

## LA NEBLINA COMO FUENTE DE AGUA: Evaluación de su colección en el sur de los Andes colombianos usando mallas de polipropileno

**José M. Molina y Concepción M. Escobar**  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira  
*jmmolina@puc.cl, hamarcela@hotmail.com*

Recibido para evaluación: 20 de Mayo de 2005 / Aceptación: 25 de Agosto de 2005 / Recibida versión final: 31 de Agosto de 2005.

### RESUMEN

Tanto la posición geográfica de Colombia como la presencia de la cordillera de los Andes, influencian significativamente la variabilidad de climas del país. A pesar de que Colombia es un país relativamente rico en disponibilidad de recursos hídricos, es frecuente encontrar eventos temporales de sequía climatológica e hidrológica en muchas zonas de ladera de sus cuencas Andinas, situación que se ve agravada actualmente por una creciente tasa de deforestación del bosque nativo. Sin embargo, el consecuente problema de escasez hídrica en las fuentes superficiales de dichas zonas podría ser enfrentado parcialmente mediante el aprovechamiento de la neblina, cuyo potencial como fuente complementaria de abastecimiento hídrico aun no ha sido evaluado en Colombia. Las características geográficas, topográficas y climatológicas de los Andes Colombianos crean condiciones óptimas para la presencia de una humedad atmosférica alta y de formación de neblina en zonas de ladera. En este trabajo se resume una experiencia de colección de neblina en la zona sur de los Andes Colombianos. Se están utilizando 12 colectores estándar de neblina (SFC) de malla polipropileno de 35 y 50% polisombra en diferentes sitios y con diferentes condiciones de viento para un área comprendida entre los 1650 a 1850 msnm. Los resultados parciales de colección obtenidos a la fecha con los colectores SFC, muestran una significativa tasa de captación y potencial de aprovechamiento de neblina mediante la implementación de grandes colectores para abastecimiento en zonas rurales. El período de experimentación y análisis entre Noviembre de 2003 hasta Mayo de 2004 abarca tanto épocas de lluvias como secas. Los valores promedios de colección en los sitios mas productivos fueron de 4,53 L.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> para los meses de lluvia entre Abril y Mayo, y de 2,54 L.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> para meses secos (Enero – Marzo).

**PALABRAS CLAVES:** Colección de Neblina, Malla de Polipropileno, Condensación, Lluvia Horizontal.

### ABSTRACT

Climate variability in Colombia is highly influenced by its geographical position as well as the presence of the Andean mountain chains, which limit the Pacific Ocean to the West and the Caribbean Sea to the North. Despite being very rich in water resources, droughts, characterized by absence of rainfall, occur frequently in mountainous zones of the Colombian Andean watersheds, and this situation is nowadays aggravated by an increasing deforestation rate of the native highland forests. However, water scarcity problems in the surface sources of mountainous zones could be managed partially by means of water from fog collection. Potential use of fog as a complementary alternative of water supply has not been previously evaluated in Colombia. Geographical, topographical, and climatic features of the Colombian Andean System create optimal conditions for the presence of a high atmospheric humidity and for fog formation in mountainous zones. An experiment with fog collection is currently being carried out at the Southern Andean Mountains of Colombia and preliminary results are summarized in this paper. Twelve Standard Fog Collectors (SFC) are being used, made of Chilean polypropylene mesh of 35 and 50% shade coefficient, and located at different sites between 1650 and 1850 m above sea level and under several wind conditions. To date, initial measurements of fog collection indicate a high potential for the use of large fog collectors for water supply in rural areas. Data collection and analyses to date cover both dry and rainy seasons (November 2003 thru May 2004), with average collection rates in the best sites of the area of 4,53 L.m<sup>-2</sup>.day<sup>-1</sup> for the wet season (Apr - May) and 2,54 L.m<sup>-2</sup>.day<sup>-1</sup> for the dry season (January – March).

