EL FACTOR TIERRA COMO CATEGORIA ANALITICA PARA EL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA SOCIOECONOMICA AGRARIA*

EDUARDO SEVILLA GUZMAN**

This study opens with the importance that, in economic theory, according to different authors, has been placed on the land factor and, above all, on its repercussion on the growth and rationalization of the agrarian sector. Next, a concrete evaluation of the land factor is sought by means of diverse methods of quantification and especially though a series of mathematical indexes applied to the case of Spain at the provincial level, or rather, that of the provincial capital. The lack of accurate sources of information limits such application to climatic analysis. The study ends with many indexes of great geographic and economic interest.

Le facteur terre a selon les économistes, une grande influence sur le développement et rationalisation du secteur agricole. On prétend une valorisation concrète du facteur terre en utilisant les diverses méthodes de qualification ainsi que une série d'index mathématiques, appliqués specialement au cas espagnol, au niveau de capitale de province, le manque de données climatiques, mais on y découvre des index d'un grand interêt du point de vue géographique et économique.

El presente artículo es una autorréplica a la primera parte del trabajo que el autor realizó durante el año 1969 como miembro del equipo que elaboró el *Informe Sociológico sobre la situación social de España 1970*[1]. En él se pretende caracterizar el factor tierra como categoría analítica dentro del proceso.

Desde esta perspectiva el producto social es la resultante del proceso productivo agregado de la economía nacional, función del conjunto de factores de producción.

En general, para los economistas clásicos[2] los factores de producción podían ser clasificados en tres grupos[3].
a) Los "recursos naturales", incluidos bajo la denominación genérica de *tierra*.
b) El contingente humano, como la cantidad de mano de obra disponible para su utilización, denominado como *trabajo*.
c) Los elementos de producción que constituyen bienes naturales transformados, conceptualizados como *capital*.

El estudio del factor tierra se hará buscando una aproximación cada vez mayor respecto a la operatividad del análisis. En efecto, después de definir la correspondiente categoría analítica, desde una perspectiva genético-histórica, pasaremos a la descripción del sistema de indicadores que agrupamos en dimensiones homogéneas, que hemos adoptado para caracterizar la tierra en su aplicación a España. Cada dimensión supone la consideración de los elementos agrupados en la

*Este trabajo forma parte de un estudio más amplio que fue presentado por el autor como tesis doctoral en la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos en octubre de 1974, bajo la dirección del Profesor D. José Vergara Doncel, con el título de "Análisis de un sistema de indicadores para caracterizar la Estructura Socioeconómica Agraria" que obtuvo la calificación de sobresaliente "cum laude".
La idea de la realización de este trabajo surgió durante ni participación en el *Informe Sociológico sobre la situación social de España 1970* para la Fundación FOESSA.
Quiero expresar mi agradecimiento a cuantos participaron en aquella investigación; y a Antonio Gámiz López, Silvio Martínez Vicente, Rafael Rubio de Urquía y Mari Carmen Rodríguez Sanz por su participación en diferentes partes del mismo.
Igualmente recibí ayudas del Departamento de Economía Agraria del C.S.I.C. y del Fondo para la Investigación Económica y Social de la C.E.C.A.

**Departamento de Sociología. Universidad Autónoma de Madrid.

Cuads. Geogs. 5 y 6: *41-85.* 1975-1976.

anterior, de tal suerte que al alcanzar la de mayor operatividad habremos obtenido un índice a través del cual pretendemos medir el factor tierra desde una perspectiva global.

I. EL CONCEPTO DE FACTOR TIERRA

Para delimitar conceptualmente la tierra como categoría analítica recurriremos a los autores "fundamentales". No se trata de un alarde de erudición, que sería vano y desplazado, sino que como lo que se desea caracterizar es una categoría, más bien que hacer uso de su actual representación analítica, nos parece preferible recurrir a los autores clásicos (en sentido lato) que a los modernos manuales. Por ello, aparte de una breve referencia a los fisiócratas y Smith, por su carácter pionero, trataremos con más detalle a Say, quien hizo ya una formulación a este respecto al señalar una diferenciación entre los tres factores y sus remuneraciones, al afirmar que "el pago de un *servicio de trabajo* prestado se denomina salario; el pago de un *capital* se denomina interés y el pago de un "stock" de tierra prestado se denomina alquiler ("fermage")[4]. Junto a él, consideraremos a David Ricardo y Karl Marx, como autores de mayor interés por sus aportaciones a las categorías analíticas que utilizamos, y a Jevons, como uno de los "fundadores del marginalismo"[5].

Alfred Marshall debe también, por razones obvias, ser considerado, ya que se halla en un punto de confluencia de tradiciones teóricas y es, a la vez, un sintetizador.

Wicksteed tiene también interés para nosotros por su consideración distinta del "factor tierra" desmitificando el carácter especial de la tierra respecto a su renta[6].

Y, por supuesto, Vilfredo Pareto por su genial visión interdisciplinaria de los conceptos que pretendemos delimitar.

Probablemente un especialista sobre historia del pensamiento económico juzgue equivocada nuestra selección. La única disculpa que podemos alegar es que ésta ha sido realizada desde la óptica del sociólogo, que trata de explicar las variaciones que se producen en la estructura social de las actividades económicas. De esta forma, junto a la consideración de las teorías económicas que motivaron a los autores para realizar la conceptualización del factor tierra –tales como la *teoría de la renta de la tierra,* en general como remuneración al factor; de la *renta diferencial de la tierra,* como remuneración a ésta por sus cualidades específicas o "diferenciales"; o como la *ley de los rendimiento decrecientes"*––.

Asimismo, tendremos también en cuenta algunos de los aspectos sociológicos que dichos autores atribuyeron a este factor en su razonamiento teórico. En este sentido una de las aportaciones vinculada al factor tierra que, probablemente, tienen mayor interés para el sociólogo desde una perspectiva global es el papel que Marx atribuye a la agricultura –y por extensión al factor tierra– dentro de la evolución de las sociedades humanas.

Para Marx "la agricultura es el pecado original que introduce la riqueza en el mundo"[7]. Desde el punto de vista de la génesis de riqueza, la agricultura[8] es el motor de toda creación de riqueza posterior[9]. La introducción de la actividad industrial y mercantil como nuevas formas de creación de "valores de uso" son solamente posibles cuando a partir del desarrollo de la agricultura se logra crear un excedente agrícola[10] suficiente para liberar una parte de la mano de obra e introducir así una mayor división del trabajo social[11].

Este excedente de mano de obra liberada de la agricultura, que acompaña al excedente de producto agrícola origina una *oferta excedentaria de trabajo* cada vez mayor, acompañada de una emigración del campo a la ciudad. Así, el desarrollo de las *fuerzas productivas* introduce la

prevalencia del modo de producción industrial capitalista. Tal interpretación genética de la riqueza[12] viene a mostrarnos el papel de la "agricultura" en la evolución de las sociedades humanas, al señalar cómo es necesario que la producción agrícola alcance una cierta talla para producir el excedente suficiente que venga a "crear" otros modos de producción[13].

La interpretación de Marx, sin embargo, ha de considerarse en el contexto histórico en que fue realizada, aun cuando su interpretación en esencia no deja de tener vigencia.

Pasemos ahora a considerar a través de las *teorías económicas* más relevantes en torno al *factor tierra* el pensamiento de los científicos sociales seleccionados, utilizando, sin embargo, como supuesto fundamental –a la hora de interpretar su pensamiento– que el modo de producción teórica está históricamente condicionado por el modo de producción material, en el cual se encuentra el teórico, en general, y por el lugar que ocupa el teórico dentro de la estructura en particular.

1. *Origen y tipificación del factor tierra como categoría económica*

Los economistas acuñaron el término "factor tierra" para conectar las "energías originarias e indestructibles del suelo"[14]. De esta forma la tierra era separada de los restantes factores de la producción, trabajo y capital, "hombres e instrumentos creados por ellos".

Desde que Quesnay y sus discípulus (conocidos como fisiócratas) pretendieron descubrir el ciclo económico explicándolo mediante un esquema conceptual y señalando "como en cada periodo económico una masa de bienes nuevos penetra en la economía nacional proviniente, según ellos, del *tesoro inagotable de la naturaleza*"[16], la tierra fue considerada por el pensamiento económico como una imagen positiva dada e inmodificable, pero con poderes sobrados para determinar la expansión económica. El factor tierra, es, por entonces, centro del sistema explicativo de la economía.

Junto a la posición central de la agricultura, el programa de economía política de Quesnay se puede reducir a dos recomendaciones básicas: el "laissez faire", incluyendo el libre cambio y el impuesto único sobre la tierra"[16].

En realidad, la fisiocracia (dominio de la naturaleza) no puede entenderse separada del contexto histórico de los "estados agrícolas" en que surgió, donde la revolución de la técnica agrícola suponía un rápido enriquecimiento para los propietarios. En cierto modo la "ideología bucólica de vuelta a la naturaleza" venía a justificar un orden social y la popularidad de la agricultura en la Europa del siglo XVIII suponía, de alguna manera, el reforzamiento de la monarquía despótica. "El *tableau economique* muestra cómo cada clase vive, por así decirlo, encima de las demás, y, en particular, cómo la prosperidad de los terratenientes es condición de la prosperidad de las demás clases"[17].

Adam Smith, a la hora de situar el factor tierra dentro del sistema económico, lo releva a un segundo término, siendo *el trabajo* quien ejerce un mayor peso en el proceso productivo; a través de la *cantidad y calidad* de este factor, que es en definitiva quien va acumulando gradualmente el capital necesario para el proceso industrial:

"Sea cual fuere *el suelo clima o la extensión del territorio de una nación* la abundancia o la escasez de su abastecimiento anual depende, en cada situación particular, de dos circunstancias diferentes:

La primera, por la aptitud, destreza y sensatez con que generalmente se ejercita el trabajo, y la segunda por la proporción entre el número de empleados en una labor útil y aquellos que no lo están"[18].

Sin embargo Smith presume que la naturaleza es

generosa y que tal generosidad natural puede ser aprovechada por la sociedad en la medida en que ésta la vaya demandando del factor tierra.

En cualquier caso, también subrayó insistentemente –como Quesnay y sus seguidores– que la expansión inicial del "output" no agrícola dependía inicialmente de la disponibilidad de alimentos y materias primas necesarias para sustentar la expansión industrial"[19].

2. *La teoría "clásica" y la categorización económica de la tierra*

En el presente apartado pretendemos *aislar*, dentro de la evolución del pensamiento económico clásico (conscientes de la limitación que tal abstracción supone al utilizar un enfoque sociológico) las teorías económicas asociadas, de alguna manera, al *factor tierra.*

Una de las teorías clásicas que centró más la reflexión de los economistas sobre el factor tierra fue, sin duda, la búsqueda de una justificación a su retribución como factor productivo[20]. Uno de los pioneros involucrados en tal esfuerzo fue Jean Baptista Say. Para él el *factor tierra* posee una dualidad conceptual; junto a los "cuerpos inanimados" cuya acción crea los valores que se encuentran en las "leyes del mundo físico" con un claro significado económico[21].

Por otra parte, Say no considera como más importante en sí el *capital* (trabajo acumulado) que a los "agentes naturales", sino que cuestiona la magnitud del papel de cada uno de éstos en el proceso productivo: "A menudo la facultad productiva de los capitales se alía tan íntimamente con la facultad productiva de los agentes naturales que es difícil e incluso imposible asignar exactamente la parte correspondiente a cada uno de estos factores en la producción"[22].

A la hora de considerar *las rentas territoriales*, Say examina dos cuestiones: a) los beneficios derivados de un "stock" de tierra y b) los alquileres o "fermage". Respecto al primero de los dos aspectos, el fundamento del beneficio que se saca de la tierra está derivado de lo que producen los *agentes naturales.* Junto a esto, considera otros *servicios secundarios* que presta la tierra, tales como el producto de las minas, ríos, etc...

El concepto de alquiler o "fermage" hace referencia a la idea de que el campesino es un empresario de la industria agrícola[23]. Y al existir un "imput" que no le pertenece (la tierra) ha de pagar por ello un alquiler que es igual al beneficio resultante del servicio productivo de tierra menos el salario y el beneficio del capital que posee el empresario agrícola, en forma de herramientas de laboreo, animales, etc. Resumiendo, el "fermage" es "lo que paga un campesino al propietario del "stock" de tierra, por utilizar los servicios de los *agente naturales* comprendidos en ella"[24].

Probablemente, lo que mayor atractivo tenga para el sociólogo, con el esquema teórico de Say en torno al factor tierra, sea su idea de que "el mercado (intercambio) que se concluye entre el propietario y el granjero *es siempre tan ventajoso como sea posible para el primero*[25]. La justificación de tal afirmación se encuentra en "la naturaleza de las cosas".

Sin embargo, tal situación de privilegio para los propietarios ha de verse contrarrestada por éstos a través de su *interés en el progreso de la agricultura.*

Say critica el *absentismo de los propietarios,* no en el sentido de que ellos han de ser los cultivadores directos de la tierra, como se hará un siglo después, sino haciéndoles responsables de la riqueza pública que se perdería por su falta de participación en el progreso de las comunidades. El propietario de la tierra ha de huir de la fácil existencia de las ciudades y ser el *verdadero interesado* en que la riqueza pública no se pierda, cosa que nunca realizarán los colonos campesinos[26].

Malthus, en su "Essay on the Principles of

Population", enriquece el concepto de factor tierra al orientar su análisis en una nueva alarmante dirección: la tierra es un bien limitado y además su calidad es desigual. *Las fuerzas del crecimiento de la población* crecen a un ritmo mayor que lo que él llama *fuerzas generadoras de la tierra.* De esta forma el concepto de factor tierra toma por entonces una nueva dimensión: su papel limitador en la producción y que técnicamente se conoce en "teoría económica" como *ley de los rendimientos decrecientes.*

En cualquier caso, la postura de Malthus, al igual que la de los restantes economistas que hemos convenido en llamar clásicos, sigue atribuyendo al factor tierra un papel esencial en el proceso de desarrollo: "En el natural proceso de desarrollo de un Estado, hacia la riqueza, el cultivo del suelo debería venir en primer lugar seguido por la manufactura y el comercio exterior"[27].

El papel destacado de la tierra se mantiene en Ricardo, ya que homogeneiza este factor en producciones-tipo y se basa en él para construir su modelo de crecimiento económico. Por otra parte, la interpretación ricardiana de la tierra se basa en la observación de las circunstancias históricas de su época y la mayor parte de las familias inglesas de entonces gastaban una buena parte de sus ingresos en alimentos[28].

En cualquier caso, con Ricardo no varió básicamente el concepto de factor tierra respecto a las conceptualizaciones realizadas por los clásicos ya considerados en torno a su remuneración como factor. Para este autor, la renta de la tierra es "esa porción del producto de la tierra que se paga al propietario por el uso de los poderes originarios e indestructibles del suelo..., en su concepción vulgar este término se aplica a lo que anualmente paga el campesino al propietario de la tierra[29].. Sin embargo, es importante resaltar la idea de que cuando el número de personas que viven de una tierra es pequeño, respecto a la extensión y calidad de esta tierra, no existirá renta por el uso de la misma, lo que se explica por el principio de la oferta y la demanda. Por tanto, *la razón por la cual se paga renta* "es porque la tierra es limitada en cantidad, y de calidad no uniforme"[30].

Probablemente, lo que tiene mayor interés en Ricardo respecto a su tratamiento de la tierra es la formalización de las diferencias cualitativas de dicho factor por causas "diferenciales"[31]. Estos determinantes que transforman la tierra agrícola, surgen bien por causas de su *calidad intrínseca* o bien por su localización o emplazamiento. Veamos cómo el propio Ricardo analiza estos caracteres específicos de la tierra: "Cuando en el progreso de la sociedad se abre al cultivo tierra de segundo grado de fertilidad, la renta comienza inmediatamente a partir de la tierra de primera calidad y el montante de esa renta dependerá de la diferencia de calidad entre ambas tierras y así sucesivamente para la tercera, cuarta, etc. en grado de calidad"[32].

Lo que viene a decirnos que la tierra y la renta aplicable a ella se mueven de manera inversa y que cuando "la tierra es todavía muy abundante, muy productiva y muy fértil no genera ninguna renta; y solamente cuando sus poderes decaen y rinden menos y menos en función del trabajo aplicado, es entonces cuando una proporción del producto originario de las porciones más fértiles es destinado a renta"[33].

Pero además, Ricardo explicó cómo se origina la renta de la tierra mediante otra teoría en su modelo de crecimiento económico. Los conceptos fundamentales en que se basa pueden resumirse en un esfuerzo de síntesis de la atribución de un papel predominante a la agricultura como sector más importante y en la consideración los tres grupos en que divide la sociedad económica: capitalistas (clave del progreso), terratenientes y trabajadores; estando estos dos grupos subordinados a aquél. Aunque Ricardo es consciente de que los avances de la agricultura pueden eliminar una parte de la renta, supone que a largo plazo la *ley de rendimientos decrecientes* determinará que los

incrementos de productividad se compensarán más que proporcionalmente[34].

