

BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA CUENCA DEL RÍO TIMBA

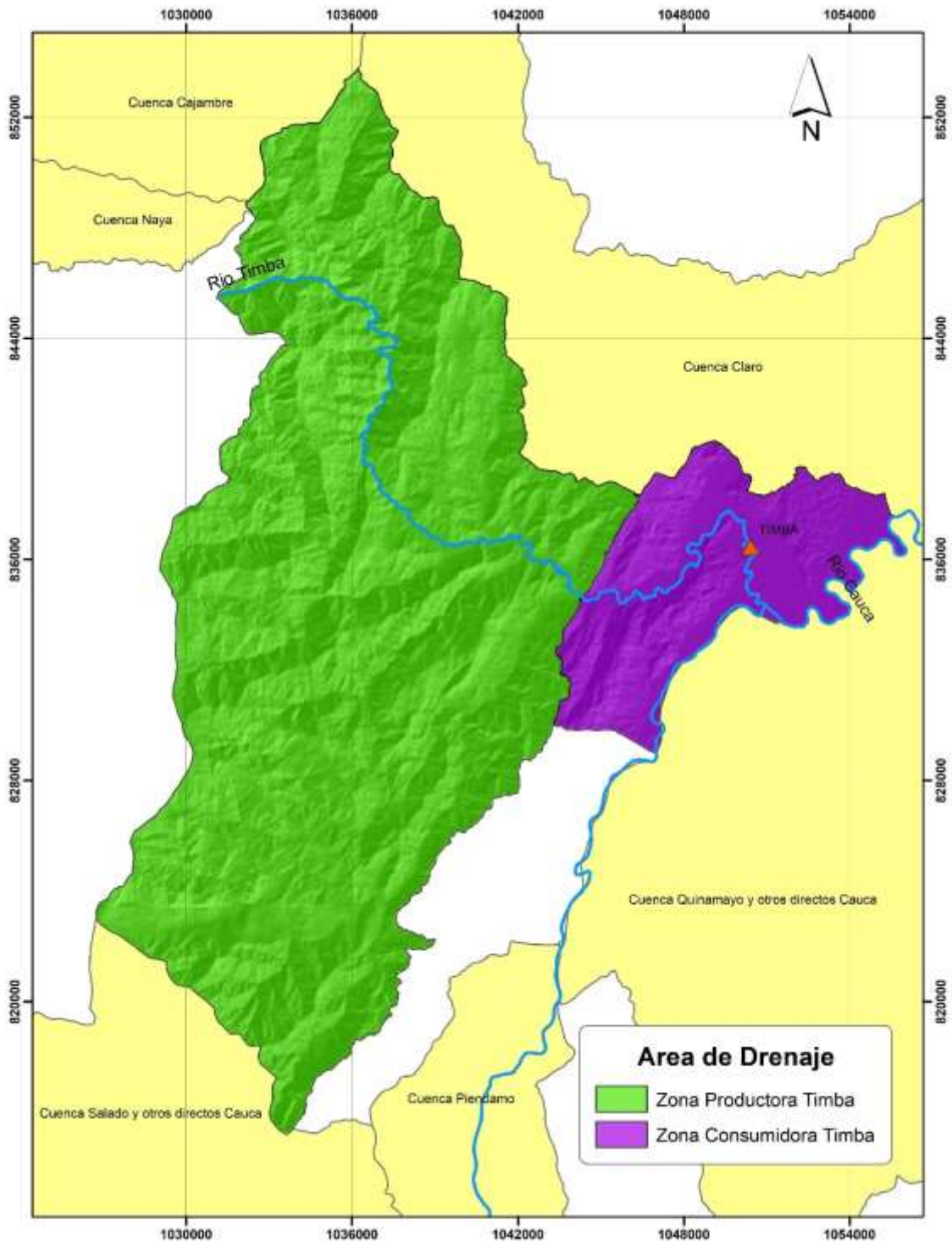
1. LOCALIZACIÓN

La cuenca del río Timba posee un área de 48.550 has. Aproximadamente el 32% (15.391 has) de la cuenca se ubica en el departamento del Valle del Cauca y el área restante pertenece al departamento del Cauca; limita al norte con las cuencas de los ríos Claro y Cajambre, al sur con la cuenca del río Salado y otros directos al Cauca, al occidente con la cuenca del río Naya y al oriente con el río Cauca.