**KEY WORDS:** Fog Collection, Polypropylene Mesh, Condensation, Horizontal Rainfall.

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia es un país tropical ubicado entre los 15 primeros países del mundo más ricos en disponibilidad de recursos hídricos y con una variabilidad significativa de climas debido en gran parte a la diversidad de su topografía y ubicación geográfica (GWP, 2000). La cordillera de los Andes es el principal sistema montañoso que influencia significativamente la variabilidad de climas en Colombia, y se compone de 3 ramas que recorren el país de sur a norte. La mayor parte del territorio nacional tiene un régimen pluviométrico caracterizado por precipitaciones mayores a los 1000 mm/año con presencia alternada de temporadas lluviosas y secas, y con regiones muy húmedas como la costa pacífica, donde existen lugares con promedios anuales de precipitación de hasta 9000 mm/año. Sin embargo, en muchas zonas de ladera de los Andes Colombianos ocurren fenómenos climatológicos de sequía, situación que se ve agravada por una alta tasa de deforestación de las cuencas Andinas producto de la extensión de la frontera agrícola y de la implementación y fumigación de cultivos ilícitos de drogas. Es frecuente encontrar zonas de ladera de marcada tendencia árida y semiárida debido principalmente a la influencia de microclimas, y en donde el conflicto por la disponibilidad y uso del agua reviste una especial importancia para el desarrollo social y económico de la población rural. La escasez espacial y temporal tanto de lluvias y agua superficial en dichas zonas, como la imperiosa necesidad del recurso, ha impulsado recientemente el estudio de alternativas de suministro. La evaluación del potencial de la neblina como fuente alternativa de agua se convierte en una prioridad de investigación y desarrollo en Colombia (Molina et al., 2004).

Investigaciones recientes demuestran que este recurso hídrico aporta un significativo porcentaje de agua al ambiente, generando una importante influencia en el balance hídrico de cada zona (Schemenauer and Cereceda, 1994(a); referenciados por Dawson y Vidiella, 1998). Este recurso hidrológico que poco ha sido utilizado hasta el momento, hoy en día cuenta con una tecnología que permite aprovecharlo racionalmente. La implementación de este método alternativo para el abastecimiento de agua en aquellas zonas afectadas por sequías, o con ausencia de fuentes de agua superficial y

subterránea pero con características particulares de formación de neblina, daría solución a aquellos problemas derivados por la carencia del recurso hídrico.

El presente proyecto desarrollado actualmente en la Cordillera Occidental de los Andes Colombianos, nació de la iniciativa de pobladores de la zona preocupados por la disponibilidad hídrica de su región y de profesionales que conocíamos acerca de experiencias foráneas en el uso de mallas para capturar la neblina. Gran parte de la información y recomendaciones para el montaje y desarrollo del experimento fueron suministrados por expertos Canadienses y por colegas de la Universidad Católica de Chile. El proyecto se logró implementar con fondos provenientes del estado Colombiano y ejecutado y dirigido por la Universidad Nacional de Colombia. Los resultados presentados en este artículo corresponden a los avances de una experiencia exitosa en Colombia sobre evaluación de la colección de neblina usando mallas de polipropileno, como las usadas en otros experimentos mediante colectores estándar de neblina SFC (Schemenauer and Cereceda, 1994(a); Cereceda et al, 1997; Marzol y Valladares, 1998). Proyectos en funcionamiento ya se encuentran operando en otros países como Sudáfrica, Namibia, México, Nepal, Ecuador, Perú y Chile (Cereceda et al, 2000). Una razón fundamental en la promoción y apoyo a este proyecto lo constituye la búsqueda de alternativas para mejorar la disponibilidad hídrica en la zona de estudio y en las proyecciones futuras de esta tecnología en otras regiones de Colombia, que permitan complementar las necesidades de agua para consumo humano y para la producción agrícola y pecuaria, especialmente en épocas de estiaje.

## 2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO

La zona de estudio abarca un área de 500 hectáreas aproximadamente y se encuentra localizada entre las coordenadas 4°27'16" - 4°27'55" Norte, y 76°10'38" - 76°11'44" Oeste; está ubicada en la zona sur de la Cordillera Occidental de los Andes Colombianos, muy cerca al municipio de Roldanillo, a 200 Km al norte de la ciudad de Cali (Figura 1).



