

Estimación de las demandas hídricas en la zona de Santa Rosa-Mérida, con fines de planificación del uso de los recursos hidráulicos

Assessment of water demands in Santa Rosa-Mérida sector for planning the use of water resources

Rázuri R. Luis¹, Rosales D. José¹, Juárez Leonardo², José D. Hernández¹ y Romero C. Edgar³

Fecha de investigación: febrero 2001 - julio 2004

Recibido: 24-09-08 / Aceptado: 16-10-08

¹ CIDIAT-Universidad de Los Andes, apartado 219, Mérida. E-mail: razuri@ula.ve

² IUTET, Trujillo

³ IIAP-Universidad de Los Andes, Mérida. E-mail: edroca@ula.ve

Resumen

Se podría decir que una región es vulnerable, y podría verse amenazada por conflictos por sus recursos hídricos, si su capacidad de sostener su ecosistema acuático y proveer a su población del nivel deseado de desarrollo social y económico está comprometido por la naturaleza de su sistema hidrológico, su infraestructura de recursos hídricos y/o su sistema de administración de recursos hídricos. La demanda de este recurso se incrementa proporcionalmente al crecimiento de la población y su desarrollo, lo cual hace suponer que un exceso o déficit de la oferta del recurso hídrico da lugar a un conflicto social. Si aceptamos que la tendencia de la demanda será siempre a aumentar, llegaremos a un momento en el que la demanda será siempre mayor que la oferta, lo cual solo podría generar un conflicto social crónico. Ante esto, la única alternativa sería el desarrollo de técnicas eficientes para restaurar el sistema y establecer un equilibrio dinámico entre la oferta y la demanda, dando lugar a una armonía social. En la zona de Santa Rosa de la ciudad de Mérida se presenta una situación de conflictividad por el uso del recurso agua proveniente de las fuentes ubicadas en las microcuencas Animes-Honda y Agua Larga, tributarias del río Albarregas y que son aprovechadas para satisfacer las demandas de los distintos usuarios existentes en este sector. Para evaluar la situación actual y prever situaciones futuras en esta zona, se debe resaltar que los escenarios ayudan a los responsables de tomar decisiones y a los gerentes a comprender los cambios que podrían ocurrir en un determinado lugar. De esta manera, la técnica de generación de escenarios no es ni proyección ni predicción, pero permite visualizar alternativas de futuro. Los escenarios presentados en el presente trabajo han sido desarrollados bajo las presunciones e interacción de varios elementos, como los siguientes: población y sus tendencias, estilo de vida y hábitos de consumo, aspectos económicos y sus escalas, la tecnología y su eficiencia y, finalmente, las instituciones y sus políticas.

De dichos escenarios se concluye que con un mejor aprovechamiento del recurso existente, un manejo eficiente del mismo y una política dirigida a la conservación y manejo de las precipitadas microcuencas, las fuentes captadas en la zona de Santa Rosa son suficientes para satisfacer adecuadamente y sin conflictos, las demandas generadas por todas las actividades que en ella se desarrollan.

Palabras clave: Demandas de agua, planificación recursos hídricos, Santa Rosa-Mérida.

Abstract

Assuming that all regions are vulnerable and that they may be endangered by certain water-resources conflicts, when their capacity for supporting their aquatic ecosystem and for providing their population a desired level of social and economical development, is committed by their hydrological system nature, their infrastructure, and/or by their system of water-resources administration. Water demand increases in proportion to population growth and development, and this makes us suppose that any excess or lack on water supply causes a social conflict. If the tendency of demand were always to increase, we may reach the stage where the demand will be always higher than the supply, which might originate a chronic social conflict. In the face of such fact, the only alternative would be the development of efficient techniques in order to restore the system and to establish a dynamic balance between demand and supply, giving rise to social harmony. In Santa Rosa sector, in Merida city, people face a troubled situation due to water use, supplied by the sources from Animes-Honda and Agua Larga microbasins, tributary of Albarregas River, and which are used to satisfy Santa Rosa's users needs. In order to assess the current situation and to forecast future circumstances, this study aims at showing the different scenes that may help people or managers responsible for decision making, to understand the possible changes occurring at any time. This way, scene-generation technique is not a projection nor a prediction, but it allows visualize future alternatives. The different scenes presented here have been developed under presumptions and interaction of various elements, such as, population growth, lifestyle and consumption habits, economical aspects, technology, and institutions policies. Finally, we may say that to make the best use of water resources in this sector, it is necessary to manage an effective policy leading to conservation and good management of the above-mentioned microbasins; since the sources collected in this sector are enough to satisfy the demands that all activities generate here.