A Henry George le impresionó el hecho de encontrar una explicación científica de la renta de la tierra en Ricardo y después de haber vivido durante bastantes años en California extrajo una conclusión: a medida que hay más progreso también hay más miseria[35]. Por ello concluye con la necesidad de socializar la tierra. "Cuando los no productores pueden reclamar como renta una parte de la riqueza creada por los productores, el derecho de éstos a los frutos de su trabajo queda 'ipso facto' negado"[36].

Pasemos ahora a ver cual es la postura de Marx respecto a la tierra. Para él, la renta de la tierra es *plusvalía*, o dicho con otras palabras, es la cantidad de trabajo social que el propietario de la tierra se apropia del campesino.

Constituye, pues, el excedente del valor producido por el campesino y apropiado por el terrateniente sobre el valor cedido por éste a aquél bajo forma de salario. Dicho de otra forma, la renta de la tierra será, para Marx, la cantidad de horas de trabajo realmente efectuadas por el campesino, menos la cantidad de horas de trabajo realmente pagadas por el terrateniente[37].

Tal identificación de la renta de la tierra con la plusvalía debe, sin embargo, analizarse diferenciando lo que para Marx supone la *renta de la tierra precapitalista* y la *renta de la tierra capitalista.*

En el tipo de sociedad pre-capitalista la renta de la tierra es la forma única del excedente de producto, de tal suerte que el producto del campesino se divide en dos partes: a) el producto necesario y b) el excedente de producto. Siendo tal división ajena al mercado.

Esta renta es primeramente pagada en especie y después a medida que se va desarrollando el proceso productivo de la economía (creación de bienes y aparición de la moneda como consecuencia) se transforma en renta monetaria[38].

Por el contrario, la renta de la tierra en la sociedad capitalista está ligada ya al mercado y, por tanto, su génesis es inseparable a la del tipo de *estructura social* correspondiente a su aparición.

La tierra constituye así un doble monopolio: uno de *propiedad* y otro, natural, consistente en la finitud misma del territorio disponible.

A diferencia de lo que sucedía en la sociedad precapitalista la mayor parte del producto agrícola es *estrictamente excedente de producto* y al incorporarse la moneda como "standard universal de cambio" este excedente se liquida en el mercado.

Es conveniente introducir aquí el concepto de renta diferencial[39], tal como se vio al considerar a

Ricardo. Para Marx es posible dividir la tierra en dos tipos: a) tierras más fértiles y b) tierras menos fértiles. El precio de venta en el mercado del bien agrícola medio será, entonces, función del costo de producción en el tipo de tierra menos fértil. Como el producto agrícola es uniforme e independiente del tipo de tierra de donde provenga, creará un excedente de renta para los propietarios de las tierras más fértiles derivado de vender al mismo precio con menor costo[40].

De esta forma, "la renta de la tierra capitalista se origina en esta diferenciación dual de rentas y solamente puede existir mientras ésta dura"[41]. Podemos, pues, concluir con Marx a este respecto afirmando que para él, la renta diferencial puede surgir de dos modos: por la diferencia natural entre tierras (fertilidad, localización, etc....), o por la cantidad de capital incorporado a la misma.

Volviendo a la interpretación conjunta de los clásicos respecto a la categorización económica de la *tierra*, cara a su delimitación conceptual en este estudio, es posible afirmar que ya en ellos se

percibe una generalización de la tierra como factor productivo asimilándola al capital.

3. La tierra en el esquema marginalista

S. Jevons, uno de los fundadores del marginalismo, no introduce ninguna teoría particularmente nueva en cuanto a la renta de la tierra, aun cuando sigue en lo esencial a James Mill[42]; su formalización de la teoría de la renta permitirá después que otros continúen en esta línea de simplificación operativa.

Como hemos visto anteriormente, Marshall concibe que la tierra sea asimilable al capital en sentido lato, constituyendo así, junto con el trabajo, una de las dos variables exógenas de la función de producción agregada.

En su sistema explicativo, Marshall parte de la hipótesis de que "el cultivo de la tierra es llevado a cabo por sus propietarios"[43] y su formulación de la función de producción no se considera típicamente completa, sino en versiones paramétricas de ésta, resultantes de considerar a corto plazo el "stock" del capital (con la tierra incorporada a él) y la variable progreso técnico, constantes[44].

Por otra parte, Marshall dedica gran atención a la interpretación económica de las características puramente morfológicas de la tierra y establece del siguiente modo la ley de los rendimientos decrecientes de la tierra:
"Un incremento en las cantidades de capital y trabajo aplicadas al cultivo de la tierra inducen, en general, a un incremento menos que proporcional en la cantidad de producto obtenido, excepto en el caso de que éstos incrementos coinciden con una mejora en las artes de la agricultura"[45].

En general, desde la perspectiva de la categorización económica de la tierra como factor productivo, Marshall no añade nada a nuestros efectos, aunque sea considerado como uno de los máximos exponentes de la teoría económica marginalista.

Como ya adelantamos en la introducción, Philip H. Wicksteed tiene un gran interés por su postura *desmitificadora* respecto al carácter especial de la tierra en lo referente a su renta. En efecto, Wicksteed analiza y generaliza la noción ricardiana de renta de la tierra. Considera ésta primero como residuo, luego como remuneración a una distinta calidad (o propiedad inherente de la tierra), ya sea en base de su fertilidad, localización, transformación con capital añadido, etc. para concluir con la consideración de que la renta y los salarios son partes del producto final, determinadas por su *eficacia marginal* respectiva, de tal suerte que cuando todos los factores han recibido su remuneración no queda residuo alguno, por lo que no tiene sentido la consideración de la renta de la tierra como un residuo.

Sin duda alguna la figura marginalista de mayor interés para la perspectiva sociológica, aun cuando sea en la categorización analítica de conceptos económicos es Vilfredo Pareto en el que se encuentra con gran claridad la integración de la producción agrícola en general y de la tierra en particular, dentro de los modelos marginalistas de equilibrio general.

Para Pareto el fundamento del valor de un bien no es como para Ricardo y Marx la cantidad de trabajo incorporado en él. Los bienes, para él, producen ofelimidades con respecto a los consumidores que las desean de modo similar a lo que sucedía con Jevons. La noción de ofelimidad es indisociable del sujeto al cual está referida.

La crítica paretiana a la teoría ricardiana de la renta es extremadamente simple:

De una parte el valor de un bien no está determinado por la cantidad de trabajo incorporado en él; por "otra parte la suma que se paga por el uso de la tierra no difiere en nada de la suma que se paga por el uso de cualquier otro

capital, por ejemplo una máquina... Lo único que diferencia la tierra de la maquinaria es que el ahorro puede fácilmente transformarse, en general, en nuevas tierras o al menos esta transformación no podría tener lugar más que a precios que convierten la operación en económicamente imposible"[46]. Dicho con otras palabras, la tierra y la maquinaria se remuneran simplemente porque son capitales económicamente raros; la única diferencia surge de que la cantidad de tierra es mucho menos extensible que la de las máquinas.

Hemos tratado de dar, breve y simplemente, una idea de la evolución sufrida por el concepto de "factor tierra", como categoría analítica, dentro de la evolución de los sistemas de análisis económico. De "energía originaria" a "capital" existe toda una gradación teórica, que permite su utilización como categoría analítica abstracta. Para nosotros, la tierra en la acepción económica útil para nuestro enfoque sociológico tiene un sentido lato de medio de producción de alimentos o materias primas a través de un proceso biológico que las genera.

II. UN SISTEMA DE INDICADORES PARA MEDIR EL FACTOR TIERRA

El esquema metodológico que utilizamos para la traducción empírica de un concepto, en este caso "factor tierra" a un lenguaje operativo de indicadores e índices, es extraordinariamente arriesgado. Las dimensiones que tratamos de medir se encuentran dentro de disciplinas muy especializadas tales como Climatología Edafología, Agronomía, etc. En nuestra perspectiva sociológica hemos de tomar, pues, conceptos de estas ciencias y manipuladores con un *método menos preciso.* Al formar categorías generales que engloban términos multidisciplinarios podrá tachársenos de poco rigurosos, llegará a pensarse que la Sociología es, frente a estas ciencias, "demasiado joven" y, por tanto, menos rigurosa; sin embargo no cabe duda de que, en cierto sentido, empieza a ser tan útil como aquéllas.

En el apartado anterior definimos el factor tierra como el espacio utilizado por el hombre (territorio) como medio de producción de alimentos o materias primas a través de un proceso biológico. La complejidad de este proceso hace extraordinariamente difícil definir las dimensiones en las que se diversifica el concepto cara a su medición a través de los indicadores e índices.

El clima, las condiciones edafológicas y las transformaciones duraderas que el hombre introduce modificando el medio son estremezcladas al soporte material del proceso biológico que cambia la superficie en tierra. Nuestra idea inicial fue diferenciar tres dimensiones perceptibles como parcelas homogéneas del factor tierra:

i) una dimensión climática
ii) otra dimensión edafológica y
iii) una dimensión de las transformaciones humanas humanas

Respecto a la primera *dimensión (climática)* habríamos de considerar temperatura, pluviometría, evapotranspiración (evaporación de la superficie del suelo y transpiración de las plantas que sobre él viven), etc.

La *dimensión edafológica* requiere la medición, por una parte de: a) ciertas características físicas (profundidad, textura, estructura), químicas (alcalinidad, o pH, salinidad, etc.) y topográficas (pendiente, tipo de cobertura, etc.), y por otra parte de: b) vegetación natural que es susceptible de sostener (plantas desérticas, pequeños arbustos, plantas herbáceas, bosque, etc.) y el drenaje natural (superficial o subterráneo).

La tercera dimensión, *transformaciones humanas,* implica aceptar la tierra como factor modificado por determinadas inyecciones duraderas de capital (el regadío es, sin duda, la más importante; otras posibles son las nivelaciones, los sistemas de drenaje, etc.).

Sin embargo, al recopilar el material estadístico disponible y utilizable para nuestra perspectiva "macro económica y sociológica" nos encontramos con la insalvable dificultad de, o bien carecer de estudios edafológicos para todo el país[47], o bien encontrar importantes investigaciones globales pero de difícil operativización para nuestros fines[48]. Por todo esto desistimos de establecer la clasificación inicial que diversificara al factor tierra en aspectos edafológicos, climáticos y transformaciones, para centrarnos en los dos últimos.

Aun cuando esta decisión vino forzada por las disponibilidades estadísticas, puede justificarse desde una doble perspectiva:

a) La interacción suelo-clima es tal que entre ambos factores existe una mutua determinación, de tal suerte que en líneas generales, desde una perspectiva agronómica, la operativización válida de uno de ellos (clima) implica la consideración de una buena parte de las características del otro[49].

b) El precedente de una importante investigación de Colin Clark (que utilizaremos y ampliaremos aplicando su método a España) en la que afirma: "La cantidad de tierra apta para la agricultura desde el punto de vista climático, y que no puede ser cultivada debido a su topografía, no constituye probablemente una elevada proporción de la totalidad de la tierra cultivable"[50].

En cualquier caso y al margen de estos intentos de justificación, no del todo convincentes nos basta con introducir la razonable hipótesis para España de que: La humedad agrícola, considerando como tal la procedente bien del clima bien del riego es, en líneas generales, el factor más importante a la hora de determinar la aptitud agraria de la tierra.

Por tanto, al encararnos con la tarea de operativizar el factor tierra consideramos tan sólo los factores que proporcionan su humedad: el clima y las transformaciones (a través del riego).

Lo usual es que las dimensiones en que se diversifique el concepto definido no se solapen o lo que es lo mismo, que cada una refleje una parte distinta del concepto a medir, de tal suerte que su recomposición abarque a ser posible la realidad estudiada.

Por lo ya expuesto, nuestras dimensiones no agotan el concepto aunque sí su parcela esencial (humedad agrícola). Para llegar a ella es necesario partir de sus componentes más elementales (lluvia, temperatura) hasta alcanzar los más complejos (tierra agrícola según el clima y humedad agrícola utilizables). Por ello hemos optado por modificar el esquema de operativización tomando unas "dimensiones" en las que, además de los aspectos del concepto (clima-modificaciones) se reflejen las *aproximaciones sucesivas y acumulativas* en la medición.

Así la dimensión climática se diversifica en dos, una *termopluviométrica* y otra de *humedad-clima* y la dimensión-transformaciones deja de existir aislada para aparecer junto a la climática en una nueva de *humedad agrícola.*

Por tanto, las dimensiones definitivas que adoptamos para caracterizar el factor tierra quedan así:

Concepto	*Dimensiones*	*Nivel de medición*[51]
FACTOR TIERRA	Termopluviométrico	(0)
	Humedad climática	(+)
	Humedad agrícola	(++)

En el cuadro 1.1 pueden verse la totalidad de indicadores que hemos elegido para caracterizar el factor tierra, clasificados según las dimensiones a que pertenecen y ordenados de menor a mayor complejidad y de menor a mayor operativización respecto al concepto que pretenden medir (factor tierra).

Horizontalmente, junto a la dimensión y los indicadores, aparece la clave que utilizaremos en el análisis de correlaciones, el nombre específico de su fórmula y las características evaluadas según nuestro criterio en una escala ordinal. Veamos, agrupados por la dimensión o "aspecto" del factor tierra que miden, cada uno de estos indicadores.

III. INDICADORES TERMOPLUVIOMETRICOS

Al confeccionar este grupo de indicadores nos encontramos metidos de lleno en una parcela de la realidad preferentemente estudiada por la geografía; de hecho, los indicadores aquí utilizados (1.3, 1.4 y 1.5) han sido ideados por geógrafos. Su utilización no supone en ningún caso una intromisión en su disciplina sino por el contrario aprovechar el nivel de conocimientos que la geografía nos ofrece para, mediante su colaboración, cooperar en la acumulación científica. De hecho, la disección de la realidad, acotando campos de acción para cada disciplina, no es sino una necesidad operativa.

La interdependencia entre los elementos que integran la realidad requiere una variedad de enfoques y cada disciplina ofrece el suyo propio, el que marca su teoría y su método de aproximación a la realidad. En nuestro caso la utilización de indicadores geográficos a través de nuestra perspectiva sociológica supone una colaboración interdisciplinaria, necesaria, por otra parte, para el progreso científico[52].

CUADRO 1
INDICADORES DEL FACTOR TIERRA*

DIMENSION	*INDICADORES*	*CLAVE (a)*	*FORMULA*	*VALIDEZ TEORICA (b)*
	Temperatura (t)	1.1	Med. aritmática	—
	Pluviometría (p)	1.2	Med. aritmética	—
TERMOPLUVIOMETRICA	Indice de LANG	1.3	Ratio	0
	Indice de MARTONNE	1.4	Ratio	0
	Indice de DANTIN-REVENGA	1.5	Porcentaje	0
	Eficacia térmica (ETP)	1.6	Med. aritmética	0
	Déficit de agua en mayo	1.7	Sumatorio	
	Humedad climática utilizable (en mayo)	1.8	Sumatorio	+
HUMEDAD CLIMATICA	Aridez en mayo	1.9	Porcentaje	+
	Tipos de tierra agrícola-clima	1.10	—	
	Superficie de tierra agrícola-clima Ha. (TAC)	1.11	Sumatorio	+
	Indice de tierra agrícola-clima (TAC)	1.12	Porcentaje	+
	Indice de Humedad agrícola utilizable (A) ≡HAU(A)	1.13	Sumatorio	+
	Indice de Humedad agrícola utilizable (B) ≡HAU(B)	1.15	Sumatorio	++
	Indice de Humedad agrícola utilizable (C) ≡HAU(C)	1.14	Sumatorio	++
	Superficie de tierra agrícola clima-riego Ha. (HAU)	1.16	Sumatorio	++

*Ver notas y fuentes al cuadro núm. 1.

Este grupo de indicadores corresponde al nivel de medición más elemental en el proceso de operativización del factor tierra; en el tan sólo se consideran dos elementos climáticos (temperatura y pluviometría) aislados 1.1 y 1.2 o combinados en una fórmula pluviométrica 1.3, 1.4 y 1.5. Consideremos en particular cada uno de ellos.

1. *Temperatura (T= 1.1)*

Del conjunto de elementos que componen un clima y que por tanto confieren una buena parte de su peculiaridad al factor tierra, la temperatura es hasta el momento uno de los menos manipulables y probablemente el más difícil de modificar. Por bajo de determinadas temperaturas (caso de zonas con una gran altitud) no existe tierra en la acepción técnica que hemos dado a este vocablo; la superficie no admite el proceso biológico que la haga utilizable como factor de producción, o si acaso existe es de muy baja calidad y tan sólo puede usarse como pasto de alta montaña que soporte una ganadería adaptada a este medio. En el caso extremo de las regiones polares no existe tierra útil, ya que el inconveniente de la baja temperatura no puede vencerse ni con la calefacción ni con el revestido artificial.

En general, las necesidades calóricas de los cultivos no pueden proporcionarse, dado el nivel tecnológico actual, artificialmente.

