



LOS MODELOS FITOCLIMÁTICOS, LAS PRADERAS Y EL PROBLEMA DE LA PAMPA.

Enrique D. BRUNIARD

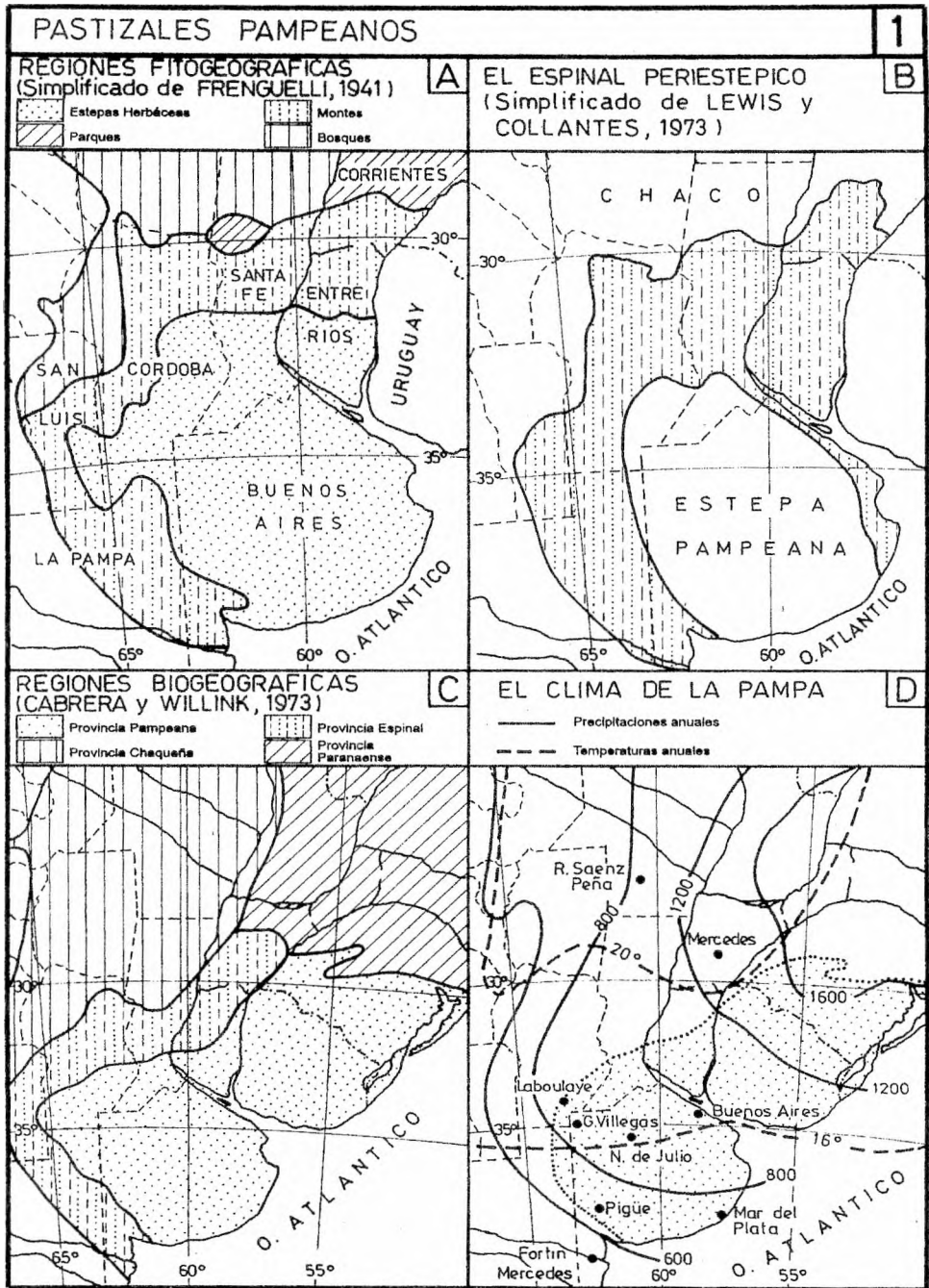
I. INTRODUCCIÓN

El estudio de las relaciones vegetación-clima en la Argentina, al menos para los extranjeros -señala BOX (1986)-, es conocido frecuentemente como el "**problema de la Pampa**, en cuanto una pradera aparentemente natural ocurre en una zona húmeda con clima potencial de bosque". Así queda definido el tema que abordaremos desde la perspectiva geográfica, de manera que conviene previamente caracterizar en sus grandes trazos el sujeto de estudio, la naturaleza e implicancias del problema y su relación con los modelos fitoclimáticos usuales, con la finalidad de elaborar sobre esas bases una nueva propuesta para la evaluación del clima en función de sus probables efectos sobre la vegetación natural.

La cubierta vegetal de la Pampa, tal como la presentan los estudios fitogeográficos de nuestro país, se desarrolla sobre subsuelo loésico y suelo chernozoide, y por el absoluto dominio de las gramíneas y su cobertura continua corresponde a una **pradera**, aunque algunos autores la denominan **seudoestepa** o, genéricamente, **estepa**; y otros, tal vez para evitar problemas de nomenclatura, se refieren a ella bajo la denominación de "*pastizales pampeanos*"

En la periferia de la Pampa no es rara la existencia de árboles, pero ellos se localizan generalmente en ambientes "*atípicos*", señalan LEON y ANDERSON (1983), en barrancas, crestas medanosas, cañadas, bordes de lagunas, etc.; es decir, en aquellos sitios donde la topografía, los suelos o la humedad edáfica actúan como factores de compensación.

Rodeando al pastizal pampeano se desarrolla un ámbito transicional, que correspondería a una "*estepa o pradera arbolada*", o bien a una zona de mezcla de pastizales y leñosas que, a medida de su mayor conocimiento, fue identificada con diversas denominaciones: ROVERETO en 1914 distinguió esta franja de contacto con el nombre de "*bosque y matorral de leguminosas*"; identificada luego por FRENGUELLI (1941), con algunas modificaciones en sus límites, como "*Monte Periestépico*" e integrada por los montes "*Entrerriano, Cordobense-santafesino y Puntano-pampeano*" (Fig. 1 A); este último tramo corresponde a lo que PARODI en 1945 llamara "*Bosque pampeano*". CABRERA (1953 y 1958) denominó esta formación, que circunscribe a los pastizales de la Pampa según un dispositivo espacial semejante al establecido por FRENGUELLI, "*Provincia del Espinal*," integrada por un mosaico de fisonomías donde se alterna el bosque xerófilo espinoso con las estepas herbáceas y arbustivas, y dentro de la cual reconoció un "*Distrito del ñandubay*" que afecta parte de las provincias de Corrientes, Entre Ríos y oriente de Santa Fe, un "*Distrito del algarrobo*" en el oeste santafesino y centro de Córdoba, un "*Distrito del caldén*" en el sur de San Luis, centro de La Pampa





y sur de Buenos Aires y un "Distrito del tala" que se alarga desde el sur de Santa Fe y oriente de Buenos Aires hasta alcanzar la costa atlántica sobre los bancos de conchillas y dunas muertas próximas a Mar del Plata. Más recientemente, LEWIS y COLLANTES (1973) identificaron esta misma formación transicional bajo la denominación "Espinal Periestépico" (Fig. 1 B) aludiendo a sus características xerófilas, como lo hiciera CABRERA, y a la localización perimetral indicada por FRENGUELLI, pero ampliando su dominio en detrimento de los pastizales centrales.

Cabe señalar que un tipo de vegetación semejante podría tener continuidad en el Uruguay, cuyos extensos pastizales se encuentran salpicados de pequeños bosques, o montes, en las proximidades de ríos, arroyos y lagunas y también en las laderas serranas y en las escarpas de basaltos y areniscas. CHEBATAROFF (1959) señala que HAUMAN, en 1931, había destacado la existencia de una "Provincia de transición", o de "Sabanas Uruguayas", distinta a la formación pampeana; y que los algarrobales y espinillares de la franja fluvial del Uruguay forman una vegetación de **parque** que, para CABRERA, sería la prolongación del Espinal. Aunque la vegetación de pradera es dominante en el Uruguay, no es exclusiva, afirma CHEBATAROFF(1957), y observa que se trata de una pradera de "tipo especial" que podría llamarse "Rioplátense", salpicada de islas de vegetación arbustiva y arbórea. Seguramente paisajes transicionales análogos se encuentren también en el sur del Brasil, circundando los pastizales que alcanzan la latitud de Porto Alegre en la costa atlántica

Los mapas de la vegetación de escala continental, como el de HUECK (1978), por ejemplo, diferencian la pampa argentina de los ámbitos semejantes uruguayo-brasileños, llamando a la primera "Praderas de Pampas planas"; y "Praderas y matorral de las Pampas onduladas" las que afectan el Uruguay y el sur de Brasil. También el mapa biogeográfico de CABRERA y WILLINK (1973) -en Fig. 1 C-, distingue dentro de la Provincia Pampeana un "Distrito uruguayense" con vegetación mezclada.

Si se tiene en cuenta el notable desarrollo longitudinal de esta franja peripampeana de contacto con los bosques, ella resulta relativamente angosta y no correspondería a los "tipos principales de vegetación" - según lo observa FRENGUELLI (1941) siguiendo las ideas de WAGNER- sino a los "tipos particulares, que son de menor extensión, conmixtos o agregados a los primeros", de modo que se la puede considerar como un ámbito "ecotonal" (LEWIS y COLLANTES 1973), o también como "un Chaco empobrecido", según la expresión de CABRERA (1953).

A escala continental el amplio espacio ocupado por las praderas rioplatenses se presentaría, según lo señala CABRERA (1958), como una "inmensa abra dentro del dominio chaqueño", es decir, una amplia extensión de pastizales rodeada en la mayor parte de su perímetro continental, sobre todo al norte y al oeste, por una franja donde entran en competencia los pastizales centrales y las leñosas de la periferia.

Transiciones semejantes se observan, por ejemplo, en las grandes praderas de América del Norte (**forest-steppe**) especialmente en el borde oriental donde aumenta la humedad, y también en el sudeste de Europa (**ante-estepa** la llaman en Rusia y **wald-steppen** los autores alemanes). GRADMANN se refiere a estos bosques con claros naturales o praderas arboladas con la denominación **Steppenheide**, es decir una vege-



tación parecida a la de un parque, que forma la transición entre las praderas y el dominio pleno de los bosques (Cf. SCHMIEDER 1955).

Las condiciones climáticas del pastizal pampeano y de las formaciones leñosas circundantes (ver Fig. 1 D) diseñan una retícula bastante regular, formada por los campos térmico y pluviométrico -uno zonal, con temperaturas crecientes hacia el norte, y otro submeridiano, con mayor humedad en el oriente-, cuya relación con el dispositivo espacial de la vegetación plantea el problema principal, en cuanto a iguales cantidades de lluvia, el sector norte -más cálido- tiene bosques (Chaco), justamente allí donde la eficiencia de las precipitaciones debería ser menor en virtud de la más alta evaporación; pero más aún llama la atención la presencia del dominio de gramíneas en el sector húmedo oriental de la Pampa -incluso en Uruguay con lluvias del orden de los 1000 mm.- y de los bosques en el oeste más seco (montes o bosques Puntano-Pampeanos), hecho que KOEPPEN (1948) calificara como un "*extraño fenómeno*" y que generara lo que SCHMIEDER denominó, en 1927, "*el problema de la Pampa*", tema sobre el cual se han emitido opiniones más o menos discrepantes que continúan hasta hoy.

En un extremo podemos situar la tesis de SCHMIEDER (1927 Y 1932) quien considera que la Pampa tiene un clima de bosques y su vegetación natural original fue arbórea, pero destruida luego por el fuego de los indios antes de la llegada de los españoles. Se trataría entonces de una pradera antropógena, cultural o inducida, según los argumentos históricos desarrollados por este autor alemán. El hombre aparece aquí como la causa básica de esta "*discrepancia*" entre el clima y la vegetación actual.

El otro extremo de las opiniones estaría representado por quienes sostienen que los grandes cambios geográficos de la vegetación, como lo advirtiera SCHIMPER, son producidos por el clima, y que la pradera es la respuesta natural óptima correspondiente al clima de la Pampa, es decir la vegetación **clímax**, según la ideas de CLEMENTS, y que puede ejemplificarse con el concepto de "*pradera pristina*" sustentado por FRENGUELLI (1941).

Entre estos extremos se sitúan algunas posiciones que podríamos llamar intermedias y otras en las que se incluye la intervención de factores extraclimáticos, que mencionaremos brevemente. Entre las primeras podemos recordar un trabajo de ELLENBERG de 1962, quien estima que la actual vegetación natural potencial es un bosque y que la vegetación natural original, por lo menos en parte, era un bosque de tala y de otras especies: contemplando "*la posibilidad que la historia de la vegetación pampeana -cambios climáticos, animales herbívoros y poblaciones indígenas mediante- no haya llevado al desarrollo de la vegetación en todas partes a la clímax*" (citado por ESKUCHE 1992). Posteriormente WALTER, en 1977, se alejó algo más del concepto de vegetación inducida al señalar que no se trata de una pradera antropógena y que el clima no ha sido juzgado correctamente, en cuanto no es tan húmedo, sino que se trata de un clima de "*pradera-arbolada*", es decir transicional entre el bosque y la estepa, y dentro del cual podemos esperar vegetación leñosa sobre suelos bien drenados y gramíneas en suelos mal drenados. También HUECK (1978) observó que los pastizales de la Pampa constituyen una formación natural, autóctona, no influenciada por el indígena, pero advirtió que el problema de la existencia del bosque en el ámbito más seco del



oeste de la región "todavía sigue sin resolver". Las ideas sostenidas por estos autores alemanes, a partir de SCHMIEDER, muestran una evolución que desde el concepto de pradera antropógena se aproximó al de pradera prístina, pero sin llegar a resolver totalmente el problema.

El factor edáfico en el origen de la pradera pampeana fue invocado especialmente por PARODI (1947): "no se puede pensar que sea un estepa graminosa inducida, sino una estepa climática, vinculada con el clima pero determinada principalmente por la estructura del suelo", y destacó precisamente el suelo compacto, poco aireado, y el fieltro que forman las raíces de las gramíneas como las principales dificultades para el desarrollo de los árboles. SCHAUFELBERGER atribuyó la ausencia de bosques a la formación de *ortstein* a cierta profundidad en el suelo (citado por KUSNEZOV 1955). También BIROT (1963) señaló el factor edáfico en el origen de la pampa, cuyos suelos homogéneos y de grano fino, junto a la red cerrada de raíces de la pradera, inhiben el crecimiento de los árboles. Estos prosperan cuando se le brindan cuidados especiales en su primera etapa de vida, como lo atestiguan las masas arbóreas plantadas en torno a los establecimientos rurales de la Pampa y también frecuentes prácticamente en todas las praderas del mundo.

Entre quienes invocan el efecto de otros factores concurrentes podemos mencionar un trabajo de MONTICELLI (1938), quien relacionó la falta de árboles en la Pampa con el efecto de los fuertes vientos, aunque cabe observar que éstos no son exclusivos ni más intensos que en otros ámbitos arbolados y menos aún precisamente en el ámbito pampeano, donde los vientos más intensos se registran en el oeste, en el hábitat boscoso, y son más moderados en el pastizal oriental. En este grupo de opiniones puede incluirse también la idea sustentada por el geógrafo uruguayo CHEBATAROFF (1959), quien atribuyó la ausencia de árboles en la Pampa a "su origen geológico reciente, más que a condiciones climáticas y edáficas adversas". Respecto de esta afirmación cabría observar que la planicie chaqueña, por ejemplo, tiene también un origen geológico reciente y con los aportes del Pilcomayo, del Bermejo y del Salado, entre otros ríos que la surcan, aún continúa su proceso de formación, sin embargo alberga un paisaje de bosques y parques.

Si bien no está referido al problema específico que nos ocupa, en cuanto enfoca el tema paleontológico, creemos oportuno mencionar aquí un trabajo de BORDAS (1937), quien a través del estudio de los fósiles de la "formación estratigráfica pampeana" concluyó que su vegetación habría sido, "en términos generales, igual a la actual".

Entre las referencias recientes contenidas en los textos de biogeografía podemos mencionar a ELHAI (1968), quien considera que la pradera pampeana corresponde a la *clímax*, ya que los primeros europeos encontraron a su llegada una pradera sin árboles y que los supuestos bosques no habrían sido destruidos por los indios en cuanto éstos estaban establecidos en la costa, precisamente allí donde los árboles son más numerosos.

Si bien el abanico de opiniones pareciera alejarse del concepto de pradera inducida ello no ha significado su abandono. En un trabajo reciente de ESKUCHE



(1992), se vuelve a señalar la existencia de opiniones dispares en la literatura fitogeográfica y entre los botánicos contemporáneos argentinos, "entre los cuales prevalece el concepto tradicional vertido por FRENGUELLI y PARODI de la estepa pristina, a pesar de las evidencias contrarias señaladas por SCHMIEDER "y otros autores posteriores. En una reseña reciente de LAUER (1995), sobre las investigaciones geográficas alemanas en América Latina, se refiere al aporte de SCHMIEDER y al "hasta hoy tan discutido trabajo sobre el problema de la Pampa".

II. LA PAMPA Y LOS MODELOS FITOCLIMÁTICOS.

Tal como está planteado, el problema de los pastizales pampeanos está ligado desde su origen a los modelos fitoclimáticos, es decir, a los sistemas de clasificación de los climas fundamentados en sus efectos sobre la vegetación natural, y particularmente al sistema de KOEPPEN, que fuera elaborado entre 1900 y 1930 con la información existente en esa época y basado sobre todo en las condiciones fisiográficas de Eurasia.

