Capítulo IV - Resultados y discusión

Fredi Portilla Farfán

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

PORTILLA FARFÁN, F. Resultados y discusión. In: *Agroclimatología del Ecuador* [online]. Quito: Editorial Abya-Yala, 2018, pp. 61-129. ISBN: 978-9978-10-492-7.
<https://doi.org/10.7476/9789978104927.0004>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença [Creative Commons Atribuição 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

CAPÍTULO IV

Resultados y discusión

Las variables estudiadas en este trabajo fueron:

La temperatura en grados centígrados (°C): mínima absoluta, media de mínimas, media, máxima absoluta y media de máximas anuales. Igualmente por su relevancia para considerar algunas cuestiones estacionales se estudia la temperatura media anual de mayo y de agosto.

La precipitación o lluvia en mm: la media anual, la mediana, la media anual de mayo y agosto, los percentiles 20 y 80, la lluvia máxima en un periodo de 24 horas (media anual, mediana, media de mayo, media de agosto, percentil 20 y percentil 80, periodos de retorno en 10 y 100 años).

La humedad relativa en %: media anual, media de mayo y de agosto.

La velocidad y dirección del viento: media de mayo, media de agosto; frecuencias norte, norte-este, este, sur, sur-este, sur-oeste, oeste y norte-oeste.

La evapotranspiración: calculadas de acuerdo a las fórmulas de Thornthwaite y Hargreaves.

Análisis de la temperatura

La temperatura como uno de los ejes centrales en la determinación del clima, no es una excepción en el caso de la geografía ecuatoriana, cuyo relieve accidentado de la parte central o andina con

elevadas montañas de nieves permanentes domina las llanuras de la verde amazonia y del litoral. Como se desprenderá del análisis comparativo de los registros sistematizados del INAMHI, la temperatura en el Ecuador es diferente de acuerdo a la geografía, así las temperaturas altas propias de un clima tropical están en la costa y amazonia, y las temperaturas templadas y frías en la sierra o región andina.

Capítulo aparte es el estudio de la temperatura de la región insular, cuyo origen volcánico presenta un relieve accidentado que sumado al encuentro de las corrientes submarinas de Humboldt (fría) y del Niño (caliente), modifican la temperatura de las Galápagos, que como se analizará más adelante presenta un clima propio de ésta región del planeta.

Tablas y gráficos

Los datos INAMHI, fueron procesados de acuerdo a lo ya especificado en el apartado de la metodología. Los resultados se pueden apreciar en los anexos respectivos (Anexo 1: Resumen de la temperatura con relleno de datos: tablas y gráficos). Cada una de las estaciones muestran tablas donde están los datos de T_a temperatura máxima absoluta, T'_a ($tmmax$) temperatura media de máximas, T ($tmax$) temperatura máxima, t_m ($tmed$) temperatura media, t ($tmin$) temperatura mínima, t'_a ($tmmin$) temperatura media de mínimas y t_a temperatura mínima absoluta. Cada tabla muestra la realidad década zona donde está ubicada la estación, así las temperaturas más altas se encuentran en las regiones del litoral y amazonía, mientras que las más bajas están en la región andina o sierra.

Una segunda tabla para cada estación meteorológica, muestra una caracterización para una subdivisión de cuatro periodos en el año, unos valores estacionales para: marzo-mayo (periodo invernal intenso), junio-agosto (verano intenso), septiembre-noviembre (invierno leve) y diciembre-febrero (veranillo del niño). Igualmente la realidad que muestra cada estación es el reflejo de la zona de su influencia, pues la región amazónica muestra una uniformidad en temperaturas dentro de su invierno regular a lo largo del año, la región costa una dife-

rencia marcada en los meses del invierno con temperaturas elevadas y de verano con temperaturas bajas; la sierra con valores distantes entre el invierno y el verano pero con un registro de temperaturas absolutas tanto mínimas como máximas registradas en los meses de junio a agosto, que es el verano. La región insular mantiene una casi uniformidad en temperatura durante todo el año.

Los gráficos de cada una de las estaciones, muestran con claridad la variación de las temperaturas, y la equidistancia entre los valores calculados de la temperatura media de máximas y media de mínimas con la temperatura media, así como su distanciamiento o alejamiento de las temperaturas máximas y mínimas. Las líneas que marcan las temperaturas máximas absolutas y las mínimas absolutas, muestran los cambios bruscos de temperatura que existe en el Ecuador.

El Gráfico 4.1 muestra la relación entre la temperatura y la altitud, así a mayor altura menor temperatura y viceversa, concordando con lo manifestado en apartado 1.3.1 de los factores del clima. Este gráfico muestra la ubicación de la zona costera, amazonia e insular a nivel del mar con temperaturas entre 24 °C y 27 °C, mientras que zonas de la región andina entre los 2 000 m y 3 000 m tienen un rango de temperaturas entre los 11 °C y 17 °C.

Gráfico 4.1

Relación entre la altitud (m) y la temperatura media anual (°C)

Elaboración: Autor, 2009

Cartografía

Se debe recordar, que la base de datos utilizado en los mapas corresponde al periodo 1980-2006. Así mismo, los colores utilizados van desde el azul intenso indicativo de la temperatura más baja hasta el rojo para las temperaturas más altas, correspondiendo los puntos de corte a los percentiles 0, 10, 20, 30, 50, 70, 80, 90 y 100.

Figura 4.1
Temperatura media anual - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

TEMPERATURA DEL ECUADOR CONTINENTAL

Para el análisis de la temperatura en el Ecuador continental (periodo 1980-2006), se debe recordar que la altitud tiene su relevancia en las tres regiones naturales. La temperatura media anual en la Sierra (15 °C) está muy distante de la media anual presentes en la Costa y Orien-

te (25 °C) y esto se debe a la influencia de la cordilleras Occidental y Oriental de Los Andes (ver gráficos de Anexo 1). En el mismo orden y a mayor distancia comparativa se ubican las máximas y mínimas absolutas, así en la Sierra se aproximan al cero absoluto o menos como el caso de la estación 135 (Pachamama-Tixán), mientras que en la Costa y Oriente descienden por debajo de 10 °C como el ejemplo de la estación 008 (Puyo); igual el caso de las máximas absolutas que en la Sierra alcanzan los 30 °C (estación 03-Cañar) y en la Costa sobrepasan los 38 °C (estación 005-Portoviejo). Las temperaturas media de máximas y media de mínimas mantienen su equidistancia de la media anual, como lo demuestran los gráficos del anexo 1.

En cuanto a la temperatura media anual (Figura 4.1) la influencia de la altitud de la cordillera de los Andes, cuyos picos nevados permanentes modifican el clima ecuatorial, se muestra en el mapa ocupando la franja central de norte a sur y en un rango de temperatura media anual entre 7.8 °C y 13.7 °C (percentil 0-10). Esta temperatura modifica el clima de la parte central andina ecuatoriana. La siguiente clase o categoría que comprende de 13.7 a 15.7 °C (percentil 10-20), corresponde a un clima frío-templado, propio de las ciudades y campos de las hoyas interandinas, y de las estribaciones de las cordilleras oriental y occidental. El clima templado, predomina en el austro ecuatoriano y las bases de las cordilleras, cuya categoría o clase comprende de 15.7 a 18.7 °C (percentil 20-30). La categoría 18.7-21.5 °C (percentil 30-50), indica la zona subtropical propia de la amazonia sur ecuatoriana, mientras que la categoría 21.5-23.7 °C (percentil 50-70) denota la zona tropical del norte de la amazonia, así como de la franja costera tropical húmeda de la base de la cordillera occidental de norte a sur (provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo, Bolívar, Loja y El Oro). La categoría comprendida entre 23.7 y 24.5°C (percentil 70-80), denota la zona tropical de la zona norte oeste (provincia de Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo y Los Ríos), así también muestra una franja en la zona norte oriental de la amazonia (provincias de Orellana y Sucumbíos), y un nicho en la amazonia central (provincia del Napo).

Los percentiles 90 (80-90) y 100 (90-100), abarcan las zonas tropicales del Ecuador, que comprenden la costa centro occidental (provincias de Manabí, Santa Elena, Guayas y parte de El Oro), así como una franja de la zona del extremo oriental de la amazonia (provincias de Sucumbíos y Orellana).

Figura 4.2
Temperatura media de mínimas anual-Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La temperatura media de mínimas anual (ver Figura 4.2), cuyas categorías o clases sufren un descenso en sus valores de hasta 5 °C con respecto a la temperatura media anual. La ubicación de las categorías es muy similar entre los dos mapas, destacándose que el percentil 70-80, se ubica en la zona central costera interior (cuenca del río Guayas) con mayor intensidad en los meses de julio y agosto, meses fríos para la región Litoral. Por ejemplo la estación MA2V Guayaquil- Radio Son-

da ubicada a 6 m sobre el nivel del mar, presenta una temperatura de media de mínimas de 19.4 °C en julio y agosto; y en la región sierra, la estación M139 Gualaceo ubicada a 2 360 m reporta una media de mínimas para agosto de 5.2 °C, considerado mes caluroso durante el día y frío durante la noche (ver tablas y gráficos del Anexo 1).