Sin embargo, en general, España se encuentra entre unos límites térmicos lejos del extremo limitador del uso del territorio como tierra. El motivo de haber incluido indicadores de temperatura no es, en ningún caso, el aspecto limitador que ésta pueda ofrecer, sino el efecto que produce combinando los demás factores respecto a la cantidad de agua que transpiran las plantas y por tanto respecto a la necesidad de agua de la tierra.

Para una misma pluviosidad la elevación de la temperatura implica una mayor transpiración vegetal y, con ello, un aumento de aridez.

En cualquier caso, la temperatura aislada no posee apenas validez a la hora de indicarnos algún "aspecto" del factor tierra. Pese a ello hemos calculado las temperaturas medias correspondientes a cada mes promedio de los valores obtenidos en los observatorios de cada provincia.

Aun cuando utilizar un solo dato de temperatura referido a la provincia como unidad espacial sea una, quizá excesiva, simplificación de la realidad, puede tener interés por varias razones:

a) De esta forma nos es posible conocer, de alguna manera, las oscilaciones estacionales de la temperatura a nivel provincial como indicador más simple a la aproximación del clima.
b)Combinando estos datos mensuales con los correspondientes a la pluviometría podemos obtener a través de los diagramas ombrotérmicos (que luego veremos) un conocimiento indicativo de los *periodos de sequía* para cada provincia, comparables entre sí.
c) Las temperaturas como abstracción a nivel provincial pueden servir de variable en la construcción de nuevos índices en que interese, de alguna manera, este elemento del clima. En los restantes indicadores termopluviométricos serán utilizados también[53].
d) Además, su cálculo ha sido realizado como medida provincial de las observaciones realizadas en un gran número de observatorios y durante un periodo de tiempo bastante grande, cosa que no sucede en los trabajos al uso, generalmente de Estructura económica, que toman tan solo los datos de los observatorios de las capitales de provincia que se publican en los Anuarios estadísticos. Por tanto, los datos aquí presentados, que provienen del excelente estudio de Elías Castillo y Giménez Ortiz (ver Fuente a tabla 1.1) poseen sin duda una gran fiabilidad dentro de la limitación que supone la unidad de análisis elegida.

En la tabla 1.1 recogemos las temperaturas medias correspondientes a cada mes y la media anual como valor promedio de los recogidos en los distintos observatorios de la provincia. En las dos últimas columnas aparecen el número de observatorios utilizados y el número de años correspondientes a cada observación como media de los periodos de observación en los distintos observatorios. Como puede apreciarse, la media nacional corresponde a 24 años (en 426

TABLA 1.1.

INDICADORES TERMOPLUVIOMETRICOS (I)

Provincias	VARIACIONES DE LAS TEMPERATURAS (EN GRADOS CENTIGRADOS)*												(1.1) Temperatura med. anual (Tma.)	Núm. de observatorios	Nº de años (media de los observatorios corresponds.)
	T_e	T_f	T_m	T_a	$T_{m'}$	T_j	$T_{j'}$	T_a	T_s	T_o	T_n	T_d			
Alava	3'8	4'7	8'0	10'1	12'6	15'9	18'6	18'6	16'0	12'4	7'7	5'0	11'1	3	20'7
Albacete	5'0	6'4	8'2	11'8	15'7	20'6	23'9	23'6	19'7	13'9	9'3	6'0	13'3	9	19'2
Alicante	10'0	11'0	13'5	15'3	18'7	22'2	25'0	25'7	23'0	18'8	14'7	11'2	17'4	8	17'0
Almería	6'2	6'9	9'3	13'0	14'4	18'9	22'8	22'6	19'0	14'4	10'4	7'2	13'7	8	20'4
Avila	3'3	4'1	7'1	9'2	12'6	17'1	20'6	20'1	16'7	11'7	6'9	4'4	11'1	4	23'8
Badajoz	7'7	9'0	11'8	14'6	17'7	22'6	25'6	25'5	21'9	16'7	11'5	8'2	16'0	8	20'0
Baleares	9'9	9'9	12'0	13'8	17'3	21'1	24'0	24'5	22'3	18'2	14'2	11'5	16'5	10	17'5
Barcelona	6'0	7'2	9'9	12'1	15'6	19'4	22'3	22'2	19'6	14'9	10'1	6'7	13'8	24	16'0
Burgos	2'7	4'0	7'2	9'4	12'6	16'5	19'3	19'1	15'9	11'3	8'3	3'7	10'8	8	23'9
Cáceres	6'0	7'3	10'1	13'1	16'2	20'8	24'5	24'0	20'7	15'3	10'2	6'8	14'5	9	19'9
Cádiz	11'0	11'7	13'8	15'5	18'1	21'5	24'1	24'5	22'5	18'7	14'7	11'7	17'3	11	17'2
Castellón	7'2	8'5	11'0	13'0	16'2	20'3	23'0	23'4	20'7	15'8	11'6	8'1	14'9	7	20'1
Ciudad Real	5'1	6'5	9'9	12'5	16'3	21'4	25'6	25'0	21'2	14'9	10'2	6'1	14'5	5	24'4
Córdoba	8'1	9'7	12'1	15'2	18'9	23'7	27'4	27'3	23'8	17'9	12'5	8'8	17'1	5	18'0
Coruña	8'5	8'7	10'8	12'1	14'2	16'7	18'6	19'0	17'5	14'7	11'4	9'3	13'4	12	20'5
Cuenca	3'3	4'5	7'7	10'6	13'7	18'5	22'2	21'8	18'2	12'5	7'6	4'2	12'0	7	21'1
Gerona	6'3	7'4	10'1	12'5	15'9	19'6	22'3	22'1	19'5	14'9	10'4	7'4	14'0	7	21'4
Granada	8'7	9'6	12'1	14'1	17'3	21'7	25'1	25'3	22'3	17'1	12'9	9'6	16'3	7	18'0
Guadalajara	2'7	3'9	7'3	9'5	13'2	17'5	21'4	21'0	17'2	11'7	6'8	3'8	11'3	7	16'3
Guipúzcoa	7'4	7'6	11'3	12'2	14'6	17'7	19'5	19'8	18'3	14'7	10'5	7'9	13'4	3	21'4
Huelva	9'2	9'9	12'3	14'5	17'9	21'6	24'8	24'6	22'2	17'6	13'2	10'2	16'5	8	15'9
Huesca	2'9	4'5	8'2	10'8	14'0	18'2	20'9	20'6	17'4	12'5	7'4	4'1	11'7	20	18'6
Jaén	5'9	7'5	10'7	13'5	17'3	22'3	26'2	25'8	21'8	15'7	10'6	7'0	15'3	10	18'7
León	2'4	3'6	7'0	9'5	12'2	16'5	18'9	18'3	15'6	11'1	6'4	3'3	10'4	12	17'2
Lérida	2'0	3'3	7'2	9'2	13'1	17'2	20'0	19'7	16'6	11'3	6'5	3'3	10'7	9	16'1
Logroño	4'0	5'0	8'6	10'3	14'0	17'8	20'2	20'2	17'4	12'3	7'8	5'6	11'9	8	14'6
Lugo	4'6	5'1	7'7	8'9	11'9	14'2	17'1	16'9	15'2	11'6	7'3	4'9	10'4	4	13'0
Madrid	4'4	5'6	8'5	11'3	14'9	19'7	23'5	22'7	19'0	13'3	8'2	5'1	13'0	11	20'8
Málaga	9'4	10'2	12'1	13'9	16'7	21'3	24'4	24'5	21'8	17'6	13'7	10'5	16'3	9	17'1
Murcia	8'1	9'3	12'1	14'2	17'6	20'8	25'1	25'2	22'0	17'1	12'6	9'1	16'1	29	18'4
Navarra	4'9	5'7	9'4	11'7	14'9	18'8	21'5	21'0	18'7	13'6	8'5	5'7	12'8	11	21'1
Orense	4'8	5'6	7'9	10'0	12'8	15'9	18'4	18'1	15'9	12'0	8'1	5'4	11'2	4	17'0
Oviedo	7'8	7'9	10'0	11'3	13'4	16'1	18'0	18'3	17'0	13'9	11'9	8'7	12'8	11	17'6
Palencia	2'0	3'1	6'6	8'8	11'7	15'6	18'4	18'2	15'3	10'7	6'0	3'1	9'9	10	19'4
Palmas (Las)	16'7	17'2	17'7	18'4	19'7	21'1	22'8	23'5	23'2	22'2	20'0	17'7	20'0	4	18'8
Pontevedra	9'1	9'7	12'0	13'5	15'5	18'2	19'8	19'6	18'5	15'4	11'8	9'8	14'4	5	23'4
Salamanca	3'9	5'3	8'4	10'8	13'7	18'4	21'6	21'0	17'8	13'2	7'9	4'8	12'2	7	22'6
S. Cruz de Tenerife	13'1	13'3	14'2	15'0	16'4	18'6	21'1	22'0	20'6	18'8	16'3	13'8	16'9	8	26'2
Santander	7'7	8'0	10'5	11'3	13'6	16'7	18'4	18'8	17'6	14'5	11'1	8'7	13'0	6	23'3
Segovia	2'7	4'0	7'0	9'2	12'8	17'1	20'4	20'1	16'4	11'4	66'4	3'3	10'9	5	23'4
Sevilla	10'0	11'2	13'8	16'1	19'5	23'6	26'8	27'1	23'9	19'1	14'4	11'0	18'0	7	22'1
Soria	2'1	3'4	6'8	9'0	12'6	16'9	20'0	19'8	16'4	11'1	6'2	3'3	10'6	6	25'0
Tarragona	7'9	9'2	11'8	13'9	17'2	21'1	24'0	24'2	21'3	17'0	12'1	8'9	15'7	7	24'0
Teruel	2'9	4'1	7'5	9'9	13'8	18'2	21'0	20'9	17'5	11'8	7'1	4'1	11'5	6	20'2
Toledo	4'6	6'0	9'4	12'3	16'2	21'3	24'6	24'3	20'1	14'3	8'6	5'3	13'9	4	24'0
Valencia	7'4	8'4	11'1	13'1	16'6	20'7	23'8	23'8	21'1	16'0	11'9	8'8	15'2	17	16'0
Valladolid	3'1	4'5	8'0	10'5	13'7	18'1	21'0	20'4	17'3	12'5	7'2	4'0	11'6	6	20'8
Vizcaya	8'6	9'0	11'4	12'3	14'8	17'5	19'5	19'7	18'5	15'2	12'0	9'6	14'0	4	16'0
Zamora	3'4	4'7	7'3	10'1	13'4	17'7	20'4	20'1	16'7	11'9	7'0	4'0	11'3	3	22'0
Zaragoza	4'3	5'8	9'4	11'7	15'3	19'4	22'2	21'9	18'9	13'7	8'7	5'6	13'0	13	20'0
TOTAL	6'1	7'1	9'9	12'0	15'1	19'0	22'0	21'9	19'1	14'5	10'1	7'1	13'6	426	24'0

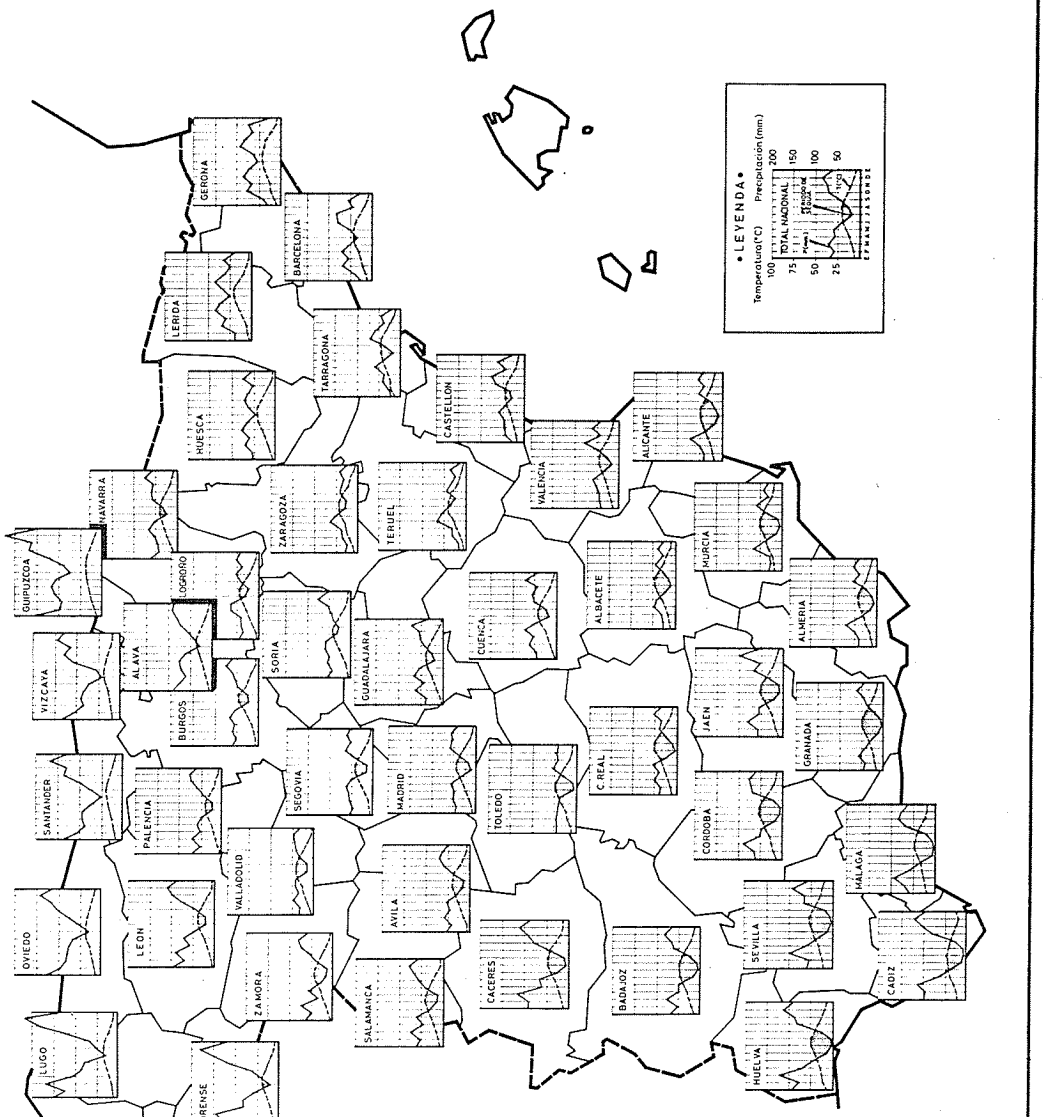
* Medias mensuales

Fuente: F. Elías Castillo y R. Giménez Ortíz: *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España* (Madrid, Ministerio de Agricultura D.G.A., 1965) pp. 79-150.