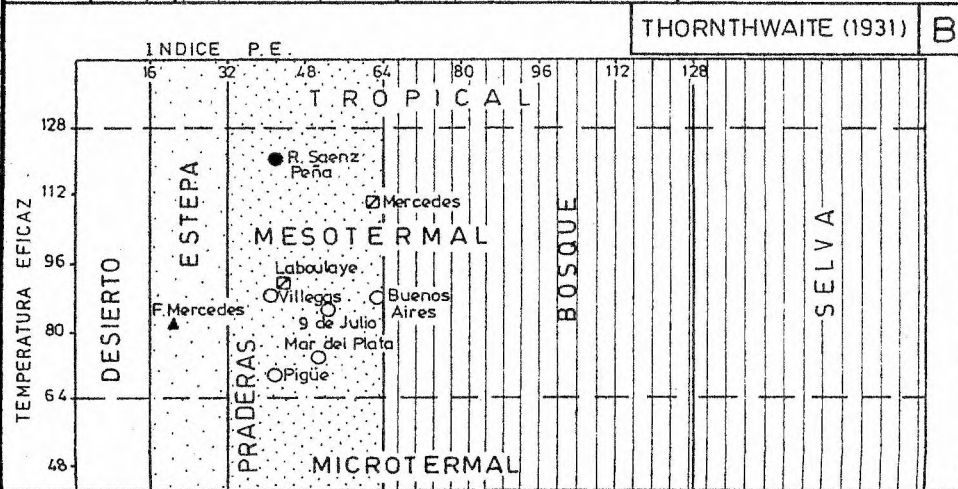
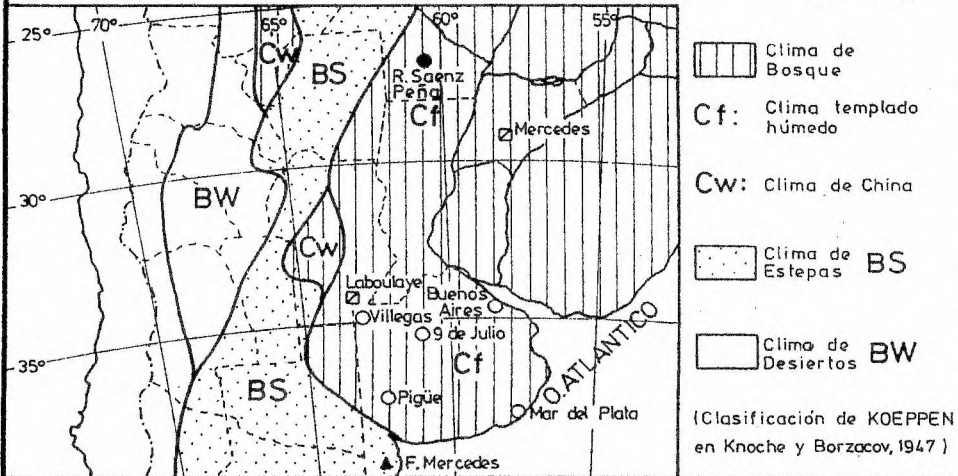
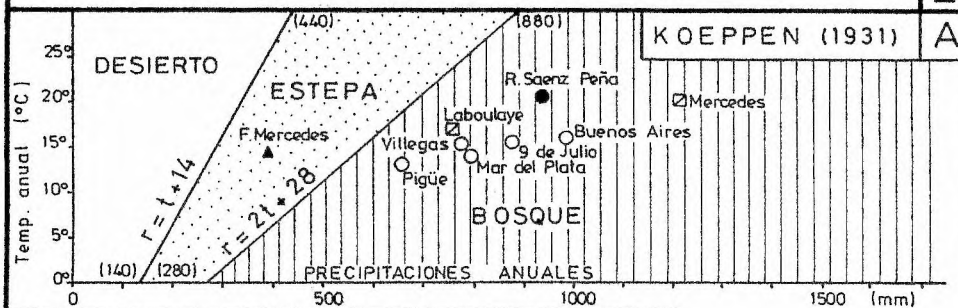
Los límites establecidos por KOEPPEN (1948) para deslindar las tres formas principales del paisaje vegetal -desiertos, estepas y bosques- reposan en el cociente entre el aporte pluviométrico anual y la temperatura media como indicador de la evaporación (P / T), relación afectada por algunos correctivos según que las lluvias se concentren en verano o en invierno. Sin entrar en los detalles de este modelo y de otros, que ya han sido aplicados y tratados exhaustivamente por BURGOS (1968 y 1970) tanto a la región Pampeana como al Nordeste argentino, nos limitaremos a comparar los resultados que se obtienen al confrontarlos con la información climatológica de nueve localidades del Litoral argentino: cinco de ellas (Buenos Aires, General Villegas, Nueve de Julio, Pigiú y Mar del Plata) en la Provincia de Buenos Aires, como ejemplos típicos del pastizal pampeano, y las restantes situadas en su periferia: Fortín Mercedes, en el extremo sur bonaerense, representa la zona de contacto con las estepas arbustivas del norte patagónico; Laboulaye, en el sur de Córdoba, se encuentra en la franja donde se inicia la competencia entre las gramíneas de la Pampa y las leñosas del Espinal; Mercedes, en el centro de la Provincia de Corrientes, es un ejemplo del Espinal Periestépico y Roque Sáenz Peña, en el centro de la Provincia del Chaco, caracteriza los bosques del norte (Fig. 1 D).

De acuerdo al sistema de KOEPPEN (Fig. 2 A) sólo Fortín Mercedes se ubicaría en el ámbito estepario y las ocho localidades restantes tendrían clima de bosque (Cf. o "clima de las hayas" de este autor) que cubriría todo el oriente argentino, Uruguay y sur del Brasil, según lo indicado en el mapa de la misma figura. Seguramente el origen del problema que estamos tratando radica en este sistema ya que SCHMIEDER, al fundamentar sus puntos de vista sobre el origen de la Pampa, destaca que KOEPPEN "no dudó en llamarlo clima de la hayas", pero también debe señalarse que el mismo KOEPPEN (1948) advirtió la dificultad que oponían los países del Plata para hacerlos caber en su sistema climatológico.

Cabe agregar que la Pampa no es la única región de praderas que entra en colisión con el sistema de KOEPPEN, algo semejante ocurre en otros continentes según

LA PAMPA Y LOS MODELOS FITOCLIMATICOS

2





lo veremos más adelante. De manera que si esta falta de adecuación entre realidad y modelo deja de ser exclusiva de la Pampa tal vez sería conveniente invertir el razonamiento y pensar que el problema no radica en la naturaleza sino en el modelo fitoclimático.

En 1931 THORNTHWAITE publicó una clasificación climática, deducida básicamente de las condiciones fisiogeográficas de América del Norte, y para ella adoptó un índice de eficacia térmica (sumatoria de las temperaturas mensuales superiores a 0° C) y un índice de la eficacia de la precipitación anual, que le permitieron delimitar seis zonas térmicas y cinco tipos principales de vegetación: selva, bosque, pradera, estepa y desierto. En este modelo (Fig. 2 B), salvo Fortín Mercedes, que se sitúa en el clima de estepa, las ocho localidades restantes tienen un clima de "*praderas mesotermiales*". El mapa resultante de este sistema tendría límites semejantes a los de KOEPPEN, pero con un contenido opuesto en cuanto los bosques de éste son reemplazados aquí por las praderas, las que se extenderían hacia el norte, incluyendo Roque Sáenz Peña y los bosques chaqueños. Si atribuyéramos crédito a este modelo, para justificar los árboles del Chaco en un clima de pradera, hasta podríamos llegar a pensar que habrían sido plantados por los indios antes de la llegada del europeo.

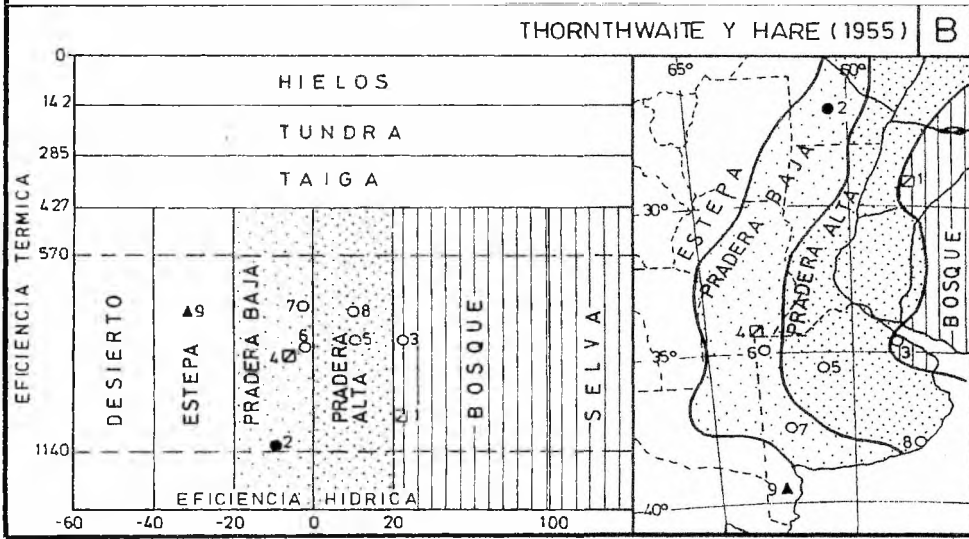
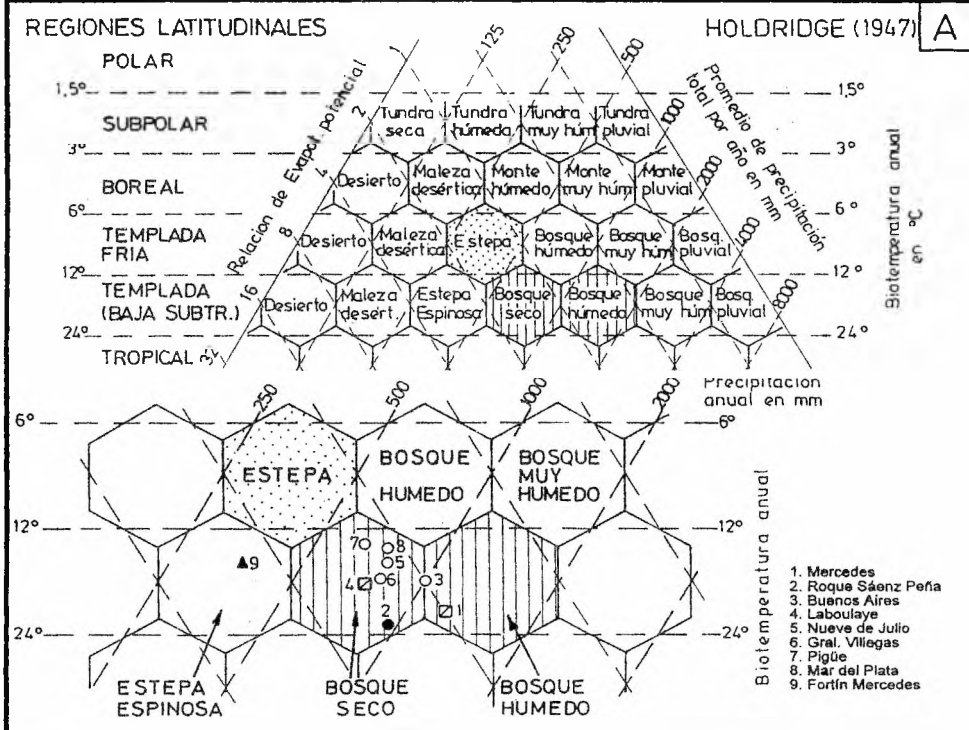
HOLDRIDGE, en 1947, elaboró un sistema fitoclimático partiendo de la observación de la vegetación en las montañas de la zona tropical y, mediante el concepto de "*biotemperatura*", el promedio de las lluvias anuales y una relación entre éstos parámetros, delimitó varias formaciones. En este modelo, representado en la Fig. 3 A, se observa que, salvo Fortín Mercedes situada en un clima de estepa espinosa, las restantes localidades -pampeanas, chaqueñas y del Espinal- se reparten entre "*bosque seco y bosque húmedo*", con una distribución que se asemeja a la que resulta del modelo de KOEPPEN (Cf. HOLDRIDGE 1987).

Con la clasificación de THORNTHWAITE de 1948 y el sistema fitoclimático de THORNTHWAITE y HARE de 1955, se incorporó la evapotranspiración potencial anual para establecer un índice de eficiencia hídrica, que tiene en cuenta los déficits y excesos en el conjunto del año, con el cual se delimitan los climas que corresponden a las mismas formaciones vegetales del sistema anterior de THORNTHWAITE, pero con una subdivisión de las praderas: "*pradera alta y pradera baja*". Según este modelo, representado en la Fig. 3 B, las localidades más húmedas, Buenos Aires y Mercedes, tendrían clima de bosque, y Fortín Mercedes, en el extremo más seco, se encontraría en el ámbito de la estepa. Las restantes localidades se reparten entre pradera alta y pradera baja, de acuerdo a la distribución que indica el mapa de la misma figura. BURGOS y VIDAL (1951) señalaron que con este sistema la Pampa se ubicaría en su correcto lugar y se explicaría así la falta de árboles, pero también advirtieron que la porción septentrional (Chaco) -con los mismos valores- tiene bosques; de manera que la solución de un problema traería aparejada otra dificultad de calibre semejante.

La propuesta de BUDYKO de 1956 introdujo nuevos conceptos en la elaboración de la clasificación, reemplazando la temperatura por el balance de radiación y las precipitaciones anuales por la cantidad de energía necesaria para evaporarlas, y con ellos reconoció cuatro formaciones básicas con límites definidos (bosque, estepa, semi-

LA PAMPA Y LOS MODELOS FITOCLIMATICOS

3





desierto y desierto) y algunos tipos secundarios de los cuales indicó la posición aproximada, pero sin límites determinados. De acuerdo a los cálculos de los parámetros requeridos por este sistema, realizados por BURGOS (1968 y 1970), las nueve localidades se agruparían en un mismo "*clima de sabana*" que afectaría tanto a la Pampa como al Chaco, con lo cual se plantearía un problema aún mayor que ya los señalados.

BOX (1986) observa que "*muchos modelos fitoclimáticos no han funcionado bien en la Argentina debido a la mala estimación de la evapotranspiración potencial y del balance de agua*", por lo que sugiere adoptar para este caso aquellos métodos de estimación que den resultados más altos de la evapotranspiración, pero debe advertirse que cualquier corrección que apunte a mejorar la relación clima vegetación en una región determinada debe hacerse también en el patrón bioclimático global.

Sólo a título ilustrativo incluimos finalmente en las Figs. 4 B y 4 C los modelos de WHITTAKER, de 1970, y de LIETH (en LACOSTE y SALANON 1969) en los cuales se vuelven a utilizar las medias anuales de temperatura y lluvias para deslindar de un modo muy general las grandes formaciones de la vegetación. En el primero (Fig 4 B), las localidades de Mercedes y Roque Sáenz Peña, por su temperatura anual más elevada se situarían en el dominio del "*monte o de la sabana*" y las restantes en el "*monte, arbustal o pradera*". El propio autor advierte, además, que las estaciones que caen dentro de la zona grisada en el modelo pueden tener indistintamente uno u otro de los tipos de vegetación que se indican en él. En el esquema de LIETH (Fig.4 C), más que la posición relativa de las localidades que tratamos interesa señalar la superposición parcial de las áreas con formaciones vegetales diferentes (pradera, bosque esclerófilo y bosque caducifolio) pero con valores semejantes de temperaturas y lluvias anuales, y la dificultad que conllevan estos promedios para discriminar nítidamente esas formaciones.

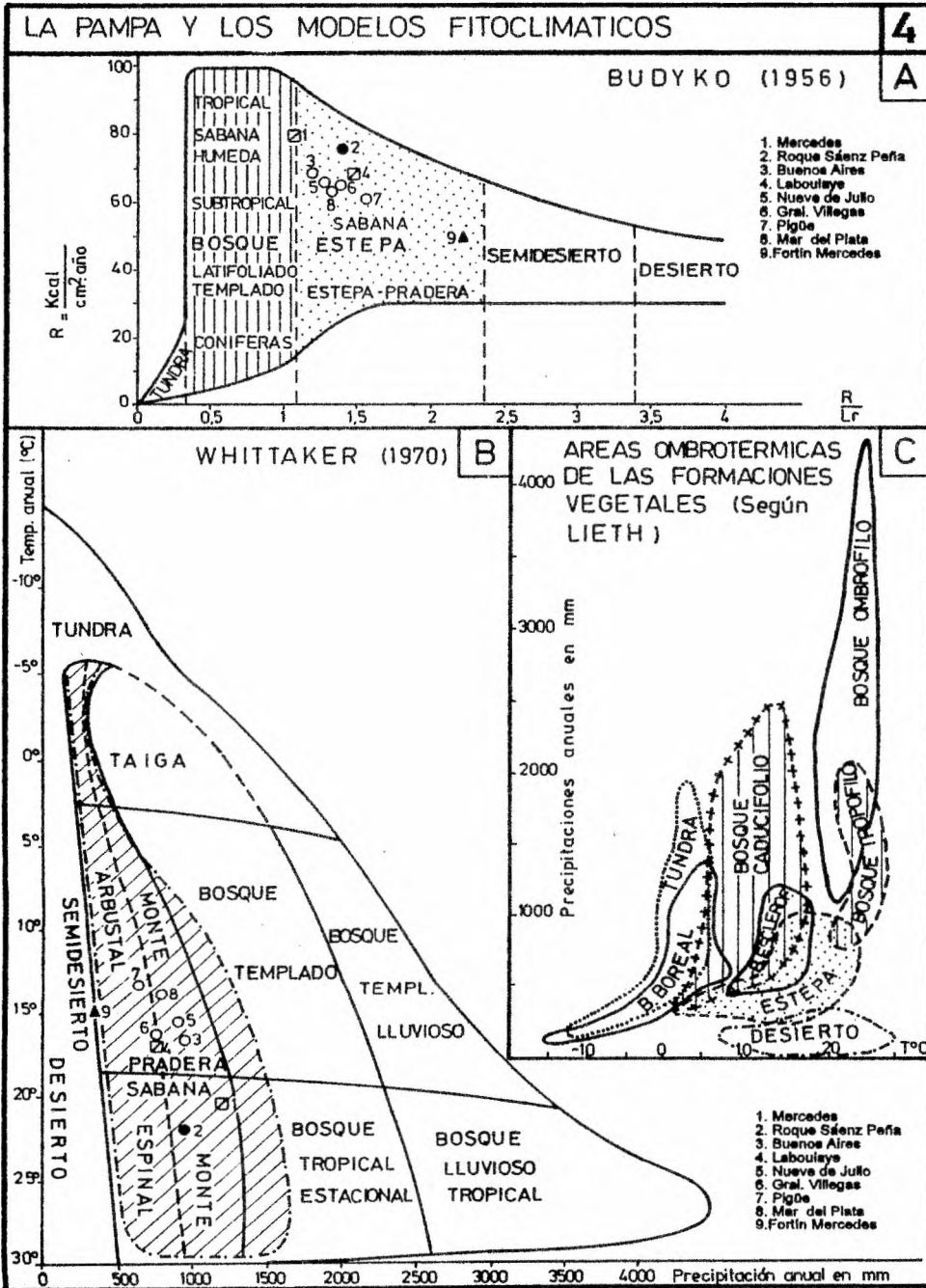
Sin agotar las numerosas propuestas existentes, los modelos aquí mencionados nos permiten apreciar la evolución seguida por ellos a través del tiempo, la diversidad de resultados que se obtienen y también algunos trazos comunes.