Key words: Water requirements, water resources planification, Santa Rosa-Mérida.

Introducción

El agua juega un papel complejo y multifacético, tanto en las actividades humanas como en los sistemas naturales. Después de muchos debates en el ámbito académico y público, se ha reconocido que el agua es un elemento finito y frágil, y para que sea un bien de dominio público se debe llevar a cabo una gestión multiobjetivo y multidimensional, con la participación de la comunidad, los técnicos y de todos aquellos que toman las decisiones.

Las fuentes hídricas soportan una doble presión: por un lado, un aumento de las necesidades ante el incremento de la población, la expansión urbana, la industrialización, el constante aumento en la generación de alimentos y por el otro, el recurso disminuye dramáticamente ante los inadecuados usos del suelo y del agua, la explotación irracional, la deforestación, la inoperancia o lentitud de las acciones correctoras y los bajos niveles de tratamiento de aguas.

En Venezuela y particularmente en la región de los Andes, el agua representa un recurso de vital importancia, ya que la utilización de los recursos hídricos se asocia de manera inseparable al desarrollo socio-económico de los pueblos, tanto desde el punto de vista del consumo del agua para cubrir sus necesidades básicas, como para producir alimentos, como es el caso de la agricultura; esto se complementa con los requerimientos para uso industrial, comercial y turístico.

El desarrollo económico hace que el abanico de demandas de éste recurso natural sea cada vez más amplio y activo. A esta tendencia se contraponen el hecho de que la disponibilidad es limitada. Los consecuentes problemas relativos a su oferta van ligados a riesgos de que se agrave la creciente competencia entre sus usuarios.

Es por esta razón que surge la necesidad de establecer un manejo eficiente del agua, ya que la misma en la actualidad es un recurso competido debido a su escasez tanto en cantidad como en calidad.

La capacidad de la agricultura del riego para resistir los intereses de usuarios competitivos se relaciona con la importancia de la economía que sostiene. Sigue teniendo cierta validez el argumento que fundamenta la importancia del riego en una comparación de su producción con la del valor total cosechado; pero relaciones de este tipo pierden fuerza cuando no son ponderadas con la respuesta económica de cada unidad de producción.

Metodología

El cálculo de la demanda está referido al consumo de agua en l/s de los diferentes usuarios que se benefician de los aportes de las cuencas estudiadas. La demanda está representada por el consumo de la población y población flotante asentada en la zona de Santa Rosa, las instalaciones de la empresa rental PROGAL cuyo objetivo es la producción de derivados lácteos a través de una producción propia de leche. También existe el Instituto de Investigaciones Bio-tecnológicas (BIOTERIO), así como instalaciones conexas como las pertenecientes al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA; complementando toda esta demanda existe la que podría catalogarse como la que demanda los mayores volúmenes de agua y es la referida a los requerimientos hídricos de los cultivos presente en el área de estudio.

Proyección de la población

La metodología que se aplicó para el cálculo de la demanda es la denominada "De los requerimientos". El paso inicial fue calcular la población extrapolada o futura aplicando el denominado método de crecimiento geométrico, sobre la base de suponer que el aumento de la población será proporcional al tamaño de ésta. Para el cálculo de dicha población futura de acuerdo a este método se aplicó la siguiente fórmula:

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad (1)$$

donde:

P_f es la población futura o proyectada;

P_{uc} Población del último censo;

r es la tasa de crecimiento anual;

T_f y T_{uc} son el año de la proyección y del último censo

Ante la imposibilidad de ubicar datos históricos de población para la zona de Santa Rosa, se decidió calcular la tasa de crecimiento anual r para el estado Mérida, de la cual si existen estos datos poblacionales y adoptar la misma tasa de crecimiento de todo el estado para el Sector de Santa Rosa. Según información del Instituto Nacional de Estadísticas, INE, de los censos efectuados en el estado Mérida desde el año 1873 hasta el año 2001.