El río Timba sirve como límite entre el departamento del Valle del Cauca y el Cauca, nace en la cordillera occidental y confluye al río Cauca en su margen izquierda. El uso de las aguas de este río no se encuentra reglamentado.

Con el propósito de determinar la demanda y oferta de agua en la cuenca, esta se dividió en dos zonas; productora y consumidora (figura 1). La zona productora se extiende desde el nacimiento del río hasta la línea de piedemonte, con un área aproximada de 36.531 has. La zona consumidora comprende desde el punto de cierre de la zona productora hasta la desembocadura de la corriente en la margen izquierda del río Cauca, cuenta con un área 6.669 has. Para este estudio, no se tuvo en cuenta el área de las fuentes que drenan directamente al río Cauca.

Figura 1. Localización cuenca del río Timba.



2. USO DEL SUELO

De la información de uso y cobertura del suelo del año 2010, suministrada por el grupo de Sistemas de Información Ambiental de la Corporación, se puede determinar que el uso del suelo en la zona productora (gráfico 1), está representado principalmente por vegetación boscosa y de protección natural con 63% del área total, pastos para ganadería con 34%, cultivos permanentes con 2% y cultivos semipermanentes con 1%. La zona consumidora tiene distribuido porcentualmente el uso del suelo así (gráfico 2): pastos para ganadería con 59% del área total, vegetación boscosa y de protección natural con 16%, cultivos permanentes con 12%, cultivos transitorios con 9%, cuerpos de agua con 3%, infraestructura residencial con 1% e infraestructura forestal protectora con 5%.

Gráfico 1. Uso del suelo de la zona productora del río Timba.

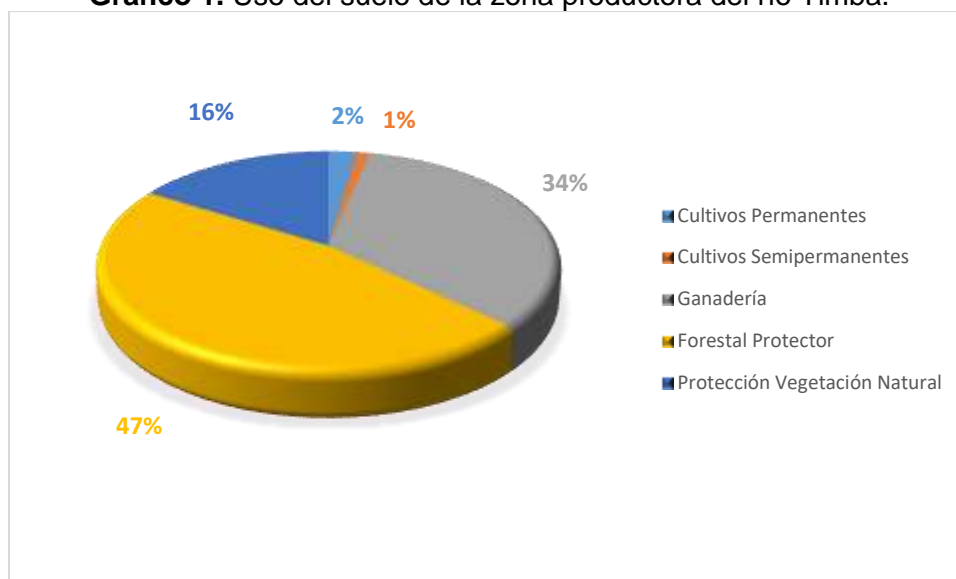
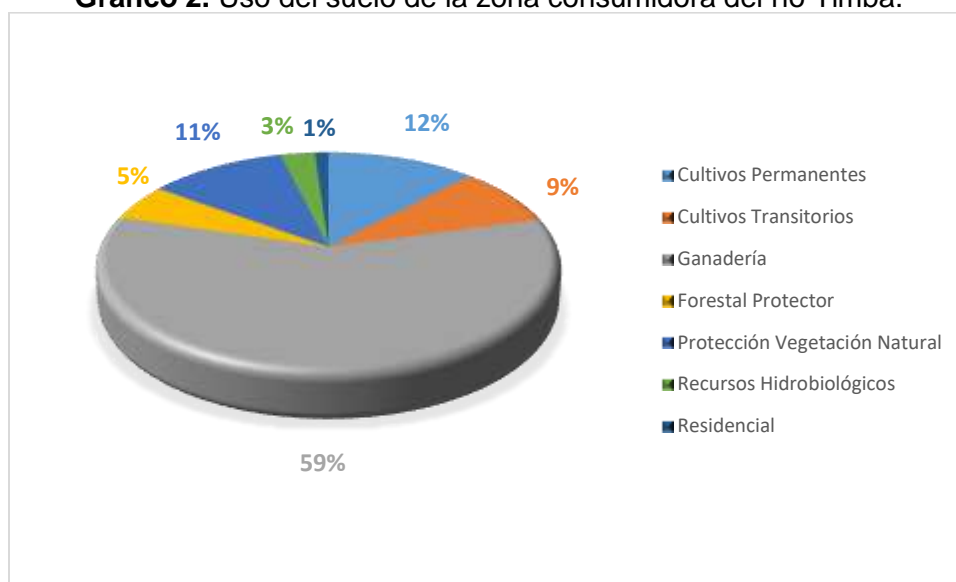