MAPA Nº 1

INDICADORES TERMOPLUVIOMETRICOS DEL FACTOR TIERRA

(DIAGRAMAS OMBROTERMICOS SEGUN LAS NORMAS GAUSSEN)



FUENTE: Tablas 4.4 y 4.2

*VARIACIONES DE LA PLUVIOMETRIA (EN MILIMETROS)**

Provincias	P_e	P_f	P_m	P_a	$P_{m'}$	P_j	$P_{j'}$	$P_{a'}$	P_s	P_o	P_n	P_d	*Pluviometría media anual (PMA)*	*Nº de observatorios*	*Nº de años (media de los observatorios correspondts.)*
Alava	89'1	79'0	59'1	69'3	74'0	61'6	30'8	39'3	56'4	72'4	77'5	92'9	66'7	3	24'7
Albacete	28'6	29'8	32'3	49'1	41'3	24'5	9'8	15'4	29'4	45'5	24'7	39'7	30'8	9	18'8
Alicante	32'8	28'2	23'3	31'9	28'6	20'0	4'5	10'0	41'9	72'1	46'6	46'8	32'2	8	16'8
Almería	43'7	42'5	50'6	70'4	39'7	16'1	6'8	12'9	25'1	52'9	43'7	53'0	38'1	8	16'5
Avila	51'5	47'5	59'1	48'4	52'9	33'5	12'9	13'5	38'4	58'9	65'9	64'8	45'6	4	27'5
Badajoz	66'4	61'4	78'3	49'8	49'2	20'6	3'4	5'7	27'0	60'3	66'4	83'8	47'6	8	20'0
Baleares	69'2	49'8	52'3	46'9	31'7	19'9	6'5	19'7	52'8	111'5	87'9	68'5	51'3	10	18'6
Barcelona	31'9	39'6	67'7	54'2	70'3	54'3	34'3	52'8	80'2	82'2	49'2	55'6	56'0	24	19'8
Burgos	61'7	50'0	56'8	51'5	65'6	52'7	26'0	27'5	44'6	55'5	59'3	74'6	52'1	8	25'1
Cáceres	93'0	91'6	117'6	62'4	69'1	25'0	4'9	9'4	42'4	79'9	91'6	109'0	66'3	9	16'7
Cádiz	96'1	94'7	111'2	60'7	39'1	11'6	0'9	3'4	22'6	78'6	96'9	116'6	61'0	11	21'1
Castellón	30'2	44'3	48'2	49'1	66'8	45'7	27'3	33'8	69'8	74'2	46'5	61'1	49'7	7	20'7
Ciudad Real	39'0	38'7	50'8	41'8	51'4	24'5	5'1	9'0	25'3	40'6	37'6	52'8	34'7	5	25'6
Córdoba	62'7	65'1	93'0	53'4	48'4	19'8	2'5	3'9	20'8	69'8	71'2	75'9	48'8	5	15'4
Coruña	186'0	163'7	185'7	110'2	98'3	73'0	46'8	75'1	102'8	132'2	210'9	221'4	133'8	12	19'8
Cuenca	48'1	48'0	64'4	52'5	72'2	50'1	18'8	25'1	51'2	55'7	48'8	72'9	50'6	7	19'8
Gerona	36'7	47'5	77'1	70'1	87'6	75'4	56'8	67'7	89'2	82'9	67'6	74'7	69'4	7	23'1
Granada	48'9	42'3	56'4	46'5	32'8	8'2	3'3	5'5	19'4	40'9	47'9	63'8	34'6	7	17'3
Guadalajara	42'9	39'2	63'7	45'1	68'3	54'5	22'4	24'0	43'2	53'7	54'2	73'0	48'6	7	17'0
Guipúzcoa	152'2	99'0	94'5	108'1	117'9	108'7	75'2	90'9	127'7	167'2	165'8	222'1	127'4	3	19'0
Huelva	94'3	78'0	120'5	68'5	47'6	13'9	0'8	4'0	28'6	82'1	87'5	111'0	61'4	8	16'2
Huesca	53'9	53'1	71'6	61'9	81'1	66'3	45'6	61'4	68'2	67'0	53'0	73'2	63'0	20	20'4
Jaén	58'1	59'3	82'1	56'7	55'2	20'4	5'8	9'6	32'6	68'9	62'3	100'4	50'9	10	18'1
León	97'9	71'6	93'1	60'5	73'3	49'1	20'9	23'9	46'7	73'9	97'3	107'2	67'9	12	24'7
Lérida	38'2	37'8	71'1	61'2	85'6	77'5	55'1	68'8	82'9	64'7	52'5	64'0	63'2	9	19'8
Logroño	42'3	37'5	39'0	41'1	56'3	57'5	31'1	26'2	44'4	52'3	42'6	53'9	43'6	8	17'4
Lugo	149'7	132'4	169'4	106'0	90'1	80'0	33'5	55'0	68'6	129'3	184'7	214'3	117'7	4	12'0
Madrid	47'6	44'6	50'7	48'7	55'2	34'0	12'1	16'0	39'2	58'2	52'6	56'9	42'9	11	19'6
Málaga	59'8	71'6	83'8	60'3	36'7	5'6	1'8	4'5	18'8	66'8	81'5	79'5	47'5	9	9'0
Murcia	32'3	25'4	26'9	65'4	43'4	16'2	5'7	11'1	36'1	56'4	30'5	42'7	32'6	29	17'8
Navarra	57'3	44'9	48'3	51'5	69'7	53'5	29'8	34'6	56'6	61'8	55'2	75'5	53'2	11	24'0
Orense	123'8	125'8	148'5	86'8	87'1	58'4	22'8	49'2	69'2	116'3	150'2	180'0	101'5	4	14'8
Oviedo	126'7	100'0	86'2	83'6	81'9	68'3	35'6	57'1	81'3	106'4	117'0	141'1	90'4	11	19'2
Palencia	71'9	55'1	70'8	53'8	61'8	51'4	24'3	24'8	43'1	59'3	72'2	74'8	55'2	10	27'1
Palmas, Las	23'6	19'1	11'9	6'1	2'0	1'1	0'4	0'4	3'1	9'3	29'5	27'1	11'1	4	19'0
Pontevedra	182'2	148'7	176'4	96'6	99'5	55'1	25'8	51'5	73'3	125'8	199'0	195'4	119'1	5	20'0
Salamanca	61'8	54'9	77'8	48'4	60'8	32'2	12'8	12'9	42'5	55'1	66'8	76'4	50'2	7	20'7
Sta. Cruz de Tenerife	74'9	57'5	44'0	28'3	12'7	3'9	1'6	3'2	10'3	47'7	88'7	68'7	36'7	8	16'2
Santander	138'0	105'9	91'5	96'8	95'3	75'2	55'7	79'7	100'5	136'8	135'2	167'7	106'5	6	22'8
Segovia	51'5	45'8	53'0	58'4	63'3	50'7	20'3	14'2	45'3	63'3	52'8	60'8	48'2	5	21'0
Sevilla	59'4	55'3	98'2	65'2	35'1	13'2	1'4	5'5	17'7	65'6	65'0	92'7	47'8	7	20'7
Soria	52'2	44'9	53'7	50'9	66'1	58'9	28'6	27'0	43'0	46'4	52'4	75'5	49'9	6	32'5
Tarragona	25'1	27'2	42'5	40'1	57'0	42'4	18'4	34'1	68'4	59'2	41'7	48'5	42'0	7	28'0
Teruel	16'0	18'4	31'7	32'6	65'1	57'0	36'1	26'7	42'2	36'6	27'1	35'7	35'4	6	19'3
Toledo	44'8	47'3	48'7	44'2	40'9	36'9	7'9	9'7	31'7	54'7	45'1	48'6	58'3	4	22'0
Valencia	43'2	47'5	46'8	52'2	58'6	37'8	17'1	28'9	51'5	80'3	43'1	60'1	47'2	17	17'7
Valladolid	35'0	31'4	46'5	37'2	44'6	40'3	15'6	15'1	32'1	43'2	44'5	48'2	36'1	6	21'5
Vizcaya	130'3	104'7	84'9	90'1	86'2	76'6	45'7	58'5	109'0	130'8	115'6	148'9	98'4	4	16'0
Zamora	64'8	51'0	74'2	41'0	58'0	31'1	15'8	12'2	41'2	55'8	78'8	80'8	50'3	3	21'3
Zaragoza	28'8	26'3	36'8	36'1	63'4	52'7	27'3	25'9	42'4	39'9	35'6	44'7	38'3	13	21'7
TOTAL	67'2	60'4	72'4	58'0	60'7	41'0	21'0	27'9	49'6	72'0	74'4	87'5	57'6	426	19'9

observatorios) con oscilaciones entre 13,0 mínima para Lugo (4 observatorios) y 26,2 máxima en Sta. Cruz de Tenerife (con 8 observatorios).

2. *Pluviometría (P= 1.2)*

En la hipótesis adoptada al establecer las dimensiones empíricas del "factor tierra", la humedad utilizable por las plantas en el proceso biológico característico de la tierra juega un papel fundamental. La pluviometría es uno de los "imputs" de esa humedad, quizá el más importante.

Al igual que sucedía con la temperatura, al confeccionar los indicadores pluviométricos (precipitaciones medias por meses, precipitación media anual), cometemos cierta imprecisión al calcular un valor único a nivel provincial como media de los valores registrados en todos los observatorios. Sin embargo, lo que se pierde en precisión se gana en sencillez y manejabilidad de los datos.

La tabla 1.2 ofrece los valores calculados para cada mes (Pi)[54] que juzgamos de gran utilidad al ofrecernos las variaciones estacionales de pluviometría como abstracción a nivel provincial por sus posibles aplicaciones como indicador integrante de índices de distribución. Junto a ellos aparece la media anual. Como en la tabla de temperatura recogemos el número de observatorios utilizados para cada provincia y el promedio de años de sus observaciones.

Una de las aplicaciones inmediatas a los indicadores de abstracción es la determinación de los *períodos de sequía*, siguiendo las normas Gaussen de representación. Tales gráficos pueden verse en el Mapa nº 1) y constituyen un intento de medición de la interacción temperatura-lluvia que determina la aridez. Estos diagramas, conocidos como *ombrotérmicos,* se construyen llevando en ordenadas las temperaturas medias mensuales a doble escala que las precipitaciones (también medias mensuales) y en abcisas los meses del año. De esta forma, cuando la curva (ombrica) de precipitaciones está por bajo de la (térmica) de temperaturas, la superficie comprendida del período de sequía. Obtenemos así un "aspecto termopluviométrico" en nuestro intento de operativización del "factor tierra".

Cierran esta batería de indicadores termopluviométricos, tres que a nuestro juicio miden exactamente lo mismo y que incluimos por que pueden considerarse como clásicos dentro de la geografía y que nosotros sepamos no existe un intento de validación empírica sobre ellos. Al calcular el coficiente de correlación que les une con otros indicadores, con los que teóricamente —es decir, a través de una hipótesis que formulamos— deben covariar, podremos evaluar su capacidad predictiva estableciendo cuál de ellos es más útil para medir la dimensión termopluviométrica del factor tierra.

3. *Indice de Lang (1.3)*

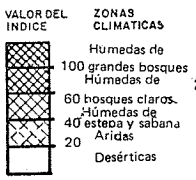
Es el primer intento generalmente aceptado para medir a través de un indicador lo que Lang denominó *factor lluvia* o Regenfacktor[56] y que no es sino el efecto combinado de la lluvia y la temperatura sobre el clima de un determinado lugar (en nuestro caso, de la tierra). En realidad, el Regenfacktor es el cociente entre pluviometría y la temperatura. La lluvia es más beneficiosa para la tierra cuanto menor es su temperatura dentro de ciertos límites que controlan el crecimiento vegetal, abstrayéndonos de los restantes factores que intervienen en el proceso biológico que origina la tierra y define, por otro lado, la agricultura.

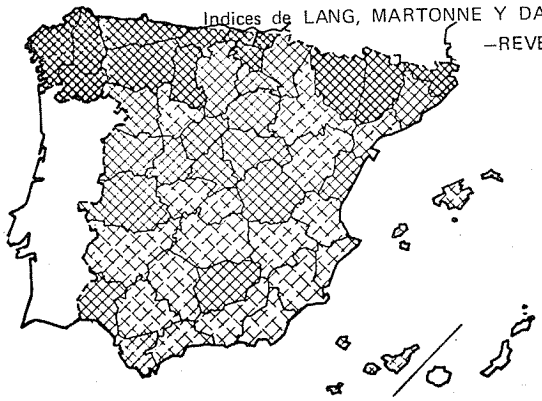
En su aplicación a España, y estableciendo un factor de lluvia (Regenfacktor) único para cada provincia como media de los valores registrados en sus distintos observatorios, el índice de Lang, para la península[57] varía entre 135 (Lugo) y 22,2 (Alicante). En las tablas 1.1 y 1.2 pueden encontrarse el número de observatorios y el número de años de observación de los datos

MAPA Nº 2

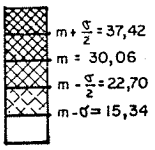
INDICADORES TERMOPLUVIOMETRICOS
DEL FACTOR TIERRA
Indices de LANG, MARTONNE Y DANTIN–
–REVENGA

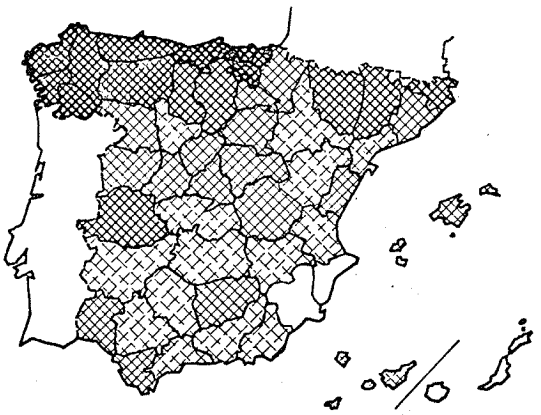
INDICE DE LANG
(Regenfacktor)



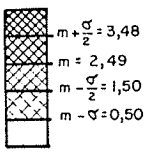


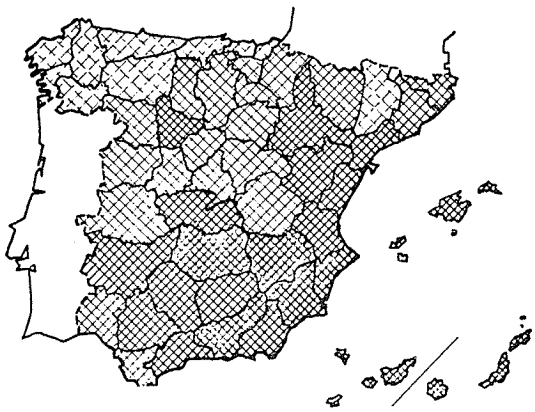
INDICE DE MARTONNE





INDICE DE DANTIN–
–REVENGA





FUENTE: Tabla 1.3

meteorológicos que componen el índice (pluviometría y temperatura) y que juzgamos a efectos de nuestra investigación suficientemente significativos desde nuestra perspectiva macrosocioeconómica.

El mapa nº 2 muestra el nivel respecto al "factor lluvia" de las distintas provincias diferenciando seis estratos que son los usualmente utilizados para diferenciar a través del Regenfacktor (R), las zonas desérticas ($R < 20$), áridas ($20 < R < 40$), húmedas de estepa y de sabana ($40 < R < 60$), húmedas de bosques claros ($60 < R < 100$), húmedas de grandes bosques ($100 < R < 160$) y superhúmedas ($R > 160$). Ninguna de nuestras provincias se encuentra en este estrato y tan sólo Las Palmas pertenece al extremo opuesto ($R < 20$) de carácter desértico).

4. *Indice de Martonne (1.4)*

Cinco años después de que Lang estableciera su Regenfacktor, el profesor De Martonne estableció una modificación a este índice[58] adicionando al denominador (temperatura media anual) diez unidades. De esta forma De Martonne pretendió establecer una medida de la aridez.

Hemos calculado como en el caso anterior (índice de Lang) los valores de este índice para cada provincia a través de un valor único, media de las observaciones existentes[59]. El margen de oscilación varía entre 69,3 (Coruña) y 4,5 (Las Palmas)[60]. El mapa 1.2 ofrece la distribución espacial de este índice.

5. *Indice de Dantin-Revenga (1.5)*

Una variante de los índices de Lang y Martonne, lo constituye el *índice termopluviométrico*, como fue denominado por sus autores, Juan Dantin Cereceda y Antonio Revenga Carbonell. Con él se pretendía salvar algunos inconvenientes de sus predecesores que, según ellos, son por una parte: "la variación de los valores del índice de aridez (Lang) no es inversamente proporcional a la variación de la temperatura a causa de la presencia del sumando constante en el denominador"[61] y por otra el que "a causa de tomar como numerador o dividendo la pluviosidad cuyos valores crecientes tienden a reducir la aridez, sin duda con propósito de obtener cocientes mayores que la unidad, resulta que el concepto de índice de aridez queda totalmente desnaturalizado, toda vez que de dos localidades cualesquiera tiene menor índice la de mayor aridez y viceversa"[62].

Probablemente el mayor interés de este índice sea el haber sido confeccionado pensando en su aplicación inmediata a España y el haber recogido la experiencia acumulada de los de Lang (Regenfacktor) y Martonne (d'aridité).

La tabla 1.3 presenta estos indicadores a nivel provincial. Más adelante intentaremos medir su utilidad o validez empírica a través de su capacidad predictiva frente a una batería de indicadores que teóricamente han de covariar frente a él.

IV. INDICADORES DE HUMEDAD CLIMATICA

Uno de los temas favoritos de los geógrafos es la diferenciación de nuestro territorio en dos grandes zonas climáticas, respondiendo a la realidad de sentido común de una "España seca frente a una España húmeda".

Desde 1902 en que Jean Brunhes diferenció "la *Ibérie humide* como una zona en la que, en términos generales, caen más de 600 mm de precipitaciones al año, y en la que se encuentran *verdaderos bosques;* la *Ibérie séche*, como una zona donde las precipitaciones anuales son inferiores a 400 mm, y que constituye el dominio principal del regadío artificial y de las estepas"[63], las investigaciones geográficas que tratan de descubrir la línea mágica que separa las dos Iberias se multiplican.

TABLA 1.3.