Figura 4.3
Temperatura media mínima absoluta anual-Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El mapa de la figura 4.3 denota la ubicación de las temperaturas media de mínimas absolutas registradas en el Ecuador. Nuevamente coincidiendo con el mapa anterior (Figura 4.2.), pero con un descenso de temperatura de unos 2 °C, la distribución se mantiene en todo el territorio continental. Igualmente se mantiene el efecto de descenso en la zona central costera interior (cuenca del río Guayas). Las temperaturas mínimas absolutas registradas entre los años 1980

y 2006, muestran que en la zona andina se registraron temperaturas bajo $^{\circ}\text{C}$, como es el caso de la estación M131 San Pablo de Atenas ubicada a 2 750 m que en los meses desde mayo hasta septiembre reportó temperaturas mínimas absolutas de -4.5°C , -3.5°C , -2.5°C , -3.5°C y -3.5°C , respectivamente (ver Anexo 1). Estas temperaturas se distancian de los valores de la temperatura media, sin embargo la distribución geográfica es bastante similar a la temperatura media anual (ver Figura 4.1).

Figura 4.4
Temperatura media de máximas anual - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Las categorías o clases en cuanto a valores son unos 5°C más altos que las clases de la Figura 4.1. (temperatura media anual) y la distribución geográfica es bastante similar, destacando que las temperaturas más altas de 30°C a 33°C (percentil 90-100) se ubican en

la zona costera centro sur y en el extremo oriental de la Amazonía. Así por ejemplo la estación M292 Granja Santa Inés (UTM) ubicada a 5 m sobre el nivel del mar, registra para el mes de abril la temperatura media de máximas de 33.2 °C, mientras que la estación M136 Chunchi ubicada a 2 245 m y para el mismo mes, reporta 21.4 °C (ver anexo 1).

Figura 4.5
Temperatura media máxima absoluta anual - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La temperaturas medias de máximas absolutas (Figura 4.5) presentan 3 °C más altos que la temperatura media de máximas (Figura 4.4.) y 8 °C respecto a la temperatura media anual (Figura 4.1), sin embargo la distribución geográfica se mantiene, salvo el caso de la zona costera extremo norte occidental (provincia de Esmeraldas), donde reporta un enfriamiento con valores entre los 30 °C a 31 °C

(percentil 50-70). Por ejemplo la estación MA2V Guayaquil ubicada a 6 metros sobre el nivel del mar reporta un promedio anual de máximas absolutas de 36,1 °C, mientras que la estación M103 San Gabriel ubicada a 2 860 m reporta un promedio anual de temperaturas máximas absolutas de 26.2 °C (ver Anexo 1).

Pasamos a fijarnos ahora en los valores estacionales que se pueden consultar en su totalidad en el Anexo 1. Aquí nos centraremos fundamentalmente y dada la continuidad relativa a lo largo del año de la temperatura, en la cartografía de los meses de mayo y agosto.

Figura 4.6
Temperatura media de mayo - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Mayo es el mes del invierno dominante en todo el Ecuador, así en la sierra la temperatura más baja es de 7 °C (percentil 0-10), en el oriente es de 19 °C (percentil 30-50) y en la costa de 26 °C (percentil

90-100). Existe entre 0.5 °C y 1 °C diferencia entre la temperatura media de mayo (Figura 4.6) y la temperatura media anual (Figura 4.1); siendo esta diferencia menor en los percentiles bajos (0-10) con 7 °C a 14 °C, y una diferencia mayor en los percentiles (90-100) que reporta temperaturas entre 26 °C y 28 °C. La distribución cartográfica es muy similar en los dos mapas (Figuras 4.1 y 4.6). Como ejemplo de la diferencia citaremos a la estación M037 Milagro ubicada a 13 metros sobre el nivel del mar, reporta una temperatura media de 26.2 °C en mayo y de 25.5 °C de temperatura media anual (ver anexo 1).

Figura 4.7
Temperatura media de agosto - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Agosto es el mes referente del verano en el Ecuador (Figura 4.7), cuyas temperaturas medias son más bajas que la temperatura media anual (Figura 4.1) en 0.5 °C a 1 °C; y, 2 °C más bajo los per-

centiles 90-100 y 1 °C más bajo los percentiles 0-10 ,que los de la temperatura media de mayo (Figura 4.6). La distribución geográfica es muy similar entre los tres mapas (figuras) ya citados.

Cabe indicar que la región amazónica aunque es la más extensa en territorio es la que menos estaciones meteorológicas dispone, y las que existen al momento no satisface para el análisis de datos. Esto se refleja en la interpolación de estaciones más cercanas realizada y cuyos resultados graficados y dibujados en los respectivos mapas del Ecuador continental presentan distribución de la temperatura un tanto atípica para esta región. Por ejemplo la distribución de la temperatura media anual en la zona norte oriental (ver Figura 4.1).

En síntesis los resultados de temperatura del Ecuador continental de una manera general concuerdan con lo expuesto por el investigador Schwerdtfeger (1976) quien destaca la variación de temperatura una zona geográfica pequeña donde la altitud es un factor determinante. La diferenciación de climas expuesta por Neill y Jorgensen (2009) de las tres regiones naturales reafirma lo dicho que la altitud es un factor regulador del elemento temperatura, así mientras más alta es la meseta andina, mayor cantidad de frío existe y viceversa. Así las ciudades ubicadas en la meseta andina, propenden a mantener una temperatura primaveral durante todo el año, mientras que las ciudades de la costa y oriente mantienen temperaturas propias del trópico (ver Gráfico 4.1).

TEMPERATURA DEL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

El Ecuador insular o Islas Galápagos, presenta un cuadro diferente al Ecuador continental, aunque un tanto parecido al de la región Litoral en cuanto a temperaturas. Esta cuarta región natural del Ecuador, no posee elevaciones tan altas como la meseta andina, sin embargo no dejan de tener influencia las montañas y volcanes existentes como reguladores del clima. Sin embargo, son las corrientes marinas fría de Humboldt y la cálida del Niño, las que regulan la temperatura de las islas, concordando así con lo expuesto por el

INAMHI (ver 1.3.1 factores del clima). En la discusión de nuestros resultados ha de tenerse en cuenta que las estaciones disponibles son solo tres y todas ellas por debajo de los 194 m de altitud y que en la generación de los mapas se ha forzado una correlación con la altitud. Del análisis de las tablas y cuadros del anexo 1 (Resumen de temperaturas), las tres estaciones existentes en las islas, presentan una temperatura uniforme a lo largo de todo el año (24 °C), siendo las máximas cercanas a los 30 °C (estación 221- San Cristóbal), y las mínimas no bajan de los 16 °C (estación 192- Bellavista). En forma general se concuerda con lo expuesto por Neill (2009) que aunque los valores son diferentes pero no distantes, esto conlleva a la clasificación climática de zona tropical seca (ver 1.3.3. climas).

Figura 4.8
Temperatura media anual - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La temperatura media anual de las islas Galápagos (Figura 4.8.) es diferente a lo largo del año aunque no distantes como es el caso de la estación M191 Charles Darwin ubicada a 6 m de altitud cuyas medias mensuales de diciembre a mayo alcanzan los 26 °C y de junio a noviembre los 23 °C, es decir 3 °C de diferencia. Igualmente tiene rango de 7 grados entre el percentil 0-10 (17 °C) de la zona de

los volcanes y el percentil 90-100 (24 °C) de la zona costera, denotando de esta manera que la temperatura es templada-cálida. En igual forma se reporta la temperatura de las dos estaciones M192 y M221 (ver Anexo 1).

Comparando con la temperatura media de la región continental (Figura 4.1), se tiene que la temperatura media de Galápagos es inferior en 1 °C al percentil más alto 90-100 (25.2 °C -26.5 °C) que se ubica en la zona costera central y sur, y superior con 10 °C al percentil más bajo 0-10 (7.8 °C -13.7 °C) que se ubica en la zona andina central y norte. Al igual sucede en el territorio continental, el percentil más bajo (0-10) cubre las cúspides de las montañas isleñas, y conforme se descende, los otros percentiles en orden sucesivo van cubriendo el territorio insular hasta llegar al percentil mayor (90-100) que cubre las playas costeras de las islas Galápagos (Figura 4.8).

Figura 4.9
Temperatura media de mínimas anual - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La distribución en el mapa de la temperatura media de mínimas anual (Figura 4.9), no difiere mayormente de la temperatura

media anual (Figura 4.8.); así la temperatura media mínima anual más baja 9.7 °C-17.3 °C (percentil 0-10) se registra en los picos volcánicos de las islas y se ubica en 22,6 °C (percentil 90-100) a nivel de las playas o franja costera de las islas. Existe un descenso de temperaturas de 7 °C a nivel de los volcanes (percentil 0-10) y de 2 °C en las áreas de playas y zonas costeras adyacentes. Los percentiles intermedios (30-70) muestran un descenso de 3°C.

Figura 4.10
Temperatura media mínima absoluta anual - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La temperatura media de mínimas absoluta (Figura 4.10) muestra una distribución similar a la temperatura media de mínimas (Figura 4.8). Se diferencia en cuanto a valores, pues registra un descenso de 12 °C (percentil 0-10) y de 4 °C (percentil 90-100) con respecto a los valores de la temperatura media anual (Figura 4.8), es decir 5 °C menos a nivel de montañas y 2 °C menos a nivel de playas que la temperatura media de mínimas (Figura 4.9).