Gráfico 2. Uso del suelo de la zona consumidora del río Timba.



3. DEMANDA DE AGUA

3.1. Demanda de agua para uso agrícola

Para la estimación de esta demanda, se tomaron las coberturas de cultivos permanentes, semipermanentes, transitorios, mixtos y el pasto de corte. En la tabla 1, se resume la demanda agrícola para la zona productora y consumidora.

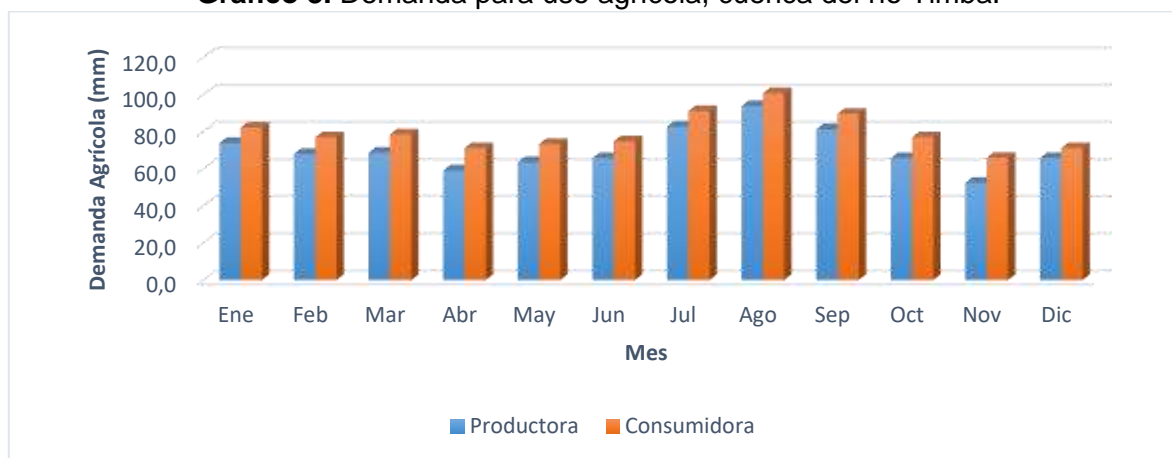
Tabla 1. Demanda para uso agrícola, cuenca del río Timba.

Zona	Demanda Agrícola (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	73,9	67,9	68,7	59,1	63,5	65,7	82,7	93,8	81,2	65,7	52,4	65,7	840,5
Consumidora	82,2	77,0	78,5	71,1	73,3	74,8	91,1	100,7	89,6	77,0	65,9	71,1	951,0

Se puede observar que la demanda de agua para uso agrícola, es similar en las dos zonas. El valor máximo de demanda agrícola para ambas zonas se presenta en el mes de agosto, ya que este es el mes con mayores registros de evaporación.

En el gráfico 3, se puede observar el comportamiento mensual de la demanda agrícola en las zonas productora y consumidora de la cuenca del río Timba.

Gráfico 3. Demanda para uso agrícola, cuenca del río Timba.