FIGURA 1. Localización general de la zona de estudio, Roldanillo – Valle (Colombia)

El rango de altitudes en donde se lleva a cabo el experimento varía entre 1680 a 1850 m.s.n.m. y la topografía es irregular con pendientes frecuentemente entre 20% - 80%. El clima en esta región es de tipo bimodal, con alternaciones de períodos lluviosos y secos. Los períodos más significativos de lluvias son entre Abril – Mayo y entre Septiembre - Octubre. Los períodos Enero – Marzo y Julio - Agosto son los más secos del año con promedios mensuales por debajo de 35 mm. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 700 mm, la evaporación anual promedio de bandeja es de 5 mm/día y la temperatura anual promedio es de 21°C.

La agricultura y la ganadería son la principal actividad en la zona. Aunque las pasturas para alimentación del ganado son la cobertura vegetal predominante, algunos cultivos son desarrollados al nivel de minifundio, tales como el frijol y la caña panelera. Las pobres características químicas de estos suelos son una de las principales causas que evitan un mayor desarrollo y aprovechamiento de otros cultivos. Aunque la actividad ganadera es muy importante en la zona, la variabilidad y la relativa baja disponibilidad hídrica afectan sensiblemente la producción de leche y carne, especialmente en épocas de verano. Esta situación obliga a los campesinos a almacenar en reservorios artificiales

altos volúmenes de agua en la época de invierno, para poder ser usada en los meses secos. Se encontró que en la zona de estudio no se llevan a cabo labores de riego. El agua para consumo humano es obtenida de corrientes superficiales con algún grado de contaminación bacteriológica y con moderados contenidos de sedimentos. El flujo es captado directamente de la fuente con mangueras plásticas y transportado por varios kilómetros de tubería hasta los sitios de consumo. Fue frecuente observar afecciones gastrointestinales, principalmente en la población infantil, pues no cuentan con agua potable.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La neblina se define como una masa de aire que contiene infinitas micro gotas de agua que reducen la visibilidad a menos de 1 km. Estas gotas con diámetros menores a 40 micrones, pueden ser recolectadas mediante sistemas artificiales para luego ser transportadas a aquellos sitios que la demanden (Cereceda et al., 2000). Se construyeron 12 colectores de malla de polipropileno de 1,0m x 1,0m de área de captación, y teniendo en cuenta las dimensiones y especificaciones sugeridas por Schemenauer y Cereceda (1994 (b)) para la construcción de colectores estándar de neblina SFC, aunque algunas variaciones fueron

llevadas a cabo en los colectores fabricados. Se usaron como postes, estructuras de guadua (bambú) de 4,5m de longitud, con el fin de aprovechar los materiales de la región y para disminuir costos de construcción. Se enterró cada poste 1,0m de profundidad y se dejaron 2,0m desde la superficie del suelo hasta la base inferior de la malla colectora (Figura 2). Ocho de los colectores fueron construidos con malla Raschel 35% polisombra y en los 4 restantes se usó malla de 50% polisombra. Ambos tipos de malla de color negro y entramado triangular son de fabricación Chilena, y fueron adquiridos en Santiago de Chile. Los colectores fueron construidos con una sola capa de malla debido a que no se disponía de suficiente material para los colectores proyectados.

Se seleccionaron 4 lugares para la instalación de los colectores en un área de la finca los Arenales, a 12 Km al Oeste de Roldanillo. En cada una de estas 4 locaciones, denominadas La Montañuela, El Eucalipto, Las Torres y El Trillo, se instalaron arreglos de 2 colectores por sitio específico, correspondiendo 2, 1, 2 y 1 sitios de instalación respectivamente en cada uno de los lugares mencionados, para un total de 6 sitios de instalación y 12 colectores en toda el área. Cada par de colectores instalados por sitio específico tiene el mismo tipo de malla polisombra y forman un ángulo de 90° entre ellos. Lo anterior debido a que no se disponía de información histórica de dirección de vientos en la zona que permitieran decidir sobre la orientación de los colectores.