Figura 4.11
Temperatura media de máximas anual - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Al analizar la temperatura media máxima anual (Figura 4.11) se puede notar la diferencia con la temperatura media anual (Figura 4.8), ya que existen un ascenso de 4°, así en los picos volcánicos de 20.6 a 25.2 °C (percentil 0-10) y en la zona costera de 28.1 °C a 28.4 °C (percentil 90-100). La media de máximas altas se ubica de enero a mayo principalmente como se puede apreciar en el Anexo 1 en lo que corresponde a la estación M221 San Cristóbal.

En cuanto a las temperaturas máximas absolutas anuales (Figura 4.12), en los picos volcánicos registra 26.4 °C (percentil 0-10) y en la zona costera 29.3 °C (percentil 90-100). Es de notar que el rango entre la primera clase y la última, no son más que 3 °C grados, así que la distribución de las máximas absolutas tiende a ser uniforme en todas las islas. Se diferencia en al menos 9 °C de ascenso térmico a nivel de las montañas (percentil 0-10) y de 5 °C de ascenso térmico a nivel de la zona costera de las islas con respecto a los valores de la temperatura media anual (Figura 4.8). La estación M192 Bellavista

de la Isla Santa Cruz reporta la temperatura media de máximas absoluta más alta registrada en el periodo 1980-2006 con 39.8 °C en el mes de marzo (ver Anexo 1).

Figura 4.12
Temperatura media máxima absoluta anual - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Al igual con lo hecho con el Ecuador continental, ahora nos centraremos en los datos estacionales de Mayo y Agosto que se pueden consultar en su totalidad en el Anexo 1.

La temperatura media de mayo (Figura 4.13) denota una distribución parecida a la temperatura media anual (Figura 4.8), pero con valores superiores, así hay un ascenso de 2 °C a nivel de las cúspides montañosas (percentil 0-10) y de 1 °C a nivel de las zonas costeras (percentil 90-100). Este mes presenta un rango de 7 °C de diferencia entre el percentil más bajo (0-10) y el más alto (90-100).

Figura 4.13
Temperatura media de mayo - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.14
Temperatura media de agosto – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La temperatura media de agosto (Figura 4.14) muestra una distribución similar a la de la temperatura media anual (Figura 4.8), con valores de descenso en 2 °C para el percentil más bajo (0-10) y de 1 °C para el percentil más alto (90-100); y de 4 °C a 2 °C de descenso en los mismos percentiles en comparación con la temperatura media de mayo (Figura 4.13). Así por ejemplo la estación M192 Bellavista de la Isla Santa Cruz ubicada a 194 m de altitud reporta una temperatura media de 24.1 °C para mayo y 20.4 °C para agosto (ver Anexo 1).

Análisis de la precipitación

La precipitación o lluvia en el Ecuador, corresponde a dos estaciones climáticas definidas que son el invierno y el verano, pero tiene una distribución especial en los meses del año; así, un invierno intenso en los meses de febrero a mayo y un invierno leve durante los meses de octubre a noviembre, mientras que un verano muy seco durante los meses de junio a agosto y un verano leve conocido como el veranillo del Niño durante los meses de diciembre a enero. Esto se desprende del análisis de los datos de precipitación correspondiente al periodo 1980-2006 proporcionados por el INAMHI (ver tablas y gráficos de los anexos 2 y 3). Al igual que la temperatura, el análisis de la precipitación, se hará por separado del Ecuador continental y de las Islas Galápagos.

Tablas y gráficos

Para el análisis de la precipitación se generaron dos anexos de resultados (2 y 3) con tablas y gráficos que muestran la tendencia, intensidad y frecuencia de la lluvia en el Ecuador continental como en el insular. Las diferentes estaciones llevan en la hoja de cálculo, las iniciales RR al inicio, para diferenciarse de los otros elementos del clima. Del periodo en estudio 1980-2006, la intensidad lluviosa más fuerte se ubica en los meses de febrero-marzo en la costa, abril-mayo en la sierra, mayo-junio en el oriente, mientras que el verano coincide en los meses de julio-agosto y el veranillo del niño (menos intenso) en diciembre-enero. Existe un invierno leve, con menos cantidad de lluvia que regularmente es conocido por los agricultores como las lluvias para la siembra, que ocurre de octubre a noviembre.

Las treinta y ocho estaciones meteorológicas continentales, distribuidas en las tres regiones naturales: Costa, Sierra y Oriente, arrojan resultados diversos en cuanto intensidad lluviosa se refiere. Así se puede apreciar en las tablas del anexo 2, que la precipitación media anual en la zona costanera y sierra central-norte, tuvieron un intenso invierno durante los años 1983-1984, 1997-1998 mientras que el oriente y la sierra austral mantenían cantidades de precipitación parecidas con los otros años. Gráficamente se puede apreciar la distribución de la lluvia a lo largo del año en el anexo 3, donde las estaciones ubicadas en la costa ecuatoriana señalan que los meses de intensidad lluviosa son de febrero a mayo, pero esencialmente febrero y marzo donde alcanzan las máximas; mientras que, en la sierra teniendo un periodo invernal parecido en fechas, sin embargo las máximas de precipitación las alcanzan en abril y mayo. La región oriental, si bien muestra un cuadro similar al de las otras regiones teniendo sus máximas precipitaciones en los meses de abril y mayo, su frecuencia lluviosa es casi invariable a lo largo de todo el año. Un cuadro parecido, sucede con el segundo invierno ecuatorial o invierno leve, en el cual las lluvias no son tan abundantes como en periodo de febrero a mayo, pero si son importantes para la agricultura, por cuanto son épocas de siembra en todo el país. Este invierno leve se puede apreciar en el mismo anexo 3, que va desde finales de septiembre a noviembre e inclusive primeros días de diciembre, luego de lo cual le sigue el denominado veranillo del niño que es muy corto, por cuanto la intensidad lluviosa se inicia a mediados o finales de enero de cada año.

La falta de agua en el país se siente principalmente en los meses de julio y agosto, y así lo demuestran las tablas del anexo 2, existiendo algunos años considerados problemáticos para la agricultura y la generación de energía hidroeléctrica como lo fueron los años 1990 y 2001, por ejemplo, cuando el verano se extendió y las cantidades de lluvia dejados por el invierno no fueron las normales.

En el Gráfico 4.2. se puede apreciar la relación entre la altitud y la precipitación media anual, donde la cantidad mayor de lluvia ha

caído desde los 1 000 m hacia abajo, esto corresponde a las regiones costera y amazónica, mientras que en la región andina la precipitación media anual no supera los 1 500 mm de lluvia a 3 000 m de altitud. Un ejemplo es la estación M003 Izobamba ubicada a 3 058 m de altitud reporta 1 431.3 mm de lluvia media anual, y por el contrario la estación M008 INAMHI Puyo (región oriental) ubicada a 960 m de altitud reporta 4 579 mm de lluvia media anual.

Gráfico 4.2
Relación entre la altitud y la precipitación media anual

Elaboración: Autor, 2009

Cartografía

Los resultados de precipitación expresados en imagen cartográfica corresponden a la precipitación media anual, la mediana, los percentiles 20 y 80, y los meses de mayo y agosto. La paleta de colores utilizada, indica que al color rojo ladrillo le corresponde las cantidades (percentiles) más bajas de mm de lluvia, mientras que al color azul intenso le corresponde los valores (percentiles) más altos de precipitación en mm. Los percentiles están organizados en categorías que van: 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-80, 80-90, y 90-100.

PRECIPITACIÓN EN EL ECUADOR CONTINENTAL

Como muestra la Figura 4.15, la precipitación media anual se concentra en la amazonía y en el norte de la costa ecuatoriana

(provincia de Esmeraldas, Los Ríos y norte de Manabí: percentiles del 70 al 100) con valores que llegan hasta 4 700 mm. Las zonas de la costa central y sur, y las estribaciones de la cordillera occidental y oriental (percentil 30-50) marcan valores de 1 100 a 1 900 mm. Por el contrario la región centro norte andina, así como la parte centro occidental de la costa (provincia de Manabí) y extremo sur costanero (provincia de El Oro), son las zonas que menos lluvia anual reciben (percentil 0-10) con valores de 300-900 mm. La zona sur andina tiene valores que van de 1 000 a 1 100 mm de lluvia (percentil 20-30). Por ejemplo la estación M134 Guamote (zona central andino) ubicada a 3 020 m de altitud reporta 422.4 mm de lluvia media anual, frente a la estación M153 Muisne (costa norte) ubicada a 6 m de altitud reporta 2 826.8 mm de lluvia media anual (ver Anexo 2 y 3).

Figura 4.15
Precipitación media anual – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La precipitación mediana anual (Figura 4.16), no difiere sustancialmente en cuanto a la distribución de la lluvia en el territorio continental, aunque si se debe destacar que muestra un valor más bajo en el percentil 0-10 cuyo valor va de 200 mm-800 mm. Y su ubicación en el mapa se concentra más en la sierra central, sur de la costa ecuatoriana y parte central de la provincia de Manabí.