3.2. Demanda de agua para uso doméstico

Para la estimación de esta demanda, se utilizó la información publicada por el DANE referente a las estimaciones y proyecciones de población del año 2005 al 2020 para cada municipio del territorio nacional, y la cartografía existente en la Corporación sobre información territorial administrativa, de la cual se determinó el área de cada municipio presente en la cuenca.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos, la zona productora del río Timba cuenta con 21.877 habitantes y la zona consumidora con 4.436. Teniendo en cuenta lo estipulado en la reglamentación técnica del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000,

cuyo artículo 67 fue modificado por la resolución 2320 de 2009, que establece una dotación de agua para consumo doméstico de 150 litros/habitante/día, se estimó la demanda doméstica para la cuenca del río Timba (tabla 3).

Tabla 2. División política cuenca del río Timba.

Cuenca	Municipio	Zona	% Mcpio	Población 2016	Hab. Cuenca
Zona Productora Timba	Buenos Aires-Cauca	Rural	35%	30.328	10.509
Zona Productora Timba	Suarez	Rural	28%	15.472	4.370
Zona Productora Timba	Jamundí	Rural	18%	38.841	6.999
Zona Consumidora Timba	Buenos Aires-Cauca	Rural	7%	30.328	2.184
Zona Consumidora Timba	Jamundí	Rural	6%	38.841	2.253

Tabla 3. Demanda de agua para uso doméstico, cuenca del río Timba.

Zona	Demanda Doméstica (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,3
Consumidora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6

3.3. Demanda de agua para uso pecuario

Para la estimación de esta demanda, se descartaron las áreas correspondientes a las cabeceras municipales, ya que se asume que la producción pecuaria se realiza solo en las zonas rurales. Para determinar la población de especies pecuarias en la cuenca, se utilizó la información del censo realizado por el ICA a comienzos del año 2016, que se encuentra a nivel municipal y tiene en cuenta las especies aviares, bovinas, caprinas, equinas, ovinas y porcinas. La dotación de agua para cada especie, se adoptó de la resolución N°112-1183 del 8 de abril de 2005 de la Corporación Autónoma de los ríos Negro y Nare “CORNARE” que establece los módulos de consumo básicos para los sectores productivos de la industria pecuaria. En la tabla 4, se muestran los valores de demanda de agua para uso pecuario obtenidos para la cuenca del río Timba.

Tabla 4. Demanda pecuaria, cuenca del río Timba.

Zona Productora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
D. Bovina	0,0190	0,0172	0,0190	0,0184	0,0190	0,0184	0,0190	0,0190	0,0184	0,0190	0,0184	0,0190	0,2242
D. Caprina	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0018
D. Equina	0,0177	0,0160	0,0177	0,0172	0,0177	0,0172	0,0177	0,0177	0,0172	0,0177	0,0172	0,0177	0,2089
D. Ovina	0,0004	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0045
D. Porcina	0,0056	0,0050	0,0056	0,0054	0,0056	0,0054	0,0056	0,0056	0,0054	0,0056	0,0054	0,0056	0,0657
D. Aviar	0,1543	0,1394	0,1543	0,1494	0,1543	0,1494	0,1543	0,1543	0,1494	0,1543	0,1494	0,1543	1,8171
Zona Consumidora	Demanda por actividad pecuaria (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
D. Bovina	0,0252	0,0228	0,0252	0,0244	0,0252	0,0244	0,0252	0,0252	0,0244	0,0252	0,0244	0,0252	0,2972
D. Caprina	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007
D. Equina	0,0184	0,0166	0,0184	0,0178	0,0184	0,0178	0,0184	0,0184	0,0178	0,0184	0,0178	0,0184	0,2165
D. Ovina	0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0056
D. Porcina	0,0086	0,0078	0,0086	0,0083	0,0086	0,0083	0,0086	0,0086	0,0083	0,0086	0,0083	0,0086	0,1015
D. Aviar	0,2694	0,2433	0,2694	0,2607	0,2694	0,2607	0,2694	0,2694	0,2607	0,2694	0,2607	0,2694	3,1715

Zona	Demanda Pecuaria (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Productora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,3
Consumidora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8

3.4. Demanda de agua para uso industrial

La cuenca del río Timba no presenta demanda de agua para uso industrial, puesto que en la Corporación no se tienen registros de concesiones de agua superficial o subterránea para este tipo de uso.