INDICADORES DEL FACTOR TIERRA. DIMENSION: TERMOPLUVIOMETRICA

Indicadores / *Provincias*	*Temperat. (media anual °C) (t= 1.1)*	*Pluviomet. (media anual mm) (P= 1.2)*	*Indice del Lang (1.3)*	*Indice de Martonne (1.4)*	*Indice de Dantin-Revenga (1.5)*
Alava	11'1	804'8	72'5	38'1	1'4
Albacete	13'3	371'3	27'9	15'9	3'6
Alicante	17'4	387'3	22'2	14'1	4'5
Almería	13'7	458'6	33'5	19'4	3'0
Avila	11'1	548'2	49'4	26'0	2'0
Badajoz	16'0	572'4	35'8	22'0	2'8
Baleares	16'5	617'7	37'4	23'3	2'7
Barcelona	13'8	673'2	48'8	28'3	2'0
Burgos	10'8	627'8	58'1	30'2	1'7
Cáceres	14'5	796'6	54'9	32'5	1'8
Cádiz	17'3	732'9	42'4	26'8	2'4
Castellón	14'9	598'1	40'1	24'0	2'5
Ciudad Real	14'5	417'1	28'8	17'0	3'5
Córdoba	17'1	586'9	34'3	21'6	2'9
Coruña, La	13'4	1.606'6	119'9	68'6	0'8
Cuenca	12'0	605'6	50'5	27'5	2'0
Gerona	14'0	840'0	60'0	35'0	1'7
Granada	16'3	416'2	25'5	15'8	3'9
Guadalajara	11'3	590'3	52'2	27'7	1'9
Guipúzcoa	13'4	1.529'9	114'2	65'4	0'9
Huelva	16'5	746'5	45'2	28'2	2'2
Huesca	11'7	758'1	64'8	34'9	1'5
Jaén	15'3	618'4	40'1	24'4	2'5
León	10'4	815'7	78'4	40'0	1'3
Lérida	10'7	760'0	71'0	36'7	1'4
Logroño	11'9	524'7	44'1	24'0	2'3
Lugo	10'4	1.413'4	135'9	69'3	0'7
Madrid	13'0	605'8	46'6	26'3	2'1
Málaga	16'3	573'8	35'2	21'8	2'8
Murcia	16'1	392'9	24'4	15'0	4'1
Navarra	12'8	640'0	50'0	28'1	2'0
Orense	11'2	1.218'4	108'8	57'5	0'9
Oviedo	12'8	1.087'0	84'9	47'7	1'2
Palencia	9'9	664'8	67'2	33'4	1'5
Palmas, Las	20'0	135'8	6'8	4'5	14'7
Pontevedra	14'4	1.429'7	99'3	58'6	1'0
Salamanca	12'2	603'3	49'4	27'2	2'0
Sta. Cruz de Tenerife	16'9	441'9	26'1	16'4	3'8
Santander	13'0	1.278'8	98'4	55'6	1'0
Segovia	10'9	579'8	53'2	27'7	1'9
Sevilla	18'0	574'9	31'9	20'5	3'1
Soria	10'6	600'2	56'6	29'1	1'8
Tarragona	15'7	505'2	32'2	19'7	3'1
Teruel	11'5	421'0	36'6	19'6	2'7
Toledo	13'9	452'1	32'5	18'9	3'1
Valencia	15'2	567'7	37'3	22'5	2'7
Valladolid	11'6	434'1	37'4	20'1	2'7
Vizcaya	14'0	1.181'7	84'4	49'2	1'2
Zamora	11'3	605'2	53'6	28'4	1'9
Zaragoza	13'0	422'2	32'5	18'4	3'1
TOTAL	13'6	696'7	51'2	29'5	2'0

Fuente: Tablas 1.1 y 1.2.

Sorre (utilizando el índice de Martonne que hemos considerado con ciertas modificaciones en la dimensión termopluviométrica), Dantin Fischer, Hellman y otros muchos diferencian de distintas maneras estas dos zonas climáticas[64].

Sin embargo, la perspectiva geográfica de estas investigaciones se aleja esencialmente de nuestros fines. Los indicadores de humedad climática vienen a operativizar a través del clima la aptitud agraria de la *tierra de secano,* ponderando de alguna manera la probabilidad de que el espacio tenga mejor uso como tierra (abstrayéndonos de las mejoras permanentes que se puedan efectuar en él) que como otro tipo de territorio.

En el apartado anterior, al considerar la "dimensión termopluviométrica" del factor tierra utilizábamos para su medición la temperatura (T), la lluvia (P), o índices en los que se combinan ambos elementos como *oferta-climática* al factor tierra, pero en ningún caso se consideró la *demanda climática* (necesidad) de dicho factor. Nos interesa aquí medir de alguna manera tal *demanda* y relacionarla con los componentes de la oferta, obteniendo así un mercado peculiar en el que el precio (como confrontación de la oferta y la demanda) nos dará la *aptitud agraria de la tierra según el clima,* o lo que es lo mismo el potencial del secano para cada provincia[65]. Los indicadores utilizados para caracterizar la "dimensión climática" del factor tierra son: Eficacia térmica (ETP= 1.6), Déficit de agua en mayo (1.7), Humedad climática utilizable en mayo, Aridez agrícola en mayo (1.9), Tipos de tierra agrícola clima (1.10), Superficie de tierra agrícola clima, el Indice de tierra agrícola clima (TAC= 1.12), Ha (TAC= 1.11). Veamos con detalle cada uno de ellos.

1. *Eficacia Térmica (ETP= 1.6)*

La medida de la evapotranspiración (evaporación producida en las capas superficiales del suelo –en su acepción edafológica– y en las plantas –transpiración–) es uno de los problemas más importantes con que se encuentran los agrónomos. Esta sólo es posible mediante el conocimiento de la humedad del suelo y su comportamiento con la zona ocupada por las raíces de las plantas, que lógicamente sólo tiene valor para las zonas locales donde se realiza, al margen de la dificultad de tales medidas.

Su conocimiento exacto permitiría disponer de la *demanda de humedad* de la tierra soportando distintos cultivos y la necesidad específica de cada uno de éstos[66].

Thornthwaite acuñó el concepto de "evapotranspiración potencial" para connotar el transporte de agua que efectúa la tierra a la atmósfera (evaporación y transpiración) supuesta cubierta completamente por una capa vegetal y con humedad suficiente para su crecimiento normal. Aun cuando "es frecuente que en la práctica no se den las condiciones necesarias para la evapotranspiración potencial, sin embargo es un concepto útil para estudios sobre necesidades de agua en las plantas y balances de humedad del suelo[67]. La "evapotranspiración potencial", es por tanto, el agua que lanza a la atmósfera la tierra, una vez utilizada para "su" *proceso biológico*. Como la cantidad retenida en los tejidos es prácticamente insignificante respecto al volumen total que se mueve, nos es posible identificar la evapotranspiración potencial con la *demanda de humedad del factor tierra*. De hecho Thornthwaite, en su clasificación climática[68], utiliza su evapotranspiración potencial como índice en este sentido, dándole el nombre de Eficacia térmica (A', B'...) y haciéndola intervenir junto a otros índices de humedad relativa (A, B, C,...) de variaciones estacionales de la humedad (r, s, w...) para configurar los posibles tipos climáticos que consideraremos después con mayor detenimiento.

El indicador Eficacia (ETP) ha sido calculado como media mensual para cada uno de los doce

meses y como media anual representando la "necesidad" en un mes tipo[69]; en ambos casos es referido a las 50 provincias, promedio de los observatorios en que se realiza su cálculo.

En la tabla 1.4 pueden verse estos 13 indicadores –ETP_i (i= e, f, m...d) y ETP_{ma}– en los que además de la hipótesis ya enunciada de la existencia de una capa vegetal cubriendo la superficie del terreno se acepta (con Thornthwaite) que la transpiración es fundamentalmente producida por la energía solar recibida y por tanto por la temperatura[70]. En cualquier caso, no es este lugar para discutir la validez conceptual del índice de Thornthwaite como medida de la evapotranspiración; nos interesa su utilidad (en la medición del factor tierra), que en último término vendrá refrendada por la validación empírica de los indicadores (E, P) que hemos construido.

El haber delimitado con cierto detalle el alcance conceptual de la evapotranspiración se debe a que tal construcción juega un papel esencial en los restantes indicadores que hemos confeccionado para medir la dimensión climática del "factor tierra".

La ventaja del concepto evapotranspiración potencial no es solamente que "pueda considerarse dentro de ciertos límites como un índice de crecimiento vegetal, sino que, además, lo expresa en función del agua necesaria para producirlo, evaluada en las mismas unidades que la precipitación, por lo que permite relacionar la eficacia térmica y la lluvia efectiva"[71]. Por ello creemos que puede resultar de gran interés referir a la unidad espacial que venimos utilizando, la provincia, la evolución anual de ambas variables, obteniendo así los "diagramas de balance de agua", tal como aparecen en el mapa nº 3.

Esto es exactamente lo que hemos hecho en los indicadores referidos al mes de mayo: "Déficit de agua" (1.7), "Humedad climática utilizable" (1.8) y "Aridez" (1.9). Cada uno de ellos nos ofrece una perspectiva distinta de la humedad en el secano de nuestras provincias. Para ello hemos tomado como referencia los cereales aceptando que las disponibilidades de agua del periodo seco hasta mayo son, en líneas generales, un indicador aceptable. Veamos por separado cada uno de ellos, todo referido a mayo.

2. *Déficit de agua (1.7)*

Este indicador consiste en considerar la diferencia P-ETP (cuando P $<$ ETP) acumulando los valores hasta el mes de mayo, obteniendo así los mm de agua que necesitaría el factor tierra para satisfacer la demanda de humedad en ese periodo. Es un indicador de falta de agua "bruta" en el sentido de que no va referido a la necesidad total de agua en este periodo. No es lo mismo que una provincia tenga un déficit de agua en mayo de 45,6 mm, cuando su demanda total en este periodo sean 700 mm, que cuando sean 900. Esta dificultad se trata de salvar en el indicador.

3. *Humedad climática utilizable (1.8)*

Al utilizar la eficacia térmica como indicador de humedad climática del factor tierra hemos aceptado que la evapotranspiración potencial según Thornthwaite nos da una aproximación de la cantidad de agua que necesitan las plantas para su normal crecimiento que, por otra parte, juzgamos suficiente (en su nivel de medición) para nuestra perspectiva macro-socioeconómica. Sin embargo, los indicadores de eficacia térmica considerados nos daban, por una parte, las necesidades mensuales (ETP: Tabla 1.5), y por otra, la global a lo largo del año (ETP: Tabla 1.5). Los primeros no alcanzan individualmente el ciclo de los cultivos y el segundo supone una abstracción demasidado burda. Un refinamiento considerable se obtiene al tomar un periodo que consideramos representativo. En este caso tomamos la ETP acumulada hasta mayo como necesidad del cereal

TABLA 1.4.

INDICADORES DE HUMEDAD CLIMATICA

*VARIACIONES DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (THORNTHWAITE)**

Provincias	ETP_e	ETP_f	ETP_m	ETP_a	$ETP_{m'}$	ETP_j	$ETP_{j'}$	$ETP_{a'}$	ETP_s	ETP_o	ETP_n	ETP_d	ETP_{ma} (media anual)	*Número de observatorios*
Alava	12'1	15'5	33'6	48'2	71'8	96'0	115'2	106'7	78'0	52'2	26'0	15'5	55'9	3
Albacete	10'1	14'8	29'7	46'7	78'3	116'9	145'8	135'8	91'9	50'9	25'4	12'9	63'2	9
Alicante	19'1	22'6	40'9	56'2	90'4	123'6	154'5	151'7	111'1	70'9	39'9	23'2	75'3	8
Almería	15'4	16'8	32'0	44'1	70'4	104'4	136'8	127'2	87'4	55'5	31'1	18'9	61'6	8
Avila	8'7	12'4	30'3	43'2	69'1	101'5	126'7	115'5	81'9	49'6	22'3	12'1	56'1	4
Badajoz	14'0	18'5	35'5	55'2	87'6	128'8	161'6	149'5	101'7	60'1	28'3	15'4	71'3	8
Baleares	21'0	21'3	35'2	49'2	81'3	114'6	145'3	139'7	106'7	67'6	38'5	26'4	70'5	10
Barcelona	13'0	17'1	34'1	48'5	76'1	110'3	136'2	127'1	92'5	56'9	27'9	15'6	62'9	24
Burgos	7'6	13'2	31'1	49'5	72'7	100'1	120'6	110'9	77'5	47'8	21'7	11'7	55'3	8
Cáceres	11'2	14'9	31'9	52'1	70'1	116'4	154'7	138'1	96'3	56'3	26'0	13'5	65'1	9
Cádiz	24'2	26'1	43'2	57'5	83'7	116'1	143'8	138'1	105'4	69'0	41'3	26'0	72'8	11
Castellón	15'4	19'5	36'2	51'8	78'2	112'6	140'9	133'7	97'7	58'8	31'6	17'3	66'1	7
Ciudad Real	8'6	12'6	30'2	46'9	76'8	120'6	162'5	147'7	105'7	53'5	26'7	11'3	66'9	5
Córdoba	13'2	18'1	34'0	55'5	91'1	139'0	178'7	167'1	121'6	66'2	28'7	14'9	77'3	5
Coruña, La	23'5	24'1	40'8	52'3	73'7	92'8	109'0	103'7	80'8	58'4	34'4	25'0	59'8	12
Cuenca	7'9	11'0	28'6	46'6	72'2	101'9	136'6	124'9	87'3	49'3	22'7	10'4	58'2	7
Gerona	13'3	14'7	34'4	51'3	81'2	111'5	136'5	126'3	90'8	55'7	28'4	16'2	63'3	7
Granada	17'3	20'0	37'0	52'3	80'5	118'5	154'6	145'9	105'0	62'9	34'2	20'6	70'7	7
Guadalajara	7'1	11'0	28'6	42'8	72'7	101'7	132'9	121'7	83'7	48'8	20'6	10'4	56'8	7
Guipúzcoa	19'4	20'4	42'8	51'7	75'8	101'4	113'8	109'2	85'2	58'0	31'7	20'7	60'8	3
Huelva	18'5	20'8	37'1	53./	85'0	118'5	150'9	140'3	103'9	64'4	33'0	21'4	68'3	8
Huesca	6'7	11'8	30'7	49'2	78'9	109'2	132'1	120'0	84'0	50'7	21'9	10'1	58'7	20
Jaén	9'9	14'9	31'8	51'5	85'3	130'3	168'1	154'1	105'6	57'0	26'4	13'4	70'6	10
León	7'4	12'7	25'5	46'4	70'9	101'4	118'8	107'5	76'9	47'3	21'8	9'8	46'2	12
Lérida	5'7	9'4	28'8	44'6	76'1	105'8	128'9	118'5	83'7	47'0	20'3	8'9	56'4	9
Logroño	11'6	14'4	35'2	47'4	78'4	107'4	126'8	117'8	84'2	50'7	24'3	15'6	59'5	8
Lugo	13'9	17'7	33'8	42'0	66'0	83'3	104'2	95'3	73'3	47'7	25'4	14'6	51'4	4
Madrid	8'2	13'0	28'6	46'3	75'9	113'9	147'9	131'7	89'9	50'0	21'8	10'5	61'4	11
Málaga	20'8	23'2	37'4	51'6	76'7	115'8	147'3	139'4	102'6	66'3	38'8	24'1	70'3	9
Murcia	15'5	19'6	37'7	53'0	84'8	121'5	154'8	145'9	104'9	62'5	32'8	18'7	70'9	29
Navarra	10'8	15'0	36'2	51'3	79'7	110'4	131'4	119'7	89'6	53'6	24'7	14'2	61'3	11
Orense	14'7	17'8	33'1	47'9	71'8	95'1	132'5	103'8	76'4	50'6	27'6	15'9	57'2	4
Oviedo	22'0	23'1	39'1	50'1	66'4	91'3	106'4	102'5	79'4	55'0	33'5	25'0	57'8	11
Palencia	6'2	10'0	29'9	45'7	68'8	97'0	116'7	107'4	76'5	57'6	21'3	8'0	52'9	10
Palmas, Las	46'4	47'4	59'5	67'1	87'6	96'6	117'1	119'5	105'8	95'1	67'4	50'5	80'0	4
Pontevedra	23'1	25'1	43'2	55'8	79'4	99'2	111'4	102'9	83'0	58'2	34'0	26'7	61'8	5
Salamanca	10'0	16'3	32'2	47'5	72'2	106'1	132'1	119'5	85'1	52'2	23'9	12'7	59'1	7
Sta. Cruz de Tenerife	37'9	37'8	49'4	56'2	71'0	88'6	109'8	110'6	93'5	76'8	55'2	41'8	69'0	8
Santander	21'0	22'5	40'7	48'7	70'7	92'1	108'5	103'1	82'6	58'0	34'3	24'2	58'8	6
Segovia	7'9	12'4	29'0	43'3	72'0	102'8	126'3	116'4	79'8	47'2	20'1	9'1	55'5	5
Sevilla	18'0	21'4	40'1	58'4	94'9	135'3	173'0	164'0	116'0	70'0	3.'5	21'3	78'9	7
Soria	5'7	11'1	27'8	42'4	69'3	102'6	123'9	114'7	80'0	46'4	20'5	9'9	54'5	6
Tarragona	15'6	20'6	37'5	50'3	83'5	118'7	147'4	139'1	98'9	62'5	31'3	18'8	68'9	7
Teruel	7'5	12'0	28'3	43'8	76'5	106'3	128'8	119'2	83'7	47'0	21'3	10'8	57'0	6
Toledo	8'2	11'8	30'9	48'3	81'0	123'7	154'1	141'5	93'6	52'5	21'1	10'3	64'7	4
Valencia	15'2	18'2	35'2	49'4	80'1	115'0	146'2	137'3	99'6	59'4	32'4	19'2	67'2	17
Valladolid	8'5	13'1	31'4	48'5	75'3	106'9	129'5	118'3	82'7	51'0	22'1	10'7	58'1	6
Vizcaya	22'5	24'5	42'0	52'1	74'7	96'0	111'2	108'0	84'3	58'4	36'1	24'8	61'2	4
Zamora	9'0	13'2	27'8	45'7	74'2	103'8	126'4	116'6	79'0	49'6	21'3	10'3	56'4	3
Zaragoza	9'1	14'0	34'2	49'4	80'6	113'3	137'4	125'7	89'3	52'4	23'6	11'7	61'7	13
TOTAL	14'3	17'7	34'8	49'8	77'2	108'7	135'1	125'6	89'3	56'7	29'2	17'2	62'9	426

* Medias mensuales

Fuente: F. Elías Castillo y R. Giménez Ortíz: *Evapotranspiraciones potenciales en España.* (Ministerio de Agricultura D.G.A., 1965) pp. 79 a 150.

secano. Al relacionar este valor con el déficit del agua en mayo (1.7) tendremos una medida de las disponibilidades teóricamente reales de humedad. Así, la diferencia entre ETP (hasta mayo) y (1.7) nos dará en mm una medida a efectos de comparaciones interprovinciales de la Humedad Climática utilizable para el cereal-secano, o lo que es lo mismo, un indicador del "imput" climático; algo así como su oferta de la humedad natural.