A partir del sistema de KOEPPEN, que utilizara sólo los datos térmicos y pluviométricos, disponibles a nivel mundial, los ensayos posteriores -tal vez tratando de optimizar los resultados del balance hídrico- requirieron valores cada vez más complejos y, por ello, menos generalizables a escala planetaria, lo que introdujo una dificultad para su confrontación con la distribución de las formaciones vegetales. Del sistema de THORNTHWAITE de 1955, señalan BARRY y CHORLEY (1972), no se cuenta todavía con mapas a escala mundial y con respecto al de BUDYKO observan que en muchas regiones no se disponen de medidas de la radiación.

La diversidad que hemos advertido se puede ilustrar con la localidad de Nueve de Julio cuyo clima correspondería, según los modelos mencionados, a los siguientes tipos de vegetación: **bosque** (KOEPPEN), **pradera** (THORNTHWAITE), **bosque seco** (HOLDRIDGE), **pradera alta** (THORNTHWAITE y HARE), **sabana** (BUDYKO), **monte** (WHITTAKER) y **pradera, bosque esclerófilo o bosque caducifolio** (LIETH); en ninguno de los siete casos la denominación sería la misma.

LA PAMPA Y LOS MODELOS FITOCLIMATICOS

4





Pero más importantes aún que la diversidad de resultados son los rasgos comunes que caracterizan a estos modelos, sobre todo por el hecho de que los climas se han clasificado en función de valores anuales o de determinados índices que expresan la humedad efectiva en el conjunto del ciclo anual, sin tener en cuenta el régimen climático que se origina en las variaciones estacionales de la radiación solar y del ritmo meteorológico propio de cada región de la Tierra, variaciones que son fundamentales desde el punto de vista biológico y que no pueden obviarse. DAUBENMIRE (1990) observa que las cifras anuales, desde el punto de vista ecológico, constituyen "*una simplificación excesiva*"; y TRICART (1982) destaca la "*importancia determinante de los regímenes hídricos del suelo sobre las formaciones vegetales espontáneas*".

La incorporación del ritmo estacional de la temperatura y de las precipitaciones a la clasificación de los climas se advierte en el sistema de BAGNOULS y GAUSSEN (1957) mediante los "*diagramas ombrotérmicos*". técnica que fue generalizada por WALTER (1967) en el **Atlas Mundial de Diagramas Climáticos** donde reunió más de 8.000 estaciones de todo el mundo. Si bien estos diagramas son ilustrativos del ritmo climático de cada formación fitogeográfica, la posibilidad de agruparlos por analogía es dificultosa sin recurrir a apreciaciones subjetivas o a algunas condiciones parcializadas de los mismos. BAGNOULS y GAUSSEN establecieron sus tipos climáticos en función del número de meses secos ($P < 2.T$), criterio seguido también por TROLL y PAFFEN (1964) y, en alguna medida, por LAUER (1968) mediante sus líneas "*isohigromenas*" (número de meses húmedos), pero estos parámetros tampoco parecen resultar suficientes en cuanto la misma cantidad de meses en igual condición - sean secos o húmedos - puede presentarse en localidades con valores de lluvias anuales muy diferentes y formas de vegetación diversas. Así, por ejemplo, la Pampa oriental tiene el mismo número de meses húmedos que la selva subtropical de Misiones, como lo ha señalado BURGOS (1970), y algo semejante ocurre entre el pastizal pampeano del oeste de Buenos Aires y los bosques xerófilos del Chaco occidental que tienen igual cantidad de meses secos. Las isolíneas de los meses secos o húmedos en la región del Litoral argentino tienen un trazado submeridiano que no se aleja demasiado del campo pluviométrico, que señaláramos como origen del problema, y lo mismo ocurre con todos los "*índices de aridez*" que fueran aplicados a nuestro país por GALMARINI Y RAFFO DEL CAMPO (1963).

Los sistemas fitoclimáticos fundamentados sólo en los valores medios anuales, o sólo en la duración de los períodos favorables o desfavorables, logran una aproximación general, pero no alcanzan a discriminar las diversas formaciones vegetales del planeta, en cuanto las condiciones hídricas requeridas por éstas parecen apuntar simultáneamente a ambas propiedades del clima, es decir al conjunto del año como ciclo natural y también a sus fases estacionales. Tomando en consideración las experiencias referidas nos parece adecuado intentar la búsqueda de una relación integrada que exprese las dos propiedades del clima a la vez: **la disponibilidad anual de agua en el suelo y su ritmo estacional.**



III. LOS REGÍMENES DE LA HUMEDAD DEL SUELO

Para definir los regímenes de la humedad del suelo de acuerdo a ambos parámetros nos valdremos de una relación gráfica simple (sistema de coordenadas) que nos permita situar cada localidad mediante un "índice de humedad anual" (I.H.A.) en el eje de las ordenadas, y un "índice de humedad estival" (I.H.E.) en abscisas, de acuerdo a los siguientes procedimientos.

El índice de humedad anual se obtiene dividiendo el aporte pluviométrico anual (P en mm.) por la suma de las temperaturas mensuales positivas (T en °C > 0°). El resultado será un indicativo de la disponibilidad de agua en el suelo durante el transcurso del año, que indudablemente no alcanzará la precisión de otros índices más complejos, pero tiene la ventaja de resolverse fácilmente a partir de datos simples y disponibles a escala del mundo, hecho que facilita su aplicación general y las consecuentes comparaciones regionales. Por ejemplo, en la **Tabla I** hemos consignado los datos pluviométricos y térmicos mensuales de las localidades de Esquel, Buenos Aires, Corrientes y Goiania (**Agroclimatological Data**, FAO 1985). Los I.H.A., indicados en la columna **A**, serían: 5,29, 4,86, 5,07 y 5,72 respectivamente; valores que expresan simplemente cuantas veces la lluvia anual en mm. supera a la sumatoria de las temperaturas mensuales positivas. Obsérvese que entre Esquel, con 515 mm anuales de lluvia, y Goiania, con 1487 mm, las diferencias expresadas por estos índices no son significativas en cuanto las temperaturas tienden a compensar la desigualdades pluviométricas, y las cuatro localidades alcanzan índices anuales semejantes en torno al valor 5.

TABLA I													A	B	C	
ESQUEL (42° 54' S, 71° 09' W, 785 m.s.n.m.)																
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Verano		
P	25	18	28	41	70	88	83	59	34	24	21	24	515	88		
T	14.3	14.6	12.0	7.8	4.9	1.7	1.5	2.8	4.6	8.2	11.2	13.7	97.3	53.8		
													IHA	IHE		
													5.29 / 1.63 = 3.24			
BUENOS AIRES (34° 55' S, 58° 29' W, 25 m.sn.m.)																
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Verano		
P	92	79	112	88	77	64	59	64	78	91	84	98	986	353		
T	23.7	23.0	20.7	16.6	13.7	11.1	10.5	11.5	13.6	16.5	19.5	22.1	202.5	88.3		
													IHA	IHE		
													4.86 / 3.99 = 1.21			
CORRIENTES (27° 27' S, 58° 46' W, 62 m.s.n.m.)																
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Verano		
P	170	135	150	138	88	56	48	45	74	135	134	130	1303	569		
T	26.9	26.2	24.2	21.3	18.6	15.9	15.5	17.3	19.0	21.4	23.9	26.3	256.5	103.3		
													IHA	IHE		
													5.07 / 5.50 = 0.92			
GOIANIA (16° 41' S, 49° 17' W, 729 m.s.n.m.)																
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año	Verano		
P	234	210	198	110	30	5	10	3	36	143	237	271	1487	952		
T	22.7	22.9	22.9	22.1	20.1	18.2	18.4	20.6	22.9	23.4	23.0	22.7	259.9	91.3		
													IHA	IHE		
													5.72 / 10.42 = 0.54			



El índice de humedad estival (I.H.E) se obtiene de la misma relación P/T, pero limitada a los cuatro meses de la estación cálida de cada hemisferio -mayo a agosto en el hemisferio norte y noviembre a febrero en el hemisferio sur-. es decir el período que combina la temperatura más elevada con la mayor radiación solar. El cuatrimestre estival es un período de duración adecuada para caracterizar la estación térmicamente favorable y para diferenciar los regímenes climáticos de mayor representación a nivel mundial.

La determinación de este índice estival requiere dos adecuaciones a casos particulares. Uno se presenta en altas latitudes, en climas continentales con invierno frío, donde las temperaturas negativas, o inferiores al punto de fusión, retienen parte de la precipitación en forma de nieve y la liberan en primavera o al empezar el verano, de manera que se produce una transferencia de humedad del invierno al cuatrimestre estival. Si bien este aporte es variable, según sean los volúmenes de la precipitación y la intensidad del frío invernal, para cuantificarlo de una manera simplificada y aproximada al determinar el I.H.E agregaremos a las lluvias del cuatrimestre cálido un tercio (33%) de las precipitaciones caídas durante el período invernal con temperaturas negativas. Si bien esta corrección es aproximada, no afecta sustancialmente los resultados en cuanto en los interiores continentales con invierno frío las precipitaciones son preferentemente estivales de modo que la capa nival es poco significativa.

$$\text{I.H.E.} = (P_{\text{cuat.cálido}} + 33 \% P_{\text{del período con } T < 0^{\circ}}) / T_{\text{cuat.cálido}}$$

La otra adecuación debe realizarse en bajas latitudes, allí donde se advierte la ausencia de un invierno térmico y la marcha de la radiación solar muestra un verano prácticamente permanente, hechos que se manifiestan claramente desde el ecuador hasta los 20° de latitud aproximadamente. Para localidades cuyas latitudes sean inferiores a 20° la estación favorable viene determinada por las lluvias, de manera que en esos casos el I.H.E será calculado para los cuatro meses consecutivos más lluviosos.

$$\text{I.H.E.} = P_{\text{cuatrimestre más lluvioso}} / T_{\text{cuatrimestre más lluvioso}}$$

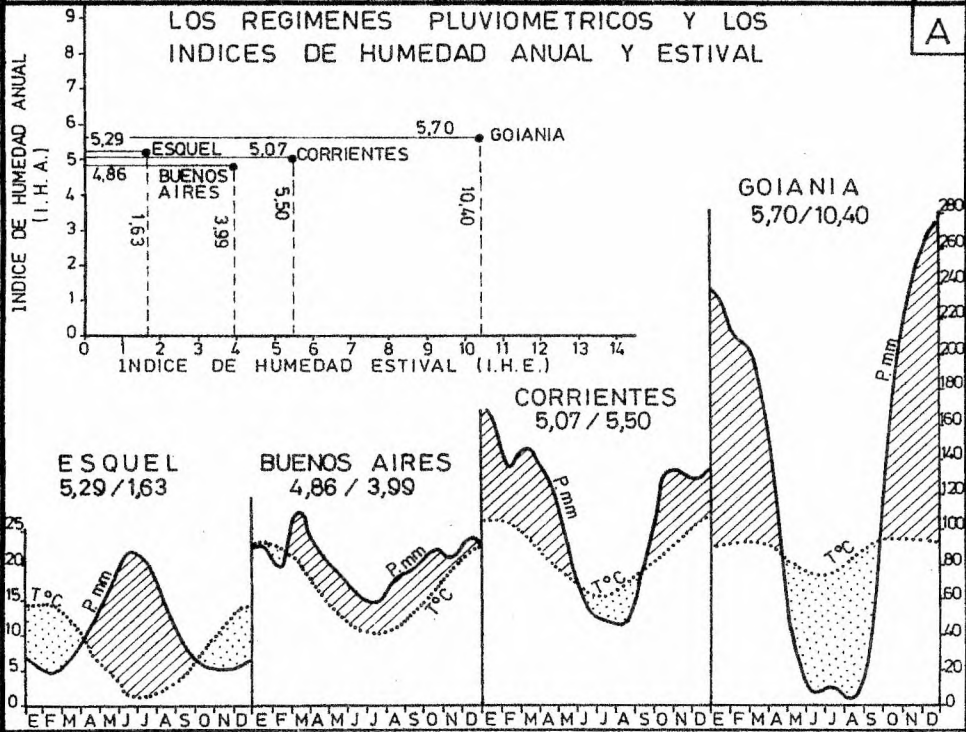
En las cuatro localidades de nuestro ejemplo no son necesarias estas adecuaciones en cuanto no se registran temperaturas negativas y el caso de Goiania, cuya latitud es inferior a 20°, presenta los cuatro meses consecutivos más lluviosos coincidiendo con los más cálidos y de mayor radiación solar: noviembre a febrero. Los I.H.E. (indicados en la columna **B** de la **Tabla I**) de Esquel, Buenos Aires, Corrientes y Goiania presentan diferencias sustanciales entre sí: 1,63, 3,99, 5,50 y 10,42, es decir, una marcada diversidad estacional.

En la Fig. 5 A se ilustran las posiciones que adquieren en el diagrama de relación (I.H.A. - I.H.E.) las cuatro localidades de nuestro ejemplo y las características de la marcha anual de la temperatura y de las lluvias. Esquel, con precipitaciones invernales y sequía estival, representa un régimen de tipo "*mediterráneo*" que se localiza a la

LOS REGIMENES HIDRICOS

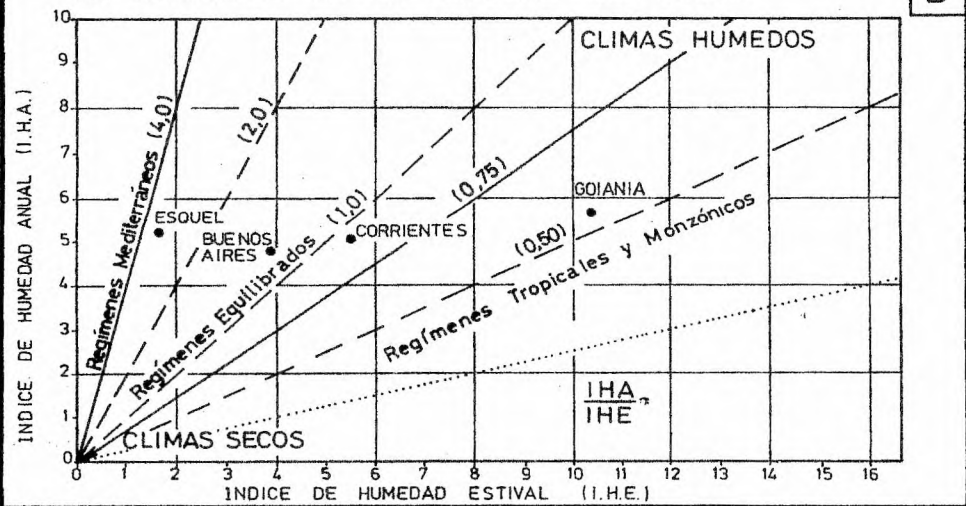
5

A



LOS REGIMENES DE LA HUMEDAD DEL SUELO

B





izquierda del diagrama de relación: Buenos Aires, en el ámbito pampeano, se caracteriza por sus marchas térmica y pluviométrica más ponderadas y paralelas entre sí, ubicándose en una posición más equidistante de los ejes del diagrama; Corrientes, en los parques de la Mesopotamia, muestra una mayor concentración estival de las precipitaciones y se sitúa prácticamente a igual distancia de ambos ejes (I.H.A. = 5,07 e I.H.E. = 5,50); finalmente, Goiania, en las sabanas arboladas del Brasil (Campos Cerrados), representa un régimen "tropical" con fuerte concentración estival de las lluvias y larga sequía invernal, que se localiza a la derecha del gráfico evidenciando que las diferencias básicas con las restantes localidades radica en los índices estivales.

La relación entre ambos índices puede expresarse dividiendo el I.H.A. por el I.H.E. cociente que nos indicará cuántas veces el primero contiene al segundo, como se lo indica en la columna C de la **Tabla I**. Esta relación alcanza en Esquel a 3,24 (mediterráneo), se aproxima a la unidad en Buenos Aires y en Corrientes, mientras que en Goiania sólo llega a 0,54 (régimen tropical).

En la Fig. 5 B la posición en el esquema de las mismas localidades y de las líneas convergentes en el cero de ambos índices muestra las posiciones relativas de los ejes representativos de los diversos regímenes de la humedad del suelo, desde los mediterráneos con la relación más alta I.H.A./ I.H.E a la izquierda del gráfico hasta los tropicales a la derecha, con la relación más baja. PAPANAKIS (1962) denominó a estos regímenes contrastados *Mediterráneo* y *Monzónico*, entre ambos uno intermedio al que llamó *Iso-higro* y dentro de éste mencionó una variedad *Estépica*.

Las grandes formaciones vegetales del planeta parecen ser muy sensibles a los regímenes expresados en este modelo, según el procedimiento descripto, y las localidades representativas de cada tipo de formación tienden a agruparse en cada uno de los tramos de los diversos ejes indicativos de los regímenes.

