

LAS PRECIPITACIONES OCULTAS Y LA DESERTIFICACION SUS APLICACIONES A LA AGRICULTURA

Andrés N. ACOSTA BALADON (1)

en colaboración con

Alain GIODA (2)

A.M.E.(3)/Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay

El presente trabajo llama la atención sobre el enorme potencial hídrico que suelen encerrar las hoy denominadas "*precipitaciones ocultas*", precisamente presentes en las regiones de más bajas precipitaciones como pueden ser los desiertos de Atacama, Namibia, Península Arábiga, así como las islas de bajo relieve de los archipiélagos de Canarias y Cabo Verde, cuya pluviometría oscila entre los 1 y 150 mm anuales.

En buena parte de los desiertos del mundo, el Hombre ha tenido en su formación una buena parte de responsabilidad ya sea acelerando algunos procesos o participando activamente en la masacre de los bosques existentes en zonas de muy frágil equilibrio como el producido en la conocida "*Pampa del Tamarugal*" en el desierto de Atacama-Chile, bosque destruído a fines del siglo pasado en beneficio de una incipiente minería.

Los trabajos realizados durante los últimos 30 años por diferentes investigadores en Chile, Perú, Cabo Verde, Israel, islas Hawai, etc., para determinar la importancia de las mencionadas precipitaciones y las posibilidades de, mediante aplicaciones a la agricultura, poder recuperar vastas zonas devastadas y la mejora de las condiciones de vida de muchos asentamientos humanos que viven con enormes carencias, facilitándoles agua potable a bajo costo y para el riego de un pequeño huerto de subsistencia, se han convertido hoy día en realidad y sólo será necesario una buena política de vulgarización de ciertas técnicas, muchas de las cuales inspiradas en observaciones de la propia naturaleza.

El autor, quien ha tenido la suerte de durante 20 años trabajar en la mayor parte de las zonas que se mencionarán, sólo o en colaboración con los principales investigadores sobre el tema, avala con documentos gráficos y resultados obtenidos en diferentes ensayos, cuyos resultados se exponen.

Como el tema es relativamente poco conocido así como el significado y lo que abarcan las denominadas "*precipitaciones ocultas*", trataremos de, en primer término, ensayar una definición, expresando que designamos con tal denominación a todo aporte de agua al suelo o a las plantas que no sean registradas por los métodos convencionales de medida, como el pluviómetro. En consecuencia esta definición abarca el aporte de agua de las nieblas que algunos definen como "*precipitaciones horizontales*", el aportado por el rocío y las heladas y la absorbida por las plantas, directamente del vapor atmosférico del aire.

Las zonas de más baja pluviometría del mundo, suelen contar paradójicamente con un importante recurso natural renovable, cuyos valores alcanzan aveces cifras que los hace inverosímiles. Zonas costeras correspondientes al desierto de Atacama que se extiende a lo largo de 3700 km de Chile y Perú, Namibia, islas de bajo relieve de los archipiélagos de

(1) Agrometeorólogo, Ex-Experto de la OMM,
Paseo Canalejas 57/61-7a, 37001 Salamanca, España

(2) Hidrólogo, Encargado de Investigaciones,
ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cx 1, Francia

(3) Asociación de Meteorología Española

Canarias y Cabo Verde, Yemen, Omán, islas Hawai, Baja California, etc., cuentan con ese recurso y sus valores pluviométricos están entre 1 a 150 mm anuales.

La presencia en zonas de tan baja pluviometría, de un bosque como el conocido con el nombre de "*Pampa del Tamarugal*", constituido por ejemplares de *Prosopis tamarugo* Phil. casi exclusivamente en el desierto de Atacama, bosque casi completamente arrasado a fines del siglo pasado en beneficio de una incipiente minería que lo usó como carburante; la presencia de la laurisilva en las islas Canarias con necesidades hídricas no inferiores a 1000 mm y con solo unos 500, en el mejor de los casos, fueron una constante preocupación de agrónomos, ingenieros forestales, meteorólogos, así como hidrólogos, al comprobar que sus cálculos con los métodos convencionales para los abastecimientos de agua acumulada en los diferentes acuíferos (pozos y galerías), no cerraban extrayendo mucho más de lo que por las lluvias producidas se podía esperar. Todo ello hizo sospechar en un aporte de agua, que al no ser medido por los pluviómetros, a pesar de su enorme importancia, no se tenía en cuenta. De aquí el nombre que englobaba a este tipo de aportes: "*precipitaciones ocultas*".

