

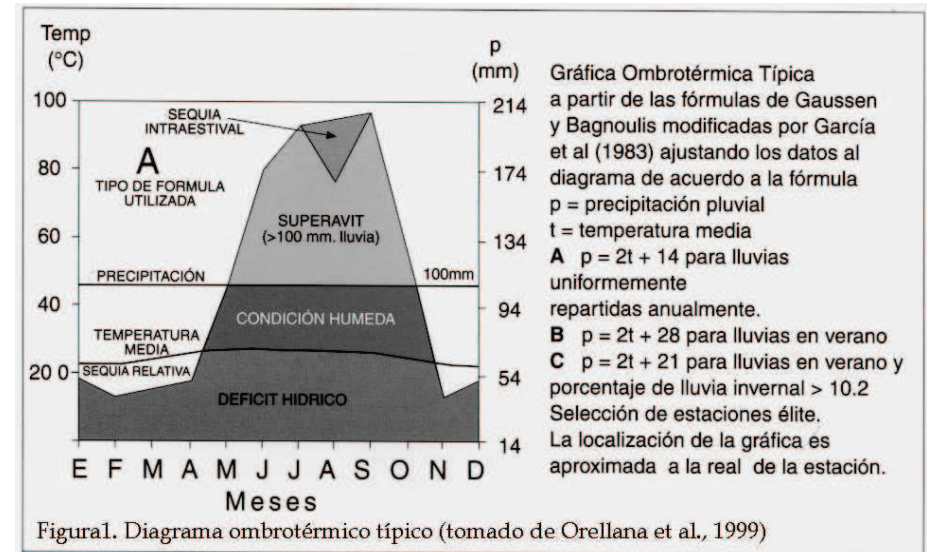
GRÁFICAS O DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS

Ha sido preocupación en algunas investigaciones el establecer de forma detallada las relaciones entre la lluvia y la temperatura, por lo que se han elaborado varios sistemas de clasificación climática. Además de estos sistemas, gran cantidad de autores han descrito fórmulas que describen índices de aridez o de humedad, o sea, de la eficiencia que guarde la precipitación en relación con la temperatura. Bagnouls y Gausсен en 1953 describieron un tipo de diagrama, al que le denominaron ombrotérmico (ombri significa precipitación), en el que se ponía a prueba la eficiencia de la precipitación en un sitio en relación con la temperatura, ajustando la escala del climograma o gráfica ombrotérmica, siendo la relación de ejes $p=2t$ en el que p es precipitación y t temperatura media. Con este tipo de gráficas se mide, pues, la eficiencia "ombrotérmica". De acuerdo con García, Hernández y Cardoso en 1983, la utilización de este tipo de fórmulas se les debe agregar una constante de ajuste, de tal forma que para régimen de verano es $p = 2t + 28$, con lluvias uniformemente repartidas en el año, $p = 2t + 14$ y $p = 2t + 21$ para lluvias de verano pero con elevado porcentaje de lluvia invernal.

Diagrama ombrotérmico

La figura correspondiente muestra un diagrama ombrotérmico típico de un sitio de la península de Yucatán (Tizimín). En ésta se puede apreciar que los ejes Y_1 y Y_2 guardan una escala de acuerdo con el régimen de lluvia de la estación en cuestión. La intersección de las curvas de temperatura y precipitación pluvial, incluyendo la escala **definida por los regímenes pluviométricos** que le corresponde a cada sitio, forma una suma de polígonos donde se definen las siguientes condiciones ombrotérmicas y sus áreas correspondientes:

1. Las gráficas contienen el eje Y_1 y el Y_2 , así como los meses del año, la escala entre Y_1 y Y_2 , tal y como se describe en el texto, correspondería a la fórmula de acuerdo con el régimen de lluvia. Por ejemplo, la gráfica ampliada tiene un régimen de lluvia uniformemente repartida, por lo que su fórmula es $p = 2t + 14$, que equivale a un régimen de lluvias que tiende a ser intermedio o uniformemente repartidas, ya que no se cumple el requisito que sea estrictamente de verano.
2. Déficit hídrico. Se refiere a aquella área de la gráfica equivalente al aporte de lluvia insuficiente como para mantener húmedo el suelo.
3. Sequía relativa. Área que representa el periodo más pronunciado de deficiencia de agua, que puede llevar a las plantas cultivadas y silvestres, así como a la fauna, al estrés hídrico.
4. Condición húmeda. Ésta es el área que representa el aporte de lluvia que mantiene el suelo, cercano a la humedad permanente y libre de estrés a las plantas silvestres y cultivadas. Regularmente se refiere al porcentaje del área de la gráfica, en el periodo lluvioso, menor al superávit.
5. Superávit. Porcentaje de lluvia recibida en el periodo lluvioso, por encima de los 100 mm y que representa que el suelo está mojado; en otras palabras, en "capacidad de campo".
6. Sequía intraestival o canícula. Merma en la cantidad de lluvia durante el periodo pluvial en verano, lo que hace bimodal a la lluvia.



El uso de las gráficas o diagramas ombrotérmicos ha sido difundido desde hace muchos años, sobre todo en Europa. Las gráficas modificadas y adaptadas para México ya han sido aplicadas en diferentes investigaciones, en las que se ha corroborado que se puede extraer importante información en relación con diversos aspectos que tienen que ver con la distribución de especies. En este trabajo hemos tomado los datos de temperatura media y precipitación total de las salidas de los distintos modelos y familias y hemos elaborado el conjunto de gráficas de las 48 estaciones meteorológicas utilizadas en el presente trabajo. El primer juego corresponde al escenario base 1961-1990; los siguientes corresponden al mismo conjunto de estaciones meteorológicas para el horizonte 2020 en cada posible escenario de acuerdo con el modelo y familia que se trate. Se puede apreciar que un mismo sitio cambiaría radicalmente en su comportamiento de las variables que se pueden extraer de las gráficas, como por ejemplo, la sequía relativa y sequía intraestival, que puede llegar a exacerbarse dependiendo de las condiciones que se lleguen a generar.

La ventaja de las gráficas ombrotérmicas es que se puede ver la posible secuencia de la eficiencia o deficiencia de la precipitación en relación al régimen de lluvias y a la marcha de la temperatura a lo largo del año. Para poder apreciar los posibles cambios que pudieran presentarse por localidad. El arreglo de las gráficas ha sido por orden alfabético y estado correspondiente: Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Se recomienda ver el mapa base de distribución de las estaciones para conocer su localización exacta. Con objeto de analizar las gráficas, se recomienda poner atención en el mapa base y en los otros escenarios, a las áreas bajo las curvas, descritas en la figura general y que son: sequía relativa, condición húmeda, y superávit de lluvia, condición de sequía, así como sequía intraestival (la que se ha analizado en gran detalle en el capítulo correspondiente). En las tres primeras se puede distinguir cómo cambiarían las condiciones ombrotérmicas en los diferentes escenarios.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO BASE 61-90

Esta planilla contiene las gráficas ombrotérmicas de las 48 estaciones meteorológicas usadas en la investigación. Se ha procurado que las gráficas tengan los mismos límites superiores de precipitación para que sean comparables. En este caso, se presentan los diagramas o gráficas del periodo de escenario base comprendido entre 1961 y 1990. Se aprecia que las gráficas correspondientes a los sitios hacia el Golfo de México, sobre todo del estado de Campeche, tienden a tener una sequía relativa más pronunciada y visible, correspondiente a la época de "secas", en relación con aquellos sitios que dan hacia el Caribe, en el estado de Quintana Roo, donde se aprecia sequía relativa muy baja. Además, se puede distinguir que los mayores montos de lluvia están presentes en las gráficas de los sitios del sur de Campeche y Quintana Roo. En éstos se presenta una mayor área bajo la curva correspondiente a la condición húmeda y el superávit de lluvia. En cambio, las gráficas de toda la franja norte del estado de Yucatán no alcanzan a tener ese superávit de precipitación. Adicionalmente, en las gráficas se pueden apreciar otros aspectos en torno a la precipitación, como es que el máximo promedio se alcanza en la mayoría en septiembre y que coincide con un segundo máximo de temperatura media.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO HADCM3A1FI