En la Fig. 6 A la distribución geográfica de las grandes formaciones gramíneas nos permite advertir su localización en latitudes medias, en los interiores continentales del hemisferio norte y en los sectores orientales del hemisferio sur, y también el notable desarrollo de las praderas y estepas herbáceas de América del Norte, del sudeste europeo y de su prolongación más allá de los Urales hasta alcanzar las planicies de Manchuria en el oriente asiático. En el hemisferio sur, además de los extensos pastizales rioplatenses, se encuentran el Veld sudafricano y algunas extensiones aisladas de praderas y estepas herbáceas en Australia y en la isla meridional de Nueva Zelandia. En la Fig. 6 B hemos indicado las posiciones que ocuparían en el modelo los regímenes de las formaciones que nos interesan en este caso: *praderas y estepas herbáceas* y la franja de transición *pradera-bosque*. También se indican en el esquema, de manera provisoria y sujeta a revisión, las áreas que corresponderían al resto de las grandes formaciones vegetales del globo.

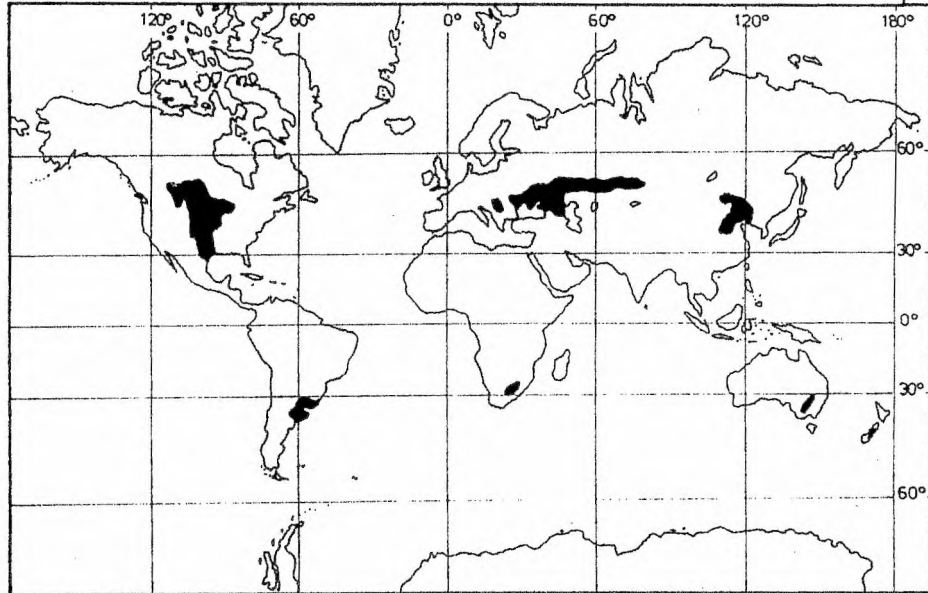
Para verificar la validez del modelo indicativo de los regímenes hídricos como factor fundamental de las formas de vegetación, y particularmente de las praderas, trataremos de confrontarlo con aquellos ejemplos representativos de mayor desarrollo y mejor conocidos.

LAS FORMACIONES HERBACEAS Y LOS REGIMENES

6

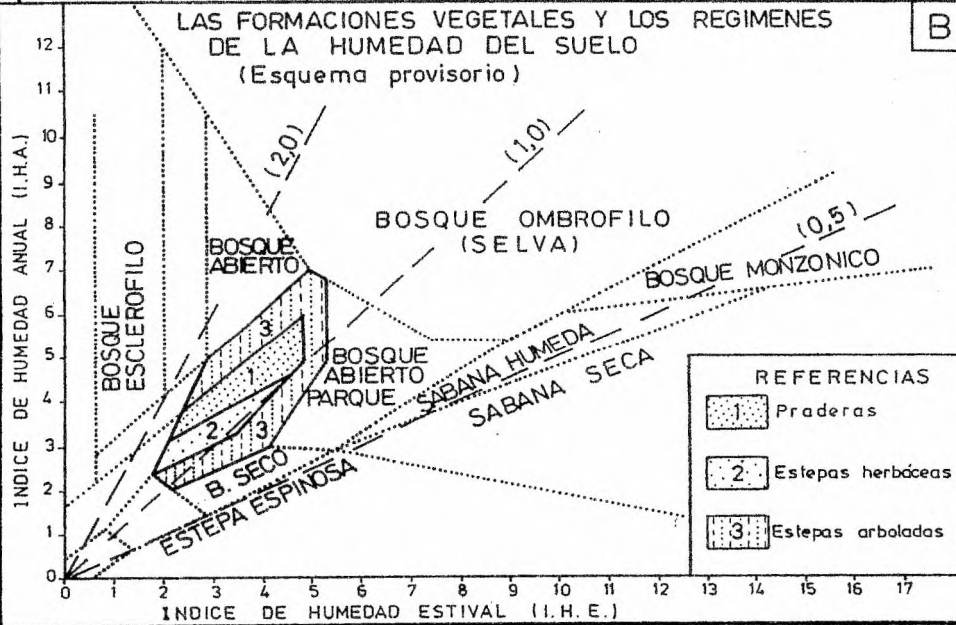
LAS GRANDES FORMACIONES HERBACEAS DEL MUNDO

A



LAS FORMACIONES VEGETALES Y LOS REGIMENES DE LA HUMEDAD DEL SUELO (Esquema provisorio)

B





IV. LOS REGÍMENES CLIMÁTICOS DE LAS PRADERAS DE EURASIA.

La distribución de la vegetación del Sudeste Europeo (Fig. 7 A, mapa simplificado de SCHMIEDER 1955) nos permite advertir un dispositivo subzonal de las formaciones que responde a un campo pluviométrico también subzonal, con lluvias que disminuyen desde el noroeste al sudeste, y un correlativo aumento de las temperaturas en el mismo sentido. Este paralelismo climático y fitogeográfico probablemente haya alentado la búsqueda de la explicación en la combinación de ambos elementos del clima, a través de los "índices de aridez" que rinden cuenta de las condiciones anuales.

Entre el límite meridional de los bosques del norte europeo y las estepas arbustivas subdesérticas que bordean el Caspio por el norte, se pueden distinguir tres franjas subzonales diferenciadas. La del norte constituye la transición entre el bosque y la pradera y se caracteriza por una predominancia de bosques en su borde septentrional y una acentuación de los paisajes abiertos hacia el sur hasta que los bosques terminan por desaparecer. No se trata de una formación transicional homogénea sino de un macromosaico de estepas herbáceas y bosques xerofíticos (robles o encinas), según WALTER (1981), que alcanza su mejor expresión en la zona de Kiev y de Kursk (Cf. EL-HAI 1968).

En la franja intermedia se sitúan las praderas propiamente dichas, con predominio casi absoluto de vegetación herbácea, alta y compacta, y algunos árboles sólo en los cursos de agua. Más al sur, en la tercera franja, aparece la estepa de gramíneas duras y ralas -estepas de espolín- con dominio de *Stipa* (Cf. WALTER 1977).

Esta secuencia de las formaciones fitogeográficas muestra una estrecha relación con la disposición también subzonal de los principales tipos de suelos, tal como están representados en la Fig. 7 B. "No existe ninguna zona tan extensa -señala WALTER (1977)- en la que la zonación paralela del clima, los tipos de suelo y la vegetación se pueda reconocer tan claramente". Precisamente este es el ejemplo más claro de la célebre ley de la zonalidad de DOKOUTCHAEV ("en una misma zona climática, los fenómenos de descomposición de rocas diversas terminan con la formación de suelos del mismo tipo, siempre que el período de descomposición sea suficientemente largo") y también el ámbito de origen de la Edafología como disciplina científica (Cf. WAGUET 1955).

Los suelos "zonales" se disponen en bandas paralelas bastante regulares desde el norte frío y lluvioso hacia el sur más cálido y seco. Los excesos de humedad en el norte y la infiltración del agua producen el lavado de las capas superficiales y la migración de las sustancias solubles hacia la profundidad. Este proceso de lixiviación genera los suelos grises, *podzólicos* (ceniza), que son característicos del predominio de los movimientos descendentes del agua. Se trata de suelos esencialmente forestales en los cuales la humedad infiltrada no remonta a la superficie a través del suelo, por capilaridad, sino que lo hace por medio de las raíces y vasos vegetales para mantener la evapotranspiración.

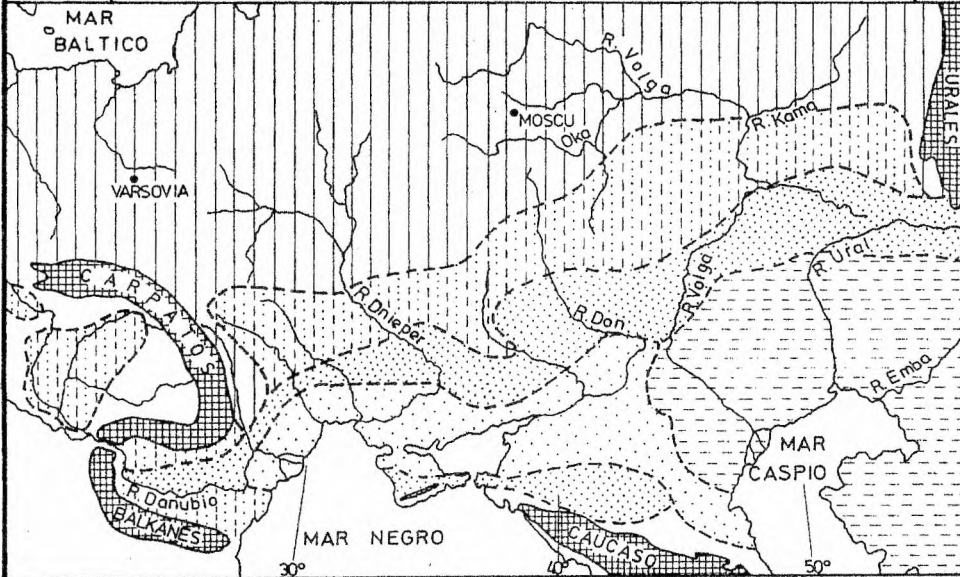
Al sur de la franja de los suelos *podzólicos*, con precipitaciones más bajas y mayores temperaturas, la infiltración y el lavado de las capas superficiales es menos

VEGETACION Y SUELOS DEL SUDESTE EUROPEO

7

LA VEGETACION DEL SUDESTE EUROPEO
Simplificado de SCHMIEDER

A

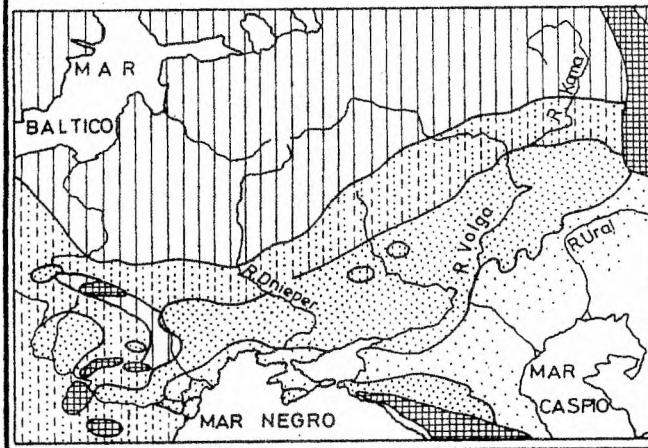


- | | | |
|------------------------------------|--------------------|--|
| Bosques de coníferas y mixtos | Praderas arboladas | Praderas con espesa cubierta de pastos |
| Estepas de gramíneas duras y ralas | Estepa desértica | |

LOS SUELOS DE EUROPA ORIENTAL

B

Simplificado de SIBIRTZEV y RAMANN (en De Martonne, 1955)



- | |
|--|
| Podzols |
| Suelos grises, oscuros, forestales y tchernosioms degradados |
| Tchernosioms |
| Suelos castaños de estepas |
| Suelos pedregosos de montaña |



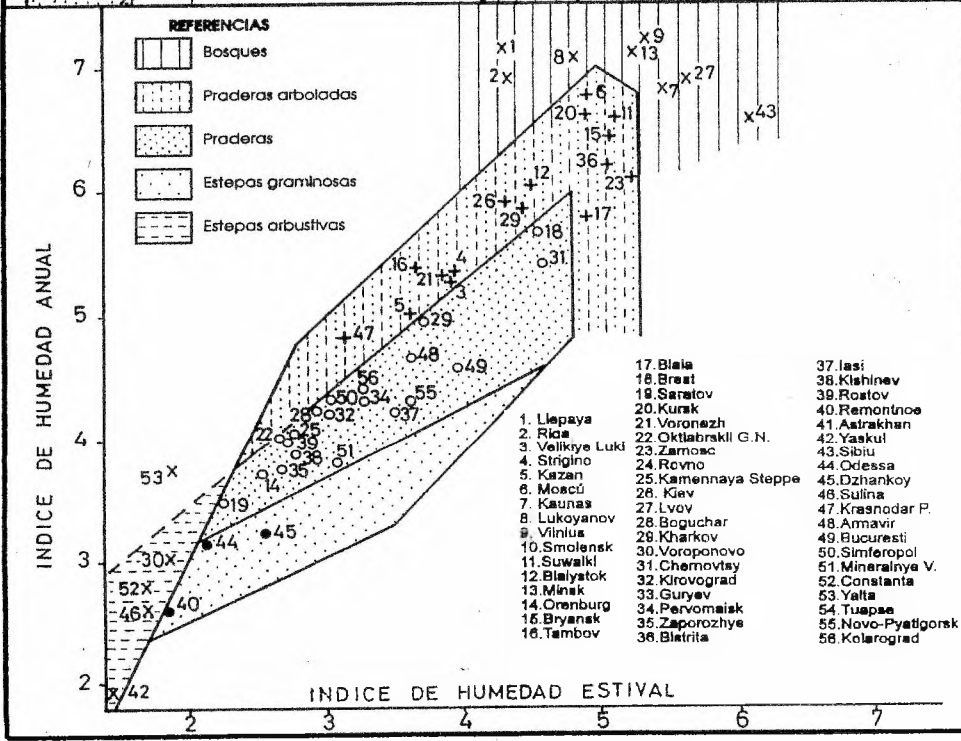
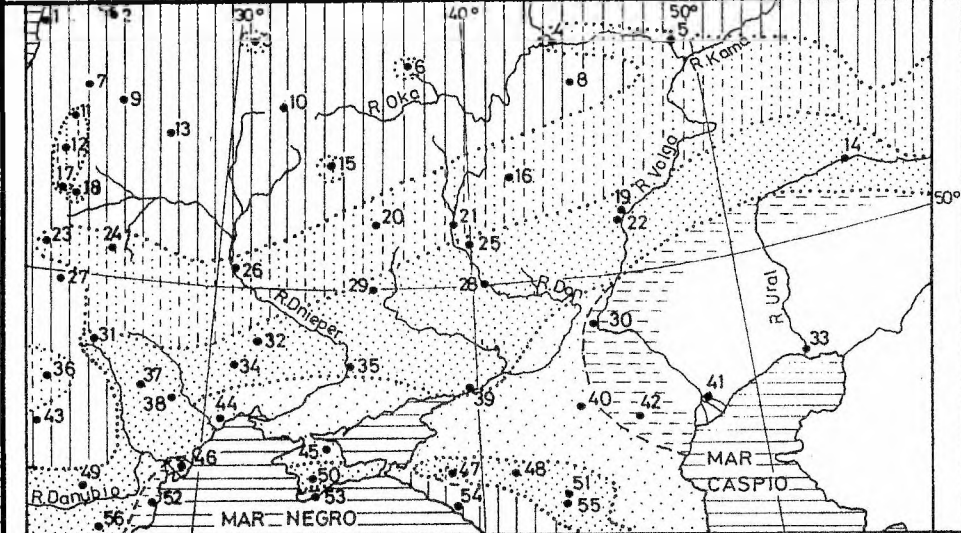
intenso y resulta compensado parcialmente por el ascenso capilar que remonta hacia la superficie las sustancias solubles dando lugar a suelos más oscuros, *grises o marrones forestales*. Con un clima aún menos lluvioso y temperaturas más elevadas, la menor infiltración es contrabalanceada por la capilaridad, de manera que la migración descendente se equilibra con la ascendente y de ello resultan los suelos negros, ricos en humus (*Tchernozems*), donde se desarrollan las praderas y estepas gramíneas.

A medida que el clima se hace más seco el humus es menos desarrollado, como ocurre en el sudeste de Rusia, donde una evaporación más activa y el ascenso capilar generan los suelos *castaños*, con afloramientos salinos que preanuncian la cercanía del desierto.

Dentro de esta gradación climática y edáfica, KOEPPEN (1948) destacó que *"la falta de bosques en las estepas de Rusia meridional data de épocas geológicas pasadas y constituye el producto de condiciones naturales de la región, entre las que descuella en primer lugar la escasez de precipitación en estación fría que impide el almacenamiento de agua en el suelo"*; y al tratar este mismo paisaje SCHMIEDER (1955) observó que *"la presencia de tierra negra es considerada como prueba de que las estepas europeas nunca tuvieron bosques. Constituyen un paisaje natural y no cultural"*, y agrega que *"la edafología ha contribuido a la solución del problema fijando la extensión del chernozems y comprobando su origen estepario"*.

Para establecer las relaciones entre el esquema fitogeográfico y edafológico descripto, con las condiciones climáticas y especialmente con los regímenes hídricos, hemos localizado 56 estaciones meteorológicas en la Fig. 8 , representativas de los diversos paisajes fisiográficos del área y las hemos situado en función de sus índices de humedad (I.H.A - I.H.E.) en el modelo propuesto, en el cual se indican también los regímenes que corresponden a los bosques, en general, a las praderas arboladas, praderas, estepas gramíneas y estepas arbustivas. Los límites indicados en el mapa han sido trazados en función de la posición que cada localidad tiene dentro del modelo de los regímenes hídricos, de modo tal que se trata de límites climáticos. Obsérvese su covariación espacial con el mapa de los tipos de vegetación de SCHMIEDER (en Fig. 7 A), especialmente la extensión de las praderas, desde el Danubio inferior hasta los Urales, y los núcleos aislados de praderas del norte del Cáucaso y de la península de Crimea, coincidentes con la cartografía y también con las descripciones regionales (Cf. SCHMIEDER 1955 y WALTER 1977). Al norte de la franja de praderas se extiende la zona de pradera arbolada con algunos apófisis hacia el ámbito típicamente forestal, como es el caso de la localidad de Kazán, por ejemplo, y también algunos enclaves aislados como el representado por Moscú. Respecto de la región de Kazán, GEORGE (1967) señala que el bosque ocupa grandes extensiones, sin embargo -agrega- *"aparecen mesetas abiertas y la cobertura de podzol deja de ser continua"*. El caso de Moscú, como otras ciudades del sur de Rusia, se sitúa en un calvero natural dentro del bosque, es una ciudad de *polié*, observa CAMENA D'ALMEIDA (1934), *"nombre con el que se designa al "campo" o "llano", en el concepto literal de la palabra, y no es raro que se distinga del bosque vecino por sus suelos negros"*; y GEORGE (1967) agrega que en las cercanías de Moscú el paisaje se convierte en prados boscosos, *"el*

LOS REGIMENES HIDRICOS DEL SUDESTE EUROPEO





horizonte aparece siempre oculto por una línea de árboles... pero al acercarse se puede observar la existencia de pequeños claros y bosquillos...".