El Frayle dominicano, Bartolomé de las Casas que a partir de 1502 inicia sus primeros viajes hacia América, nos describe en 1524, al pasar frente a la isla canaria de Hierro con claridad meridiana, la presencia del famoso árbol santo, el "*Garoé*" y el fenómeno físico que sobre su copa se desarrollaba, de la siguiente forma: "*este árbol siempre tiene una nubecilla encima de su copa que chorreaba constantemente agua que el Hombre se las ingenió para llevarla a una fuente de donde beben seres humanos y animales, salvándose en épocas de grandes sequías*".

Hoy día existe en Canarias y también en Cabo Verde, toda una "*red de abastecimiento*" a partir de árboles a los cuales se les ha impermeabilizado la base correspondiente a su copa con cemento o plásticos. La información que Don Zósimo Hernández Martín, antiguo Guarda Forestal de ICONA en Hierro, venía recopilando sobre la mitología existente alrededor del "*Garoé*" y otras formas de obtención de agua por los antiguos pobladores de dicha isla, hizo que durante una sequía extraordinaria ocurrida en 1945, se decidiera a plantar una "*Sabina*" (*Juniperus phoenicea*) precisamente en el mismo lugar en que las referencias ubicaban al famoso "*Garoé*" el que fuera derribado por un vendabal en el año 1610. Canalizó el agua que chorreaba del árbol hacia una cisterna de 40 m³ la que con la sorpresa de todos en poco tiempo vieron llenarse. Entusiasmado con este resultado, ensaya de inmediato encontrar soluciones para el problema de abastecimiento de agua potable que cada año en ocasión de las festividades religiosas, sufrían los miles de peregrinos que acudían a Cruz de los Reyes. Acondicionó varios árboles y construyó sucesivamente 3 nuevas cisternas de 50, 80 y 90 m³, respectivamente, dotándolas de grifos que permiten el uso directo.

Durante la sequía de 1942, ocurrida en las islas de Cabo Verde, un campesino, Don Hermógenes Gonçalvez quien había observado cómo las plantas de "*Garrapato*" (*Furcroya gigantea*), hojas largas y acanaladas chorreaban agua en los días de nieblas, decidió acondicionar las hojas, perforándolas en su base y concentrando el líquido que recogía en un recipiente instalado en derredor de su tallo. Recogía de 10 a 20 litros por noche de niebla (próximo a los 200 anuales). El autor tuvo la satisfacción de visitarlo en 1980 y comprobar que tenía toda una red de captación compuesta por unas 60 plantas de las que recogía una media de 400-600 litros por día, resolviendo así no solamente su problema doméstico sino que le permitía mantener un pequeño huerto de subsistencia, ejemplo seguido por algunos vecinos.

En los años 1961-62, el Ing° Agr. portugués F. Reis Cunha, preocupado por los problemas que sufrían periódicamente los habitantes de Cabo Verde por las sequías, después de una exhaustiva recopilación de información sobre el tema de condensaciones y captaciones en el mundo, ataca el problema por "*varios frentes*", usando todos los métodos que los documentos obtenidos le sugerían (mallas de tela mosquitera, muros de piedras, vegetación, etc.).

En la localidad de Masroob-El Jebel, región de Salalah en Omán, se obtuvieron 70 m³ de agua durante la duración del Monzón, 75 días, con la captación efectuada por dos árboles, un olivo y dos *Rhamnus* que vierten su colecta en un estanque construido a tales efectos a sus pies. Es decir, 940 litros diarios.