Los datos para el cálculo de la tasa de crecimiento anual fueron:

$P_{uc} = 715.268$ habitantes;

$P_{ci} = 67.849$ habitantes;

$T_{uc} = 2001$;

$T_{ci} = 1873$; $r = 0,018572$

Como valor de población del último censo P_{uc} del Sector Santa Rosa se tomó la cantidad de 990 habitantes, ya que según el INE para el censo de 2001 se contabilizaron 198 viviendas en este sector. Se asumió el promedio comúnmente aceptado de 5 habitantes por vivienda. Existe además una población flotante constituida por las personas ocupantes de hoteles, posadas y otros albergues turísticos, los cuales se cuantificaron de la siguiente manera: 1 hotel con capacidad de 60 huéspedes en 30 habitaciones; 1 posada con capacidad de 150 huéspedes y 5 cabañas con capacidad para 36 personas

Todo esto hace un total de 246 personas que pudieran estar ocupando estas instalaciones; pero si se parte del supuesto de sólo un 40 % de ocupación como promedio anual, existe entonces una presencia en la zona por este concepto de 100 personas aproximadamente. Este último valor complementa el total de habitantes en unas 1090 personas para todo el sector de Santa Rosa.

El tiempo de proyección de la población futura se estimó para el año 2025 y de la ecuación (1) se tiene:

$$P_f = 1090 (1+0,018572)^{2025-2001} = 1695 \text{ habitantes}$$

Demanda urbana

Bajo este término se agruparon las demandas doméstica, por servicios, la pública-educacional y la industrial existentes en la zona, representada cada una de ellas de la manera siguiente: la demanda doméstica por los habitantes del sector (incluida la población flotante); la demanda por servicios por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y el Centro de Investigaciones o Bioterio; la demanda pública-educacional por la escuela del sector y a demanda industrial por el Programa de Ganadería de Altura (PROGAL), el cual incluye la procesadora de productos lácteos existente. No se consideró la demanda comercial por no existir en la zona de Santa Rosa una importante representación de este sector económico, ya que el mismo sólo esta limitado a la existencia de las denominadas bodegas, cuyo número no sobrepasa de 3.

Demanda doméstica

Esta demanda se refiere a la provocada por la población existente en el sector de Santa Rosa dentro de su residencia, la cual se divide en:

- **Tipo A:** Se refiere aquella demanda para satisfacer los requerimientos debidos a necesidades vitales, aseo, instalaciones sanitarias, lavado y otros. Se tomo como dotación la cantidad de 250 l/p/d, de acuerdo a los parámetros recomendados para el cálculo de la demanda urbana para zonas rurales.
- **Tipo B:** se refiere al agua utilizada en las zonas exteriores de las residencias en actividades como riego de jardines, limpieza y lavado de vehículos. Como el principal consumo es el que corresponde a riego de jardines, siendo los demás marginales, se tomó como dotación la referida a la demanda neta de riego recomendada por HIDROVEN (1993) para la ciudad de Mérida que es de 3 l/p/d.

Por lo que la dotación total para satisfacer la demanda doméstica a futuro será la suma de las dotaciones parciales para la demanda Tipo A y Tipo B:

$$\text{Dotación total} = 250 \text{ l/p/d} + 3 \text{ l/p/d} = 253 \text{ l/p/d}$$

La demanda para satisfacer las necesidades domésticas será:

$$\text{Demanda doméstica} = 253 \text{ l/p/d} \times 1695 \text{ personas} = 428.835 \text{ l/d} = 4,96 \text{ l/s}$$

Demanda por servicios

Esta demanda se refiere a las personas que laboran en las oficinas del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA, ubicadas en el área de Santa Rosa perteneciente a la Universidad; las personas que laboran en el Centro de Investigaciones o Bioterio, ubicado en la entrada del sector y al personal docente y obrero de la escuela existente en el sector.

La demanda por servicios incluye los requerimientos directos de los usuarios y los indirectos, tales como preparación de alimentos, aire acondicionado, lavado y limpieza entre otros. Como dotación se tomó la recomendada por HIDROVEN (1993) para una ciudad nivel 2 con clima tipo 1 como lo es la ciudad de Mérida, la cual es de 79 l/e/d (litros/empleado/día).