3.5. Demanda Ambiental

La demanda ambiental se refiere a la utilización de agua en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas acuáticos y terrestres y de sus ecosistemas asociados, sin causar alteraciones sensibles en ellos. Para determinar la demanda ambiental, la CVC define un porcentaje de caudal que se debe mantener en la corriente, asociado al régimen de caudales característicos de la misma; para ello, desde hace varios años aplica los conceptos propuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –IDEAM–, para determinar la oferta hídrica superficial neta, que considera un factor de reducción para mantener el régimen de estiaje, en el documento “*Metodología para el cálculo del índice de escasez de agua superficial*”.

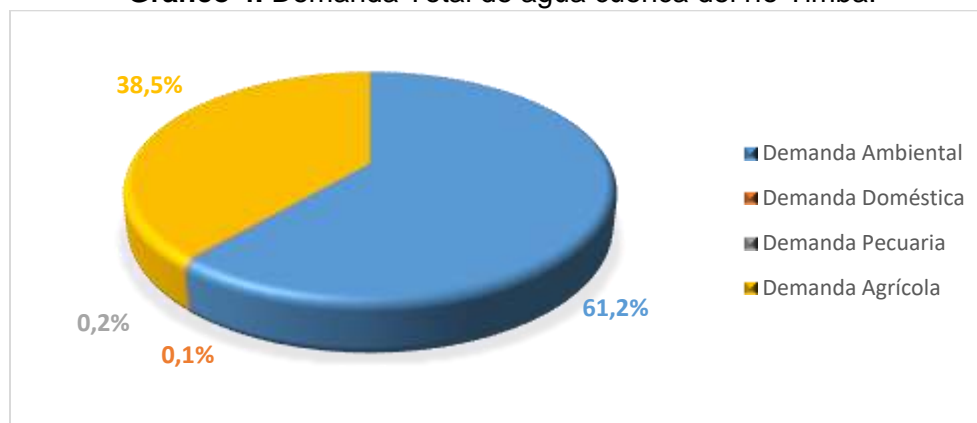
El factor de reducción para mantener el régimen de estiaje estimado para el río Timba es de 18%. En la tabla 5, se resumen los resultados del cálculo de la demanda ambiental para la cuenca del río Timba.

Tabla 5. Demanda ambiental, cuenca del río Timba.

Demanda Ambiental (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
109,7	88,9	105,7	170,6	196,9	152,0	95,4	61,8	70,5	138,4	176,6	145,6	1.512,0

Es necesario aclarar que la demanda ambiental no se tiene en cuenta en el balance final, debido a que ya se consideró para calcular la oferta neta superficial.

La demanda de agua para uso ambiental, es la que mayor aporte hace a la demanda total anual con un 61,2% (gráfico 4), lo sigue la demanda agrícola con un 38,5%, la pecuaria con 0,2% y la doméstica con 0,1%.

Gráfico 4. Demanda Total de agua cuenca del río Timba.

4. OFERTA DE AGUA

4.1. Precipitación

Se calculó la precipitación media mensual y anual multianual (período 1984-2014) para las zonas productora y consumidora de la cuenca por el método de las isoyetas; además de esto se calculó la precipitación efectiva media y la precipitación media asociada a una probabilidad de ocurrencia del 90%. Para calcular la precipitación efectiva, se utilizó el método propuesto por Cenicaña en el documento “*Manejo eficiente del riego en el cultivo de caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca*” el cual consiste en calcular la precipitación media asociada a una probabilidad de ocurrencia del 75% y luego aplicar un factor establecido para cada mes del año. En la tabla 6 se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 6. Precipitación media, cuenca del río Timba.

Precipitación (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
	Zona Productora												
Prec. Media	256	214	261	403	345	223	134	107	204	290	362	261	3.370
Prec. Efectiva	212	141	148	209	201	150	90	85	132	203	210	174	1.877
Prec. 90% Probabilidad	154	137	163	231	222	142	88	84	131	226	236	172	2.001
Zona Consumidora													
Prec. Media	200	184	228	322	255	155	90	84	167	275	310	201	2.721
Prec. Efectiva	174	138	151	205	172	116	71	71	129	193	203	159	1.788
Prec. 90% Probabilidad	150	139	170	222	189	114	70	70	128	214	225	156	1.857

La zona productora de la cuenca del río Timba presenta un régimen pluviométrico bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses octubre-noviembre y abril-mayo; y dos periodos menos lluviosos en los meses diciembre-enero-febrero-marzo y junio-julio-agosto-septiembre. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de agosto, mientras que el valor máximo se registra en abril.