Figura 4.16
Precipitación mediana anual – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

En cuanto se refiere a la distribución de la lluvia del mes de mayo (ver Figura 4.17) difiere de la precipitación media anual (Figura 4.15), ya que se puede ver que el percentil 0-10 con valores de 10 a 70 mm se ubica en la costa sur (El Oro) centro occidente (Manabí), extremo sur Loja) y central de la zona andina, mientras que los percentiles 90-100 con valores de 300 a 480 mm de lluvia cubren la zona centro-norte del Oriente; y, el percentil 50-70 con valores de 150 a

250 mm cubren la zona norte de la costa ecuatoriana (provincia de Esmeraldas), así por ejemplo, la estación M160 El Carmen ubicada a 250 m de altitud reporta 263 mm de lluvia media, mientras que la estación M136 Chunchi ubicada a 2 245 m de altitud reporta 35.8 mm de lluvia media en mayo (ver Anexo 3).

Figura 4.17
Precipitación media anual de mayo – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La distribución de la precipitación en Agosto (Figura 4.18), comparada con la precipitación media anual (Figura 4.15), muestra la zona de la costa central y sur como la más afectada en la con valores de 0-13 mm (percentil 0-10) y de 13-22 mm (percentil 10-20) en las provincias de Loja y hoyas interandinas. La región oriental mantiene los valores más altos de precipitación (percentil 90-100) alcanzando hasta 312 mm de lluvia en el verano, lo cual le convierte en una región que no sufre falta de agua en ningún periodo del año. Igual fenómeno sucede con la provincia de Esmeraldas, al norte de

la costa ecuatoriana (percentil 50-70). Comparado agosto con mayo, los percentiles caen a valores inferiores, así para los percentiles menores (0-10) disminuye entre 10 a 70 mm y para los percentiles altos (90-100) disminuye entre 120 a 150 mm. Para las mismas estaciones enunciadas en mayo, veamos lo que sucede en agosto: estación M160 El Carmen ubicada a 250 m de altitud reporta 43 mm de lluvia media, mientras que la estación M136 Chunchi ubicada a 2 245 m de altitud reporta 2.9 mm de lluvia (ver Anexo 3).

Figura 4.18
Precipitación media anual de agosto - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Al comparar la precipitación de los percentiles 80 y 20 (Figuras 4.19 y 4.20, respectivamente), se confirma la similitud en la distribución de la precipitación vista en la figura 4.15, salvo la característica que presenta la figura 4.19, que ubica un nicho de alta precipitación en la costa norte central y occidental (límites de las provincias de

Esmeraldas, Santo Domingo, Pichincha y Manabí, y zona costera del sur de Esmeraldas) con valores que están entre los 3 100 y 5 000 mm de lluvia (percentil 90-100), algo semejante a lo que ocurre en el centro y norte del Oriente ecuatoriano. Comparando los valores con la precipitación media anual (Figura 4.15), el percentil 80 (Figura 4.19) tiene un ascenso de 200 a 300 mm, mientras que el percentil 20 tiene un descenso de 20 a 130 mm. Por ejemplo la estación M002 La Tola ubicada a 2 480 m de altitud reporta los siguientes valores de lluvia media anual: percentil 20 con 714.1 mm, media anual con 857.8 mm y percentil 80 con 1 008.3 mm (ver anexo 3).

Figura 4.19
Precipitación anual percentil 80 - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.20
Precipitación anual percentil 20 – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

PRECIPITACIÓN EN EL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

Las tres estaciones meteorológicas de la Islas Galápagos, muestran que las precipitaciones de hasta 3 160 mm, (percentil 90-100) se ubican en las cumbres de las bajas montañas y volcanes existentes, y los valores más bajos se encuentran en las playas (zonas costeras) con cantidades que van desde los 250 mm a los 300 mm (percentil 0-10). Así lo demuestra la figura 4.21 correspondiente a la precipitación media anual.

Muy parecida a la figura 4.21, se muestra la de la precipitación mediana (ver Figura 2.22), salvo que sus percentiles muestran valores más bajos, como es el caso del percentil 0-10 con valores de 50 a 100 mm. Esto concuerda con lo expresado en que Galápagos es usualmente seca y casi desértica en las zonas costeras. Neill, y Jorgensen, (2009).

Figura 4.21
Precipitación media anual – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.22
Precipitación mediana anual – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Al analizar el mapa de mayo (figura 4.23) y de agosto (Figura 4.24), la distribución de la lluvia se mantiene como en los mapas anteriores (4.22 y 4.21), sin embargo las cantidades de lluvia caídas distan mucho de las que ocurren en el continente, así agosto presenta valores negativos, que quiere decir simplemente que hay ausencia absoluta de lluvias. (Estos valores negativos son producto de la interpolación de datos entre las tres estaciones existentes). Igual fenómeno ocurre con los mapas del percentil 20 y de la media de agosto (figuras 4.25 y 4.24, respectivamente).

Figura 4.23
Precipitación media anual de mayo – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.24
Precipitación media anual de agosto - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.25
Precipitación anual percentil 20 - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Al analizar la precipitación anual percentil 20 (Figura 4.25), aparecen valores negativos, y esto es debido a la regresión matemática de las tres estaciones existentes, no significando que existan lluvias negativas sino más bien ausencia de las mismas en las zonas que abarcan esos percentiles coloreados en el mapa de color rojo y anaranjado que corresponde a zonas costeras de las islas. Coincide de alguna manera

con lo expuesto en la Figura 4.24 de la precipitación media de agosto, donde también denota la ausencia de lluvias en las mismas zonas.

Figura 4.26
Precipitación anual percentil 80 – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

En el caso de la precipitación percentil 80 (Figura 4.26), la distribución de la lluvia está marcada porque las cantidades mayores se ubican en las cúspides, montañas y las estribaciones de las islas (percentiles de 70 a 100) y las menores en las playas o zonas costeras (percentil 0-10). La distribución en el mapa coincide con la expuesta para la precipitación media anual (ver Figura 4.21). Comparando los valores con la precipitación media anual (Figura 4.21), el percentil 80 (Figura 4.26) tiene un ascenso de 50 a 100 mm, mientras que el percentil 20 (Figura 4.25) tiene un descenso de 300 a 330 mm. Por ejemplo la estación M191 Charles Darwin ubicada a 6 m de altitud reporta 184.7 mm de lluvia para el percentil 20, un valor de 536.5 mm de lluvia media anual y 653.7 mm de lluvia para el percentil 80 (ver Anexo 3).

PRECIPITACIÓN MÁXIMA (EN 24 HORAS) EN EL ECUADOR CONTINENTAL

Para el análisis de la precipitación máxima en 24 horas se ha generado tres anexos para el periodo en estudio (1980 -2006): Anexo

4, que corresponde a una tabla general de cálculo de medias, desviación típica, máximas y mínimas. Anexo 5, que corresponde a tablas y gráficos de las medias, desviación típica, máximas y mínimas. Anexo 6, que corresponde a la tabla Gumbel, de donde se someterá a cartografía los valores correspondientes a T10 tiempo de retorno para diez años y T100 tiempo de retorno para 100 años.

Figura 4.27
Precipitación máxima en 24 horas media anual – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La precipitación máxima en 24 horas media anual (ver Figura 4.27), cuyos percentiles más altos (80 -90 y 90-100) con valores que van de 99 mm a 114 mm y de 114 mm a 148 mm, respectivamente, cubren la zona litoral (norte y central), así como una pequeña zona central de la estribación de la cordillera oriental y parte del norte amazónico. La zona Oriental o Amazonia mantiene los valores comprendidos entre

los percentiles 30 a 80. Por su parte la región andina es cubierta con los percentiles más bajos (percentil 0-10) con valores de 23 mm a 44 mm. La zona austral presenta valores de 44 mm a 51 mm (percentil 10-20), coincidiendo con el criterio expuesto para la zona andina en general. Hay un rango de 90 mm de lluvia máxima caída en 24 horas entre los percentiles 0-10 y el 90-100, y según la distribución en el mapa d la figura 4.27, los territorios que reciben mayor impacto están ubicados en el litoral ecuatoriano y par de la Amazonía. Como ejemplo citaremos a la estación M153 Muisne (zona costa norte) ubicada a 6 m de altitud reporta una media anual de precipitación máxima en 24 horas de 146.67 mm, frente a la estación M148 Celica (zona sur andina) ubicada a 1 984 m de altitud que reporta 71.1 mm de lluvia máxima. Este ejemplo denota un rango de 75 mm de diferencia entre las dos estaciones (ver Anexo 6).