**FIGURA 2.** Detalles de la construcción e implementación de los neblinómetros.

En la Tabla 1 se presenta información sobre la distribución de colectores por lugar y sitio de instalación, así como su información geográfica (coordenadas y altitud). Esta última información obtenida por medio de un instrumento GPS. Los sitios I y II se encuentran a 20 m de distancia y los sitios IV y V a 15 m de distancia. En la columna "Malla", el porcentaje de polisombra hace referencia a la cantidad aproximada de sombra que produce la malla frente a la radiación luminosa que actúa perpendicular a ella.

Se instalaron también 4 pluviómetros en al área de estudio, uno en cada lugar: La Montañuela, El Eucalipto, Las torres y El Trillo. La campaña de mediciones se inició en Noviembre 1º/2003 con toma diaria de datos de colección de neblina y precipitación entre las 3 y 5 de la tarde. Para tal efecto se dio entrenamiento a un niño de 15 años residente de la finca donde se desarrolla este trabajo. Esta persona resultó ser muy valiosa en el experimento por su responsabilidad y eficacia, tanto en la operación de mediciones como en el mantenimiento y limpieza de las mallas, las mangas de polietileno y

los recipientes de almacenamiento de los condensados. Dos sensores de temperatura/humedad con dispositivos de almacenamiento de datos también fueron instalados en la zona de estudio, con el fin de obtener información que permita relacionar el comportamiento de estas variables con la colección de neblina. El dispositivo de almacenamiento de información se programó para obtener

datos cada 15 minutos, de tal forma que se registran 96 datos diarios de humedad relativa y 96 datos diarios de temperatura. En este artículo se presentan solo los datos y análisis relacionados con la colección de neblina y precipitación en el período comprendido entre Noviembre/2003 hasta Mayo/2004.

**TABLA 1.** Información geográfica de colectores, distribución y tipos de mallas

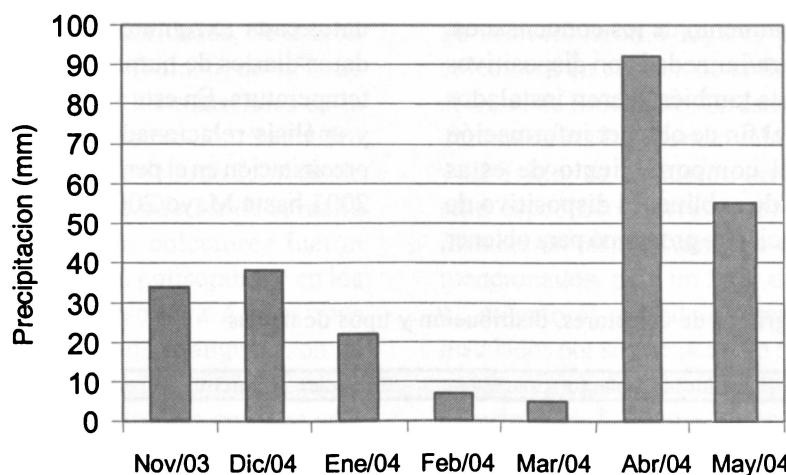
Lugar	Sitio	Colector	Malla	Elevación (m.s.n.m.)	N	W
LA MONTAÑUELA	I	1	50%	1784	4° 27' 16,2"	76° 11' 44,6"
		2				
	II	3		1794	4° 27' 16,2"	76° 11' 42,0"
		4	35%			
EL EUCALIPTO	III	5		1817	4° 27' 33,2"	76° 11' 9,9"
		6	35%			
LAS TORRES	IV	7				
		8	50%			
	V	9		1838	4° 27' 44,3"	76° 10' 48,3"
		10	35%			
EL TRILLO	VI	11		1715	4° 27' 55,6"	76° 10' 38,1"
		12	35%			

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Variación de la Precipitación