La zona consumidora de la cuenca del río Timba presenta un régimen pluviométrico bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses octubre-noviembre y

marzo-abril-mayo; y dos periodos menos lluviosos en los meses diciembre-enero-febrero y junio-julio-agosto-septiembre. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de agosto, mientras que el valor máximo se registra en abril.

4.2. Agua superficial

La cuenca del río Timba se encuentra instrumentada desde el año 1.946 por la estación limnigráfica Timba, localizada a una altura de 997 msnm aproximadamente. Para estimar la oferta hídrica superficial de la cuenca, se utilizaron los registros de dicha estación para realizar una transposición de caudales hasta el punto de cierre de la zona productora. El caudal medio mensual, se obtiene de la serie de registros diarios generados para el periodo 1986-2016. A la serie obtenida, se le restó el valor correspondiente al caudal ambiental, el cual fue calculado mediante el método descrito en el punto 3.5 (demanda ambiental). De esta manera, se obtuvo la serie de caudal **neto** mensual multianual que se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Oferta superficial, cuenca del río Timba.

Caudal Neto Mensual Multianual (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
12,44	11,17	11,99	20,00	22,34	17,81	10,82	7,00	8,26	15,70	20,69	16,51	14,68
Oferta Superficial (mm)												
499,5	405,1	481,6	777,2	897,1	692,4	434,8	281,3	321,1	630,6	804,4	663,2	6.888,2

El mayor valor de caudal se presenta en el mes de mayo con 22,34 m³/s. El mes con menor caudal es agosto con 7,00 m³/s.

4.3. Agua subterránea

Para estimar la oferta de agua subterránea, se tuvo en cuenta la información disponible en la CVC sobre el caudal explotable del acuífero para cada cuenca. Esta información corresponde al caudal que puede ser explotado de un acuífero durante un tiempo sin provocar efectos no deseados, y está determinado por condiciones económicas (costo de inversión y operación del pozo, rentabilidad de la inversión, etc.), legales (legislación ambiental, derechos previamente adquiridos, etc.) o técnicas (infraestructura existente y características hidrológicas de la zona) que dependen de las circunstancias de cada región.

El volumen total de agua subterránea para la cuenca del río Timba es de 6,64 Mm³/año. En la tabla 8 se muestran los valores de oferta subterránea a nivel mensual.

Tabla 8. Oferta subterránea, cuenca del río Timba.

Oferta Subterránea (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
8,5	7,6	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	99,6

5. BALANCE 1: PRECIPITACIÓN – DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA

Se realizó el primer balance con el fin de establecer las situaciones de déficit y/o excesos de agua en la cuenca. Este balance se desarrolló bajo tres escenarios de ocurrencia de la precipitación media, así:

- ◆ **Escenario 1.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y el aporte por precipitación media mensual.
- ◆ **Escenario 2.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y la precipitación efectiva.
- ◆ **Escenario 3.** Balance entre la demanda de agua por uso agrícola y la precipitación correspondiente al 90% de probabilidad de ocurrencia.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 9. En el escenario de precipitación media, la zona productora no presenta déficit de agua en ningún mes del año, y tiene excedentes de 2.530 mm anuales; la zona consumidora presenta déficit de agua en los meses de julio y agosto, con excedentes de 1.770 mm anuales. Se puede observar que el escenario más crítico es el 2 (precipitación efectiva) ya que presenta los menores excedentes de agua en la zona consumidora.

Tabla 9. Balance 1, cuenca del río Timba.

	Zona	Balance 1 (mm)												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Esc. 1	Productora	182	146	192	344	281	157	51	13	123	224	310	195	2.530
	Consumidora	118	107	149	251	182	80	-1	-17	77	198	244	130	1.770
Esc. 2	Productora	138	73	79	150	137	84	7	-9	51	137	158	108	1.037
	Consumidora	92	61	72	134	99	41	-20	-30	39	116	137	88	837
Esc. 3	Productora	80	69	94	172	158	76	5	-10	50	160	184	106	1.161
	Consumidora	68	62	91	151	116	39	-21	-31	38	137	159	85	906

Como se puede observar, en el escenario de precipitación media es necesario aplicar riego para cubrir los requerimientos de los cultivos en los meses de julio y agosto, ya que la precipitación no es suficiente para cubrir dichas necesidades.