Figura 4.28
Precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Los valores máximos absolutos de la precipitación máxima en 24 horas (Figura 4.28), con valores de hasta 470 mm de lluvia caída en 24 horas, zona geográfica que por lo general está alerta en el periodo invernal (fenómeno de la corriente del Niño). El mapa también muestra un área andina central, la costa sur (provincia de El Oro) y extremos norte y sur de la amazonía (Sucumbíos y Morona Santiago), sujeta a lluvias máximas absolutas en 24 horas, y es lo que le diferencia en la distribución del mapa anterior de la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.27); y en valores hay un ascenso de 7 mm a 46 mm para el percentil 0-10, 70 mm a 80 mm para el percentil 50-70 y de 116 mm a 320 mm para el percentil 90-100, todo esto con respecto a la precipitación media máxima en 24 horas. Siguiendo con el ejemplo de las estaciones anteriores, estación M153 Muisne (zona costa norte) ubicada a 6 m de altitud reporta una media anual de precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta de 464 mm, frente a la estación M148 Celica (zona sur andina) ubicada a 1 984 m de altitud que reporta 211 mm de lluvia máxima, lo que genera un rango de 250 mm de diferencia entre las dos estaciones (ver Anexo 6).

Figura 4.29
Precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta – Ecuador

Comparando con la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.27), la distribución de la precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta, difiere por cuanto, la región de influencia se ubica en la zona costa norte central y zona amazónica central norte para el percentil 90-100 con valores de 59 mm a 88 mm, mientras que la zona andina central sur recibe la influencia del percentil 0-10 con valores de 8 mm a 23 mm. Respecto a los valores y siguiendo con las estaciones antes citadas, la estación M153 Muisne (zona costa norte) ubicada a 6 m de altitud reporta una media anual de precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta de 52 mm, frente a la estación M148 Celica (zona sur andina) ubicada a 1984 m de altitud que reporta 30.8 mm de lluvia, lo que genera un rango de 22 mm de diferencia entre las dos estaciones (ver Anexo 6).

La precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta (Figura 4.29) sufre un descenso de 15 mm (percentil 0-10) y de 60 mm para el (percentil 90-100) comparado con la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.27).

Figura 4.30
Precipitación máxima en 24 horas T10 - Ecuador

Comparada la distribución Gumbel de T10 tiempo de retorno en diez años (Figura 4.30) con la distribución de la precipitación máxima media anual (Figura 4.47) vemos que cubren las mismas áreas geográficas: zona litoral (norte y central), así como una pequeña zona central de la estribación de la cordillera oriental y parte del norte amazónico con altas precipitaciones máximas (percentil 90-100), pero también aparece una zona central andina con el mismo percentil con valores de 170 a 310 mm de lluvia. Lo último coincide con el área de distribución de la Figura 4.28 de la precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta. Por su parte la región andina registra los valores más bajos de precipitación máxima en un periodo de retorno de 10 años (percentil 0-10) con valores 20-70 mm de lluvia. Existe un rango de 150 a 240 mm de lluvia entre el percentil más bajo y el más alto, lo que indica que cada diez años las zonas antes señaladas en la costa y sierra son sujetas de altas precipitaciones máximas en un periodo de 24 horas. Esto se puede apreciar claramente en el Anexo 4, así por ejemplo la estación M153 Muisne (costa norte) ubicada a 6 m de altitud reporta los siguientes valores: 121.6 mm en el año 1982, 400 mm en el año 1992 y 93.3 mm en el año 2002; mientras que en la sierra la región andina la estación MA2T Tomalón- Tabacundo ubicada a 2790 m de altitud reporta los siguientes valores: 26.1 mm en el año 1982, 25.9 mm en el año 1992 y 34.2 mm en el año 2002. En el caso de la región oriental la estación M008 Puyo ubicada a 960 m de altitud reporta los siguientes valores: 108 mm en el año 1982, 163.5 mm en el año 1992 y 87.2 mm en el año 2002.

En lo que respecta a los valores de los percentiles comparados con los de la precipitación máxima media anual (Figura 4.27), existe un ascenso entre 20 mm a 30 mm para el percentil 0-10, y entre 60 mm a 150 mm para el percentil 90-100.

La predicción realizada para la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 100 años- T100 (Figura 4.31), muestra una coincidencia general de la distribución con el mapa del periodo de retorno de 10 años (Figura 4.30), sin embargo aparece una mancha amarilla (percentil 20-30) con valores de 130 mm a 160 mm

de lluvia máxima en la zona centro oriental de la Amazonía, aunque por la forma que tiene pude deberse a la interpolación de los datos debido a las pocas y distantes estaciones meteorológicas existentes en la zona. Otro detalle es que los valores de percentiles proyectados con respecto a la precipitación máxima en 24 horas para un T10 (Figura 4.30) son ascendentes entre 20 mm a 40 mm para el percentil 0-10, y entre 90 mm a 200 mm para el percentil 90-100; y comparado con los valores de la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.27) tiene un ascenso entre 20 mm a 70 mm para el percentil 0-10, y entre 140 mm a 360 mm para el percentil 90-100.

Figura 4.31
Precipitación máxima en 24 horas T100 – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Tanto los resultados de precipitación como los de precipitación máxima en 24 horas, coinciden con la apreciación sobre el clima de las regiones del Ecuador (apartado 1.3.3) y favorecen la configuración de la red hidrográfica del Ecuador (apartado 1.1.2 hidrología, Ecuaworld, 2009).

PRECIPITACIÓN MÁXIMA (EN 24 HORAS) EN EL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

Coincidiendo con el periodo invernal del Ecuador continental, la precipitación máxima en 24 horas llega a sus máximos valores durante los meses de febrero a junio. Así por ejemplo la estación M221 San Cristóbal ubicada a 6 m de altitud reporta una media de 34.9 mm y en marzo 32 mm de lluvia (ver tablas y gráficos de anexo 5).

El rango entre los percentiles no es mayor a 8 puntos, lo cual significa que la precipitación máxima en 24 horas tiende a ser uniforme en las islas, sin embargo la Figura 4.32 muestra que el percentil 90-100 se ubica en las cumbres de los volcanes.

Figura 4.32
Precipitación máxima en 24 horas media anual – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La ubicación de los percentiles en el mapa (Figura 4.32) dista de la realidad, pues los percentiles mayores deberían colorear las zonas costeras de las islas. Esta incongruencia sucede porque al existir datos de tres estaciones solamente, dos ubicadas a 6 m de altitud y una a 194 m de altitud, frente a la altitud de los volcanes promedio de 1500 m, la correlación de datos se vuelve inaplicable, generando resultados como el indicado en la Figura 4.32 y que se volverá a repetir

en las figuras 4.34 (precipitación máxima en 24h mínima absoluta) y 4.58 (evapotranspiración según Hargreaves). Es indispensable entonces, tener información de más estaciones y que estén ubicadas a mayor altura, si las hubiera o de lo contrario para futuros trabajos considerar la implantación de las mismas.

Gráfico 4.3
Relación altitud geográfica (m) versus ubicación
de estaciones (m) en las Islas Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.33
Precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Los valores del percentil -25 mm a 0 mm (Figura 4.33) son valores hipotéticos fruto de la regresión, y en realidad no existe una precipitación negativa, simplemente quiere decir que no hubo precipitación en las zonas geográficas marcadas con ese percentil. Los valores máximos de precipitación máxima en 24 horas se han producido a nivel de las zonas costeras (playas) de las islas Galápagos, coincidiendo con lo que ocurre en el Ecuador continental donde la mayor cantidad de la precipitación máxima en 24 horas está a nivel del mar (Costa y Oriente), ver y comparar con figura 4.28. Comparada con la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.32), existe un ascenso de unos 150 mm de lluvia. Los meses de mayor descarga de la precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta están entre febrero y junio, así la estación M221 San Cristóbal reporta 213.5 mm en Abril y 207 mm en Mayo (ver Anexo 5).

Figura 4.34
Precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La Figura 4.34 indica que los valores de la precipitación máxima en 24 horas mínima absoluta son retenidos en sus percentiles

mayores en las zonas altas de las islas. Tiene un rango de 15 puntos entre el percentil 0-10 y el 90-100, que no es muy amplio, lo que significa una cierta uniformidad en la distribución de la precipitación en el territorio insular en cuanto a mínimas absolutas. Comparado con la precipitación máxima en 24 horas media anual sufre un descenso entre 55 mm a 70 mm de lluvia máxima.

Figura 4.35
Precipitación máxima en 24 horas T10 – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Comparada la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de diez años T10 (Figura 4.35) con los valores de la precipitación máxima en 24 horas media anual (Figura 4.32), vemos que hay ascenso de 20 mm a 60 mm para el percentil 0-10 y de 70 mm a 80 mm para el percentil 90 -100. Como ejemplo del tiempo de retorno de 10 años presentamos los valores de la estación M221 San Cristóbal ubicada a 6 m de altitud: 80.8 mm para el año 1982, 70.8 mm para el año 1992 y 80.3 para el año 2002. (ver Anexo 4). El rango no es muy distante, y se puede decir que el periodo de retorno de diez años ha sido muy parecido.

Comparando la Figura 4.35 (tiempo de retorno en 10 años) con la Figura 4.36 (tiempo de retorno en cien años), la distribución de la lluvia máxima en 24 horas, es uniforme en las islas y en cada isla, situándose los percentiles de alta pluviosidad (90-100) en las playas o zona costera; pero, también es de notar que las cantidades de T100 casi duplican a las T10, especialmente en los percentiles altos 90-100 (268 mm contra 152 mm, respectivamente. No así con el percentil más bajo 0-10, que prácticamente se mantiene el mismo valor de 80 mm-120 mm. Esto indica que cada cien años, repite un fenómeno de mayor precipitación máxima en 24 horas cuya pluviosidad se distribuye en las partes geográficas bajas de las islas en una especie de inundación. Esto concuerda con la distribución pluvial especificado en las Figura 4.33 (Precipitación máxima en 24 horas máxima absoluta – Galápagos).