4. *Aridez (1.9)*

Este indicador es como el anterior un refinamiento del déficit de agua en mayo, sólo que en este caso también se intenta medir la falta de agua. Considerando de nuevo la eficacia térmica acumulada hasta mayo, el porcentaje que represente de ésta el déficit de agua en mayo será una medida de aridez y que, supuesto como válido el período elegido, será una aproximación a la falta de agua neta para el cereal-secano.

En nuestro posterior análisis para medir el valor predictivo del sistema de indicadores del factor tierra, comprobaremos hasta qué punto son acertadas nuestras suposiciones. En principio parece razonable aceptar que este indicador posee una mayor validez teórica que el déficit de agua en mayo, ya que al pretender medir un mismo aspecto de la humedad climática del factor tierra, el primero (1.8) lo hace en términos absolutos, sin referirse a la necesidad de agua, mientras que el segundo (1.9) mide en términos relativos y en base a una demanda teórica de agua del factor tierra que se realiza como tal a través del cereal-secano.

5. *Tipos de tierra agrícola-clima (1.10)*

Hasta ahora todos los indicadores utilizados para caracterizar las dimensiones en que hemos desdoblado el factor tierra eran variables que estaban integradas por un conjunto de valores, de tal suerte que a cada unidad de análisis (provincias en nuestro caso) correspondían un sólo dato numérico. Sin embargo el concepto de indicador es mucho más amplio y no tiene por qué medir cuantificado con un sólo número, tal como sucede con los índices[72].

Los "tipos de tierra grícola-clima" corresponden a una categoría de indicadores totalmente distinta a los hasta aquí utilizados: cada unidad de análisis consta de varios datos numéricos, que pueden variar de uno a seis.

Anteriormente, al considerar el indicador eficacia térmica (ETP) ya nos referimos a la clasificación climática de Thornthwaite. Los "tipos de tierra agrícola clima" son una aplicación de ésta a España.

Merece la pena, a efectos de comprender la validez teórica, tanto de este indicador (tipos de tierra agrícola-clima), como de los dos que veremos a continuación (superficie tierra agrícola-clima Ha(TAC)= 1.11 e índice tierra agrícola clima TAC= 1.12), que se apoyan en él, que nos detengamos con mayor detalle a considerar la clasificación climática de Thornthwaite[73] en que nos basamos para la construcción de tales indicadores.

El profesor Thornthwaite utiliza cuatro índices para identificar el clima de una determinada zona. El primero de ellos: eficacia térmica, ya ha sido descrito detalladamente al considerar el indicador ETP, al que se ajusta conceptualmente[74].

Según el valor que este índice tome, el clima varía en una escala integral siendo A' (Megatérmico) B'_1 B'_2 B'_3 y B'_a (Mesotérmico), C'_1 C'_2 (Microtérmico), D' (Tundra) y E' (Glacial). Otro índice, el más importante para su clasificación climática es el de *humedad*, en el que se relaciona mediante una fórmula el exceso de agua con el déficit de ésta respecto a la necesidad que tienen las plantas de la misma[75].

TABLA 1.5.

INDICADORES DEL FACTOR TIERRA. DIMENSION: HUMEDAD CLIMATICA

Provincias	*Eficacia térmica ETP (1.6)*	*Déficit de agua en mayo (1.7)*	*Humedad climática utilizable (1.8)*	*Aridez en mayo (1.9)*
Alava	67'1	2'3	179'1	1'2
Albacete	76'0	45'6	133'8	25'5
Alicante	90'5	108'0	121'5	47'1
Almería	74'2	37'4	141'7	20'9
Avila	67'4	20'2	142'8	12'4
Badajoz	85'6	48'9	164'6	22'9
Baleares	84'6	59'6	148'8	28'6
Barcelona	76'0	16'7	175'4	8'7
Burgos	66'1	16'6	152'8	9'8
Cáceres	79'2	25'4	163'4	13'5
Cádiz	87'5	47'4	186'3	20'3
Castellón	79'4	21'4	172'7	11'0
Ciudad Real	80'3	30'6	144'7	17'5
Córdoba	92'8	46'5	165'5	21'9
Coruña	71'8	2'5	216'3	1'1
Cuenca	70'0	7'2	150'8	4'6
Gerona	76'4	14'7	184'6	7'4
Granada	84'8	57'2	150'1	27'6
Guadalajara	68'6	24'0	138'6	14'3
Guipúzcoa	73'0	0'9	179'1	0'4
Huelva	84'8	44'0	171'2	20'5
Huesca	70'4	17'7	158'4	10'0
Jaén	84'8	35'7	157'5	18'5
León	64'6	15'4	147'4	9'5
Lérida	67'8	17'1	148'7	10'3
Logroño	71'4	40'5	145'6	48'6
Lugo	61'8	2'5	171'0	1'4
Madrid	73'8	35'4	137'7	20'4
Málaga	83'3	46'0	165'1	21'8
Murcia	85'3	64'3	144'8	30'8
Navarra	73'7	23'4	166'6	12'3
Orense	68'7	7'0	178'4	3'8
Oviedo	70'4	1'8	199'2	0'9
Palencia	63'5	16'9	141'9	10'6
Palmas, Las	95'6	242'8	45'4	78'7
Pontevedra	74'2	0'0	226'7	0'0
Salamanca	71'0	25'1	154'2	14'0
Sta. Cruz de Tenerife	82'9	104'4	148'0	41'4
Santander	58'9	0'0	207'1	0'0
Segovia	66'7	12'6	152'3	7'6
Sevilla	94'8	63'2	171'3	27'0
Soria	65'6	7'9	150'2	5'0
Tarragona	82'8	39'9	170'8	18'9
Teruel	68'5	20'3	148'6	12'3
Toledo	77'7	45'2	135'0	25'1
Valencia	80'8	37'0	161'3	18'7
Valladolid	69'8	42'1	133'3	24'0
Vizcaya	73'5	0'0	216'4	0'0
Zamora	67'7	33'8	136'3	19'9
Zaragoza	74'2	37'3	150'2	19'9
TOTAL	*	*	*	*

Notas: *El concepto de evapotranspiración potencial carece de sentido referido a una unidad de análisis tan amplia.

Fuentes: Francisco Elías Castillo y Rafael Giménez Ortíz, *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España* (Madrid: Ministerio de Agricultura D.G.A., 1965) pp. 79-150.

El tercer índice propuesto viene a caracterizar la *variación estacional de la humedad efectiva* y pretende poner de manifiesto la persistencia climática, ya que un clima puede ser húmedo en una parte del año y seco en otra. Para apreciar tales fluctuaciones por medio del índice de aridez (Ia) se determina en los climas húmedos (A_1, B_1, C_2) la falta de agua a través de una escala integral (r, s, w, s_2 y w_2) que precisa además si tal déficit se da en verano o en invierno. Analogamente para los climas secos (C_1DE) se obtiene otra graduación, según los valores del índice de exceso de agua (d s w s_2, w_2)[76].

A través del cuarto índice (concentración en verano de la eficacia térmica),Thornthwaite trata de medir el efecto de la latitud en el crecimiento de las plantas.

Según nos aproximamos al Ecuador se da una mayor constancia de las temperaturas y de la duración del día durante todo el año, lo que implica que la ETP deja de concentrarse en verano, o lo que es lo mismo, se reparte más uniformemente durante todo el año. Sin embargo, esta constancia se ve modificada por un buen número de factores que no viene al caso desmenuzar; lo esencial es que "La amplitud con que la concentración de verano deja de ajustarse a los anteriores requisitos, es una medida de su anormalidad, dando al clima el carácter de continental y de oceánico"[77].

El índice de *concentración, en verano, de la eficacia térmica* es el porcentaje que representa la ETP correspondiente a estos tres meses del total de ETP anual. Como en los casos anteriores a través de una escala integral se llega a determinar otros tipos (a' b'_1 b'_2... d') de concentración en verano de la ETP.

De esta forma se puede agrupar la diversidad climática de la clasificación de Thornthwaite en distintas zonas o tipos de clima. Su aplicación a España puede verse en el Cuadro nº 2) y con mayor detalle en las notas de la Tabla (1.7).

El indicador "tipos de tierra agrícola clima" es el porcentaje de superficie que tiene cada provincia bajo cada uno de estos tipos de clima.

En España encontramos seis de las nueve categorías climáticas establecidas por Colin Clark: húmeda (tipo II), tres subhúmedas (tipos III, IV y V), semiárida (tipo VI) y árida (tipo VII). Los tipos I, VIII y IX no se dan en nuestro territorio. El mapa nº 4 nos muestra gráficamente este indicador permitiendo diferenciar la realidad de una España húmeda frente a la España seca respecto al clima.

6. *Superficie de Tierra agrícola clima -Ha (TAC)= 1.11*

Este indicador constituye una variante del anterior, aportando una mayor operativización a aquél al conseguir un mayor nivel de medición. En efecto, el conjunto de datos numéricos (tanto por ciento bajo cada tipo de clima) de cada unidad de análisis o del indicador HC_3 no permite comparar matemáticamente, mediante medidas de covariación, este indicador con otros en el análisis. Para salvar esta dificultad, basta con multiplicar la superficie, bajo cada tipo de clima, por el coeficiente de reducción correspondiente, lo que Colin Clark llama: "equivalente en tierra agrícola patrón"[78] y que nosotros proponemos como: "tierra agrícola clima", por considerar que tal denominación precisa más aquello que se mide, añadiendo de esta forma cierta claridad al concepto. Sobre todo si consideramos que al tratar de medir la dimensión de humedad agrícola del factor tierra utilizamos varios índices, en los que se añade a la humedad-clima la humedad-riego, dando continuidad así a su investigación y refinando su indicador aplicado a España, al objeto de establecer comparaciones interprovinciales[79].

En el cuadro nº 2 adelantábamos el criterio empleado para agrupar los diferentes climas de España (según Thornthwaite) en los distintos tipos

CUADRO 2

APLICACION DE LA CLASIFICACION DE THORNTWAITE A LOS CLIMAS DE ESPAÑA PARA OBTENER LA SUPERFICIE EN CADA TIPO DE "TIERRA AGRICOLA–CLIMA"

Clasificación de Thorntwaite	*Descripción*	*Equivalente de tierra agrícola-clima (Colin Clark)*	*% aproximado de superficie en cada grupo*
AB'r, AB's	Climas prehúmedos con déficit de agua pequeño o nulo en todas las estaciones o moderadas en verano	1	0,8
BB'r, BB's Resto de BB'	Climas húmedos con déficit de agua pequeño o nulo en todas las estaciones o falta moderada en verano	1	13,8
CB'r	Climas subhúmedos con déficit de agua pequeño o nulo en todas las estaciones.	5/6	0,7
Clima CB's	Climas subhúmedos con falta de agua en verano.	2/3	17,3
CB'd	Climas subhúmedos con exceso de agua pequeño o nulo en todas las estaciones.	1/2	10,0
OB's, OB'd	Climas semiáridos con exceso de agua pequeño o nulo en todas las estaciones o con falta de agua en verano.	1/30	55,5
EB'd	Climas áridos con exceso de agua pequeño o nulo en todas las estaciones.	0	1,0

Fuentes:

Colin Clark, *Crecimiento demográfico y utilización del suelo* (Madrid: Alianza, 1968) pp. 174-180.

C. Tames "Bosquejo del clima de España según la clasificación del C.W. Thorntwaite", *I.N. de Investigaciones Agronómicas,* Vol. IX núm. 2, pp. 20-77.

Francisco Elías Castillo y Rafael Giménez Ortiz, *Evapotranspiraciónes potenciales y balances de agua en España* (Madrid: Dirección General de Agricultura, 1965), pp. 79-150.

TABLA 1.7.