La continuidad zonal de las franjas de praderas boscosas, praderas y estepas herbáceas más allá de los Urales, puede ilustrarse con los regímenes de la humedad del suelo de las siguientes localidades:

	Localidad	Latitud	Longitud	I.H. A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Pradera Boscosa	Krasnoyarsk	56° 00' N	92° 53' E	5,80	4,53	1,28
	Barnaul	53° 20' N	83° 42' E	5,40	3,92	1,37
Pradera	Omsk	54° 56' N	73° 24' E	4,14	3,42	1,21
	Minusinsk	53° 42' N	91° 42' E	4,03	3,35	1,20
Estepa Herbácea	Kustanay	53° 13' N	63° 37' E	3,04	2,27	1,33
	Tselinograd	51° 08' N	71° 22' E	3,16	2,52	1,25
	Karaganda	49° 48' N	73° 08' E	3,11	2,34	1,32

Krasnoyarsk y Barnaul representan la degradación del Bosque Boreal y de los bosques de montaña, respectivamente. Omsk caracteriza las estepas del Ichin y de Baraba, y Kustanay, Tselinograd y Karaganda degradan hacia el semidesierto de las llamadas *Estepas del Hambre*.

Más al oriente, la franja de praderas se encuentra interrumpida por los altos relieves de Asia Central, pero se manifiesta en manchas aisladas en el piedemonte, según observa ELHAI (1968): estos casos pueden ilustrarse con las localidades de Bratsk (56° 04' N y 101° 50' E, I.H.A. = 5,48, I.H.E. = 4,44) y Chita (52° 01' N y 113° 20' E, I.H.A. = 5,19, I.H.E. = 4,53).

Cabe agregar aquí que, a modo de enclave en la zona fría del Bosque Boreal oriental, se encuentran áreas relativamente más secas, como el valle del Lena, donde las estepas alcanzan un notable desarrollo. Este es el caso de Yakutsk (62° 05' N y 129° 45' E, I.H.A. = 3,32, I.H.E. = 2,57), donde adquieren singular importancia los cultivos de centeno y trigo y la ganadería vacuna y caballo (Cf. KOEPPEN 1948 y FOCHLER HAUKE 1950). También Oymyakon, con un régimen de estepa-bosque (63° 16' N 143° 09' N, I.H.A. = 4,78, I.H.E. = 3,53), es descrita por GERASSIMOV como "*una región muy seca, de bosque magro xerocriófilo con pantanos y estepa...*" (en CORBEL 1961).

En Asia oriental, en las llanuras de Manchuria y del norte de la China "se encuentra la pradera típica -según ELHAI (1968)- en una posición análoga a la de América del Norte". Esta región pertenece al tipo de tierras herbosas de latitudes medias, según STAMP (1966), cuyo desarrollo agrícola, especialmente en Manchuria, la ha convertido en la "*tierra de promisión*". Lamentablemente la información climatológica es muy pobre en esta región y las fuentes que utilizamos (WORLD WEATHER RECORDS, Asia, vol. 4, 1967) no incluyen datos de este ámbito interior, pero algunas localidades del sur y otras más próximas a las montañas del litoral Pacífico presentan regímenes de transición **pradera-bosque**.



Localidad	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Khabarovsk	48° 31' N	135° 19' E	6,05	5,15	1,17
Harbin	43° 43' N	126° 40' E	4,92	4,70	1,04
Talien	38° 55' N	121° 38' E	4,50	4,62	0,97
Hsining	36° 37' N	109° 49' E	3,70	3,92	0,94

Puede inferirse que hacia el interior más seco, manteniendo las mismas proporciones estacionales, se verificarán los regimenes de praderas y los de estepas herbáceas. SCHMIEDER (1955) señaló precisamente que la vegetación de las montañas del oeste de esta región eran praderas parecidas a las del Plata, que hacia el interior se convertían en estepas cada vez más áridas.

También debemos agregar aquí que la cuenca de Panonia se presenta como una célula aislada de praderas en el ámbito centro-europeo, allí se desarrolla la región del Alfold, "la gran llanura monótona y sin árboles", según DERRUAU (1965), y la puszta húngara: "región típica de pradera de hierba alta", de acuerdo con la descripción de STRAHLER (1975). En esta célula, abrigada por los sistemas montañosos, se localizan numerosas estaciones cuyos regimenes se sitúan en el sector de **praderas del modelo**, entre las cuales se encuentran las siguientes:

Localidad	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Budapest	47° 31' N	19° 01' E	4,65	3,31	1,40
Debrecen	47° 33' N	21° 37' E	4,62	3,64	1,26
Szeged	46° 15' N	20° 09' E	4,00	2,82	1,41
Timisoara	45° 47' N	21° 13' E	4,73	3,40	1,39
Oradea	47° 03' N	21° 56' E	4,82	3,80	1,26

Al tratar este paisaje, SCHMIEDER (1955) observó que "la vegetación de la *puszta húngara* y sus suelos negros tienen caracteres indudablemente esteparios", sin embargo señaló que ella se debe a la acción del hombre; tal vez esta conclusión haya derivado de una observación de KOEPPEN (1948) sobre el clima de la región: "por la altura de la lluvia ya no corresponde a nuestra definición de clima estepario".

Finalmente podemos agregar que numerosas estaciones meteorológicas del occidente europeo -especialmente aquellas situadas en cuencas abrigadas-, donde las generalizaciones cartográficas indican el dominio del Bosque Templado Caducifolio, se sitúan sin embargo en el régimen de **praderas**, tales por ejemplo los casos de Praga, en el centro de la cuenca de Bohemia, y Erfurt, en Alemania.

Localidad	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Praga	50° 06' N	14° 17' E	5,07	4,65	1,09
Erfurt	50° 59' N	10° 58' E	5,51	4,59	1,20



La cartografía menos generalizada (Carta de la Vegetación Natural de Europa Central, en escala 1 : 10 millones, en DE MARTONNE 1931) asigna a estas localidades una vegetación de pradera y también las descripciones regionales indican para estos casos una vegetación en armonía con el régimen hídrico. DE MARTONNE (1931), por ejemplo, destacó el paisaje abierto de Praga, "*sin un árbol en el horizonte*"; y respecto de Erfurt. SCHMIEDER (1955) señaló su localización en la depresión de la **Goldene Aue** o "*pradera dorada*".

En síntesis, el modelo de los regímenes de la humedad del suelo parece contener en cada uno de los sectores que hemos delimitado el conjunto de las praderas y estepas herbáceas de Eurasia, con un aceptable grado de ajuste y también la franja transicional de pastizales y leñosas que le sirve de marco parcial.

V. LOS REGÍMENES CLIMÁTICOS DE LAS PRADERAS DE AMÉRICA DEL NORTE.

Los paisajes abiertos de praderas y estepas herbáceas ocupan preferencialmente el interior de América del Norte, de acuerdo a un dispositivo general aproximadamente submeridiano, que se extiende desde el flanco oriental de los Rocallosos hasta los bosques atlánticos en el este, y desde el paralelo de 55° N hasta las costas del golfo de Méjico.





En la Fig. 9 A el mapa de las Provincias Vegetales de EE.UU. de LIVINGSTON (en DE MARTONNE 1955), muestra esquemáticamente las grandes formaciones correspondientes a los diversos tipos climáticos: las praderas se presentan como una enorme cuña con base en la frontera de Canadá y se proyecta hacia el sur hasta los 30° N, con un límite occidental bien definido por el gradiente más intenso que genera la topografía, y un límite oriental que se diluye en una zona transicional de "*praderas con bosques*", que DE MARTONNE denomina "*vegetación intermediaria*".

Las formas de vegetación de América del Norte -según el mapa de ZHANTZ y ZON para EE.UU. (en BAULIG 1948) y el Mapa de Clasificación de los Bosques de Canadá (Ottawa 1956) simplificados en la Fig. 9 B- permiten distinguir dos franjas submeridianas con predominio de vegetación herbácea, separadas aproximadamente por el meridiano 100° W: las Estepas Centrales y las Praderas. La primera, conocida también como región de los "*Llanos Centrales*" o "*praderas de hierbas bajas*", se caracteriza por un césped corto (*short grass*) de gramíneas xerofíticas desarrolladas sobre subsuelo seco, horizonte húmico reducido y raíces casi horizontales, en cuanto la humedad no alcanzaría a los 60 centímetros de profundidad en años normales, hecho que explicaría esa cobertura gramínea poco desarrollada, discontinua y con espacios des






PRADERAS Y ESTEPAS DE AMERICA DEL NORTE

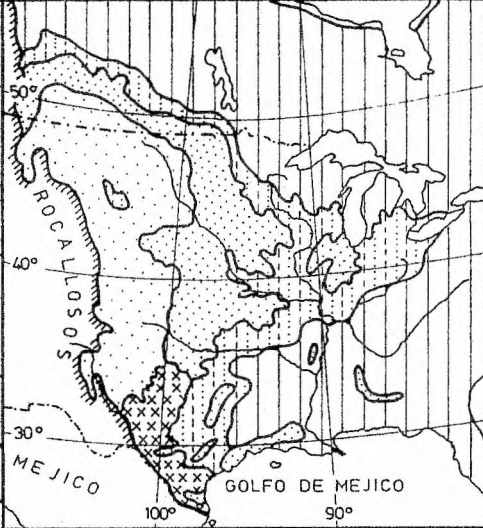
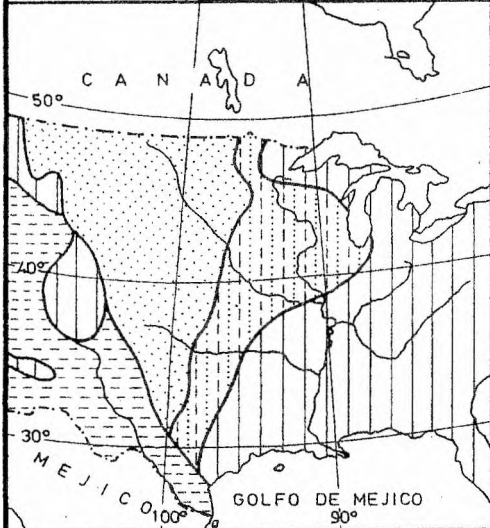
9

PROVINCIAS VEGETALES DE E.E.U.U. A

-  Bosques
-  Praderas
-  Praderas con bosques
-  Desiertos y semidesiertos

FORMAS DE VEGETACION B



-  Bosques
-  Praderas
-  Bosques y praderas
-  Estepas herbáceas
-  Sabana o estepa de Mezquitas

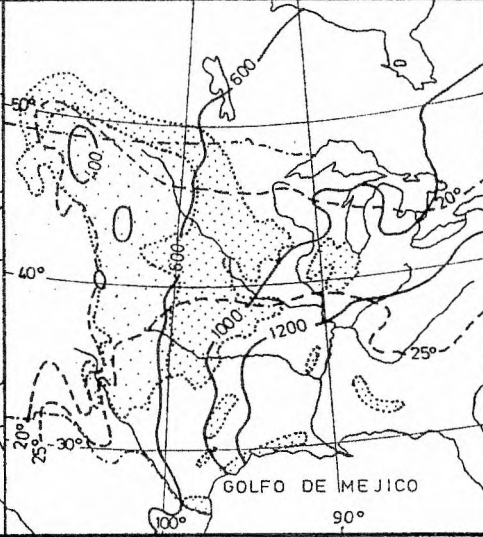
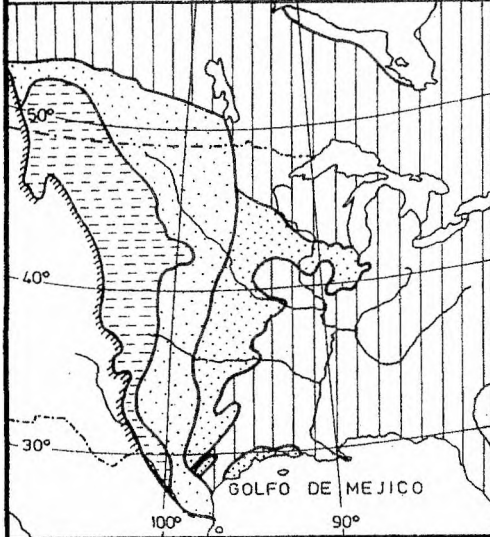


LOS SUELOS (MARBUT) C

-  Suelos Forestales
-  Suelos de praderas
-  Chernozema
-  Suelos castaño-parduscos

LAS PRADERAS Y EL CLIMA D

-  Precipitaciones anuales
-  Temperaturas de julio





nudos que refieren las descripciones regionales (Cf. BAULIG 1948, SCHMIEDER 1946, WALTER 1977).

Al oriente del meridiano 100° W, con el aumento de la humedad, se desarrollan las "praderas de hierba alta" (tall grass), de hasta un metro y medio de altura, pastizal continuo de gramíneas, con sistema radicular intensivo que penetra en un horizonte húmedo de tierra negra de más de un metro de espesor. Estas praderas serían semejantes y tan ricas como las de Rusia, según WALTER (1977) y ELHAI (1968), y en ella también prosperan los árboles plantados cuando no existe competencia con las gramíneas.

Más al este se extiende la franja de "Praderas boscosas" (forest-steppe) según el mapa de LIVINGSTONE, y que en la Fig. 9 B corresponde a lo que BAULIG (1948) denomina "Bosque apalachense xerofítico", y describe como islotes boscosos de encina e hickory -los ejemplares más xerófilos- sobre extensas praderas que se proyectan hasta el sur de los Grandes Lagos. Esta transición se inicia en las proximidades del Golfo de Méjico, en la llamada "Sabana o Estepa de Mezquites" del oeste de Texas, como una pradera rala salpicada de árboles o arbustos dispersos de la familia de las mimosas (Prosopis juliflora), cuyas raíces alcanzan los 20 metros.

Más al norte, en el estado de Oklahoma, aparecen los mosaicos de pradera-bosque, de tipo parque, con bosques en las laderas de los valles y en suelos ligeros y praderas en los suelos arcillosos, más pesados (Cf. ELHAI 1968). Llegando a la región de Middle West la mezcla de bosques y praderas alcanza un notable desarrollo, según lo indica el mapa de KÜCHLER (en HART 1972), con marcadas penetraciones de los paisajes abiertos hacia el oriente, donde se desarrolla el cinturón del maíz (Corn Belt) y la Gran Pradera de Illinois, al sur del lago Michigan. "Estas extensas llanuras de pastos, sólo aquí y allá interrumpidas por alguna arboleda, constituían para los angloamericanos una forma de vegetación enteramente nueva, para la que carecían de una denominación adecuada, y por eso adoptaron de los traficantes de pieles y cazadores franceses la palabra prairie (pradera)..." (SCHMIEDER 1946).

Desde el sur de los Grandes Lagos esta faja transicional se alarga hacia el NW, en dirección a Winnipeg, y penetra en territorio canadiense. Se trata de un "paisaje de parques con *Populus tremuloides* y coníferas de un ancho de 320 kilómetros que se proyecta en cono desde el NW de Minnesota y sigue hasta Alberta para redescender en Montana" (ELHAI 1968). El dispositivo submeridiano característico de EE.UU. se transforma en zonal al llegar a las "Provincias de las Praderas" de Canadá, con una franja de "pradera-parque" en el norte, en contacto con el bosque boreal, "praderas mixtas" en el centro y una "pradera de hierba corta" en el sur (Cf. LAYCOCK 1972 y BAILLY 1973). Al llegar a los Rocallosos esta secuencia de franjas zonales tuerce nuevamente hacia el sur, y allí "aumenta la altura de los pastos cuando las estepas bajas alcanzan la montaña húmeda", señala NEWBIGIN (1949), pero dada la intensidad del gradiente climático en los mapas generalizados esa secuencia se reduce a un límite lineal.