Figura 4.36
Precipitación máxima en 24 horas T100 - Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Análisis de la humedad relativa

Para el análisis de la humedad relativa del periodo en estudio 1980 -2006, igual que para el caso de los elementos del clima anteriores, se separa el Ecuador continental del insular. El análisis se basa en tablas, gráficos y mapas generados a partir de los datos INAMHI 2009.

Tablas y gráficos

Los anexos generados son: Anexo 7, tablas de cálculo de medias y desviación típica, y el anexo 8 que corresponde a tablas gráficos de medias y desviación típica. Los resultados indican que la humedad relativa está relacionada íntimamente con la precipitación o cantidad de lluvia caída y la temperatura, así los valores altos de humedad relativa corresponde a los meses invernales y los más bajos a los de sequía o verano. Caso particular es el del Oriente donde la humedad relativa tiene valores altos y continuos como por ejemplo la estación M008 Puyo ubicada a 920 m de altitud reporta 90.74 % para junio (valor más alto) y 87.11% en agosto (valor más bajo) ver en Anexo 7. En todo caso y en todo el territorio nacional, la humedad relativa se conserva sobre el 70% como promedio deducidos del periodo sujeto de esta investigación. Los promedios más bajos, pero siempre por sobre el 70%, son las estaciones de la región andina, como por ejemplo la estación M139 Gualaceo ubicada a 2 360 m de altitud reporta 79.37% en abril y 74.97 en noviembre (ver anexo 7). El siguiente gráfico (4.3), resume lo expuesto de la relación altitud versus humedad relativa anual y confirma que en el Ecuador continental e insular no baja del 70% durante todo el año.

Gráfico 4.4
Relación entre la altitud (m) y la humedad relativa anual (%)

Elaboración: Autor, 2009

Cartografía

La generación de mapas se basa en los percentiles 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-80, 80-90 y 90-100, correspondiendo los colores rojo ladrillo al percentil más bajo y el azul intenso al percentil más alto.

HUMEDAD RELATIVA EN EL ECUADOR CONTINENTAL

La distribución de la humedad relativa en los mapas del Ecuador continental, son muy aproximados a los que muestran la distribución de la precipitación (Figuras 4.15, 4.16, 4.17 y 4.18). Lógicamente el porcentaje de humedad relativa presente obedece a la cantidad de lluvia caída, sin embargo como se puede ver en el anexo 8, las estaciones de la región andina reportan humedades que pasan el 70% pero no superiores a 85%, y esto se debe a la presencia de otros elementos y factores climáticos que afectan al porcentaje de humedad presente que se estudiarán más adelante.

Figura 4.37
Humedad relativa media anual – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

La Humedad relativa media anual (Figura 4.37) muestra una distribución típica del porcentaje de humedad relativa en el área continental. Los percentiles bajos (0-10) se ubican en la zona andina norte

y sur, y el sur de la costa ecuatoriana (Guayas, Santa Elena, Sur de Manabí). La zona central andina (Chimborazo, Cañar y Azuay) presentan porcentajes sobre el 80% promedio anual (percentil 30-50). Igual caso sucede con la zona sur y central del Oriente. Por el contrario los valores más altos de humedad (86% -92%), están en la zona norte oriental y central occidental de la Amazonía y la costa norte. Un punto a resaltar es la presencia de humedad sobre el 80% (percentil 30-50) en la provincia sur del Ecuador (provincias de El Oro y Loja), cuyas precipitaciones son escasas menores a 1 000 mm promedio anual (ver Figura 4.15, percentil 20-30); así por ejemplo la estación M179 Arenillas ubicada en el sur a 60 m de altitud reporta 82.5% de humedad relativa anual (ver Anexo 8).

Existe un rango de 12 puntos entre el percentil 0-10 y el 90-100, lo que significa que no hay mayor distancia entre zonas en cuanto a porcentaje de humedad relativa se refiere.

Figura 4.38
Humedad relativa de mayo – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Los datos promedios de humedad relativa de mayo (Figura 4.38) coincide en su distribución coincide con los de la precipitación media mayo (Figura 4.17) y la temperatura media mayo (Figura 4.6), pues al ser un mes de invierno intenso y de altas temperaturas, se produce más evapotranspiración y en consecuencia mayor humedad presente en la atmósfera. Sin embargo el menor porcentaje de humedad de 75% (percentil 0-10) se encuentra en la zona andina norte y en la zona de la costa central y sur (provincias del Guayas, Santa Elena, El Oro), y el extremo sur de la sierra (provincias de Zamora Chinchipe y Loja). La estación M182 Chone ubicada en la costa central norte a 20 m de altitud reporta 89.8% de humedad relativa en mayo, mientras que la estación M033 Argelia-Loja ubicada en el sur a 2 160 m de altitud reporta 75.9% de humedad relativa media anual (ver Anexo 8).

Figura 4.39
Humedad relativa de agosto – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Comparando con los valores de la humedad relativa media anual (Figura 4.37), la humedad relativa media de mayo sube 1 punto, es decir no marca diferencia significativa.

Igual coincidencia distributiva de áreas geográficas de la humedad relativa (Figura 4.39), con las de la precipitación media en agosto (Figura 4.18) y la temperatura media de agosto (Figura 4.8). El porcentaje de humedad baja ostensiblemente en la región andina y la zona de costa central sur (cuenca del río Guayas) hasta valores del 64% (percentil 0-10), y en la región oriental y norte de la costa a 85% (percentil 90-100). Se nota un desplazamiento de alta humedad a la zona central del sur de la costa (norte de la provincia de El Oro y sur del Guayas), así como en la costa norte (norte de Manabí y Esmeraldas).

Comparando los valores con la humedad relativa media anual (Figura 4.37), la humedad relativa de agosto presenta un descenso de 10 puntos en el percentil 0-10 y de 1 punto en el percentil 90-100. El mayor descenso se produce a nivel de la zona andina norte (Figura 4.39).

HUMEDAD RELATIVA EN EL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

Figura 4.40
Humedad relativa media anual – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

La Figura 4.40 muestra la distribución de la humedad relativa media anual en las islas que es bastante uniforme, constituyendo las cumbres de los volcanes y sus estribaciones los que guardan la mayor cantidad de humedad, mientras que la zona costera tiene la clase de 81% -82% (percentil 0-10). Esto concuerda con la distribución de la precipitación anual (Figura 4.21) y la temperatura media anual (Figura 4.12), y una similitud con la distribución de la humedad relativa anual en el Ecuador continental (Figura 4.37). Existe un rango de 17 puntos de diferencia entre el percentil 0-10 y el percentil 90-100, significando que hay una alta variación de la humedad relativa entre las zonas de playa hacia las cumbres de los volcanes.

Figura 4.41
Humedad relativa mayo – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Los valores de la humedad relativa de mayo (Figura 4.41) prácticamente se mantienen iguales que los de la humedad relativa media anual (Figura 4.40), salvo en el percentil 90-100 donde se incrementa 0.7%, e igualmente el rango de 18 puntos entre el percentil 0-10 y el 90-100, muestran que hay una alta variación de la humedad

relativa entre las zonas de playa hacia las cumbres de los volcanes. Por ejemplo la estación M192 Bella Vista –Santa Cruz ubicada a 194 m de altitud reporta en mayo 91% frente a 90.9% de humedad relativa media anual (ver Anexo 8).

Figura 4.42
Humedad relativa agosto – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Los valores de la humedad relativa de agosto en Galápagos (Figura 4.42) se mantiene en valores parecidos a los de la humedad relativa media anual (Figura 4.40), salvo el percentil 90-100 que incrementa en 4 puntos.

Los porcentajes de humedad en los meses de mayo (Figura 4.41) y agosto (Figura 4.42), son parecidos, al igual que la distribución geográfica en las islas. Sin embargo los percentiles bajos de humedad relativa, son los que dominan en la extensa zona costera lo que le da la categoría de zona seca a lo largo de todo el año (ver apartado correspondiente al clima).

Análisis del viento

El elemento viento como regulador del clima ecuatoriano, de acuerdo a los resultados obtenidos a partir de los datos INAMHI para el periodo 1980-2006, muestra velocidades y direcciones variadas que determinan una distribución geográfica propia, por lo que fue menester al igual que para los otros elementos del clima, separar el análisis para el Ecuador continental y el insular.

Tablas y gráficos

Los anexos 9 y 10 contienen las tablas de dirección dominante y velocidad del viento. Se confirmó la ausencia de datos de las estaciones 192 (Bellavista-Isla San Cristóbal) y 250 (CEDEGE), por lo que las estaciones consideradas en total son 39, de las cuales dos están en las islas Galápagos. Los datos enviados por el INAMHI están en m/s, en base de los cuales se ha calculado la media y la desviación estándar. En general los gráficos muestran que la zona de vientos fuertes está en la región Sierra y con dirección norte, por ejemplo la estación M033 La Argelia –Loja ubicada en el sur andino a 2 160 m de altitud reporta que 11 de los doce meses del año tiene dirección dominante norte a una velocidad media de 9.4 m/s y por el contrario la estación M Milagro-Valdez ubicada en la zona costa centro norte oriental a 13 m de latitud reporta que los doce meses del año tiene dirección sur oeste a una velocidad de 4.5 m/s (ver anexos 9 y 10).