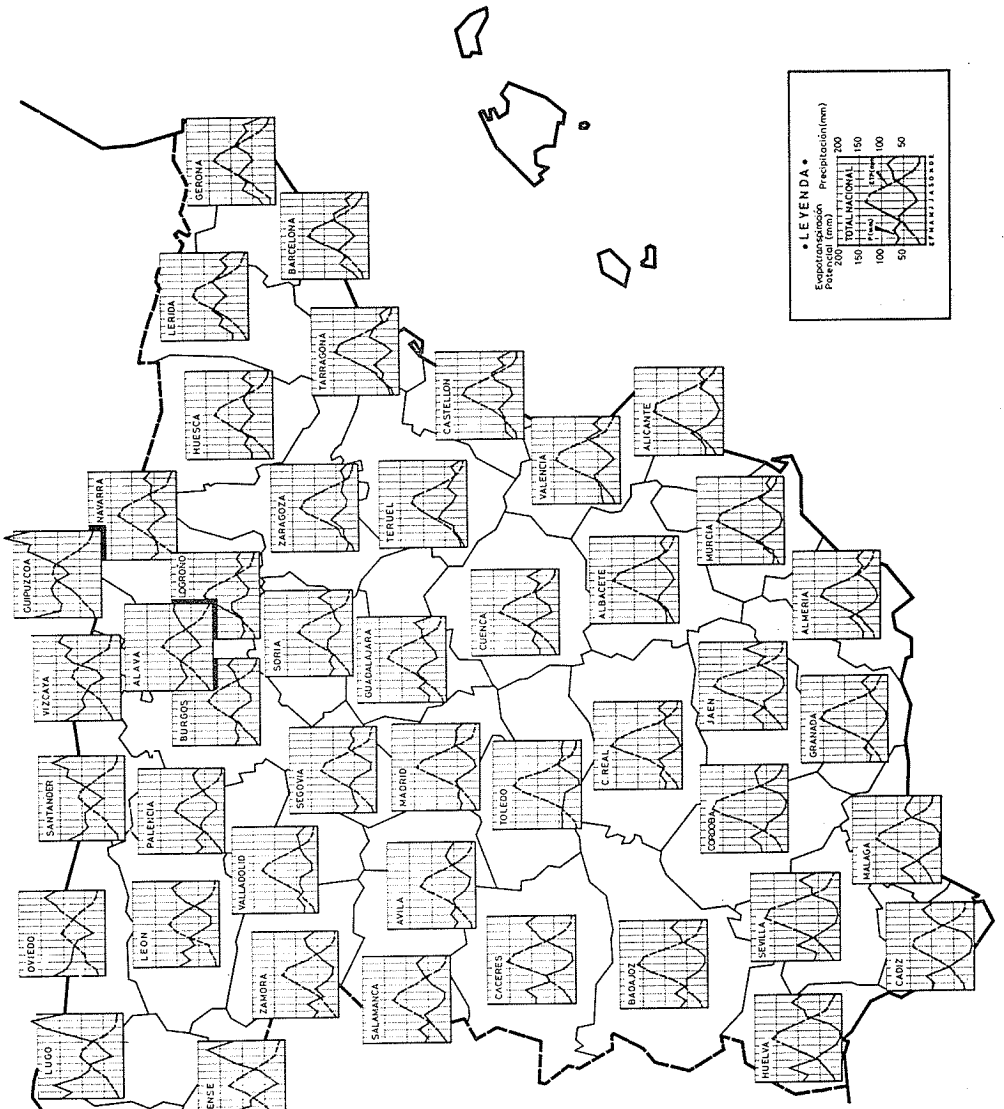
INDICADORES DEL FACTOR TIERRA. DIMENSION: HUMEDAD CLIMATICA

Provincias	*Factor de conversión a "Tierra agrícola clima".*	*Superficie bajo cada tipo de clima (en Km^2)*						*1.11 Ha. (TAC) Superficie de "Tierra agrícola clima" (000 Ha.)*
		Húmedo Tipo II (1)	*Subhúmedo Tipo III (5/6)*	*Subhúmedo Tipo IV (2/3)*	*Subhúmedo Tipo V (1/2)*	*Semiárido Tipo VI (1/30)*	*Arido Tipo VII (0)*	
Alava	2.654	——	——	277	113	——	279'7
Albacete	——	——	——	——	14.858	——	49'5
Alicante	——	——	——	——	5.341	487	17'8
Almería	——	——	——	——	2.711	6.063	9'0
Avila	——	——	——	——	8.048	——	26'8
Badajoz	——	——	10.915	1.689	9.009	——	842'2
Barcelona	773	——	1.578	170	5.931	——	210'8
Burgos	5.008	——	2.497	4.637	2.098	——	906'2
Cáceres	——	——	2.693	8.536	8.836	——	635'8
Cádiz	——	——	1.086	——	6.314	——	93'5
Castellón	——	——	——	——	6.679	——	22'3
Ciudad Real	——	——	——	——	19.749	——	65'8
Córdoba	——	——	9.781	357	3.649	——	682'2
Coruña	5.112	1.528	1.268	——	——	——	723'0
Cuenca	——	——	——	5.255	11.772	——	302'0
Gerona	1.065	——	2.949	1.012	882	——	355'8
Granada	——	——	——	313	11.876	316	55'3
Guadalajara	——	——	——	8.801	3.401	——	45'4
Guipúzcoa	1.997	——	——	——	——	——	199'7
Huelva	——	——	8.905	——	1.190	——	597'7
Huesca	6.190	——	2.398	235	7.491	——	815'6
Jaén	——	——	3.712	2.241	7.478	——	384'6
León	11.864	——	2.135	1.284	155	——	1.393'4
Lérida	4.703	——	2.742	120	4.498	——	674'1
Logroño	1.228	——	——	267	4.621	——	156'1
Lugo	——	1.921	5.784	——	——	——	545'7
Madrid	——	——	——	704	7.331	——	59'7
Málaga	——	——	——	——	7.225	——	24'0
Murcia	——	——	——	——	9.325	1.980	31'1
Navarra	4.731	——	1.709	375	3.596	——	617'8
Orense	1.667	——	5.640	——	——	——	542'7
Oviedo	9.539	106	972	——	——	——	1.027'5
Palencia	3.789	——	——	2.144	2.136	——	493'2
Pontevedra	3.684	——	806	——	——	——	422'1
Salamanca	——	——	——	——	12.336	——	41'1
Sta. Cruz de Tenerife	——	——	——	——	——	——	——
Santander	5.289	——	——	——	——	——	528'9
Segovia	——	——	2.314	764	3.961	——	205'8
Sevilla	——	——	8.989	——	4.983	——	615'9
Soria	——	——	4.238	3.333	2.736	——	458'3
Tarragona	——	——	——	——	6.283	——	20'9
Teruel	——	——	——	1.851	13.013	——	136'0
Toledo	——	——	——	——	15.368	——	51'2
Valencia	——	——	——	——	10.763	——	35'9
Valladolid	——	——	336	1.854	6.004	——	135'1
Vizcaya	2.206	——	——	——	——	——	220'6
Zamora	——	——	1.478	2.355	6.694	——	238'6
Zaragoza	430	——	585	791	15.405	——	173'0
Total	71.929	3.555	85.510	49.365	273.863	8.846	16.575'4

MAPA Nº 3

INDICADORES DE HUMEDAD CLIMATICA DEL FACTOR TIERRA

DIAGRAMAS DE BALANCE DE AGUA (SEGUN THORNTHWAITE)



FUENTE: Tablas 1.3 y 1.4.

climáticos, a lo que se les imputa el valor de acuerdo con la producción agrícola que se supone son susceptibles de generar las tierras que los posean.

La tabla 1.7 ofrece, junto al indicador Ha (TAC), la superficie (en km^2) bajo cada tipo climático en cada provincia. En las notas a dichas tablas puede verse con mayor detalle que en el cuadro nº 2 el método de agrupamiento utilizado, que no es sino una aplicación a España del empleado en las dos investigaciones ya citadas de Colin Clark[80].

7. *Indice de Tierra agrícola clima (TAC= 1.12)*

De la batería de indicadores que hemos confeccionado para caracterizar la dimensión climática del factor tierra, el índice TAC constituye el mayor grado de operativización de esta dimensión climática, como sucedía con los 1.6, 1.7 y 1.8, y por otra mejora, desde una perspectiva metodológica, la visión global que aportaban el 1.9 y el Ha (TAC) o 1.11.

Consiste en ponderar porcentajes de cada tipo de tierra agrícola clima (del HC_3) con el coeficiente de conversión a tierra tipo utilizado en el Ha (TAC).

De esta forma obtenemos un índice que mantiene la validez teórica de los dos anteriores 1.9 y Ha (TAC)[81], y que además se encuentra perfectamente normalizado al variar de 0 a 100. A nuestro juicio es este índice el que ha de mostrar unas correlaciones más altas con los indicadores elegidos para la prueba de validación empírica respecto a la dimensión climática del factor tierra.

El mapa nº 5 nos muestra la distribución espacial de este indicador, para el que hemos diferenciado cuatro estratos de la siguiente forma:

Consideremos una provincia hipotética en la que la totalidad de su superficie se encuentra bajo humedad: tipo II, su índice TAC sería $100 \times 1 = 100$. Si por el contrario, el clima bajo el que se encontrase fuera subhúmedo: tipo III, el valor sería:

$$TAC = 100 \times \frac{5}{6} \equiv 83'3$$

Para el caso del subhúmedo de menor fertilidad (tipo V) tendríamos:

$$TAC = 100 \times \frac{1}{2} = 50{,}0$$

Finalmente, si la totalidad de la superficie provincial se encuentra bajo el tipo climático VI, semiárido, el valor de su índice será:

$$TAC = 100 \times \frac{1}{30} = 3{,}3$$

Al considerar estas provincias ideales como límite nos es posible clasificar las provincias según la aptitud agraria que la dimensión climática confiere al factor tierra. La ordenación por rangos de cada grupo de provincias es la siguiente (Cuadro nº 3).

V. INDICADORES DE HUMEDAD AGRICOLA UTILIZABLE

En el FOESSA-70 intentamos "operativizar de algú modo la realidad de sentido común de la *España húmeda* frente a la *España seca*, y dentro de éstas las zonas regadas frente a las zonas más áridas o de secano"[82]. Al partir de este planteamiento, que viene a demostrar la imagen del concepto del factor tierra en su dimensión de mayor operatividad, introducíamos la hipótesis de que la tierra no puede considerarse como factor originario sin aceptar al menos la adición de capital que supone el regadío.

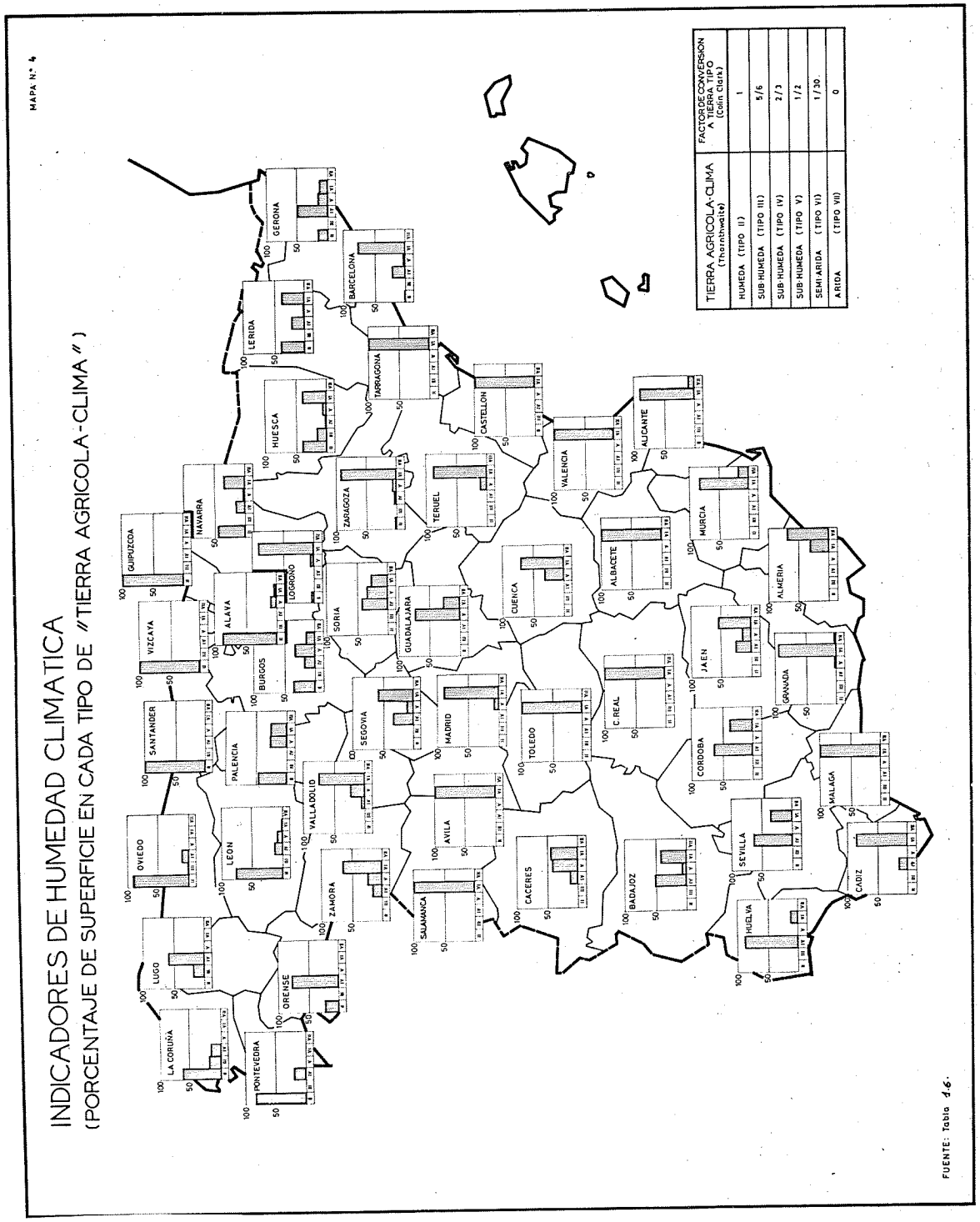
A tal efecto construimos entonces el índice HAU, de "humedad agrícola utilizable". Este supuso un gran esfuerzo metodológico. El refinamiento teórico que pretendimos alcanzar supuso, a la hora de la contrastación empírica, una decepción; el índice HAU no arrojaba ninguna correlación significativa con los indicadores que teóricamente habían de covariar con él, a través de nuestras

CUADRO 3

HUMEDAD CLIMATICA DEL FACTOR TIERRA SEGUN EL "TAC"

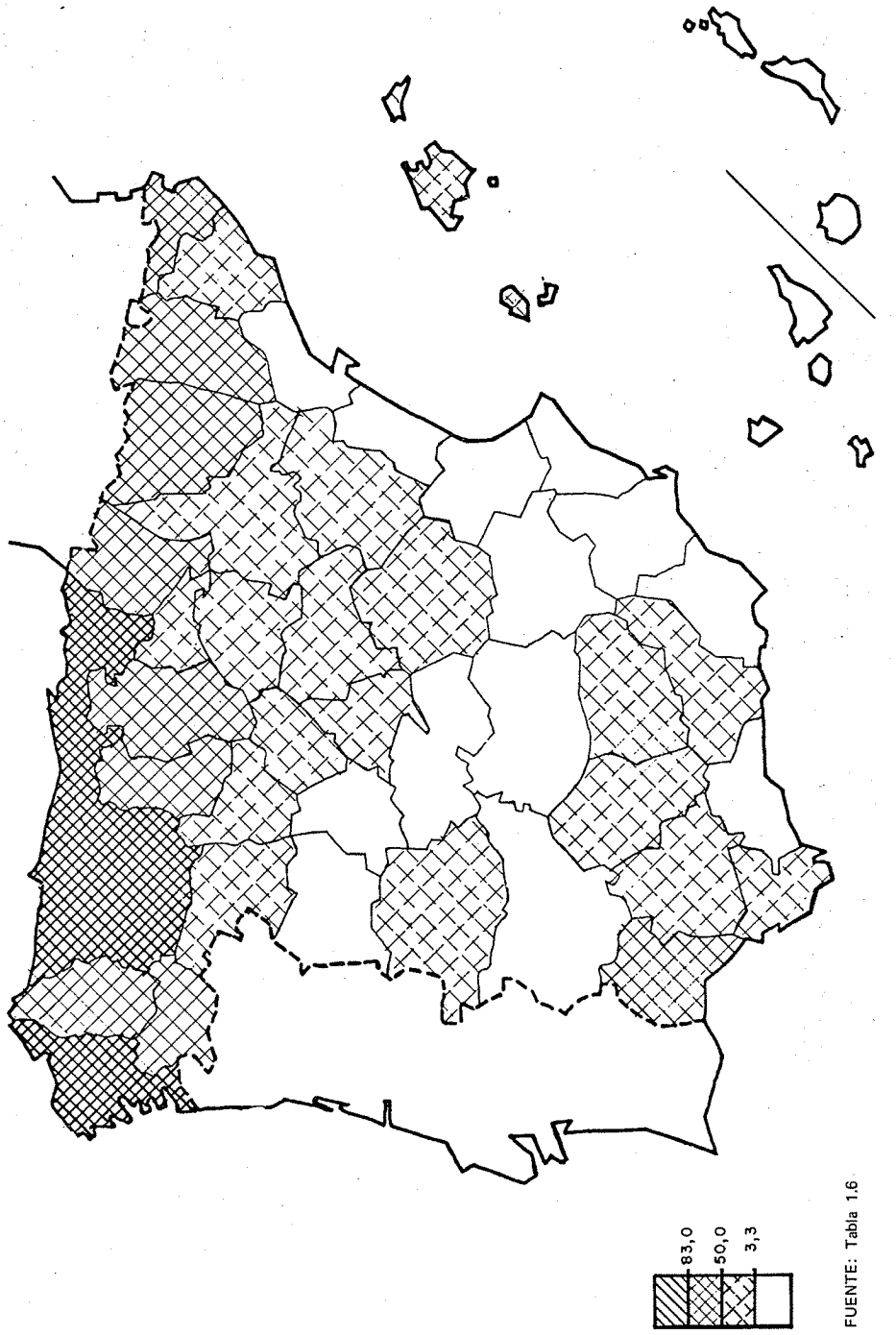
Húmeda	*Subhúmeda*	*Semiárida*	*Arida*
Guipúzcoa	Orense	Córdoba	Salamanca
Santander	Burgos	Soria	Avila
Oviedo	Palencia	Jaén	Tarragona
Vizcaya	Gerona	Sevilla	Toledo
Pontevedra	Navarra	Badajoz	Ciudad Real
La Coruña	Huelva	Guadalajara	Málaga
Alava	Lérida	Cáceres	Albacete
León	Lugo	Logroño	Castellón
	Huesca	Segovia	Alicante
		Barcelona	Murcia
		Zamora	Almería
		Cuenca	S. Cruz de Tenerife
		Valladolid	Las Palmas
		Cádiz	
		Zaragoza	
		Baleares	
		Teruel	
		Madrid	
		Granada	
		Ciudad Real	

La Tabla 1.6 ofrece los valores que toma cada provincia respecto al índice TAC y después respecto al indicador 1.1 que nos ha servido para su cálculo.


MAPA N.º 4
INDICADORES DE HUMEDAD CLIMATICA
(PORCENTAJE DE SUPERFICIE EN CADA TIPO DE "TIERRA AGRICOLA-CLIMA")
TIERRA AGRICOLA-CLIMA (Thornthwaite)
FACTOR DE CONVERSION A TIERRA TIPO (Colin Clark)
HUMEDA (TIPO I) 1
SUB-HUMEDA (TIPO II) 5/6
SUB-HUMEDA (TIPO IV) 2/3
SUB-HUMEDA (TIPO V) 1/2
SEMI-ARIDA (TIPO VI) 1/30
ARIDA (TIPO VII) 0
LA CORUÑA
PONTEVEDRA
LUGO
ORENSE
OVIEDO
LEON
ZAMORA
SALAMANCA
SANTANDER
PALENCIA
VALLADOLID
AVILA
SEGOVIA
VIZCAYA
BURGOS
ALAVA
SORIA
LOGROÑO
NAVARRA
GUIPUZCOA
HUESCA
ZARAGOZA
GERONA
LERIDA
BARCELONA
TARRAGONA
TERUEL
GUADALAJARA
MADRID
TOLEDO
CUENCA
CASTELLON
VALENCIA
ALICANTE
ALBACETE
MURCIA
C. REAL
CACERES
BADAJOZ
CORDOBA
JAEN
SEVILLA
HUELVA
CADIZ
GRANADA
ALMERIA
MALAGA
FUENTE: Tabla 4-6.

MAPA Nº 5

INDICE TIERRA AGRICOLA CLIMA "TAC"



FUENTE: Tabla 1.6

TABLA 1.6.