Es casi una obligación citar el caso de las investigaciones de Teodosia por ser uno de los ejemplos más conocidos. En efecto, Hitler da cuenta en 1925 a la Academia de Agricultura de París, de los descubrimientos efectuados durante la ejecución de unos trabajos de forestación y construcción de una red para aportar agua a la ciudad mencionada en Crimea, en el año 1871, después que sufriera una catastrófica sequía. Allí se descubre una tubería de gres de 5-7 cm de diámetro las que terminaban en el emplazamiento de 114 fuentes secas. Estudios posteriores determinaron la presencia, en las crestas montañosas del lugar de unos 350-400 metros de altitud de unos gigantes muros de piedras calcáreas apiladas en forma de pirámide truncada de 30 m de largo por 25 m de ancho y 10 m de altura. Cálculos posteriores del Ing° ruso Zibold, ejecutor de los trabajos, lo condujeron a la conclusión de que Teodosia era abastecida de $720 \text{ m}^3/\text{día}$, procedentes del vapor que esos enormes muros de piedras esparcidos a lo largo de 3km, condensaban en su interior. Con la acumulación de información y el conocimiento de las condiciones climáticas de la región de referencia, hoy día no nos parecería inverosímil los valores descritos puesto que es posible que en la captación participaran acumulando efectos varios fenómenos a la vez: rocío, nieblas y condensaciones directas del vapor de agua atmosférico, dado la proximidad a las costas del Mar Negro, altitud y vientos dominantes.

Los trabajos efectuados durante los años 1930 por Chaptal y Knapen, respectivamente, en Francia sobre las "*condensaciones ocultas*", buscando la justificación de la participación de otras fuentes de humedad para los cultivos en la región de Montpellier, sin cuyo concurso era imposible observar el desarrollo normal, dado sus necesidades hídricas, pusieron en evidencia la cuantía y procedencia de esas otras fuentes.

Si bien es cierto que las mediciones de rocío en el mundo, no son cuantitativamente importantes, 150 mm anuales en el mejor de los casos, debemos tener claro que ningún ser vivo puede subsistir sin el agua y cuando nos encontramos frente a una colonia de seres en un medio en que creemos ella no existe, debemos investigar el mecanismo que ellos utilizan para hacerse de ella. *A priori*, debemos saber que la mayor parte de las especies vegetales, a falta de agua en el suelo para ser utilizada por sus medios naturales, las raíces, utilizan su follaje para absorber el vapor de agua de la atmósfera, cuando la humedad relativa del aire alcanza los valores del 78% y en numerosísimos casos con valores inferiores aún. Que en muchos casos humedad del aire, rocío y nieblas, se complementan creando vida donde no existe por una baja pluviometría o cuando lo es casi nula.

En el año 1957 se funda la Universidad del Norte, hoy Universidad Católica del Norte en Antofagasta-Chile. Por azar, coincide que entre sus profesores se constituya un verdadero equipo internacional, integrado por el sacerdote uruguayo Germán Saa, el Ing° Agr. peruano, Miguel Valdez y el Físico chileno Carlos Espinosa. Su Universidad situada en pleno desierto de Atacama, hizo que pronto vislumbraran las posibilidades que la capa de estratos presente en el lugar casi cotidianamente ofrecían para resolver los problemas de abastecimiento de agua potable para las pequeñas poblaciones existentes en la costa y en las proximidades de explotaciones mineras también cercanas. Teniendo en cuenta que la pluviometría alcanzaba tan solo una media anual comprendida entre 1 a 15 mm, se decidieron a comenzar ensayos tendientes a cualificar y más tarde a cuantificar los recursos que esos verdaderos ríos aéreos ofrecían para la solución de los más urgentes problemas de abastecimientos. Germán Saa y Miguel Valdez por un lado y Carlos Espinosa por otro, inventan y ensayan sucesivamente aparatos compuestos básicamente por hilos de nylon montados sobre diferentes soportes, obteniendo desde los comienzos respuestas alentadoras para continuar con tal empeño, de casi 2 litros por m^2 de superficie expuesta. Estos ensayos serán la base de un sinnúmero de otros que posteriormente se han expandido por el mundo, sin que la mayor parte de las veces, desgraciadamente, se haga mención a la fuente de inspiración.