Con base en los registros de precipitación mensual, se observó que los datos de lluvia en los lugares La Montaña, El Eucalipto y Las Torres, no presentaban mayores diferencias, aunque con una ligera tendencia a una mayor precipitación en La Montaña. Una situación particular se presentó en El Trillo, donde no solo se obtuvieron diferencias significativas de la precipitación mensual con respecto a las tres primeras ubicaciones, sino que también se obtuvo para todos los meses el menor registro de lluvia, convirtiéndolo no solo en el sitio más seco desde el punto de vista de la lluvia caída, sino que también se obtuvieron allí los registros de menor producción de colección de neblina. El promedio de la precipitación acumulada en las tres primeras ubicaciones y para el período estudiado de 7 meses fue de 253mm, mientras en El Trillo dicho promedio correspondió a 161mm.

En la Figura 3 se presenta la distribución promedio de precipitaciones mensuales en el período de estudio y correspondiente a los lugares La Montaña, El Eucalipto y Las Torres. Los datos de precipitación mensual de la Figura 3 corresponden al promedio de las tres estaciones. Se observa que la temporada más seca ocurrió en los meses de Febrero y Marzo, con precipitaciones de 7 y 5 mm/mes respectivamente. En la Tabla 2 se observa la información promedio para las mismas ubicaciones sobre la ocurrencia de días con lluvia y sin lluvia. Los meses más secos correspondieron igualmente a Febrero y Marzo, donde en el 87% de los días del mes en promedio no se presentaron precipitaciones. Abril y Mayo presentaron la misma ocurrencia de días con lluvia, pero Abril fue un mes más húmedo ya que presentó 92mm/mes contra 55mm/mes de Mayo.

**FIGURA 3.** Hietograma mensual en las locaciones La Montañuela, El Eucalipto y Las Torres**TABLA 2.** Frecuencia mensual de días secos y húmedos en las locaciones La Montañuela, El Eucalipto y Las Torres

Mes	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
# de días con lluvia	11	9	6	3	4	14	14
# de días sin lluvia	19	22	25	26	27	16	17

#### 4.2. Variación de la Colección de Neblina y Lluvia

De todas las locaciones evaluadas, los colectores instalados en Las Torres presentaron las mayores tasas de rendimiento de colección de agua en  $\text{L/m}^2\text{-día}$ . Las locaciones La Montañuela, El Eucalipto y El Trillo le siguieron en orden de producción. La anterior situación teniendo en cuenta el promedio de producción de agua de la locación respectiva en el período Nov/2003 – Mayo/2004 y considerando tanto la colección de neblina como de lluvia en los colectores. En la Tabla 3, se presentan

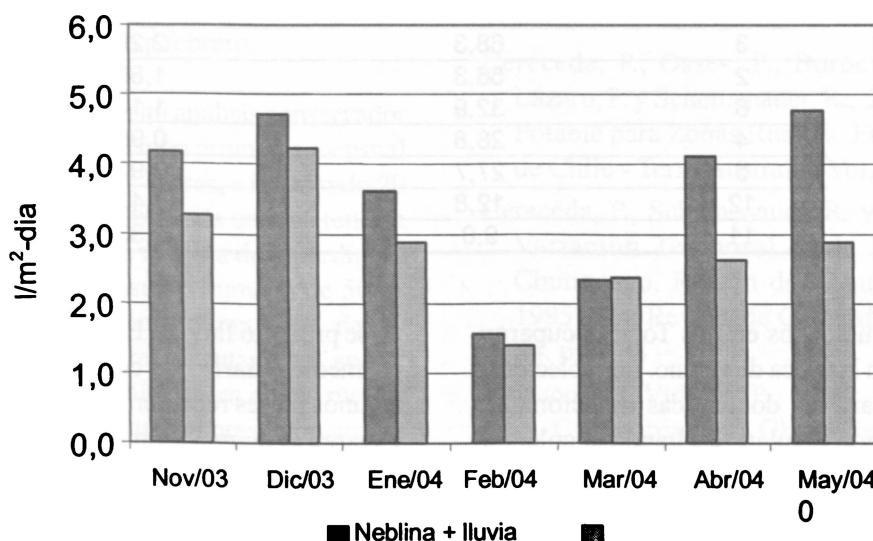
los valores de rendimiento de cada uno de los colectores en orden de importancia y considerando todo el período evaluado. Se observa que los primeros tres lugares corresponden a los colectores 10, 9 y 7, instalados en Las Torres. La producción de neblina + lluvia en cada uno de estos colectores estuvo por encima de  $2,8 \text{ L/m}^2\text{-día}$ , con un máximo de  $3,7 \text{ L/m}^2\text{-día}$  para el colector No 10 entre Nov/2003 – May/2004. Este último obtuvo siempre los mayores índices de colección tanto de neblina y precipitación, como solo de neblina.