6. BALANCE 2: OFERTA TOTAL – DEMANDA TOTAL

El balance entre oferta y demanda de agua total, corresponde a la diferencia entre la oferta representada por el aporte de agua superficial y subterránea de la cuenca, y la demanda total correspondiente a la suma de la demanda doméstica, industrial, pecuaria y agrícola (en caso de no ser satisfecha por la precipitación). La demanda agrícola es afectada por un factor relacionado con la eficiencia del sistema de riego; en ella se incluye la eficiencia de aplicación, conducción y captación, para la cual se tomó un valor de 36% en caso de tener riego por gravedad y 50,4% en riego por aspersión. Los cultivos a los que se les afectó por el factor de riego por gravedad son caña de azúcar, caña panelera y arroz; a los restantes se les supuso riego por aspersión, ya que no hay información detallada sobre cada uno de los cultivos asentados en el departamento.

En la tabla 10 se presenta el resultado del balance 2 para la cuenca del río Timba, se puede observar que bajo las condiciones del escenario 1, la oferta total de agua (superficial y subterránea) es suficiente para cubrir las necesidades de agua de la cuenca en todos los meses del año. Anualmente la demanda es de 45 mm y la oferta alcanza los 6.988 mm, por lo tanto, se presenta una lámina excedente de 6.943 mm. Bajo las condiciones del escenario 2 y 3, el balance muestra un excedente anual de 6.874 mm y 6.870 mm respectivamente.

Tabla 10. Balance 2, cuenca del río Timba.

	Escenario 1 (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	499,5	405,1	481,6	777,2	897,1	692,4	434,8	281,3	321,1	630,6	804,4	663,2	6888,2
Oferta Subterránea	8,5	7,6	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	99,6
OFERTA TOTAL	508,0	412,8	490,0	785,4	905,5	700,6	443,2	289,8	329,3	639,0	812,5	671,7	6987,8
Demanda Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6
Demanda Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
Demanda Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	35,5	0,0	0,0	0,0	0,0	37,9
DEMANDA TOTAL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	3,0	36,2	0,6	0,6	0,6	0,6	45,3
BALANCE 2	507,4	412,2	489,4	784,8	904,9	700,0	440,3	253,6	328,7	638,4	811,9	671,0	6942,5

	Escenario 2 (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	499,5	405,1	481,6	777,2	897,1	692,4	434,8	281,3	321,1	630,6	804,4	663,2	6888,2
Oferta Subterránea	8,5	7,6	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	99,6
OFERTA TOTAL	508,0	412,8	490,0	785,4	905,5	700,6	443,2	289,8	329,3	639,0	812,5	671,7	6987,8
Demanda Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6
Demanda Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
Demanda Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,7	63,1	0,0	0,0	0,0	0,0	105,8
DEMANDA TOTAL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	43,3	63,8	0,6	0,6	0,6	0,6	113,3
BALANCE 2	507,4	412,2	489,4	784,8	904,9	700,0	399,9	226,0	328,7	638,4	811,9	671,0	6874,5

	Escenario 3 (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Oferta Superficial	499,5	405,1	481,6	777,2	897,1	692,4	434,8	281,3	321,1	630,6	804,4	663,2	6888,2
Oferta Subterránea	8,5	7,6	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	8,5	8,2	8,5	8,2	8,5	99,6
OFERTA TOTAL	508,0	412,8	490,0	785,4	905,5	700,6	443,2	289,8	329,3	639,0	812,5	671,7	6987,8
Demanda Doméstica	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,6
Demanda Industrial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Demanda Pecuaria	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	3,8
Demanda Agrícola	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,8	65,3	0,0	0,0	0,0	0,0	110,1
DEMANDA TOTAL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	45,4	65,9	0,6	0,6	0,6	0,6	117,5
BALANCE 2	507,4	412,2	489,4	784,8	904,9	700,0	397,8	223,9	328,7	638,4	811,9	671,0	6870,3

De acuerdo con los resultados del balance 2, la cuenca del río Timba, presenta muy buenos excedentes de agua en todos los meses del año, esto se debe a que posee una gran oferta superficial y subterránea, además dentro de su jurisdicción no se encuentran ubicados grandes centros poblados o zonas industriales que puedan demandar mayor cantidad de agua.