Sin embargo, la demanda para el Bioterio requiere de un análisis diferente, motivado de que en dicho Centro se mantienen en cautiverio para su estudio aproximadamente 600 roedores en igual número de jaulas, que requieren de un mantenimiento y aseo de manera permanente. A pesar de que el consumo de agua por cada animal es de apenas 50 cm³/d, la mayor demanda diaria la constituye las labores de limpieza de los espacios destinados a estos animales y de las jaulas donde conviven los mismos, lo cual es difícil cuantificar.

Para garantizar el suministro de agua de manera permanente, este Centro de Investigación cuenta con un tanque de almacenamiento de agua, de concreto armado, conectado a un sistema hidroneumático, cuya capacidad máxima de almacenaje es de 45000 litros. Por información suministrada por el personal que labora en el Centro, la cantidad de agua en reserva permite cubrir las necesidades totales del Centro por espacio de 3 días, cuando se han presentado fallas en el servicio actual de agua en Santa Rosa por largos períodos de tiempo. Esto nos permite concluir, de acuerdo a este dato, que la demanda de agua en el Bioterio se encuentra en el orden de 15.000 l/d, lo cual constituye una cantidad muy considerable si tomamos en cuenta que allí solo laboran 11 personas.

Una vez hechas todas estas consideraciones se procedió a calcular la demanda por servicios de la manera siguiente:

$$\text{Demanda} = 16 \text{ empleados} \times 79 \text{ l/e/d} = 1.264 \text{ l/d}$$

$$\text{Demanda Bioterio (incluye el personal)} = \text{Consumo} = 15.000 \text{ l/d}$$

$$\text{Demanda por servicios} = (1.264 + 15.000) \text{ l/d} = 16.264 \text{ l/d} = 0,19 \text{ l/s}$$

Demanda público-educacional

Al no existir en la zona hospitales, parques, centros recreativos o deportivos y pequeñas áreas verdes bajo riego, esta demanda se refiere únicamente al agua requerida por los estudiantes de la escuela que se encuentra ubicada en la parte alta del sector, en la cual se incluye la cantidad necesaria para la limpieza y mantenimiento de los distintos espacios que la conforman. Esta pequeña escuela cuenta con una matrícula de 50 alumnos y el personal, ya considerado en la demanda por servicios, está conformado por 4 docentes y 1 obrero.

$$\text{Dotación} = 45 \text{ l/alumno/d}$$

$$\text{Demanda educacional} = 50 \text{ alumnos} \times 45 \text{ l/alumno/d} = 2.250 \text{ l/d} = 0,026 \text{ l/s}$$

Demanda industrial

Esta demanda considera el agua requerida por los procesos industriales que se realizan en el sector, específicamente los generados en la fábrica de quesos existente, expresado como el gasto de agua utilizado en el proceso por cada empleado de la industria. El gasto también incluye el consumo propio del empleado. La única industria existente en la zona es una procesadora de productos lácteos, dedicada básicamente a la fabricación de varios tipos de queso, frescos y madurados, así como otros productos. La mayor cantidad de agua consumida en esta industria se concentra, por razones de higiene, en las labores de limpieza tanto de los distintos espacios existentes en sus instalaciones, como en la limpieza de los equipos y utensilios utilizados en los distintos procesos que se realizan.

La obtención de la materia prima utilizada en esta industria láctea ubicada en Santa Rosa, como lo es la leche de ganado vacuno, se realiza en la zona aledaña al sitio donde se encuentra ubicada la fábrica. Por lo tanto se consideró dentro de la demanda industrial el consumo generado por este ganado bajo responsabilidad de la fábrica, tanto el consumo propio como el necesario para la limpieza del sitio de ordeño, corrales y los equipos que se utilizan.