Los sueños de estos pioneros, se vieron transformados en realidad durante el mes de julio de 1991, cuando con la colaboración del Gobierno de Canadá, se obtienen los fondos necesarios para perfeccionar los métodos e instalaciones que desde 1984, venían ensayando la Corporación Nacional Forestal de Chile con la colaboración de las Universidades chilenas en El Tofo, todo una red de mallas captadoras con rendimientos

cercanos a los 5 litros/m²/día, necesarios para obtener los 12 m³/día de agua potable para abastecer la población pesquera, de unos 330 habitantes, de Chungungo con una dotación estimada de acuerdo a los organismos sanitarios de 40 litros por persona/día. En esto no podemos dejar de mencionar los aportes efectuados antes, siguiendo la misma orientación, de Organismos chilenos como la CORFO (Corporación y Fomento) y CONYCYC que financiaron el Proyecto CAMANCHACA (1968-1972) que llevaron adelante seminaristas y estudiantes de la Universidad Católica del Norte, así como los aportes de UNESCO (1987).

Las investigaciones de los mencionados pioneros de la Universidad del Norte, ya nos habían dejado claro que el volumen a captar dependía del contenido líquido del vapor, la velocidad del viento y altitud, principalmente.

Debemos agregar un mérito más al sacerdote uruguayo, Germán Saa, fallecido en Bolivia en 1968, y lo es el de ser también el precursor en la aplicación de estas precipitaciones a la agricultura, pues, al inicio de sus ensayos también plantó algunos árboles en condiciones de extrema aridez, a los que ayudó en sus primeras fases de desarrollo con el agua obtenida a partir de sus captores. Muchos de ellos se pudrieron por exceso!!!, pero, quedó el hoy famoso cyprés que da el nombre al cerro donde se encontraba.

La utilización de diversos métodos y aparatos para la captación, no siempre permite la comparación de resultados (uso de diferentes tipos de mallas, muros de piedras, vegetación, etc.). Este problema, felizmente fue, de cierta manera, resuelto por el físico alemán Johannes Grunow quien en el año 1952, trabajando sobre el mismo tema en la Meteorología alemana de Hohenpeissenberg, inventa el aparato que llevará su nombre, consistente en un cilindro de malla metálica de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura fijado sobre la boca de un pluviómetro de 200 cm² de boca. A su lado otro pluviómetro normal que servirá de testigo. Dicho aparato fue aceptado por la OMM en 1953 lo que al standardizar el método, ha permitido una mejor comparación de resultados en diferentes lugares.

Los resultados obtenidos en ciertas regiones de producción de nieblas de baja pluviometría, ratifican o justifican la presencia de la lujuriante vegetación a la que hemos hecho referencia.

Uno de los primeros investigadores que usó el captor de Grunow, fue el sudafricano F. Nagel en Montaña Mesa (El Cabo-Africa del Sur), en observaciones realizadas durante un año (1954-1955), obteniendo uno de los rendimientos más altos conocidos, 3294 mm. Valores muy superiores obtiene el Físico chileno Eduardo Zuleta en Antofagasta, aunque su ensayo (Cerro Moreno), fue instalado en un lugar atípico, en el seno de la capa de estratocumulos, presente durante la mayor parte del año y el autor, en ensayos que mencionaremos con nieblas en el valle de La Orotava-Tenerife (1971) y Serra de Malagueta en la isla de Santiago en Cabo Verde (1979-1980) y con rocío en cultivos enarenados en Oran-Argelia (1977).