**TABLA 3.** Colección promedio de neblina y lluvia en el período evaluado Nov/2003 – May/2004, a partir del colector más productivo.

Colector #	Promedio Mensual ( $\text{l/m}^2$ ) en 210 días	Promedio Diario ( $\text{l/m}^2$ ) en 210 días
10	110,3	3,68
9	88,3	2,94
7	86,0	2,87
1	75,8	2,53
8	65,1	2,17
2	51,4	1,71
3	43,7	1,46
6	19,5	0,65
4	19,1	0,64
5	16,2	0,54
12	5,5	0,18
11	4,3	0,14

En La Figura 4 se presenta la variación temporal de colección tanto de neblina y lluvia, como solo de neblina (en los días sin lluvia) del período de estudio para el colector 10 de Las Torres. En este colector, los meses más productivos de neblina y precipitación fueron mayo y diciembre con aproximadamente 4,8 L/m<sup>2</sup>-día para ambos meses. Lo anterior debido en buena parte a los

aportes de la precipitación en estos meses. Considerando los días sin lluvia en este colector, se observa que para la colección de neblina el mes más productivo fue Diciembre con un promedio de 4,3 L/m<sup>2</sup>-día. El colector 1 en la Montaña también presentó una buena producción, con un promedio de 2,5 L/m<sup>2</sup>-día.



**FIGURA 4.** Variación mensual de colección de neblina y precipitación (días con o sin lluvia) y solo de neblina (días sin lluvia) en el colector 10 – Las Torres

Un análisis más específico considerando la colección conjunta de neblina y lluvia en los colectores para el período seco Enero – Marzo y el período más húmedo Abril – Mayo, se presenta en las Tablas 4 y 5 respectivamente. En el lugar Las Torres se tienen los

colectores más productivos, y se destaca el colector 10 que siempre presentó en todos los casos los índices de producción más altos, con valores promedio de 2,54 L/m<sup>2</sup>-día en la época de estiaje enero – marzo, y de 4,53 L/m<sup>2</sup>-día en la época húmeda Abril – Mayo.

**TABLA 4.** Colección promedio de neblina y lluvia en el período seco Ene/2004 – Mar/2004, a partir del colector más productivo.

Colector #	Promedio Mensual (L/m <sup>2</sup> ) en 91 días	Promedio Diario (L/m <sup>2</sup> ) en 91 días
10	76,3	2,54
7	62,2	2,07
9	54,3	1,81
8	44,3	1,48
1	38,6	1,29
2	25,3	0,84
3	23,9	0,80
4	9,1	0,30
6	8,0	0,27
5	6,8	0,23
12	1,8	0,06
11	1,6	0,05