Ante estas consideraciones la dotación que se asumió para esta industria fue de 1.000 l/e/d, lo cual corresponde con una dotación tipo B para una empresa catalogada como mediana consumidora de agua. La dotación que se consideró para el ganado vacuno fue de 120 l/animal/d, de acuerdo a lo establecido en la Gaceta Oficial vigente.

$$\text{Demanda de la Industria} = 17 \text{ empleados} \times 1.000 \text{ l/e/d} = 17.000 \text{ l/d}$$

$$\text{Demanda pecuaria} = 100 \text{ animales} \times 120 \text{ l/animal/d} = 12.000 \text{ l/d}$$

$$\text{Demanda industrial} = (17.000 + 12.000) \text{ l/d} = 29.000 \text{ l/d} = 0,34 \text{ l/s}$$

Pérdidas en la red

Como se sabe las pérdidas corresponden a la diferencia entre el agua suministrada a la red y el agua utilizada por los usuarios. La estimación de este valor es muy subjetiva, pues no existen datos obtenidos de mediciones que hayan podido realizarse en cada núcleo urbano considerado. Sin embargo, a través de las distintas actividades de campo que hubo que realizarse en el desarrollo de la investigación, pudo observarse la gran cantidad de agua que se pierde

como consecuencia de malas conexiones y roturas en las tuberías, reboses en los sistemas de almacenamiento de los usuarios, ausencia de válvulas de cierre y otros. HIDROVEN (1993) recomienda asumir un valor para este parámetro entre un 12 y un 20% del agua suministrada a la red. Se consideró un valor conservador de pérdidas para este trabajo del 12% de la demanda total.

Demanda Total = demanda domést. + servicios + educac. + demanda
industrial

Demanda total = $(428.835 + 16264 + 2250 + 29.000)$ l/d = 476.349 l/d

Pérdidas = $12\% \times$ Demanda total = $0,12 \times 476.349$ l/d = 57.161,88l/d

Demanda Urbana = $(476.349 + 57.168,88)$ l/d = 533.510,88l/d = 6,18 l/s

Demanda de agua para riego

En la determinación de los requerimientos de agua de los diferentes cultivos considerados se utilizó el modelo de computación CROPWAT, el cual fue desarrollado por Smith y colaboradores (1998) bajo los auspicios de la FAO.

Los requerimientos se refieren a la cantidad de agua y a la oportunidad de aplicación, con el fin de compensar el déficit de humedad del suelo durante el período vegetativo del cultivo. Las zonas andinas y las tierras altas en general representan un caso complejo para la estimación de las demandas de riego, debido a que los niveles de variación de los factores climáticos no responden en forma proporcional; esto es el caso del sector Santa Rosa en donde existen importantes variaciones en el área de riego.

El agua aplicada por métodos artificiales como el riego, no es totalmente efectiva, debiendo considerarse todas las pérdidas intencionales e inevitables, como percolación profunda, escorrentía superficial, arrastre por viento, entre otros. Generalmente la relación entre las necesidades netas de riego y las necesidades brutas se expresan como la eficiencia de aplicación del riego. El procedimiento de cálculo fue el siguiente:

Recopilación y análisis de la información climática

Una vez ubicada la estación climatológica, se recopiló y analizó la información para la estación de Santa Rosa la cual es operada por personal especializado del IIAP-ULA.

Preparación de los datos climáticos

La información referida a evaporación se tomó del promedio mensual de estas variables en los registros históricos (1974-2000) de la estación Santa Rosa. El cálculo de la precipitación mensual se realizó ajustando los datos mensuales a una distribución normal, calculándose la lluvia confiable para una probabilidad del 80% de ocurrencia, utilizando el modelo desarrollado por Duque (2002), el cual realiza un análisis de frecuencia teórica con base en diversas distribuciones que consideran aspectos de índole estadístico.

El período analizado de la estación Santa Rosa fue desde 1967 hasta el 2002. A estos valores de precipitación se le calculó la lluvia efectiva mediante la metodología de Servicio de Conservación de los Estados Unidos, USDA, (1971). En la Figura 1 se presentan los datos de precipitación total y precipitación efectiva para la estación considerada.