Cartografía

Los mapas generados muestran la dirección dominante y velocidad del viento tanto en la zona continental como en la insular, en base de los percentiles 0-10, 0-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-80, 80-90, 90-100. En este caso el color azul intenso indica la zona geográfica de mayor velocidad del viento y el color rojo las de menos intensidad.

VIENTO EN EL ECUADOR CONTINENTAL

Para facilitar una comprensión didáctica se han tomado dos meses del año, mayo y agosto, para analizar la media de la velocidad y dirección dominante.

Figura 4.43
Viento velocidad media mayo (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Comparando las figuras 4.43 (mayo) con la figura 4.44 (agosto), la distribución de la velocidad media es bastante similar en el territorio continental, salvo zonas de intensidad ventosa que aparecen en el mapa de mayo y que desaparecen en agosto como son el sur occidente de la provincia de Esmeraldas (costa norte occidental). La zona andina es la que concentra la velocidad del viento con los percentiles más altos 90-100 (11.8-19.3 m/s). El norte del litoral y el sur del Oriente concentran valores intermedios con los percentiles 50-70 (7.2-8.7 m/s) y

los valores más bajos (percentiles 0-10) están en la Costa centro - sur occidental y en la Amazonía norte-este. Conociendo que la ubicación de las altas temperaturas (ver Figura 4.1 temperatura media anual) están en esta última zona, se puede entender que el clima tropical sea sofocante por la poca movilidad e intensidad del viento.

Los valores del viento velocidad media de mayo (Figura 4.43) son muy parecidos a los de agosto (Figura 4.44), salvo que en los percentiles más altos 50 a 100, hay un incremento a favor del mes de agosto en unos 2 puntos. Esto regula la humedad relativa en el mes de agosto en la zona andina especialmente, cuando hay un decrecimiento del % de HR (ver Figura 4.39).

Figura 4.44
Viento velocidad media agosto (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

En lo que a frecuencia y dirección dominante del viento se refiere, la Figura 4.45 (velocidad frecuencia norte) muestra que los vientos son más intensos en zona sur del país cuyas masas tienen dirección norte. Ejemplo la estación M482 ubicada en el sur del país a 60 m de altitud reporta que los doce meses del año tiene dirección norte a una velocidad media de 6 m/s (ver Anexo 10).

Figura 4.45
Viento frecuencia norte (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El viento con dirección dominante norte-este (Figura 4.46), se ubica intensamente en la zona central oriental de la Amazonía y en la Sierra norte. Por ejemplo la estación M105 Otavalo ubicada en zona andina norte a 2 556 m de altitud reporta que 9 meses del año, el viento tiene dirección dominante norte-este con una velocidad de 7.5 m/s y que 3 meses al año toma dirección norte a una velocidad de 6.4 m/s (ver Anexo 10).

Figura 4.46
Viento frecuencia norte este (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El viento con dirección dominante este (Figura 4.47), se ubica intensamente en la zona central y sur de la Sierra y sur de la Amazonía. Así la estación M126 Patate ubicada en el centro andino a 2 360 m de altitud reporta que los 12 meses del año toma dirección dominante este a una velocidad media de 13 m/s (ver Anexo 10).

El viento con dirección dominante sur (Figura 4.48) se concentra con mayor intensidad en el norte andino y el centro norte costero, así la estación M160 El Carmen ubicada en el centro norte de la costa a 250 m de altitud reporta que 10 meses al año tiene dirección dominante sur con una velocidad media de 4.2 m/s, en enero toma dirección norte a una velocidad media de 4.3 m/s y en abril toma dirección norte-oeste a una velocidad media de 4.1 m/s. (ver Anexo 10).

Figura 4.47
Viento frecuencia este (m/s)- Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El viento con frecuencia sur-este (Figura 4.49), denota que con mayor intensidad se concentra en la zona norte de la sierra y la costa central, así como en el centro sur andino (provincias de Azuay y Cañar); así la estación M166 Olmedo- Manabí ubicada en la costa central a 50 m de altitud reporta que 9 meses del año toma dirección dominante sur-este a una velocidad media de 7.3 m/s y los tres meses restantes (abril, junio y septiembre) toma dirección norte-este a una velocidad media de 7.1 m/s. (ver Anexo 8).

El viento con frecuencia sur-oeste (Figura 4.50) muestra su intensidad en toda la costa externa o zona costera occidental, excepto el extremo sur (provincia de El Oro). Por ejemplo la estación M137 Milagro (Ingenio Valdez) ubicada en la costa central a 13 m de latitud, reporta que 12 meses al año tiene dirección sur-oeste con una velocidad media de 4.5 m/s (ver Anexo 10).

Figura 4.48
Viento frecuencia sur (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.49
Viento frecuencia sur este (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.50
Viento frecuencia sur oeste (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El viento frecuencia oeste (Figura 4.51) denota que la intensidad se ubica geográficamente en el norte andino, estribaciones oriental y occidental de Los Andes (excepto el sur), en la costa norte-occidental (Manabí y Esmeraldas) y en el centro sur de la Amazonía (provincia de Morona Santiago). Así por ejemplo la estación M130 Chillanes ubicada a 2 330 m de altitud reporta que 11 meses del año tiene dirección dominante oeste con una velocidad media de 6.4 m/s y el mes de marzo toma dirección sur-este a una velocidad media de 5.1 m/s (ver Anexo 10).

Figura 4.51
Viento frecuencia Oeste (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El viento frecuencia norte-oeste (Figura 4.52) muestra que la intensidad se ubica en las zonas centro occidental y sur del Litoral, sur andino y centro-sur amazónico. La estación M185 Machala (UTM) ubicada en la costa sur a 13 m de altitud reporta que 9 meses de año tiene dirección dominante norte-oeste con una velocidad media de 7.6 m/s; el mes de febrero toma dirección norte-este a 7.5 m/, el mes de noviembre toma dirección norte a 5.3 m/s y en diciembre toma dirección sur-oeste a 8.6 m/s.

Figura 4.52
Viento frecuencia norte-oeste (m/s) – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

VIENTO EN EL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

La interpolación de datos para las islas Galápagos, muestran solamente la media de agosto (Figura 4.53) y la frecuencia sur-este (Figura 4.54). La desventaja de tener tan solamente tres estaciones, dificultan tener una información completa.

La viento velocidad frecuencia sur-este (Figura 4.54), denota su intensidad ubicada en las zonas costeras sur y este; así lo indica la estación M221 San Cristóbal ubicado a 6 m de altitud reporta que los 12 meses del año tiene dirección dominante sur-este a una velocidad media de 8.8 m/s (ver Anexo 10).

Figura 4.53
Viento velocidad media agosto (m/s) – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.54
Viento frecuencia sur este (m/s) – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Análisis de la evapotranspiración

La evapotranspiración ETP fue calculada utilizando los métodos de: Thornthwaite (en función de la temperatura media) y la de Hargreaves (en función de parámetros térmicos —temperaturas máxima, media y mínima— y la radiación solar). Se utilizaron los percentiles 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-80, 80-90, 90-100. Igualmente para los resultados y análisis correspondiente se separa el Ecuador continental del insular o Galápagos.

Tablas y gráficos

El Anexo 11, contiene las tablas de cálculo de la ETP para cada estación. Cada tabla presenta las medias anuales de temperaturas y las medias mensuales y anuales de las ETPs según Thornthwaite y Hargreaves. Los valores de evapotranspiración más altos se ubican en la zona costera y oriental en comparación con la sierra donde están los valores más bajos.

Como resumen de la relación entre la altitud y la evapotranspiración se presentan los gráficos 4.4. y 4.5. En el caso de Thornthwaite indica (Gráfico 4.4) que a mayor altitud menor transpiración; mientras que Hargreaves (Gráfico 4.5.) indica niveles parecidos de transpiración en las diferentes altitudes.

Gráfico 4.5
Relación entre la altitud (m)
y la Evapotranspiración según Thornthwaite

Elaboración: Autor, 2009

Gráfico 4.6
Relación entre la altitud (m)
y la evapotranspiración (mm) según Hargreaves

Elaboración: Autor, 2009

Cartografía

Los mapas generados para mostrar la evapotranspiración según Thornthwaite y Hargreaves, coinciden en los puntos principales de la distribución, aunque por los valores diferentes que cada método presenta, las imágenes no son exactamente iguales, como se verá a continuación.

EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL ECUADOR CONTINENTAL

La evapotranspiración según Thornthwaite (ver Figura 4.55) muestra que la evapotranspiración mayor está en la Costa, le sigue la región amazónica y en tercer lugar la región Andina. Localmente, hay intensa transpiración a nivel de la costa central y sur (Guayas, Santa Elena, Los Ríos, El Oro y Manabí), así como el extremo oriental norte de la región Amazónica (percentil 90-100) con valores se aproximan a los 1590 mm. La costa norte y el resto de la superficie del oriente siguen con los percentiles que van de 50 a 90, e indican zonas de evapotranspiración menos intensas que la anterior pero mucho más fuertes que la Sierra donde reporta valores mínimos de 550 mm. Las zonas descritas como de mayor evapotranspiración son aquellas donde la temperatura media anual es la más alta (Figura

4.1), de alta precipitación (Figura 4.15) y alta humedad relativa (Figura 4.37), aunque esta última es baja en la costa central (cuenca del Guayas). Por ejemplo la estación M166 Olmedo-Manabí ubicada a 50 m de altitud reporta un valor de 1 534 mm de ETP (evapotranspiración), mientras que la estación M138 Paute ubicada a 2 289 m de altitud reporta 787 mm de ETP (ver Anexo 11).

Figura 4.55
Evapotranspiración según Thornthwaite - Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

El mapa de ETP según el método de Hargreaves (Figura 4.56), reafirma lo expresado del mapa anterior (Figura 4.55) en cuanto a distribución geográfica se refiere, aunque la zona norte costera (provincia de Esmeraldas) mantiene una evapotranspiración alta pero con valores más bajos (1 440 mm-1 490 mm) que se ubican en el percentil 50-70 y aparece una zona pequeña al sur de la provincia de Esmeraldas donde la evapotranspiración se aproxima a los valores mínimos del percentil 0-10 (1 060 mm-1 310 mm). Otra diferencia de este mapa (Figura 4.56) con el Thornthwaite, es que ubica una zona de alta evapotranspiración (percentil 90-100) en el centro este de la Amazonía (provincias de Orellana y Napo).

Figura 4.56
Evapotranspiración según Hargreaves – Ecuador

Elaboración: Autor, 2009

En cuanto a valores, Hargreaves (Figura 4.56) duplica al de Thornthwaite (Figura 4.55) en el percentil 0-10; y le lleva al menos 200 a 300 mm de diferencia en ascenso en el percentil 90-100.

EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL ECUADOR INSULAR O GALÁPAGOS

En las Islas Galápagos, la distribución de la evapotranspiración es algo parecido al Ecuador continental, ubicándose los valores mínimos a nivel de las cimas volcánicas y sus estribaciones, y los valores altos (percentiles 90-100) en la zona costera o de playas. Lo dicho en cuanto a semejanzas y diferencias entre los métodos Thornthwaite y Hargreaves, se ratifica una vez más en las figuras 4.57 y 4.58 donde la temperatura y humedad relativa son directamente proporcionales a la evapotranspiración.

Figura 4.57
Evapotranspiración según Thornthwaite – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

Figura 4.58
Evapotranspiración según Hargreaves – Galápagos

Elaboración: Autor, 2009

En cuanto a valores, Hargreaves (Figura 4.58) duplica a Thornthwaite (Figura 4.57) en los percentiles 0-10, y reporta entre 20 a 120 mm de diferencia ascendente para el percentil 90-100.

Análisis de balance hídrico

A partir de los valores de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración mensual según Thornthwaite, se elaboraron cuadros para estudiar el balance hídrico a lo largo del año. Las tablas muestran los valores calculados de diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración (P-ET), reserva hídrica (R), variación de reserva (VR), ETR (evapotranspiración real), falta de agua (F), Exceso (Ex) y drenaje (D).

El Anexo 12 recoge las tablas del cálculo del balance hídrico por el método directo utilizando los parámetros antes descritos, mientras que el Anexo 13 presenta las tablas de cálculo mediante el método exponencial, en el cual se calculan todos los datos de la misma forma que en el método directo, pero considerando que en el periodo de sequía la reserva disminuye exponencialmente, para lo cual es menester introducir el concepto de PPA que es la pérdida potencial acumulada.

Los resultados obtenidos varían en cada estación, pero integrando por zonas de influencia, se puede ver que el balance hídrico responde indudablemente a la acción directa de los elementos del clima y esencialmente la temperatura y la precipitación. Las estaciones ubicadas en la zona oriental, reportan que el balance hídrico es favorable durante todo el año, existiendo un exceso durante los meses invernales intensos, pero que sin embargo son fácilmente drenados a través de la red fluvial de la Amazonía. Como ejemplo mirar los datos de la estación M007 Nuevo Rocafuerte ubicada a 205 m de latitud, donde el valor máximo de drenaje ha sido en mayo de 199 mm y el menor en enero de 37 mm (ver Anexo 13). Este balance hídrico de la zona oriental favorece la densa vegetación tropical que cubre la Amazonía como ya fue manifestado anteriormente por el investi-

gador Neill (1995). Se pudo apreciar en las figuras: 4.1 (temperatura media anual), 4.15 (precipitación media anual) y 4.35 (humedad relativa), que los percentiles altos 80 a 100 están ubicados en ésta región, lo cual le ponen en la categoría de una zona tropical húmeda.

Las estaciones ubicadas en la zona Andina o Sierra, muestran un balance hídrico favorable durante los meses invernales, y en algunas exceso durante los meses de abril y mayo, mientras que hay un balance hídrico desfavorable durante los meses de verano, especialmente notándose la falta de agua en agosto. Así por ejemplo ver la estación m002-La Tola ubicada a 2480 m de altitud, donde el valor F (falta) es de 26 mm mientras en abril hay un exceso de 60 mm. Este es el reflejo casi uniforme de la zona andina, donde la sequía intensa de julio y agosto, deja estragos en la agricultura estacional. Es de notar que la red hidrográfica se origina en los Andes, y cuando la sequía se hace presente, los ríos tienden a secarse afectando con ello a las poblaciones de las estribaciones y regiones por donde cruza la red, e igual impacto sucede cuando las lluvias son intensas originando deslaves e inundaciones. Es de recordar que la sierra por su altitud tiene diferentes y múltiples áreas geográficas que conservan valores hídricos variados como en los humedales o los valles andinos de tierras profundas, esto favorece a que se tenga una agricultura variada que sorteas las dificultades de los valores extremos de temperatura de invierno y verano.

Al hablar de balance hídrico en la costa, necesariamente se debe considerar dos zonas: la costa central oriental-norte, y la costa occidental y sur:

a) La primera que abarca las provincias de Esmeraldas, Norte de Manabí, Los Ríos, Santo Domingo y centro norte del Guayas, muestra un balance hídrico de excedentes en invierno y de falta en verano, así por ejemplo la estación MA2V Guayaquil ubicada a 6 m de altitud, muestra un exceso de agua en marzo de 142 mm y una falta de agua en septiembre de valor 109 mm. Esta zona agrícola por excelencia, sufre inundaciones muy frecuentes año tras año, por el desbordamiento de los ríos que bajan de la sierra. Es considerada zona tropical húmeda.

b) La segunda zona de la costa que abarca las provincias de El Oro, sur de Manabí, Santa Elena y centro sur del Guayas, está marcada por mantener un balance hídrico muy desfavorable comparado con la primera zona, así por ejemplo la estación M292 Granja Sta. Inés (UTM) ubicada a 5 m de altitud reporta falta de agua durante todo el año, excepto el mes de febrero (inicio del invierno). Es la característica común de esta zona costera que ni durante el invierno logra cubrir sus necesidades hídricas, añadiéndose a esto las altas temperaturas imperantes en la zona, por lo que es considerada zona tropical seca.

Las Islas Galápagos o cuarta región del Ecuador, presenta un balance hídrico desfavorable, pues la falta de agua es durante todo el año, así por ejemplo la estación M191 Charles Darwin ubicada a 6 m de altitud reporta valores negativos de la diferencia entre precipitación y evapotranspiración, cero reservas de agua y una falta permanente a lo largo del año que llega a los 668 mm media anual. La influencia de las corrientes marinas de Humboldt (fría) y la del Niño (cálida), regulan el clima de las islas, manteniendo la temperatura media anual por debajo los 25 °C y su humedad relativa del 80% en las playas y cercana al 100% en las alturas de sus volcanes (ver figuras 4.8 y 4.40 respectivamente). Dadas estas condiciones el suelo no se presta para cultivos, sin embargo mantiene vegetación propia de las islas, y en general es considerada esta región como tropical seca, como lo dicho anteriormente.

Análisis de climodiagramas

Para poner en evidencia gráfica y de una manera más rápida, las diferencias y similitudes entre las estaciones meteorológicas y sus zonas de influencia, se elaboraron climodiagramas. En el anexo 14 se puede observar para cada estación una tabla que calcula la precipitación media anual y la temperatura media anual, y dos gráficos:

El primer gráfico corresponde al Diagrama Ombrotérmico de Gaussen que permite identificar el periodo seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media. Constan los doce

meses del año en el eje de las X, y dos ejes Y paralelos donde están por un lado la temperatura media en °C y por otro la precipitación en mm.

El segundo gráfico corresponde al diagrama de termohietas o climograma que permite comparar la temperatura media mensual con las precipitaciones medias, utilizando un sistema de coordenadas cartesianas que combina mes a mes los valores antes indicados.

En general se puede apreciar que cuando descienden las precipitaciones durante los meses de junio a septiembre, la temperatura marca el periodo de verano. Se debe recalcar la diferencia en la región Amazónica, donde prácticamente es invierno todo el año.