En la Fig. 9 C el mapa de suelos (simplificado de MARBUT, en WHITE y FOSCUE 1961) nos muestra una distribución general que se asemeja a las formaciones vegetales descriptas, con suelos forestales en el norte y en el oriente (Podzoles en el



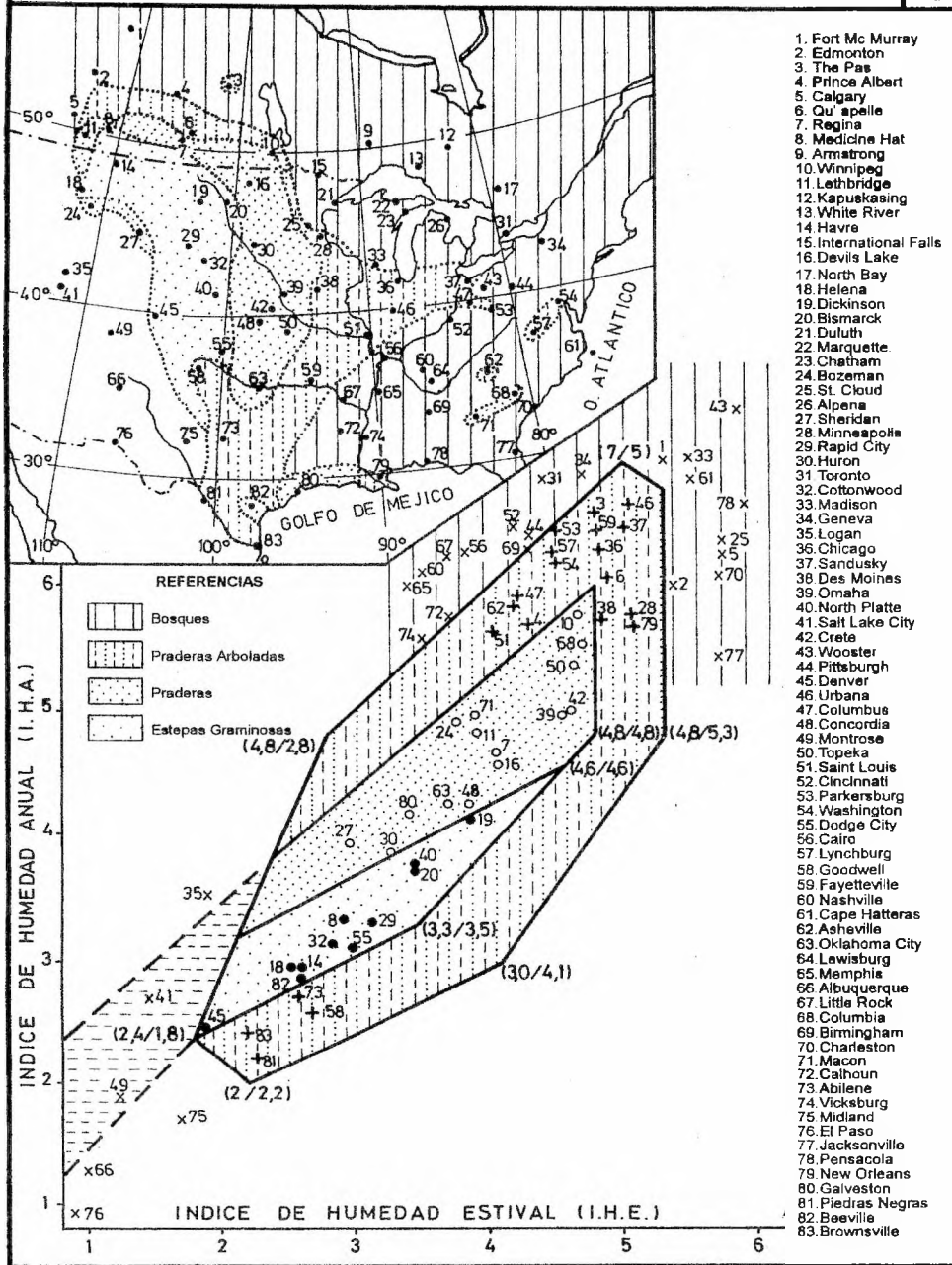
Norte, Podzólicos gris pardo en los bosques caducifolios centrales, y suelos rojos y amarillos en el ámbito subtropical del sur) ; *suelos de pradera* cabalgando sobre las praderas y praderas arboladas, *suelos chernozems* sobre la franja limitrofe entre las praderas de hierbas largas y cortas, y finalmente el *suelo castaño-pardusco* en la franja más seca de los Llanos Centrales.

El ajuste de las secuencias de los tipos de suelos y de las formaciones vegetales es semejante al descrito para Europa Sudoriental, pero responde aquí a un dispositivo climático diferente (Fig. 9 D), con lluvias que decrecen hacia el oeste y un campo térmico zonal en las planicies. El núcleo de las praderas de hierba alta de EE.UU. se sitúa entre las isohietas de 600 y 1000 mm anuales, pero en Canadá esta formación penetra un ámbito menos lluvioso pero compensado por temperaturas más bajas, de manera que las formaciones vegetales parecen adaptarse más al campo térmico zonal. Además debe señalarse que grandes manchones de pradera se presentan como avanzadas dislocadas del conjunto en el ámbito más húmedo del oriente, como es el caso de la Gran Pradera de Illinois, con lluvias entre 1000 y 1200 mm anuales. Se trata de un gran claro en la zona mixta transicional de pradera-bosque que no se adapta fácilmente a los modelos fitoclimáticos. BAULIG (1948) señaló el paralelismo de los límites de la pradera de hierbas altas con las isolíneas de 40 a 50% de la humedad relativa del aire en julio, cuyo campo responde a la vez al contenido de humedad y a la temperatura, pero este paralelismo no es generalizable a otras praderas del mundo; en la Pampa, por ejemplo, la humedad relativa estival va del 60 al 70%. Tampoco el sistema de KOEPPEN se adapta a esta disposición más compleja de las praderas de América del Norte. SCHMIEDER (1946) observó que la "*estepa de los llanos es producto de la naturaleza*", pero que "*la pradera no representa ningún clímax de la vegetación*". LEMEE (1967) al referirse a esta gran mancha de pradera del este del Mississippi, señaló que tiene humedad suficiente para el bosque, pero se habría establecido en el "*periodo xerotérmico del Post-glacial*" y mantenida luego por el efecto del fuego de los indios y la explotación agrícola posterior.

Otros ejemplos notables, situados incluso fuera de la zona mixta o transicional, en pleno ámbito boscoso (ver Fig. 9 D), son las praderas costeras del Golfo de Méjico (Coastal Belt) próximas a Galveston, cuya capa vegetal según SCHMIEDER (1946) "*muestra una dependencia muy característica con la naturaleza del suelo*"; y la franja de pradera que en forma de medialuna (500 Km de largo por 60 a 80 Km de ancho) se sitúa al sur de los Apalaches, en el centro de Alabama (Black Belt), para la que -según SCHMIEDER (1946)- "*todavía no hay una explicación satisfactoria*".

En comparación con el esquema zonal clima-suelos-vegetación del sudeste europeo, los dispositivos geográficos de América del Norte se presentan más complejos, sin embargo muestran también la misma adaptación a los regímenes de la humedad del suelo que hemos definido. En efecto, en la Fig. 10 hemos reunido 83 localidades con información meteorológica (**World Weather Records**, Vol.1, América del Norte, 1965) cuyas posiciones en el modelo, en función de los índices I.H.A e I.H.E., nos ha permitido deslindar los ámbitos geográficos que muestra el mapa de la misma figura, es

LAS PRADERAS Y LOS REGIMENES HIDRICOS EN A. DEL NORTE 10





decir, se trata también de límites climáticos establecidos sobre la base de parámetros climáticos.

La adecuación a las formaciones vegetales descriptas muestra un razonable nivel de aproximación en esta escala, y seguramente con una mayor densidad de información meteorológica y una cartografía menos generalizada de las formaciones vegetales se podría lograr un mayor ajuste, o bien una rectificación parcial de los límites indicados en el diagrama.

El desfase tal vez más acusado se advierte en la localidad de Good-well (58), al norte de Texas, que aparece en el modelo en la zona mixta, o de transición entre la estepa y el bosque seco de Mezquite, mientras que de acuerdo al mapa de vegetación (Fig. 9 B) se encontraría en la estepa. Cabe señalar que ese mapa (de SHANTZ y ZON) data de la década del 20 y los valores meteorológicos normales utilizados aquí llegan hasta 1960. Probablemente este desfase cronológico pueda explicar esa divergencia en cuanto HARRIS (1966) ha señalado, precisamente, un avance reciente de las sabanas de mezquite hacia el norte de Texas y, entre otros factores, se refiere a las fluctuaciones climáticas de corto período.

El enriquecimiento de las estepas de los llanos en las faldas húmedas de los Rocallosos, señalado por NEWBIGIN, justificaría que las localidades de Lethbridge (11), Bozeman (24) y Sheridan (27) se encuentren incluidas en el régimen de praderas, pero que la escala del mapa fitogeográfico y el intenso gradiente climático no permitan discriminar esta delgada franja de pastizales más densos.

Comparando los mapas de las figuras 9 (C y D) y 10, se observará que la Gran Pradera de Illinois se encuentra en el régimen de transición pradera-bosque, es decir igualmente favorable a ambas formaciones, pero donde las condiciones diferenciales de la topografía y de los suelos, especialmente, deciden finalmente el predominio de una u otra. Precisamente este régimen hídrico transicional coincide aquí con los suelos de pradera indicados en el mapa de MARBUT.

Obsérvese también que la localidad de Galveston (80), situada en la pradera costera del Golfo de Méjico (Coastal Belt) presenta también un régimen de pradera y en cuanto a la medialuna de pastizales de Alabama (Black Belt), debe señalarse que la fuente que hemos utilizado no contiene estaciones meteorológicas en su interior, pero aquellas que se sitúan en su continuación hacia el oriente -Macon (71) y Columbia (68)- tienen un régimen de pradera muy próximo al límite de la zona transicional de estepa-bosque, y actualmente corresponden a una franja de cultivos. También las localidades de Asheville (62), Lynchburg (57) y Washington (54) tienen un régimen transicional de pradera-bosque.

Cabe agregar que algunas localidades inmersas en la gran zona del Bosque Boreal presentan también regímenes esteparios, o próximos a la transición estepa-bosque, especialmente en la franja occidental situada a sotavento de los Rocallosos y en los valles protegidos de los vientos del Pacífico. Entre ellas, la localidad canadiense de The Pas (3) tiene un régimen de transición, y otras situadas más al norte -no incluidas en el mapa de la Fig. 10- presentan hasta un régimen de pradera, como es el caso de Fort Vermilion, en Alberta, a 58° 27' N, con I.H.A. de 5,23 e I.H.E. de 3,96. Precisamente BAILLY (1973) ha destacado estos "islotos de pradera y de parque" dentro del



Bosque Boreal, incluyendo las localidades de Río de la Paz, Gran Prairie City y Fort Vermilion. Refiriéndose a esta misma región SCHMIEDER (1946) menciona esas "*extensas praderas*" colonizadas desde la llegada del ferrocarril en 1915. Estos enclaves, justificados como tales por sus regímenes hídricos, también han sido atribuidos al período *xerotérmico postglacial* (Cf. LEMEE 1967).

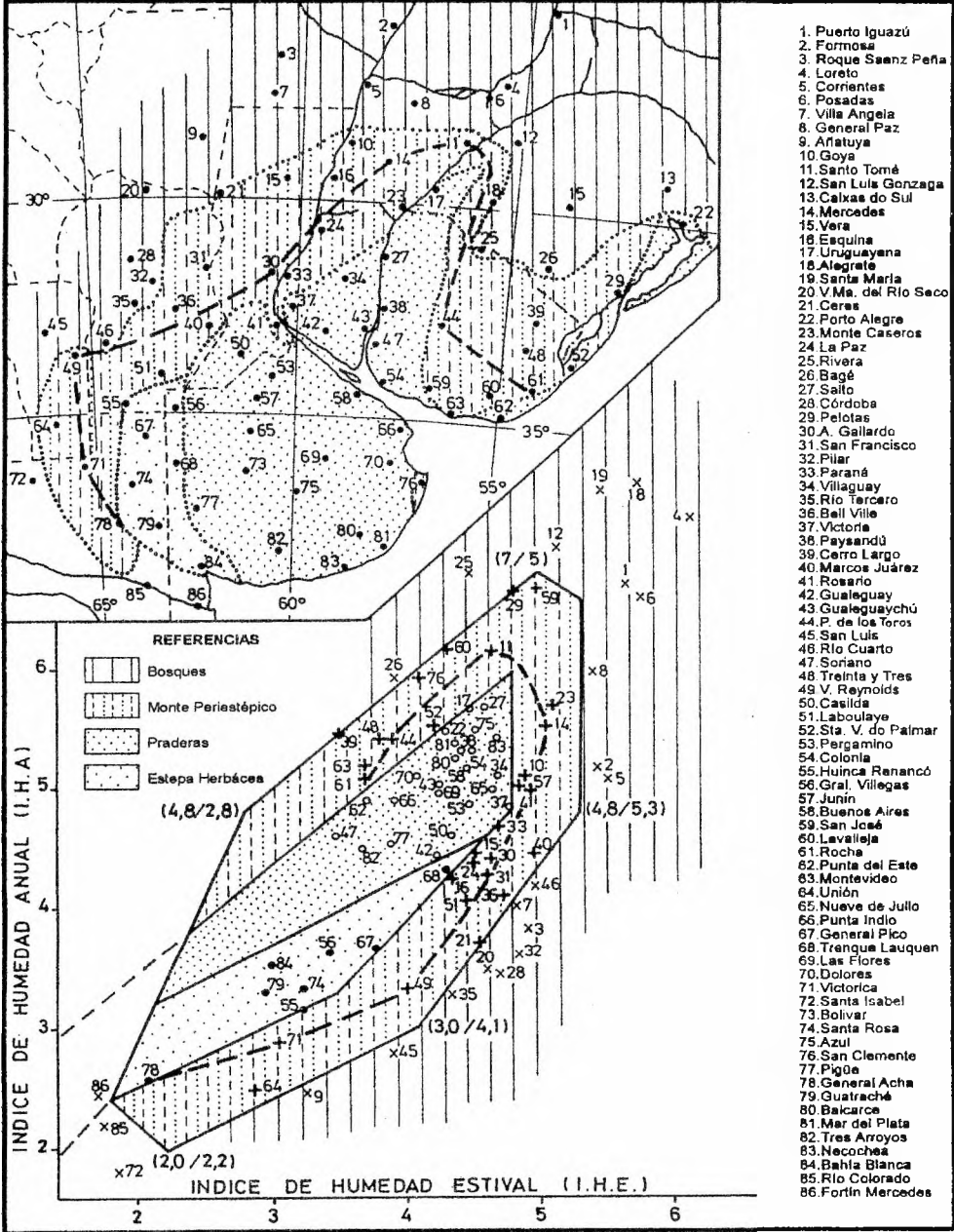
Más al norte, las localidades canadienses de Fort Nelson (58° 50' N) y Fort Simpson (61° 52' N) presentan un régimen transicional estepa-bosque y algo semejante ocurre en los abrigados valles del Tanana y del Yukón, en Alaska, donde las estaciones de Whitehorse (60° 43' N), Northway (62° 57' N) y Tanana (65° 10' N) tienen un régimen transicional pradera-bosque, y Fairbanks (64° 49' N) de pradera. Sobre la vegetación arbórea del interior de Alaska, SCHMIEDER (1946) señaló que es "*sumamente raquítica*", y BAULIG (1948) que "*el paisaje dominante es la pradera salpicada de bosquecillos*".

Estas intrusiones aisladas, o enclaves de praderas y formas transicionales, inmersas en la gran masa del Bosque Boreal de América del Norte, junto a otras de Eurasia -como es el caso mencionado de la estepa de Yakutsk-, no encontrarían explicación en aquellos sistemas fitoclimáticos que empiezan a diferenciar las formaciones vegetales, en función de las condiciones hídricas, recién a partir del límite meridional del Bosque Boreal, como es el caso del sistema de THORNTHWAITE y HARE (modelo representado en la Fig. 3 B), pero se las justifica como tales si se tienen en cuenta sus regímenes hídricos.

VI. LOS REGÍMENES DE PRADERA Y LA PAMPA.

Para confrontar los regímenes climáticos definidos en función de los índices de humedad anual y estival con el ámbito de las praderas sudamericanas, hemos reunido 86 localidades en la Fig. 11, desde Puerto Iguazú (1) en las selvas de Misiones, hasta Fortín Mercedes (86) en las estepas arbustivas del norte de la Patagonia. A partir de las posiciones que cada una de ellas tiene en el modelo de los regímenes hídricos hemos trazado los límites que muestra el mapa, es decir, límites climáticos que discriminan razonablemente las formaciones vegetales de la región del Plata de acuerdo a las descripciones y a la cartografía fitogeográfica. Los datos utilizados corresponden a las **Estadísticas Climatológicas** del período 1941-1980 para Argentina (Servicio Meteorológico Nacional) y a **Agroclimatological Data** (FAO, 1985) para Uruguay y Brasil.

Las localidades representativas de la pradera tienden a agruparse en el sector más húmedo del área indicada por el modelo y su distribución geográfica cubre casi totalmente la provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y de Entre Ríos y partes de Uruguay y Brasil; mientras que aquellas de la estepa herbácea diseñan una franja que cabalga sobre el límite entre las provincias de Buenos Aires, La Pampa y el sur de Córdoba, con un régimen semejante a las "*praderas de hierbas bajas*" de los llanos centrales de América del Norte y a las estepas europeas. Su localización se adapta parcial-



1. Puerto Iguazú
2. Formosa
3. Roque Saenz Peña
4. Loreto
5. Corrientes
6. Posadas
7. Villa Angela
8. General Paz
9. Añatuya
10. Goya
11. Santo Tomé
12. San Luis Gonzaga
13. Calchas do Sul
14. Mercedes
15. Vera
16. Esquina
17. Uruguayena
18. Alegre
19. Santa Maria
20. V. Ma. del Río Saco
21. Ceres
22. Porto Alegre
23. Monte Caseros
24. La Paz
25. Rivera
26. Bagé
27. Salto
28. Córdoba
29. Pelotas
30. A. Gallardo
31. San Francisco
32. Pilar
33. Paraná
34. Villaguay
35. Río Tercero
36. Bell Ville
37. Victoria
38. Paysandú
39. Cerro Largo
40. Marcos Juárez
41. Rosario
42. Gualeguay
43. Gualeguaychú
44. P. de los Toros
45. San Luis
46. Río Cuarto
47. Soriano
48. Treinta y Tres
49. V. Reynolds
50. Casilda
51. Laboulaye
52. Sta. V. do Palmar
53. Pergamino
54. Colonia
55. Huinca Renancó
56. Gral. Villegas
57. Junín
58. Buenos Aires
59. San José
60. Lavalleja
61. Rocha
62. Punta del Este
63. Montevideo
64. Unión
65. Nueve de Julio
66. Punta Indio
67. General Pico
68. Tránque Lauquen
69. Las Flores
70. Dolores
71. Victoria
72. Santa Isabel
73. Bolívar
74. Santa Rosa
75. Azul
76. San Clemente
77. Pígoa
78. General Acha
79. Guatraché
80. Baicarce
81. Mar del Plata
82. Tres Arroyos
83. Necochea
84. Bahía Blanca
85. Río Colorado
86. Fortín Mercedes



mente al "distrito psamofítico" de la estepa pampeana definido por PARODI (1947) y caracterizado por una vegetación gramínea "marcadamente xerófila" con un "extenso sistema radicular".