Las gráficas ombrotérmicas de este posible escenario marcan de manera consistente que la eficiencia de la precipitación respecto a la temperatura se expresaría de manera distinta al escenario base. La sequía relativa sería menos aguda en toda la Península, ya que el área correspondiente sería muy reducida y más extendida. La lluvia iniciaría tardíamente, se presentaría muy recargada hacia el otoño, y por lo tanto, el superávit de lluvia estaría concentrado en pocos meses de la última parte del año. En todas las gráficas se distingue que habría sequía intraestival, excepto en Palizada, Campeche, ya que está localizada más hacia la llanura costera del Golfo. La canícula abarcaría, en general, de tres a cuatro meses y no sería tan pronunciada, ya que no llegaría la merma a estar por debajo de los límites en las gráficas que marcan la condición húmeda.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO HADCM3A21

Los diagramas de este escenario marcan también una sequía relativa muy baja en relación con la del escenario base. Sin embargo, se distingue igualmente que en la mayoría de los sitios se presentaría un porcentaje de lluvia invernal muy bajo. En las gráficas de las estaciones de Yucatán y Campeche se presentaría un máximo de lluvia en junio, seguido de una canícula muy pronunciada; el segundo máximo de lluvia sería en septiembre, sin alcanzar los montos tan elevados como del mes de junio. Se tendría superávit de lluvia en dos y hasta tres máximos. También es notable que la eficiencia de la precipitación sería mayor hacia el Golfo de México y no hacia el Caribe. Hool, Campeche sería el sitio que presentaría los máximos montos de precipitación.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO GFDLR30A21

Los diagramas de este escenario muestran que la sequía relativa, en general, sería breve y estaría concentrada hacia abril y la lluvia invernal, ya que la lluvia invernal estaría dentro de los polígonos de la condición húmeda. En aquellos sitios localizados hacia el Golfo de México, la estación de lluvias estaría más concentrada entre mayo y octubre, mientras que los sitios hacia el Caribe la lluvia sería más tardía. En general, el máximo de precipitación estaría en julio; en todos los casos sería bimodal por la presencia de canícula de tres meses, la que sería tan pronunciada que en la mayoría de los sitios llegaría a estar por debajo de la condición húmeda. La lluvia sería más elevada en las estaciones más sureñas.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO CGCM2A21

En este escenario, la sequía relativa en la mayoría de las estaciones de los tres estados sería muy prolongada, ya que se iniciaría desde noviembre hasta finales de abril. El periodo de lluvias iniciaría en mayo, en la mayoría de los sitios en junio se presentaría el máximo de lluvias, seguida por una canícula de tres meses; esta sequía sería tan intensa que llegaría a estar por debajo de la condición de humedad. Es importante mencionar que el superávit de lluvia lo presentarían todas las estaciones y sería bimodal.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO ECHAM4A21

A diferencia de los anteriores modelos, el escenario A21 del ECHAM muestra una posible Península con menor eficiencia ombrotérmica respecto al escenario base. La sequía relativa sería muy prolongada sobre todo en las estaciones hacia el Golfo de México, en el estado de Campeche. La estación de lluvias iniciaría en mayo y en junio se presentaría el máximo de precipitación. Muy pocos sitios tendrían elevado superávit de lluvia y sería notable la ausencia de sequía intraestival.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS DEL ESCENARIO HADCM3B11

En este escenario la mayoría de los sitios presentaría una sequía relativa que se prolongaría al mes de mayo, aunque no muy intensa. La condición húmeda tendría un porcentaje alto, al igual que el superávit de lluvia; la lluvia comenzaría en el mes de junio, cuando se tendría un primer máximo, seguido por sequía intraestival; el segundo máximo de precipitación sería en septiembre.

DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS 1961 - 1990 ESCENARIO BASE



DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS HADCM3A1FI ESCENARIO 2020



DIAGRAMAS OMBROTÉRMICOS HADCM3A21 ESCENARIO 2020