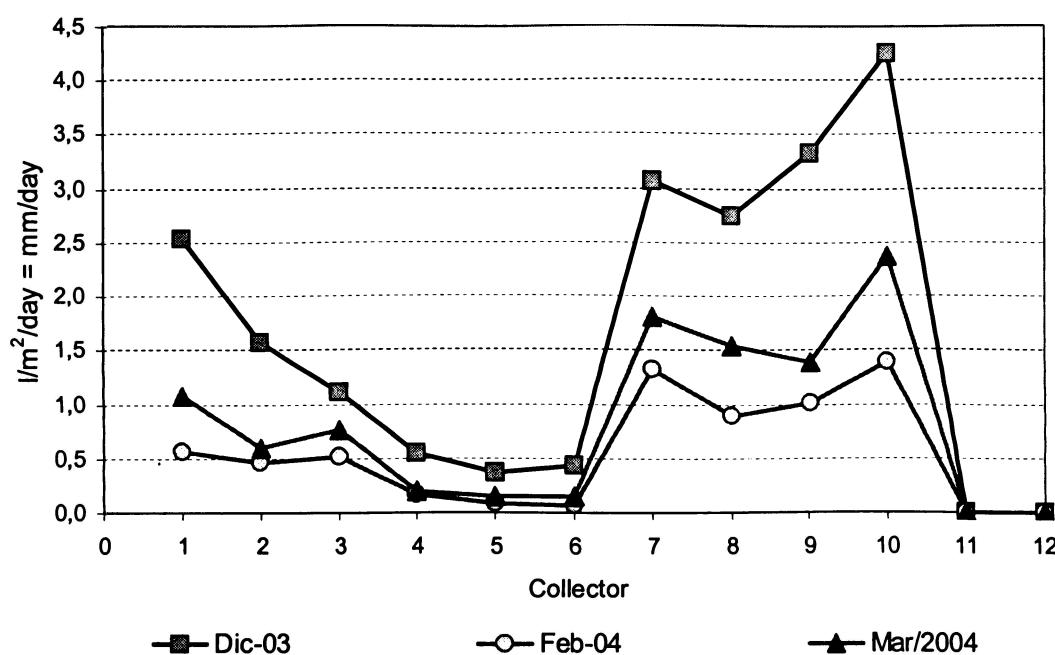
**TABLA 5.** Colección promedia de neblina y lluvia en el periodo húmedo Abr/2004 – May/2004, a partir del colector más productivo.

Colector #	Promedio Mensual (l/m <sup>2</sup> ) en 61 días	Promedio Diario (l/m <sup>2</sup> ) en 61 días
10	135,9	4,53
9	107,7	3,59
1	105,3	3,51
7	101,0	3,37
8	78,8	2,63
3	68,3	2,28
2	56,3	1,88
6	32,9	1,10
4	28,8	0,96
5	27,7	0,92
12	12,8	0,43
11	9,0	0,30

Todos los colectores ubicados en Las Torres ocuparon los primeros lugares en la época de verano. Los colectores de La Montañuela para las dos épocas mencionadas tuvieron una producción regular, resaltando el colector 1 con un promedio de 1,3 L/m<sup>2</sup>-día en el verano y 3,5 L/m<sup>2</sup>-día en el invierno.

El análisis consideró también la colección de neblina de los días en que ocurrieron lluvias, y en aquellos días donde

no se presentó lluvias. El siguiente análisis considera los promedios diarios de colección de los días secos para algunos meses representativos como diciembre, febrero y marzo (Figura 5). En todos los colectores, diciembre resultó ser el mes de mayor rendimiento en colección de neblina considerando los días sin lluvias. Un análisis muy interesante resultó de comparar la colección promedio diaria de solo neblina en los días secos de diciembre con aquella de meses de verano como febrero y marzo.

**FIGURA 5.** Variación de la colección promedio diaria de neblina (días sin lluvia) en todos los colectores para los meses diciembre, febrero y marzo.

Con base en los datos de la Figura 5 y comparando la colección promedio diaria de neblina en días secos entre en los primeros 10 colectores, se encontró que Diciembre es 2,2 veces más productivo que marzo, mientras que con respecto a febrero, diciembre es 3,6 veces más productivo. También es importante resaltar que entre Febrero y Marzo que son meses secos y que presentan un comportamiento muy similar de lluvias (Figura 3 y Tabla 2), la colección de neblina fue más eficiente en marzo en 1,6 veces con respecto a febrero.