La tiranía de tiempo y espacio nos impide mostrar todos los resultados y ensayos efectuados últimamente y que fortifican nuestra certidumbre de la enorme importancia que tienen las precipitaciones ocultas en los balances de agua y sus aplicaciones a la agricultura en regiones áridas. No obstante, quiénes se interesen por el tema tienen a su disposición la lista de una extensa bibliografía, actualizada a mayo de 1992 que ofrecemos aparte y la documentación gráfica que exponemos.

De todas maneras el autor se permitirá exponer a ustedes los resultados obtenidos en los ensayos de Serra Malagueta, localidad situada a 900 metros de altitud en la isla de Santiago-Cabo Verde. Las islas son como las Canarias de origen volcánico y con una enorme similitud desde el punto de vista climático.

1979 1980	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Total (mm)
Pluvio.	3,5	0	0	4,1	0,5	0	0	0	17,5	477,4	179,2	16,3	698,5
Pluvio. CON Grunow	159,1	139,6	63,9	107,6	228,8	146,4	448,5	423,3	395,1	1333	936,8	492,8	4874,9

Como puede observarse los valores registrados como aportes de las nieblas, constituyen casi 4 veces la pluviometría anual de Galicia y son recursos naturales renovables, que han permanecido allí, rompiéndonos los ojos, en pleno desierto, mientras gastamos millones de dólares para reunirnos y hablar de los "avances del desierto", sin tomar medidas concretas para detener el proceso.

Si tenemos en cuenta que durante el año el Hombre destruye 15 millones de ha de floresta de las cuales 6 millones se transforman en desiertos irreversiblemente, podemos expresar sin temor a equivocarnos, que no existe en el mundo por el momento una política real, sincera, de combate contra la desertificación. Resumiendo podemos expresar:

a) que las precipitaciones ocultas constituyen un recurso natural renovable muy importante y capaz de resolver muchos problemas, a bajo costo, en millones de hectáreas, desde el punto de vista agrícola y la creación de nuevos asentamientos humanos en vastas regiones del mundo, dotándolos de agua potable, como pueden ser a lo largo de la costa del Océano Pacífico de Chile y Perú entre los paralelos 8 y 32° de lat. sur, desierto de Namibia, islas de Cabo Verde, Omán, Yemen, etc.

b) que en zonas de mayor desarrollo económico como las de Baja California, Arizona e islas Canarias, las aplicaciones agrícolas de algunas formas de las precipitaciones mencionadas, constituyen una realidad desde hace muchos años, siendo la isla de Lanzarote en Canarias con más de 2 siglos de explotaciones agrícolas con su peculiar agricultura, la precursora en la forma de aprovechamiento del rocío y humedad del aire, produciendo con tan solo una pluviometría anual de 145 mm.

c) que está probado que muchos cursos de agua permanentes existentes en zonas desérticas como pueden ser El Mineral en Fray Jorge-Chile, Flamenco en Cabo Verde, en Perú, islas Canarias, etc., son de exclusiva responsabilidad originadas por las nieblas costeras..

d) que muchos de esos recursos se pierden en el mar sin ser utilizados por falta de identificación.



Cáceres 92
Capital Cultural de Extremadura



1492 - 1992

QUINTO CENTENARIO

ENCUENTRO METEO 92

I CONGRESO IBEROAMERICANO
DE METEOROLOGIA

V CONGRESO INTERAMERICANO
DE METEOROLOGIA

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
Y TRANSPORTES

INM INSTITUTO
NACIONAL
DE METEOROLOGIA

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 36-062 exp1

Cote B

P4 IX

03 NOV. 1992

ESPAÑA. OCTUBRE 1992

17

I CONGRESO IBEROAMERICANO DE METEOROLOGIA
V CONGRESO INTERAMERICANO DE METEOROLOGIA
XXII JORNADAS DE LA ASOCIACION METEOROLOGICA ESPAÑOLA

(1 al 9 Octubre de 1992)

M E M O R I A

SEGUNDA PARTE

M A D R I D E S P A Ñ A

OCTUBRE

AÑO 1992