El gran cinturón del Espinal Periestépico, que forma la transición entre los pastizales y el dominio de las leñosas, aparece bien definido y con caracteres propios en cada uno de sus tramos. Si tanto en el modelo como en el mapa partimos desde General Acha (78) hasta alcanzar Victorica (71) y Villa Reynolds (49), veremos la correspondencia del sector más seco y lluvias concentradas en el verano con el *Monte Puntano-Pampeano* o *Distrito del Caldén*; siguiendo desde Villa Reynolds hasta Angel Gallardo (30), situadas en el flanco derecho del modelo por su I.H.E. más elevado, tendríamos representado el distrito *Cordobense-Santafecino* o *del Algarrobo*; y desde allí hasta Mercedes (14) y Santo Tomé (11) en la provincia de Corrientes, en el flanco más húmedo de las praderas, encontraríamos caracterizado el tramo correspondiente al *Monte Entrerriano* o al *Distrito del Ñandubay*. Volviendo luego hacia Paso de los Toros (44) y Rocha (61) en el Uruguay, donde se reducen los índices estivales por el incremento de las lluvias de invierno, encontramos lo que se ha denominado *Sabanas uruguayas*, o *Praderas y Matorrales de las Pampas Onduladas*. Cabe observar además que la localidad de San Clemente (76), en la costa atlántica de Buenos Aires, se sitúa en el régimen de transición, o de pradera arbolada, y podría representar parcialmente el llamado *Distrito del Tala* del Espinal Periestépico, aunque debe señalarse que la serie de datos meteorológicos corresponde en este caso a una década solamente.

Si unimos entre sí estas localidades, en el modelo y en el mapa, en el orden mencionado (78, 71, 49, 30, 14, 11, 64 y 61) tal como lo indica la Fig. 11 con una línea de trazos, se advierte su disposición en torno al ámbito de las praderas y estepas herbáceas definidas en el modelo por sus índices de humedad anual y estival, y su dispositivo perimetral en el mapa.

Comparando el modelo de la Fig. 11 con los similares de América del Norte (Fig. 10) y de Europa (Fig. 8) se podrán advertir los regímenes semejantes u homólogos de algunas áreas geográficas distantes, por ejemplo, el Monte Puntano-Pampeano o Distrito del Caldén tiene su correspondiente en la "sabana o estepa de Mezquites" del sur de los EE.UU., representado por las localidades de Abilene (73), Piedras Negras (puede ensayarse con el resto de las formaciones, pero advirtiéndole que se trata de regímenes hídricos semejantes, pero con diferencias en las condiciones térmicas. Por ejemplo, las praderas y estepas de Europa y la mayor parte de América del Norte se sitúan en la zona templada o templado-fría, mientras que la Pampa se desarrolla en un medio subtropical que se asemeja a los climas del sur de los EE.UU.: praderas de Texas y de la costa del Golfo (Galveston).

Un párrafo especial merecen los límites que hemos indicado en el modelo, la representación de esos límites en la cartografía y su mayor o menor fidelidad con las formaciones vegetales correspondientes. Es obvio que el modelo y sus límites fueron deducidos de la distribución geográfica del paisaje vegetal, o sea que se clasifican los regímenes hídricos en función de sus efectos sobre la vegetación natural. Estos sistemas "efectivos" de clasificación alcanzan mayor validez a escala planetaria, en espacios



suficientemente extensos como para minimizar o neutralizar los factores extraclimáticos o de compensación, como son los edáficos y topográficos. Su mayor o menor precisión dependerá también de la fuente cartográfica de origen, en cuanto es lógico que sea el modelo climático el que deba adecuarse a la realidad de la vegetación, pero también parece difícil que la fitogeografía nos brinde documentos cartográficos únicos que sean el fiel reflejo de la realidad. Si en un mismo mapa se superponen, por ejemplo, los diversos límites que se han asignado a la Pampa, desde el indicado por LORENTZ en 1876 hasta los más recientes, nos encontraremos con que ellos diseñan una franja de ancho variable que se desarrolla aproximadamente sobre la transición indicada por el Espinal Periestépico.

Tratándose de una *"transición, ecotono, franja transitoria o de mezcla"*, con condiciones climáticas que parecen favorecer tanto a los pastizales como a las leñosas, se produce en ella lo que LORENTZ llamó *"la batalla entre la Pampa y el Monte"* (Cf. FRENGUELLI 1941). En esta zona de competencia las acciones pueden inclinarse en favor de una u otra forma de vegetación a partir de las diferencias introducidas por los factores edáficos y topográficos, cuya distribución geográfica contribuye a generar un mosaico más o menos estable donde se alternan las leñosas y los pastizales, y en esa disputa también intervienen las oscilaciones climáticas recientes con sus ciclos de varios años húmedos y otros de sequías prolongadas.

Esa dificultad para determinar límites fitogeográficos nítidos y precisos puede ilustrarse, por ejemplo, con el caso Espinal Periestépico sobre el cual LEWIS y COLLANTES (1973) señalan que *"son muy imprecisos, ya que, por un lado, es muy similar al Chaco... Además, la actividad humana ha destruido progresivamente el Espinal, hecho que se refleja en el crecimiento del área considerada pampeana en las sucesivas reseñas fitogeográficas de la República Argentina... Cualquier intento de determinar el área del Espinal Periestépico no puede ser más que aproximada o conjetural"*; y agregan que: *"Si no es fácil poner límites al Espinal Periestépico con el Chaco o el Monte Occidental, menos lo es con la Provincia Pampeana"*. Estos autores observan también que el Espinal habría sido mayor de lo que hoy aparenta ser, e incluyen en él algunos distritos que otros consideraron pampeanos, entre ellos el *"Uruguayense"* de CABRERA, el *"Psamofítico"* y el *"Subchaqueño"* de PARODI, en cuanto presentan ejemplares leñosos ya sea en isletas boscosas, formando sabanas o aislados. Con este criterio se restringe el área de pastizales, tal como lo muestra la Fig. 1 B si la comparamos, por ejemplo, con la superficie que le asignara FRENGUELLI en su mapa (Fig. 1 A).

Otro punto de vista se advierte en la propuesta de LEON y ANDERSON (1983), referida a una nueva traza del límite occidental del pastizal pampeano, que incorpora las estepas psamofíticas de San Luis y de La Pampa a la Provincia Fitogeográfica Pampeana.

Si dentro de esta franja transicional se discriminaran los áreas de pastizal que contiene para asignarlos a la Pampa y las isletas leñosas o los árboles aislados para incorporarlos al Espinal, se llegaría a un deslinde muy irregular, de trazado tortuoso, más adaptado a las condiciones topográficas y edáficas, pero tal límite desarrollaría sus irregularidades seguramente dentro de la franja transicional que hemos definido en



función de sus regímenes hídricos. Se comprende entonces que los resultados cartográficos del modelo climático nos ofrezcan sólo una aproximación generalizada a la que no se le puede pedir más precisión que la ofrecida por la cartografía de la vegetación.

Los regímenes hídricos de las praderas y estepas rioplatenses, definidos en función de los I.H.A. e I.H.E., son semejantes o próximos a los que caracterizan a las grandes praderas y estepas de América del Norte y Eurasia, y también a aquellas extensiones menores de pastizales del hemisferio sur: Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda Meridional.

En efecto, el Veld sudafricano parece tener algunas características especiales ya que se trata de una formación de altura, entre los 1000 y 2000 metros, situada en la vertiente occidental de los montes Drakensberg, entre el río Orange y el sur del Transvaal. Algunos autores la definen como "prados de altura" (MANSHARD 1970), o "estepa de herbaje" (JAEGER 1964), o la describen como "una estepa húmeda semejante a la pampa del Plata, a las praderas de los Estados Unidos y a las estepas del sur de Rusia" (SCHMIEDER 1955). El mapa de la vegetación de África del Sur (en MAURETTE 1948) indica en esa región una vegetación de "sabana media, pradera y chaparral", y se la describe como una "sabana de altas hierbas", con algunos árboles, en particular las acacias, que sólo aparecen en los valles y en las depresiones. QUINTANILLA (1977) define el Veld como "una pradera cerrada... que puede tomar la fisionomía de sabana", y ELHAI (1968) se interroga si no es una continuación de la sabana boscosa del norte "con facies de tipo sabana desnuda", agregando que en los sectores no afectados por el fuego durante 25 años se cubrió de una cobertura densa en la que se multiplicaron las plantas jóvenes de Podocarpus.

Las estaciones meteorológicas más próximas, situadas en su borde occidental más seco (Aliwal North y Bloenfontein), tienen regímenes de transición **estepa-bosque** (datos en WORLD WEATHER RECORDS, vol. 5, África, 1968):

Localidad	Altura	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E.	I.H.A./I.H.E.
Aliwal North	1316 m	30° 41' S	26° 43' E	2,92	3,46	0,84
Bloenfontein	1400 m	29° 07' S	26° 11' E	2,92	3,57	0,81

En Australia, el mapa de las formaciones vegetales -DRUDE, SCHIMPER, DIELS y TAYLOR (en PRIVAT-DESCHANEL 1955)- identifica una franja submeridiana sobre la vertiente occidental de los Alpes Australianos, que se extiende sobre los cursos medios del Darling y del Murray desde los 25° S hasta el extremo meridional del continente y se continúa por el centro de Tasmania, caracterizada por un "bosque claro con praderas intercaladas". Estas llanuras de Queensland, Nueva Gales del Sur y Victoria, "son el dominio preferido de los ganaderos" -señala PRIVAT-DESCHANEL (1955)- "después de las lluvias se convierten en un océano de verdura... solamente algunos árboles aislados rompen la monotonía del paisaje".

Las estaciones meteorológicas que se localizan en el eje central de esta franja, desde el sur más húmedo hacia el norte más seco, muestran el tránsito desde la **pradera**



(Hobart, en Tasmania, y Melbourne) a la **estepa herbácea** (Dubbo) y a la transición **estepa-bosque seco** (Dalby y Charleville).

Localidad	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Hobart	42° 53' S	147° 20' E	4,60	3,50	1,31
Melbourne	37° 49' S	144° 58' E	3,89	3,12	1,24
Dubbo	32° 15' S	148° 37' E	3,11	2,75	1,13
Dalby	27° 15' S	151° 16' E	2,92	3,21	0,90
Charleville	26° 25' S	146° 17' E	23,1	2,46	0,93

En la isla meridional de Nueva Zelandia, las praderas de Otago y de las planicies de Canterbury se desarrollan al oriente de los Alpes Neozelandeses, especialmente en el interior más seco. Las estaciones meteorológicas más próximas (en WORLD WEATHER RECORDS, vol. 6, Australia e Islas de Oceanía, 1968) se localizan en la costa oriental, fuera de la región de las praderas típicas, pero sus regímenes hídricos no se apartan de ellas; éstos son los casos de Dunedin, en los **bosques** del sur, y de Christ Church, en la transición **pradera-bosque**.

Localidad	Latitud	Longitud	I.H.A.	I.H.E	I.H.A./I.H.E
Dunedin	45° 55' S	170° 31' E	6,00	5,40	1,11
Christ Church	43° 32' S	172° 37' E	4,60	3,10	1,48

En síntesis, el régimen hídrico de la pradera pampeana, tal como lo hemos evaluado, es semejante a los regímenes del resto de las praderas del mundo, por lo que cabe pensar que en esa condición del clima radica la causa que favorece el desarrollo de esa formación vegetal.

VII. EL REGIMEN CLIMÁTICO Y LA VEGETACIÓN NATURAL.

Si las comunidades vegetales, como lo observa NEWBIGIN (1949), "*constituyen una reacción orgánica a los cambios periódicos de la duración e intensidad del calor y la humedad*", los pastizales que estamos tratando serían la expresión de las condiciones que se ilustran en el modelo representativo del régimen de la humedad del suelo (en Fig. 6 B), ocupando una posición central o de "*equilibrio*", indicativa de su óptimo ecológico. Ese equilibrio climático sería fundamental en la explicación geográfica de los pastizales y estaría indicando aquellos ámbitos donde el suelo recibe un aporte ponderado de humedad, tanto en el ciclo anual medio como en el marco de las estaciones, sin marcados excedentes y también sin deficiencias significativas, salvo aquellos períodos excepcionales, de duración limitada, que no alcanzan a comprometer el régimen normal.

En torno a ese óptimo, rodeando al pastizal prácticamente en su totalidad, se inician las primeras manifestaciones del bosque, primero como pradera arbolada y



luego como parque o bosque abierto, situación que plantea el problema de la relación causal entre los regímenes hídricos y esas formas de la vegetación.

En la Fig. 12 A hemos tratado de ilustrar las diferencias que sugieren los regímenes de tres localidades de EE.UU.: **Vicksburg**, en el bosque mesofítico del oriente; **Topeka**, en las praderas de Kansas y **Jacksonville** en el bosque Sudatlántico. Los índices de humedad anual (I.H.A.) son semejantes en los tres casos, pero las diferencias son introducidas por la concentración estacional (I.H.E.).

En la Fig. 12 B están representadas las marchas anuales de las precipitaciones y de las temperaturas, según una relación $P = 3 T$, que utilizamos aquí como umbral indicativo de la probable sequía estacional (cuando la curva térmica supera a la curva de las lluvias). Se trata naturalmente de un umbral arbitrario, semejante a los diversos "índices de aridez" conocidos, que podría ser reemplazado también por alguno de ellos o por la evapotranspiración potencial sin alterar las diferencias que queremos ilustrar. Hemos evitado aquí el uso de la evapotranspiración potencial dadas las notables diferencias que acusan los resultados obtenidos por los diversos métodos de cálculo (Cf. PAPADAKIS 1962, BURGOS 1963, BOX 1986).

Obsérvese que Vicksburg presenta una mayor concentración de las lluvias en invierno y los meses más secos al finalizar el verano (agosto a octubre si consideramos mes seco cuando P es inferior a $3 T$), mientras que Jacksonville recibe la mayor parte de las precipitaciones en verano y tendría sólo un mes seco (noviembre). En el intermedio entre esos extremos Topeka presenta curvas paralelas de temperatura y lluvias, sin excedentes marcados y sin deficiencias según el umbral establecido, es decir, un régimen equilibrado que la sitúa en el óptimo ecológico de las praderas.

Como los árboles son longevos, señala NEWBIGIN (1949), las reservas de agua del suelo no se deben agotar por oscilaciones de la lluvia. El árbol requiere que las capas profundas al nivel de sus raíces estén constantemente húmedas y que tal humedad se presente en condiciones de fácil asimilación. La penetración en profundidad del agua de lluvia requiere que las precipitaciones tengan un volumen e intensidad suficiente para saturar las capas superficiales del suelo de modo que el excedente descienda a las capas más secas de la profundidad. La capacidad de campo del suelo, o el nivel de retención del agua capilar es limitado y varía según el grado de permeabilidad, de manera que una vez colmada esa capacidad todo excedente de precipitación contribuirá a aumentar la profundidad de la humedad en el suelo. Si el aporte pluvial continúa esa capa húmeda que avanza hacia la profundidad puede llegar hasta la zona permanente saturada del subsuelo.

Cuando la profundidad alcanzada por la capa húmeda es superior a un metro, se llega a un nivel de protección significativo, por cuanto el ascenso por capilaridad en la época de sequía prácticamente no la afecta y sólo vuelve a la atmósfera a través de la



circulación por medio de las raíces que alcanzan esa profundidad (Cf. BIROT 1963, DAUBENMIRE 1990).

De manera que un aporte significativo de precipitación, aún limitado a un período breve del año, sea el verano o el invierno, contribuirá a mantener las reservas adecuadas de humedad en niveles inferiores accesibles a las raíces de los árboles y lo suficientemente profundas para no ser extraídas por la evaporación. La humedad subterránea, observa KOEPPEN (1948), "*se revela por la presencia de bosques*".

En un régimen climático equilibrado en el transcurso del año, con precipitaciones más o menos regularmente distribuidas y hasta con una relativa concentración en el verano, coincidente con la época de mayor evapotranspiración -como es el caso de Topeka-, los aportes pluviométricos sucesivos tenderán a mantener la humedad de las capas superficiales del suelo en detrimento de los niveles inferiores. Lluvias ligeras y frecuentes pueden estimular el desarrollo de las plantas con raíces cortas al ponerlas en contacto con el agua, en profundidades variables según la naturaleza del suelo, que pueden alcanzar los 30 centímetros en las estepas y un metro o más en las praderas húmedas. Las hierbas secan el suelo hasta 1 a 2 metros de profundidad y los bosques secan el subsuelo hasta profundidades mucho mayores (Cf. TSCHAPEK 1959).

En la Fig. 12 C intentamos ilustrar estas relaciones mediante la marcha anual de la porción de humedad ($P > 3 T$) como indicativa aproximada de la humedad disponible para penetrar en el suelo, pero sin indicar las profundidades alcanzadas en cuanto ellas son variables y dependerán de la permeabilidad de los suelos y de la topografía. Insistimos que se trata de un recurso arbitrario, que no pretende precisión, sino simplemente ilustrar las analogías y diferencias generadas sobre todo por los diversos regímenes de las lluvias.

En Vicksburg ese excedente hipotético de humedad sería de 602 mm concentrados en 9 meses, es decir, un promedio de 66.9 mm / mes y en Jacksonville de 607 mm en 11 meses, con una media de 55 mm / mes; mientras que en Topeka alcanzaría a 356 mm cubriendo todo el año, lo que da un promedio de sólo 29.7 mm / mes. Cuando el monto pluviométrico anual no es excesivamente elevado, como es el caso de estos ejemplos (Vicksburg 1257 mm, Jacksonville 1355 mm y Topeka 822 mm), las posibilidades de humectar el suelo en profundidad -al alcance de las raíces de los árboles- serán mayores cuanto más se concentren las lluvias en un período del año, mientras que la marcha más equilibrada favorecerá los estratos superficiales, donde se desarrolla el sistema radicular de los pastizales, y asegurará la permanencia de la cobertura herbácea, su dominio del suelo, y su capacidad de competencia. Por otra parte esa mayor concentración estacional, sea en verano o en invierno, implicará -a volúmenes anuales iguales de lluvia- un período más seco en la estación opuesta, durante el cual tenderán a deshidratarse los estratos superficiales en detrimento de las hierbas. En ese equilibrio del régimen, que hemos definido como de las praderas y estepas herbáceas, radicaría la causa que aseguraría el mantenimiento de la humedad superficial del suelo necesaria a estas formas de vegetación.

