nula	Obs	F-estadístico	Probabilidad
IAB does not Granger Cause REND	25	1,81483	0,1887
REND does not Granger Cause IAB		1,21810	0,3168
EDAD does not Granger Cause REND	25	4,00619	0,0344
REND does not Granger Cause EDAD		0,42940	0,6568
CPA does not Granger Cause REND	25	0,50358	0,6118
REND does not Granger Cause CPA		0,68963	0,5133
EDAD does not Granger Cause IAB	25	4,09398	0,0323
IAB does not Granger Cause EDAD		1,02810	0,3758
CPA does not Granger Cause IAB	25	0,18882	0,8294
IAB does not Granger Cause CPA		1,16075	0,3335
CPA does not Granger Cause EDAD	25	2,64351	0,0958
EDAD does not Granger Cause CPA		1,19589	0,3232

Fuente: Elaboración de los autores; E-views®9

En este sentido, podemos concluir que los resultados obtenidos para dichas pruebas validan las hipótesis del modelo quedando, así, especificado:

$$\text{MBEB} = 3,305802 - 4,84\text{E-}05\text{CPA} + 6,68\text{E-}06\text{IA} + 0,008916\text{REND} + 71,59720\text{EDAD}$$

Respecto a la especificación del modelo se obtiene que, en relación al costo de producción agrícola, tal como se esperaba, a medida que se incrementa, el margen de beneficio económico bruto disminuye. Cuanto a las demás variables (IAB, REND y EDAD) estas presentaron relaciones directas con la variable dependiente. Por consiguiente, obtenemos que:

β_{CPA} = Ante un aumento de un peso en el costo de producción agrícola, se espera que el MBEB disminuya en 4,84E-05%. *Ceteris paribus*.

β_{IAB} = Se espera que el incremento de un peso en el ingreso bruto agrícola aumente en 6,68E-06% el MBEB. *Ceteris paribus*.

β_{REND} = Un aumento de un kilo por hectárea del rendimiento agrícola se espera que el MBEB aumente en 0,008916%. *Ceteris paribus*.

β_{EDAD} = A medida que la edad del árbol de durazno se incrementa en un año se espera que el MBEB aumente en 71%. *Ceteris paribus*.

Conclusiones

El cultivo de durazno en los municipios de Pamplona, Cácuta y Silos es una importante fuente económica para los agricultores una vez que, por ser una actividad intensiva en mano de obra, genera empleo, así como, oportunidades de negocio. La mayor parte de la producción proviene de pequeños productores heterogéneos (76,3%), en todo sentido, incluyendo lo económico, el grado de desarrollo tecnológico y comercial.

Por lo consiguiente, se propuso desarrollar un modelo explicativo sobre el margen de beneficio económico bruto del cultivo de durazno de veintisiete productores, una vez que, desde una perspectiva económica, permitirá a los cultivadores planear y gestionar de manera eficiente las unidades productivas.

En vista de lo anterior, se estimó el margen de beneficio económico bruto tomando como referencia los costos de producción agrícola, el ingreso agrícola bruto, el rendimiento y la edad del cultivo. Los resultados comprobaron que los coeficientes de regresión del modelo son significativamente diferentes de cero a un nivel de significancia del 5%, por lo tanto, dichas variables contribuyeron a explicar individualmente la variable MBEB. Igualmente, se efectuaron pruebas con la finalidad de verificar la validez del modelo propuesto del cual se

aceptó el supuesto de correcta especificación, normalidad y estabilidad de los parámetros, además, no se evidenció problemas de colinealidad, heteroscedasticidad y autocorrelación.

De igual modo las pruebas DFA, PP y KPSS y de Granger indicaron la presencia de estacionariedad y una causalidad unidireccional desde la variable EDAD hacia el REND y de EDAD hacia el IAB, lo cual indica que la edad del cultivo de durazno influye en el rendimiento y los ingresos agrícolas de dicho cultivo.

Finalmente, se concluyó que, según los datos obtenidos, el modelo se ajusta a lo propuesto inicialmente, es decir, las variables CPA, IAB, REND y EDAD explican en gran parte el MBEB, siendo así, una herramienta útil para los productores de durazno de la región identificar de manera confiable las variables que afectan el MBEB, y de esta forma, optimizar de forma eficiente los recursos.

Referencias

Dickey, D. and Fuller, W. (1979) Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root, *Journal of the American Statistical Association*, 74(1): 427-431.

E-views (2016) Version 9.0. Irvine, California, USA: IHS Global Incorporation.

Faga, H. y Ramos, M. (2006). *Como profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores decisiones empresariales*. Buenos Aires, Argentina: Granica.

Gómez, M. y Rodríguez, J. (2007). Análisis de estabilidad en variables económicas de México. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 2(2), 9 - 30

Granger, C. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438.

Gujarati, D y Porter, D. (2010). *Econometría*. (5ª ed). México: McGraw Hill.

Jarque, C. y Bera, A. (1987). A test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review*, 55,163–172.

Kleinbaum, D., Kupper, L. y Muller, K. (2014). *Applied Regression analysis and other multivariable methods* (5th ed.). Boston: Cengage Learning.

Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. y Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit Root: How sure are that economic time series have a unit root. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178.

MacKinnon, J. (1991) *Critical Values for cointegration test*. Oxford: Oxford University Press.

Maddala, G. (1996). *Introducción a la Econometría*, Prentice-Hall. Segunda edición, 487p.

Mankiw, G. y Taylor, M. (2014). *Economía*, Cengage, Learning. 3ª edición, 991p.

Melo, L. y Misas, M. (1998). Análisis del comportamiento de la inflación trimestral en Colombia bajo cambios de régimen: Una evidencia a través del modelo “Switching” de Hamilton. *Revista de Economía del Rosario*, 1(2), 91-112.

Miranda, D., Carranza, C. y Cuellar, C. (2013). *Planeación del desarrollo de la cadena productiva de los sistemas de producción de frutales caducifolios*. En: Fischer y Carranza (Eds). Los frutales caducifolios en Colombia: Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo (203 -232).

Peñaranda, G. (2012). Análisis de los costos de la producción de durazno *P. pérsica* en la Provincia de Pamplona, Norte de Santander. *Revista Face*, 1, 145-162.

Phillips, P. and Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression, *Biometrika*, 75 (2): 335-346.

Presno, J. y López, A. (2001). Estacionariedad en torno a un nivel con ruptura. Un estudio de simulación. *Estudios de Economía Aplicada*, 18, 189-208.

Puentes, G., Bastidas, L. y Lemus, Á. (2015). Estimación de pérdidas técnicas y financieras en cosecha de durazno, en la granja Tunguavita de la U.P.T.C. Boyacá. *Revista Agronomía*, 23(1), 93-105.

Ramírez, H. y Vanegas, B. (2008). *Gestión de costos en las PYMES: problemática y alternativas de solución*. Bogotá: Universidad Libre.

Varían, H.R. (2016). *Microeconomía Intermedia* (9ª ed.). Colombia: Antoni Bosch.

Villamizar, E. (2008). El durazno: un proceso de cambio en la agricultura de la Provincia de Pamplona. *Revista Face*, 11, 189-203.

Wooldridge, J. (2006). *Introducción a la Econometría: Un Enfoque Moderno*. 2ª edición. Thomson, 520p.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!