Programación e información de los cultivos

El área de estudio presenta una serie de cultivos que son representativos en toda la microcuenca. Los cultivos seleccionados son pastos y hortalizas, el primero representa un 83% (10 ha) del área bajo explotación agrícola vegetal ya que el mismo es la base alimenticia de la explotación ganadera de PROGAL y el IIAP; los otros cultivos están representados por hortalizas y representan un 17% del área, es decir 2 ha aproximadamente. Esta área está relacionada con

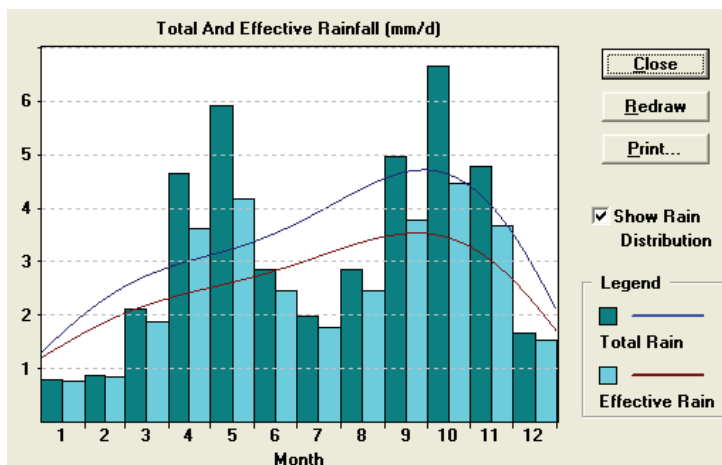


Figura 1. Precipitación total confiable con un 80% de probabilidad y precipitación efectiva de la estación Santa Rosa.

proyectos de investigación que se llevan a cabo en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la ULA (IIAP) .

La programación de las siembras se realizó de acuerdo con la información suministrada por los encargados. Se asumió que las hortalizas se siembran en las siguientes fechas 01-enero, 01-mayo y 01-septiembre. Para el caso de los pastos estos estarán cultivados todo el año.

Cálculo de la demanda de riego

El cálculo de las demandas de riego de cada uno de los cultivos considerados, se realizó a través de una herramienta de computación que permite en forma rápida, precisa y sistemática realizar determinaciones para diferentes condiciones de manejo. El modelo utilizado para tal fin fue el señalado anteriormente el cual se denomina CROPWAT Versión 4.3. (1998).

Los requerimientos de riego se calcularon con base en la siguiente ecuación.

$$Nr = Etc - Pef \quad (2)$$

donde:

Nr son las necesidades de riego en mm;

Etc es la evapotranspiración del cultivo en mm y

Pef la precipitación efectiva en mm.

Para este caso no se previó una disminución de la producción por restricciones de agua, ni manejo del riego en déficit. Toda el agua que necesite el cultivo la tendrá disponible. La eficiencia de riego se estimó en 60% de acuerdo a una verificación en campo de las condiciones de operación y mantenimiento, así como a consideraciones técnicas de expertos en la materia.

Resultados

Determinación de los módulos de demanda de riego

Con el fin de sintetizar los procedimientos de cálculo de la demanda de riego para el área, y de ésta forma compatibilizar dichas unidades con las disponibilidades de agua, se estimó esta demanda de riego por unidad de superficie, como caudal módulo en l/s/ha, para cada mes y para los diferentes sectores

hidrológicos. Este cálculo se basó en los resultados dados por el modelo CRO-PWAT. Las estimaciones se realizaron para las dos categorías de cultivos considerados: pastos y hortalizas.

En la Tabla 1 y en la Figura 2, se muestran los resultados de las necesidades de riego mensual para una eficiencia de riego de 60% y para los cultivos considerados.

Tabla 1. Demandas de riego para pasto y hortalizas a nivel mensual para la zona de Santa Rosa en: mm, l/s/ha y en l/s.

Meses	Días	Demandas (mm)		Demandas (l/s/ha)		Demandas (l/s)		Total (l/s)
		Hortalizas	Pasto	Hortalizas	Pasto	Hortalizas	Pasto	
Enero	31	27.19	39.63	0.17	0.25	0.34	2.47	2.80
Febrero	28	38.01	26.04	0.26	0.18	0.52	1.79	2.32
Marzo	31	40.40	20.76	0.25	0.13	0.50	1.29	1.79
Abril	30	4.66	14.29	0.03	0.09	0.06	0.92	0.98
Mayo	31	0.28	9.56	0.00	0.06	0.00	0.59	0.60
Junio	30	15.69	6.53	0.10	0.04	0.20	0.42	0.62
Julio	31	12.22	2.63	0.08	0.02	0.15	0.16	0.32
Agosto	31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Septiembre	30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Octubre	31	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Noviembre	30	8.16	1.56	0.05	0.01	0.10	0.10	0.21
Diciembre	31	1.68	18.56	0.01	0.12	0.02	1.15	1.18