A partir de esta causa climática básica pueden incluirse otros factores que afectan la penetración de la humedad en el suelo, sea colaborando con el régimen cli-



mático equilibrado u oponiéndose a él. Es casi un hecho general que las grandes praderas y estepas se desarrollen en las grandes llanuras, allí donde la topografía uniforme contribuye a mantener las mismas condiciones de equilibrio que revela el régimen climático. En áreas quebradas, con pendientes marcadas, la penetración de la humedad no será la misma, de manera que el relieve llano por un lado y la roca homogénea, como es el caso del loess característico de las praderas, aportan al mantenimiento del equilibrio derivado del régimen climático. Las tierras arcillosas y compactas retienen la humedad en las capas superiores y sólo pueden alimentar plantas de raíces superficiales y desarrollo rápido, señala BAULIG (1948), mientras que los suelos fisurados, arenosos o permeables permiten que el agua alcance mayores profundidades.

También la misma vegetación natural en posesión del terreno introduce condiciones especiales en el movimiento del agua en el suelo, en cuanto las hierbas gramínoideas poseen un sistema radicular intensivo, mientras que en las leñosas es extensivo y se proyecta a gran distancia tanto en sentido horizontal como en profundidad. La masa superficial de raíces en los pastizales impide la infiltración a las capas más profundas y ayuda a mantener la competencia cuando la humedad es apenas suficiente (Cf. NEWBIGIN 1949, BIROT 1963).

En la Fig. 13 A hemos ensayado una comparación semejante entre cuatro localidades de Argentina: **Azul** en la Pampa bonaerense, **Formosa** en el Parque Chaqueño Oriental, **San Luis** en el ecotono entre el Espinal y los bosques secos del Chaco Occidental y **Bahía Blanca** en la estepa de hierbas xerofíticas del suroeste de Buenos Aires.

Las localidades de Azul y Formosa, en la Fig. 13 B, tienen índices anuales de humedad semejantes, y hasta algo más elevado en Azul -aún cuando sus precipitaciones son inferiores pero compensadas por temperaturas más bajas-, pero la diferencia mayor se advierte en el índice estival más alto de Formosa. La comparación de los índices y regímenes de estas dos localidades argentinas con las de América del Norte, que ocupan posiciones semejantes en el modelo (Topeka y Jacksonville), permite advertir sus notables semejanzas.

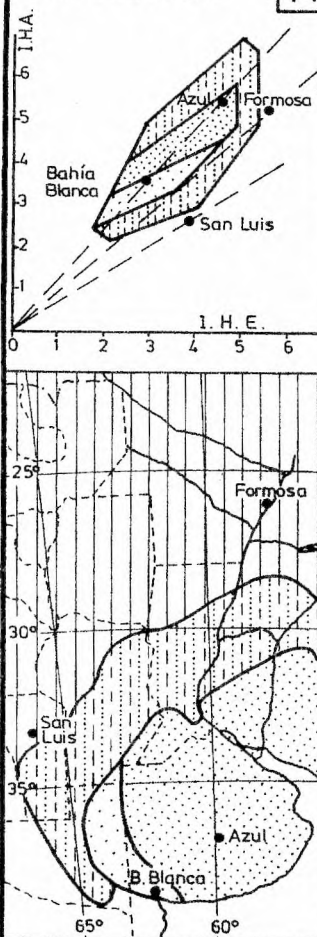
	PRADERAS		BOSQUES Y PARQUES	
	Azul	Topeka	Formosa	Jacksonville
I.H.A.	5,47	5,31	5,20	5,42
I.H.E.	4,55	4,62	5,44	5,75
I.H.A / I.H.E.	1,20	1,14	0,95	0,94

La mayor concentración estival de las lluvias en Formosa, respecto del régimen más equilibrado de Azul, favorecería la penetración del agua en el suelo hasta horizontes más profundos. El excedente de las lluvias sobre el mismo umbral ($P = 3 T$) alcanzaría a 53,1 mm/mes en Formosa y 34,1 mm/mes en Azul. Si se hace la misma comparación de la probable penetración del agua en el suelo con las localidades de América del Norte se advierten también las mismas analogías y diferencias.

REGIMENES HIDRICOS Y VEGETACION

13

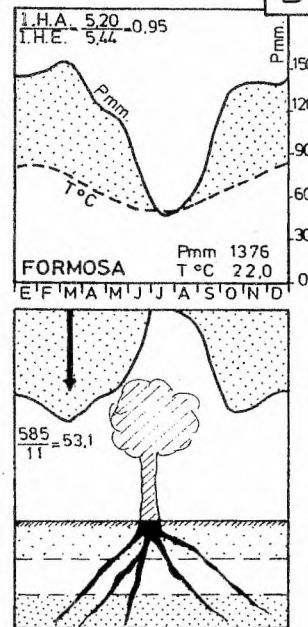
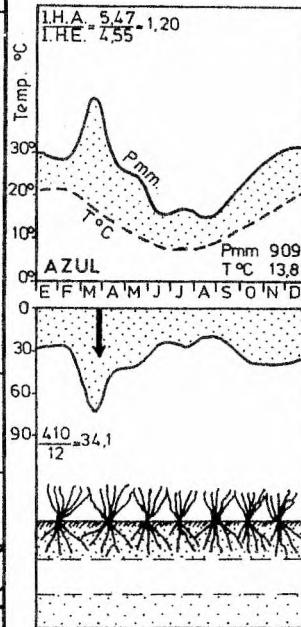
LOCALIZACION



A

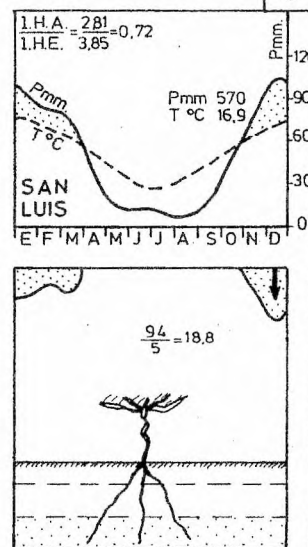
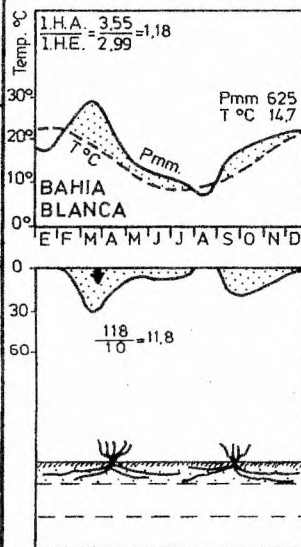
PRADERA Y BOSQUE

B



ESTEPA Y BOSQUE SECO

C



REFERENCIAS

- Bosques
- Pradera arbolada (Espinal)
- Praderas
- Estepas herbáceas



	PRADERAS		BOSQUES Y PARQUES	
	Azul	Topeka	Formosa	Jacksonville
mm.	410	356	585	607
meses	12	12	11	11
mm/mes	34,1	29,7	53,1	55,0

Si ahora comparamos dos localidades del sector más seco (Fig. 13 C), como Bahía Blanca en la estepa herbácea xerofítica, y San Luis en el ecotono entre el Espinal y el Bosque Chaqueño Occidental, se advierte que ésta última recibe un aporte pluvial más reducido y su I.H.A. es aún más bajo por el efecto negativo de la mayor temperatura, pero su concentración estival más definida genera un largo período seco y un corto verano más lluvioso que proporcionaría 18,8 mm / mes; mientras que en Bahía Blanca con un régimen más equilibrado quedan disponibles 118 mm a repartir en 10 meses, lo que hace un promedio de 11,8 mm / mes. La humectación de una capa superficial reducida en Bahía Blanca, pero de mayor duración, favorecería la cobertura herbácea xerofítica y discontinua, con raíces de mayor desarrollo lateral. La larga sequía invernal de San Luis, poco favorable a la vegetación herbácea, y la mayor penetración de la humedad en el corto verano crearían las condiciones favorables a un bosque xerofítico abierto, con raíces profundas. La prolongación hacia el sur de los elementos leñosos, hasta alcanzar el centro de la provincia de La Pampa (Montes o Bosques Puntano-Pampeanos), se vería favorecida además por el predominio de los suelos arenosos que facilitan la penetración del agua y, especialmente, su mayor concentración en la topografía de cuenca donde se reúnen los ejemplares arbóreos (Cf. LEWIS y COLLANTES 1973). A estos factores que explicarían la presencia de árboles en el oeste más seco de la pampa habría que agregar el efecto coadyuvante de la frecuencia de las lluvias, que alcanza a 68 días por año en San Luis y se extiende a 80 en Bahía Blanca (período 1951-1980).

En síntesis, hemos visto que los mismos valores pluviométricos anuales y también los mismos resultados de los diversos índices de aridez o de eficiencia anual de las lluvias utilizados en los sistemas fitoclimáticos indican condiciones favorables a formas o tipos de vegetación diferentes. Los regímenes de la humedad del suelo, tal como los hemos definido, permiten discriminar con un mayor nivel de aproximación las grandes áreas de pastizales del mundo, entre las cuales también se inscribe la Pampa, con el mismo ritmo estacional equilibrado, y también con topografía llana y suelos negros chernozoides, condiciones comunes que nos indican que el problema no radica en la Pampa sino en los modelos.



BIBLIOGRAFÍA

- BAGNOULS y GAUSSEN (1957). **Les climats biologiques et leur classification**, en *Annales de Géographie*. París. n° 335.
- BAILLY Antoine (1973). **Le couvert végétal de l' Alberta**. en *Norois, Rev. Géographique*, Poitiers, T. XX.
- BARRY y CHORLEY (1972). **Atmósfera, Tiempo y Clima**, ed. Omega, Barcelona.
- BAULIG Henri (1948). **América Septentrional (Generalidades). Canadá**. en *Geografía Universal de P. VIDAL DE LA BLACHE y L. GALLOIS*, ed. Montaner y Simón, Barcelona, T. XVII.
- BIROT Pierre (1963). **Cours de Biogéographie**. ed. Centre de Documentation Universitaire. París.
- BORDAS Alejandro (1937). **Sobre la existencia de árboles en la Formación Pampeana**, en *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*, Buenos Aires, T. V.
- BOX Elgene (1986). **Some climatic relationships of the vegetation of Argentina, in global perspective**. en *Veröff. Geobot. Inst.ETH, Zürich*.
- BURGOS J.J. y VIDAL A.L. (1951). **Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thonrthwaite**. en *Revista Meteoros*, ed. Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires, Año I, n° 1.
- BURGOS Juan J. (1963). **El clima de las regiones áridas en la República Argentina**. en *Revista de Investigaciones Agrícolas*, Buenos Aires, T. XVII, n° 4.
- BURGOS Juan J. (1968). **El clima de la Provincia de Buenos Aires, en relación con la vegetación natural y el suelo**, en "Flora de la Provincia de Buenos Aires". ed. INTA. Buenos Aires.
- BURGOS Juan J. (1970). **El clima de la Región Nordeste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo**, en *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, Buenos Aires, vol. XI.
- CABRERA Angel. (1953). **Esquema Fitogeográfico de la República Argentina**. en *Revista del Museo de la Plata*. T. VIII.
- CABRERA Angel. (1958). **Fitogeografía**. en *La Argentina Suma de Geografía*. ed.
- CABRERA A. y WILLINK A. (1973). **Biogeografía de América Latina**, ed. OEA, Washington.
- CAMENA D'ALMEIDA P. (1934). **Rusia Europea y Asiática**. Estados del Báltico. en *Geografía Universal de P. VIDAL DE LA BLACHE y L. GALLOIS*. ed. Montaner y Simón, Barcelona, T. VI.
- CORBEL J. (1961). **Géographie Polaire et Subpolaire**, en *Annales de Géographie*, París, n° 381.
- CHEBATAROFF Jorge (1957). **Paraguay-Uruguay**, en *Geografía Universal*, de P. VIDAL DE LA BLACHE y L. GALLOIS, ed. Montaner y Simón, Barcelona.
- CHEBATAROFF Jorge (1960). **Praderas de América del Sur Templada**, en *Revista Geográfica*. ed. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Rio de Janeiro. n° 51.
- DAUBENMIRE R. F. (1990). **Ecología Vegetal**, ed. Limusa, Méjico.



- DE MARTONNE Emmanuel (1931). **Europa Central. Generalidades. Alemania**, en Geografía Universal de P. VIDAL DE LA BLACHE y L. GALLOIS, ed. Montaner y Simón, Barcelona, T.IV.
- DE MARTONNE Emmanuel, (1955). **Traité de Géographie Physique**, ed. Colin, París, T.III.
- DERRUAU Max. (1965). **Europa**, ed. Labor, Barcelona.
- ELHAI Henri (1968). **Biogéographie**, ed. Colin, París.
- ESKUCHE U. (1992). **Sinopsis cenosistemática preliminar de los pajonales mesófilos semi-naturales del nordeste de la Argentina, incluyendo pajonales papeanos y puntanos**, en Phytocoenologia, Berlin-Stuttgart.
- F.A.O. (1985). **Agroclimatological Data**, Roma.
- FOCHLER HAUKE G. (1950). **Asia, Manual Geográfico**, ed. Inst de Estudios Geográficos, Universidad Nacional de Tucumán.
- FRENGUELLI Joaquín. (1941). **Rasgos Principales de Fitogeografía Argentina**, en Revista del Museo de La Plata. T.III.
- GALMARINI A. y RAFFO DEL CAMPO J. (1963). **Condiciones de aridez y humedad en la República Argentina**, ed. Consejo Nacional de Desarrollo, Buenos Aires.
- GEORGE Pierre (1967). **Geografía de la U.R.S.S.**, ed. Taurus, Madrid.
- HARRIS David (1966). **Recent plant invasions in the arid and semi-arid Southwest of the United States**, en Annales of the Association of American Geographers, Kansas, vol.56, n° 3.
- HART John Fraser (1972). **The Middle West**, en Annals of the Association of American Geographers, Kansas, vol. 62, n° 2.
- HOLDRIDGE Leslie (1987). **Ecología basada en zonas de vida**, ed. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José de Costa Rica.
- HUECK Kurt (1978). **Los Bosques de Sudamérica**, ed. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Eschborn.
- JAEGER Fritz (1964). **Africa**, ed. Unión Tipográfica Hispano Americana, Méjico. T. I.
- KOEPPEN Wilhelm (1948). **Climatología**, ed. Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- KUSNEZOV Nicolás (1955). **Orientaciones actuales de la Geografía Científica**, en Rev. Ciencia e Investigación. Buenos Aires. T. 11, n° 5.
- LACOSTE A. y SALANON R. (1969). **Eléments de Biogéographie**, ed. Nathan, París.
- LAUER Wilhelm (1968). **Problemas de la división fitogeográfica de América Central**, en Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas, ed. Troll, Bonn.
- LAUER Wilhelm (1995). **Investigaciones Alemanas en Geografía Física en América Latina**, ed. Unión Geográfica Internacional, Comité Nacional Alemán, Münster, Instituto de Colaboración Científica, Tubinga.
- LAYCOCK Arleigh (1972). **The Diversity of the Physical Landscape**, en The Prairie Provinces, ed. P.J.Smith, Montana.
- LEMEEE G. (1967). **Précis de Biogéographie**, ed. Masson, París.



- LEON Rolando y ANDERSON David (1983), **El límite occidental del pastizal pampeano**, en *Tuexenia* n° 3, Gottingen.
- LEWIS Juan P. y COLLANTES Marta B. (1973), **El Espinal Periestépico**, en *Ciencia e Investigación*, ed. CONICET, Buenos Aires, vol. XXIX.
- MANSHARD Walther (1970), **Afrika, südlich der Sahara**, ed. Fischer Bücherei, Frankfurt.
- MAURETTE Fernand (1948), **Africa Ecuatorial, Oriental y Austral**, en *Geografía Universal de VIDAL DE LA BLACHE y GALLOIS*, ed. Montaner y Simón, Barcelona, T. XVI.
- MONTICELLI J.V. (1938), **Anotaciones Fitogeográficas de la Pampa Central**, en Lilloa, Tucumán, T. III.
- NEWBIGIN Marion (1949), **Geografía de Plantas y Animales**, ed. Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- PAPADAKIS Juan (1962), **Avances recientes en el estudio hídrico de los climas**, en *Rev. IDIA*, ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, n° 175.
- PARODI Lorenzo (1947), **La Estepa Pampeana**, en *Geografía de la República Argentina*, ed. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Buenos Aires, T. VIII.
- PRIVAT-DESCHANEL Paul (1955), **Oceanía**, en *Geografía Universal de VIDAL DE LA BLACHE y GALLOIS*, ed. Montaner y Simón, Barcelona, T. XIV.
- QUINTANILLA Víctor (1977), **Diccionario de Biogeografía**, ed. Universidad Católica de Valparaíso.
- SCHMIEDER Oscar (1946), **Geografía de América**, ed. Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- SCHMIEDER Oscar (1955), **Geografía del Viejo Mundo**, ed. Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- STAMP Dudley (1966), **Asia, Geografía Económica, Regional y Humana**, ed. Omega, Barcelona.
- STRAHLER Arthur (1975), **Geografía Física**, ed. Omega, Barcelona.
- TRICART J. (1982), **Régimes hydriques et Géographie**, en *Annales de Géographie*, París, n°505.
- TROLL y PAFFEN (1964), **Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde**, en *Erdkunde*, Heft, Bd. XVIII, n° 1.
- TSCHAPEK Marcos (1959), **El agua en el suelo**, ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- WAGUET Pierre (1955), **Pédologie Appliquée a l' Agriculture**, ed. La Maison Rustique, París.
- WALTER Heinrich (1967), **The Pampa Problems and its solution**, ed. UNESCO, Delft, The Netherlands.
- WALTER Heinrich (1977), **Zonas de vegetación y clima**, ed. Omega, Barcelona.
- WALTER Heinrich (1981), **Los Sistemas Ecológicos de los Continentes**, ed. Omega, Barcelona.
- WHITE C. L. y FOSCUE E.J. (1961), **América Anglosajona, Geografía Regional**, ed. Kapelusz, Buenos Aires.