En un escenario hipotético y para un análisis conservador en el que se considere una producción promedio mensual de 4,0 L/m<sup>2</sup>-día en el sitio de Las Torres, e instalando 20 colectores operacionales de 50 m<sup>2</sup> cada uno, se tendría una producción total de agua de neblina de 4 m<sup>3</sup>/día. Si se supone una dotación de consumo humano de 50 L/hab-día, se podría abastecer una comunidad de 80 personas diariamente, lo cual representaría un aporte importante a la disponibilidad hídrica en zonas rurales que como la evaluada en este estudio, presentan graves problemas de escasez y contaminación de aguas.

Un último análisis entre los dos tipos de malla evaluada no arrojan resultados concluyentes, puesto que en el lugar La Montañuela, la malla de 50% resultó ser la más efectiva en colección de agua, mientras en Las Torres, la malla de 35% fue la que mostró un mejor comportamiento en la captura de agua atmosférica.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de colección de neblina obtenidos a la fecha en los Andes colombianos son muy positivos, y conducen a pensar que la implementación de esta tecnología mediante grandes colectores operacionales aportaría una contribución importante a la solución de la escasez de agua en zonas de ladera con problemas de disponibilidad de agua. Las locaciones Las Torres y La Montañuela presentaron los mejores índices de producción de neblina, y son los sitios potenciales para instalar proyectos de atrapanieblas. Especial importancia tiene las Torres en época de verano, pues fue el sitio más productivo de toda el área de estudio, con un promedio aproximado de 2,0 L/m<sup>2</sup>-día para el período seco Enero – Marzo. Diciembre resultó ser el mes más productivo en colección de neblina en días sin lluvia con un promedio de 4,3 L/m<sup>2</sup>-día. No se obtuvieron resultados concluyentes entre la efectividad de las mallas evaluadas de 35% y

50% polisombra. Se observó igualmente que los colectores de neblina evaluados son también instrumentos efectivos para colectar el agua lluvia en épocas húmedas. Diciembre y Mayo resultaron ser de gran producción de neblina + lluvia, con promedios mensuales de 4,8 L/m<sup>2</sup>-día.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Cereceda, P., Osses, P., Boroevic, X., Larraín, H., Lázaro, P. y Schemenauer, R., 2000. La Niebla, Agua Potable para Zonas Rurales. En: Revista Geográfica de Chile - Terra Australis, Vol. 45. pp.143 – 160.
- Cereceda, P., Schemenauer, R. y Veláquez, F., 1997. Variación Temporal de la Niebla en el Tofo-Chungungo, Región de Coquimbo, Chile (1987 – 1995). En: Revista de Geografía Norte Grande, Vol. 24. pp. 103 – 111.
- Dawson, T. y Vidiella, P., 1998. Plant-fog Interactions in California and Chile. En: 1st International Conference on Fog and Fog Collection. Vancouver, Canadá. pp. 225-228.
- Global Water Partnership – GWP-, 2000. Agua para el Siglo XXI: De la Visión a la Acción –América del Sur. Document prepared for presentation at the 2nd World Water Forum in The Hague, The Netherlands, March 17 – 22, p. 82.
- Marzol, V. M. y Valladares, P., 1998. Evaluation of Fog Water Collection in Anaga (Tenerife, Canary Islands). En: 1st International Conference on Fog and Fog Collection. Vancouver, Canadá. pp. 449-452.
- Molina, J. M. y Escobar, C. M., 2004. Collection of Fog Water at the Andes Mountain Range of Southern Colombia. Document prepared for presentation at the 3rd International Conference of Fog, Fog collection and Dew. Cape Town, South Africa, October 11 – 15. p. 16.
- Molina, J. M., Escobar, C. M., Durán, C. V., 2004. Fog Water in Southern Colombia. En: Fog Quest Newsletter No. 13, Toronto, Canadá. June. p. 3.
- Schemenauer, R. y Cereceda, P. (a)., 1994. Fog Collection's Role in Water Planning for Developing Countries. En: Natural Resources Forum, Vol. 18. pp. 91 – 100.
- (b). 1994. A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-elevation Regions. En: Journal of Applied Meteorology, Vol. 33, No. 11, November. pp. 1313 – 1322.