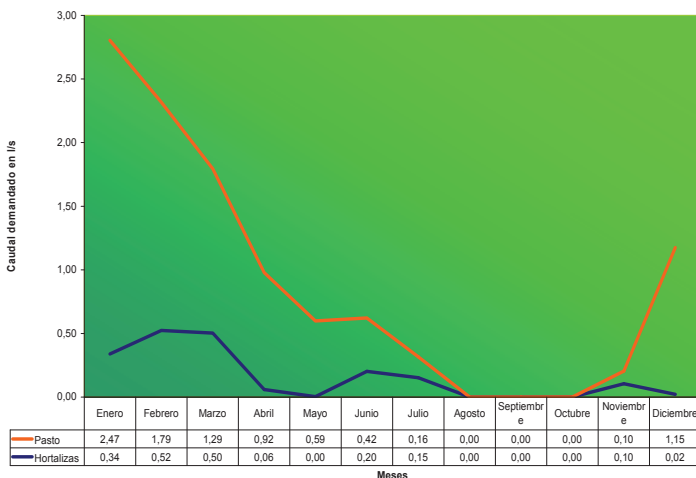


Figura 2. Demandas de riego para los cultivos considerados en l/s

En la Tabla 2 y en la Figura 3, se presentan el resumen de todas las demandas de agua que se evaluaron en el área de estudio.

Tabla 2. Resumen de las demandas hídricas de los diferentes usuarios que aprovechan las fuentes de la microcuencas.

Meses	PROGAL		Riego de hortalizas	Demanda urbana				Caudal ecológico	Total
	Unidad agroindustrial	Riego de pastos		Doméstica	Servicios	Público educacional	Pérdidas en la red		
Enero	0,34	2,47	0,34	4,96	0,19	0,026	0,66	0,63	9,61
Febrero	0,34	1,79	0,52	4,96	0,19	0,026	0,66	0,24	2,32
Marzo	0,34	1,29	0,50	4,96	0,19	0,026	0,66	0,37	1,79
Abril	0,34	0,92	0,06	4,96	0,19	0,026	0,66	0,35	0,98
Mayo	0,34	0,59	0,00	4,96	0,19	0,026	0,66	0,44	0,60
Junio	0,34	0,42	0,20	4,96	0,19	0,026	0,66	0,40	0,62
Julio	0,34	0,16	0,15	4,96	0,19	0,026	0,66	0,26	0,32
Agosto	0,34	0,00	0,00	4,96	0,19	0,026	0,66	0,16	0,00
Septiembre	0,34	0,00	0,00	4,96	0,19	0,026	0,66	0,19	0,00
Octubre	0,34	0,00	0,00	4,96	0,19	0,026	0,66	0,43	0,00
Noviembre	0,34	0,10	0,10	4,96	0,19	0,026	0,66	0,80	0,21
Diciembre	0,34	1,15	0,02	4,96	0,19	0,026	0,66	0,90	1,18

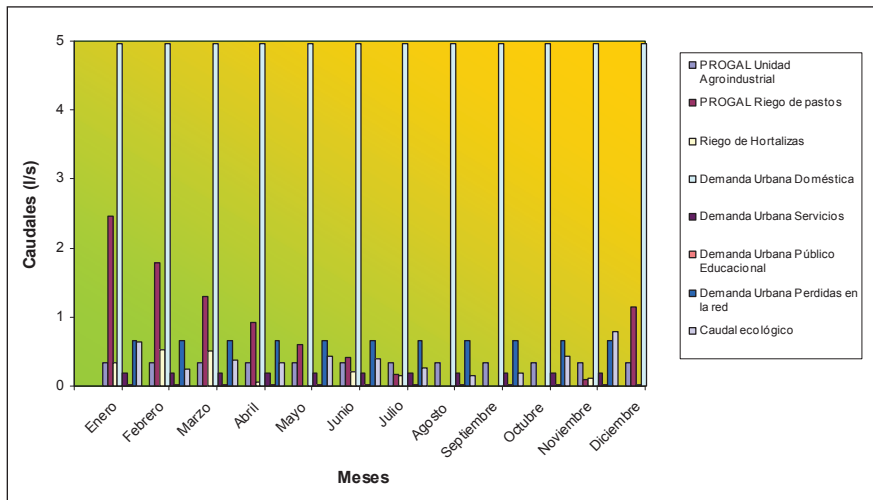


Figura 3. Demandas de agua de los usuarios de la zona de Santa Rosa.

- En cuanto a los resultados se puede observar que le mes de febrero es el que presenta la mayor demanda en vista de que es en este mes donde la condiciones climáticas son mas severas y los cultivos representa un grado de desarrollo mayor
- Así mismo se evidencia que la demanda mayor es la representada por los pastos ya los mismo representa la mayor superficie sembrada.
- También se demuestra que el cultivo de hortalizas en su etapa de mediados del cultivo tiene un mayor consumo de agua que el pasto, esta situación se presenta en los meses de febrero y marzo la que las etapas de crecimientos son las mismas
- En los meses de agosto, septiembre y octubre no se presenta demandas de riego, ya que en este periodo los niveles de precipitación son importantes
- Al analizar en conjunto las demandas de agua para el sector Santa Rosa se observa que los meses de mayor consumos son los tres primeros debido fundamentalmente a la temporada seca del año
- Dentro de los componentes de las demandas, la urbana es la que tiene el mayor valor, seguida del componente riego, así mismo el subcomponente domestico es el mayor demandante en forma individual (4.96 l/s)

Conclusiones

- Se permiten concluir que los caudales de las fuentes de agua deberán ser suficientes para satisfacer todas las demandas actuales y futuras generadas por los distintos usuarios existentes en el sector Santa Rosa, parroquia Milla, del municipio Libertador de la ciudad de Mérida.
- La demanda urbana, conformada por la demanda doméstica, de servicios, educacional e industrial, deberá ser sometida previamente a un tratamiento primario de desinfección, lo cual hasta ahora no se hace.
- Por enfoque de manejo de la demanda de agua se entiende el uso de las medidas que permitan controlar, limitar o reducir la demanda. Estas medidas incluyen el control del uso del agua municipal.
- Para el caso del sector Santa Rosa se debe tomar en cuenta que debe existir una correlación entre la oferta de la quebradas Los Animes-Honda y Agua Larga y el agua que demanda tanto la población asentada en Santa Rosa, como la que demanda el Bioterio, las instalaciones de ordeño y

la productora de lácteos, todas estas infraestructuras pertenecientes a La Universidad de Los Andes a través de la empresa PROGAL y el IIAP:

- La demanda doméstica está por el orden 4,96 l/s con una dotación por persona de 250 l/hab/día, esta dotación debe de reducirse a un valor deseable de 200 l/hab/día, que es un valor de dotación que sin ser bajo resulta ser suficiente para esta zona. El logro de esta disminución demandaría un 20 % menos del caudal en la fuente, requerimiento éste que se situaría en 3,98 l/s.
- En lo relativo a la demanda del Bioterio, la Unidad Agroindustrial de Producción Láctea y la demanda para las instalaciones de ordeño, no se prevé una disminución de dicha demanda, ya que la misma es originada por las normativas que sobre el particular se cumplen en estas instalaciones en los distintos y particulares procesos que en ellas se desarrollan.
- En cuanto a la demanda de riego, el mes crítico es enero, en razón que es en este mes las condiciones climáticas son más severas y los cultivos presentan un mayor grado de desarrollo. Esta demanda se sitúa en el orden de 2,80 l/s.

Bibliografía

- BOLINAGA, J. 1999. *Proyectos de ingeniería*. Fundación Polar.
- DUQUE. 2000. *Modelo de ajuste a una distribución teórica. (Ajuste)*. Mérida.
- HIDROVEN. 1993. *Estimación de la demanda para poblaciones urbanas*, Caracas.
- JUÁREZ L. 2007. Uso racional del agua y alternativas de aprovechamiento en la zona de Santa Rosa, sector La Hechicera de la ciudad de Mérida, estado Mérida. Tesis de Grado M.Sc. CIDIAT-ULA.
- SMITH y COL. 1998. *Modelo CROPWAT*, Roma-FAO.