INDICADORES DEL FACTOR TIERRA. DIMENSION: HUMEDAD CLIMATICA (III)

Provincia	Factor de conversión a "Tierra agrícola tipo".	% DE SUPERFICIE EN CADA TIPO DE "TIERRA AGRICOLA-CLIMA" (1.10)						"T.A.C."
		Húmedo tipo II (1)	*Subhúmedo tipo III (5/6)*	*Subhúmedo tipo IV (2/3)*	*Subhúmedo tipo V (1/2)*	*Semiárido tipo VI (1/30)*	*Arido tipo VII (0)*	*Indice de tierra agrícola-clima (1.11)*
Alava		87'1	—	—	9'1	3'7	—	91'7
Albacete		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Alicante		—	—	—	—	91'1	8'3	3'0
Almería		—	—	—	—	30'9	69'1	1'0
Avila		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Badajoz		—	—	50'4	7'8	41'6	—	38'9
Baleares		—	—	100'0	—	90'0	—	9'7
Barcelona		1'0	—	20'4	2'2	76'7	—	27'2
Burgos		35'1	—	17'5	32'5	14'7	—	63'6
Cáceres		—	—	13'5	42'8	44'3	—	31'9
Cádiz		—	—	14'7	—	85'5	—	12'6
Castellón		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Ciudad Real		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Córdoba		—	—	71'3	2'6	26'6	—	49'7
Coruña		64'9	19'4	16'1	—	—	—	91'8
Cuenca		—	—	—	30'8	69'0	—	17'7
Gerona		18'1	—	—	17'2	15'0	—	60'6
Granada		—	—	—	2'5	94'8	2'5	4'5
Guadalajara		—	—	—	72'2	27'9	—	37'0
Guipúzcoa		100'0	—	—	—	—	—	100'0
Huelva		—	—	88'3	—	11'8	—	59'3
Huesca		39'5	15'3	1'5	3'8	39'5	—	52'1
Jaén		—	—	27'5	16'6	55'4	—	46'8
León		76'7	—	13'8	8'3	1'0	—	90'0
Lérida		39'1	—	22'8	1'0	37'4	—	56'0
Logroño		3'0	—	—	5'3	91'8	—	30'2
Lugo		21'4	19'6	59'0	—	—	—	55'6
Madrid		—	—	—	8'8	91'7	—	7'5
Málaga		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Murcia		—	—	—	—	82'4	17'5	2'7
Navarra		45'4	—	16'4	3'6	34'5	—	59'3
Orense		22'9	—	77'5	—	—	—	74'6
Oviedo		90'3	1'0	9'2	—	—	—	97'2
Palencia		47'2	—	—	26'7	26'6	—	61'5
Palmas, Las		—	—	—	—	—	100'0	0'0
Pontevedra		82'0	—	18'0	—	—	—	94'3
Salamanca		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Sta. Cruz de Tenerife		—	—	—	—	—	100'0	0'0
Santander		100'0	—	—	—	—	—	100'0
Segovia		—	—	33'0	11'0	56'6	—	29'7
Sevilla		—	—	64'2	—	35'6	—	44'0
Soria		—	—	41'2	32'4	26'6	—	47'9
Tarragona		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Teruel		—	—	—	12'1	87'9	—	9'2
Toledo		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Valencia		—	—	—	—	100'0	—	3'3
Valladolid		—	—	4'1	22'6	73'2	—	16'4
Vizcaya		100'0	—	—	—	—	—	99'5
Zamora		—	—	14'0	22'3	63'4	—	22'6
Zaragoza		2'5	—	3'4	4'6	89'6	—	10'1
TOTAL		14'6	0'7	17'3	10'0	55'5	1'0	33'5

Fuentes:

Francisco Elías Castillo y Rafael Giménez Ortiz, *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España* (Madrid: Dirección General de Agricultura, 1965) pp. 79-150.

Colin Clark, *Las condiciones del progreso económico* (Madrid: Alianza, 1967) pp. 329-55.

Cayetano Tames, "Bosquejo del clima de España según la clasificación de C.V. Thornthwaite" *Instituto Nacional de Investigaciones agronómicas* vol. IX, nº 20, pp. 49-88.

hipótesis previas. Sin embargo, la experiencia acumulada durante aquella investigación nos ha servido para llevar a cabo el planteamiento global del estudio del factor tierra, que en las tres dimensiones: termopluviométrica, de humedad climática y de humedad agrícola, venimos realizando. Por ello, juzgamos de gran interés reproducir el razonamiento teórico que nos llevó a la construcción del sofisticado índice HAU –que ahora llamamos HAU(A)– al objeto de descifrar los errores que en él cometimos y que serán denunciados y criticados a pie de página, en un esfuerzo de autocrítica y réplica a aquella investigación. El razonamiento era como sigue:

"Desde nuestra perspectiva era más interesante considerar el *saldo* de la precipitación media mensual (P), menos el valor de este índice (ETP). A ese saldo lo podemos denominar *agua disponible*[83]. Este saldo nos da una idea más cercana a la realidad del agua de que se dispone para las plantas, al menos la cantidad media mensual[84].

Ahora bien, este dato nos resulta insuficiente. El *agua disponible* no coincide con el *agua necesaria* para las plantas, puesto que, como es obvio, estas requieren más o menos agua en determinadas épocas de su ciclo vegetativo. Una forma de compensar este posible déficit es embalsar el agua para regar las plantas en el momento más adecuado. En un país predominantemente seco, este elemento compensatorio es esencial. Una forma práctica de medirlo (puesto que el agua embalsada se emplea para muchos fines) es tener en cuenta las "hectáreas de regadío".

Pero este último indicador contiene todavía una pequeña imperfección, que puede purificarse con el material estadístico disponible. Nos referimos al concepto de regadío permanente (RP), mucho más útil para nuestro propósito que comprende las "tierras con instalaciones y dotación de agua necesaria para ser regada con la frecuencia que requieran los cultivos de la zona" (definición de Censo agrario). Excluimos, por tanto, de nuestros cálculos el "regadío eventual", que es el que no cumple esta condición[85].

Nuestro objeto ahora es representar numérica y gráficamente las distintas Españas respecto a la *humedad agrícola utilizable*, que resulta de combinar el "agua disponible" y el "regadío permanente". Lo haremos con algún detalle, por la importancia de la conclusión –negativa– que luego se verá y que es la que fundamenta el análisis de los otros factores de la producción. El paso previo es homogeneizar las escalas componentes (P - ETP y RP). La variable P - ETP (expresada en mm) oscila entre 0,0 para Las Palmas –donde la evapotranspiración potencial anula la precipitación media anual– y La Coruña, con un valor P-ETP= 1013,7 mm.

Por otro lado, el porcentaje de regadío permanente del total de superficie tiene como valores provinciales extremos 0,01 en Guipúzcoa y 30 en Valencia. Podremos, pues, decir que el campo de variación para esta variable es:

Para P - ETP ("agua disponible", $0 \leqslant P - ETP \leqslant 1013,7$ y para RP (regadío permanente) $0 \leqslant RP \leqslant 30$.

El cociente de los valores extremos $(\frac{1.013,7}{30} = 33,8)$ de ambas variables nos permite hallar el parámetro de conversión para igualar el campo de variación de las dos variables, con lo que obtendremos:

$$0 \leqslant \frac{P - ETP}{33,8} \leqslant 30$$

$$0 \leqslant RP \leqslant 30$$

Una vez que tenemos las dos variables homogeneizadas a la misma escala, hay que decidir qué peso hay que dar a cada una, a la hora de combinarlas en el índice de humedad agrícola utilizable (HAU). A nuestro juicio, no deben equipararse con el mismo peso, porque el "agua disponible" es menos aprovechable que el regadío

permanente. El agua de regadío es, por definición, más controlable (recuérdese el dicho de que "nunca llueve a gusto de todos", que aquí habría que tomar en su sentido más literal).

El criterio técnico de dar prioridad al regadío permanente (RP) sobre el saldo de la precipitación media mensual menos la evapotranspiración (P - ETP) es sobradamente conocido:

"Mediante el riego, el cultivo puede liberarse del factor limitativo que representa la lluvia y pueden cultivarse cosechas hasta el límite que impone la disponibilidad del sol. En climas fríos, el riego no tendrá gran valor, ya que la existencia de la humedad natural generalmente están en equilibrio en la disponibilidad de sol. Pero más cerca del Ecuador hay suficiente sol para obtener dos o más cosechas al año si la lluvia es regular; y cualquier región cálida de lluvias irregulares puede beneficiarse del riego e incluso puede hacerse más productiva que los trópicos húmedos de liberarse en ciertos nublados, inundaciones y suelos permeables que siempre acompañan a un régimen de lluvias tropicales excesivas"[86].

El que España sea un país seco nos reafirma en la idea de que hay que pesar más el agua de regadío que el "agua disponible"[87].

Como nuestro objeto es aplicar el índice HAU sólo en España y no a nivel internacional, queda suficientemente justificada esta prioridad de RP sobre ETP. Para ello hemos de introducir un nuevo parámetro en nuestro índice, que contribuya a definir la prevalencia de una variable sobre otra. Con objeto de evitar una total arbitrariedad hemos utilizado el criterio técnico de dar más peso al RP, junto con el criterio metodológico de normalizar el índice, es decir, que nos sea de fácil manipulación respecto a su recorrido o campo de variación, haciéndole que oscile entre 0 y 100.

En este sentido podemos considerar una provincia hipotética que tenga como valores, en las variables que integran el índice: (P - ETP) = (RP) = 0, y otras cuyo valores sean (P - ETP) = 1.013,7; (RP) = 30. Esto es, valores máximos y mínimos posibles para cualquier provincia.

Si la fórmula del índice es:

$$HAU = \frac{P - ETP}{33,8} + a\,(RP) \quad (1)$$

Para (P - ETP) = 0, el valor de HAU es cero; y para (P - ETP) = 1013,7 y (RP) = 30, el valor sería HAU = 100.

Sustituyendo estos valores en (1) tendríamos $\frac{1.013,7}{33,8} + 30a = 100$ de donde obtenemos el valor del parámetro de prevalencia de P - ETP sobre RP: $a = 2,33$[88].

Con ello llegamos a la expresión del índice de humedad agrícola utilizable:

$$HAU = \frac{(P - ETP)}{33,8} + 2,33\,(RP)$$

Esta es la ecuación del haz de rectas que contiene cada uno de los puntos de igual humedad agrícola utilizable en España un momento determinado[89].

Si modificamos lo que conceptualmente en la ecuación venimos llamando "agua disponible –según el clima–" por un indicador análogo al P - ETP, utilizado en el HAU (A), pero conceptualmente bien construido, salvamos el primer error apuntado en el razonamiento seguido. Cualquiera de los dos señalados en la nota 83 nos sería válido. Hemos tomado el 1.9 por considerar que es el más refinado, desde un punto de vista metodológico, ya que es el cociente de dividir lo que dispone la capa vegetal hipotética que ha servido como abstracción para el cálculo de los datos, dividido por lo que necesita Σ ETP hasta el periodo considerado[90]. Esto sería lo que le falta para cubrir la necesidad ideal. La diferencia a 100 es lo que dispone realmente. Así formamos el HAU(B), que será:

$$HAU(B) = \left(100 - \frac{ETP - (P - E)}{ETP}\right) + X\,(\%\ RP)$$

Para salvar la dificultad del parámetro que da igual peso a todas las provincias con respecto al regadío hemos tomado el cociente entre los rendimientos de trigo en regadío y en secano, como media de 10

años, 1960-1969. La hipótesis que introducimos es que el nivel tecnológico en este cultivo es el mismo en la totalidad de las provincias, cosa bastante plausible dado el proteccionismo y la experiencia que respecto a este cultivo se tiene en España. Curiosamente, el parámetro (a) del HAU(A) coincide con el total nacional de este cociente.

Un paso más en la escalada de operativización que estamos realizando sobre el concepto de humedad agrícola utilizable es la ya apuntada en la nota 89 y que consiste en utilizar el índice TAC de tierra agrícola clima como sustituto del primer miembro de la ecuación. Con ello el refinamiento metodológico es mucho mayor ya que los sumandos del índice miden porcentajes de superficie valorada, una según el clima y otra según el riego.

En la tabla 1.8 del Anexo afrecemos los tres índices de humedad agrícola utilizable, y el Mapa núm. 6 su distribución espacial. Hemos preferido conservar el (RP) correspondiente al Censo agrario de 1962, a introducir los errores de las demás estadísticas respecto a la superficie regada en España. El nuevo Censo Agrario de 1972 permitirá conocer en breve plazo un regadío permanente más actual. De todas formas hemos querido presentar al lector una perspectiva gráfica más actual de la construcción del HAU(C), que, sin duda, da el más alto nivel de operativización del concepto en el gráfico núm. 7[91].

Para terminar, hemos querido ofrecer la matriz de correlaciones entre los indicadores del factor tierra y la media y la desviación "standard" de cada distribución en las tablas 1.9 y 1.10 del Anexo.

Otra manera de medir la humedad agrícola utilizable a través de la superficie es sumar a las Ha(TAC) las hectáreas de regadío permanente por su correspondiente valor de prevalencia regadío-secano, calculados a través de los rendimientos del trigo como hicimos en los HAU(B) y HAU(C). A este indicador los hemos llamado superficie agrícola clima-trigo y de una forma abreviada Ha(HAU).

1. NOTAS Y FUENTES AL CUADRO 1.1

Clave de los indicadores

La clave utilizada para los indicadores corresponde a las iniciales de la dimensión a que pertenecen (TP = Termopluviométrica, HC = Humedad climática y HA = Humedad agrícola), salvo en los casos en que el indicador tenga un símbolo convencionalmente admitido en otras investigaciones en cuyo caso se sustituye por éste. En dicho apartado tan sólo definimos la fórmula y componentes de cada indicador. El contenido teórico y el ámbito conceptual de éstos se considera en el texto.

1.1. = Temperatura. Corresponde a una clave genérica que incluya los siguientes trece indicadores.
Ti = Medias mensuales. Temperatura media mensual en cada mes obtenida como media de los observatorios de cada provincia. Donde *i* toma los valores (e, f, m,... d) según la inicial del mes a que corresponda: Te, Tf,... Td. 1.1. es la Tma = Media anual es la media de los valores mensuales:

$$Tma = \sum_{i=g}^{i=d} Ti/12$$

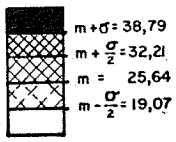
1.2. = Pluviometría (en mm.). Como en el caso anterior es una clave genérica que viene a representar 14 indicadores.
Pi = Medias mensuales: lluvia media mensual a partir de la media de los observatorios de la provincia. Toma los subíndices i(e, f... d) al referirse a cada mes: Pe, Pf... Pd.
1.2. es Pma = Media anual. Como promedio de los valores mensuales:

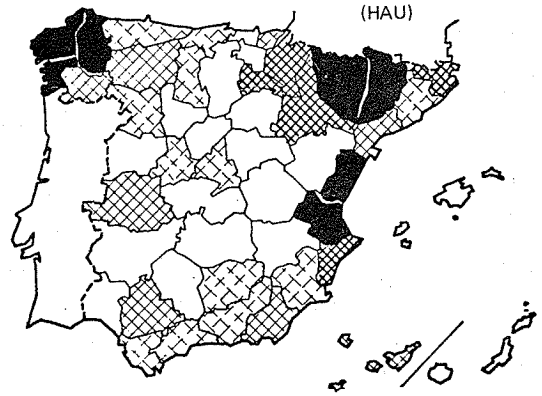
$$Pma = \sum_{i=1}^{i=d} Pi/12$$

MAPA Nº 6

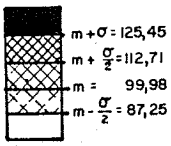
INDICADORES DEL FACTOR TIERRA
DIMENSION: HUMEDAD AGRICOLA UTILIZABLE (HAU)

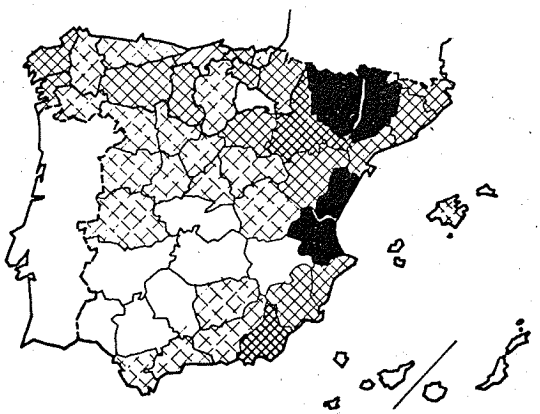
HAU (A)



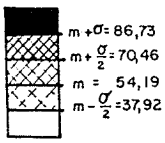


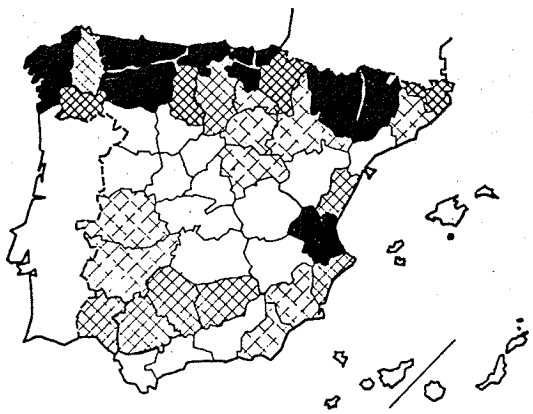
HAU (B)





HAU (C)



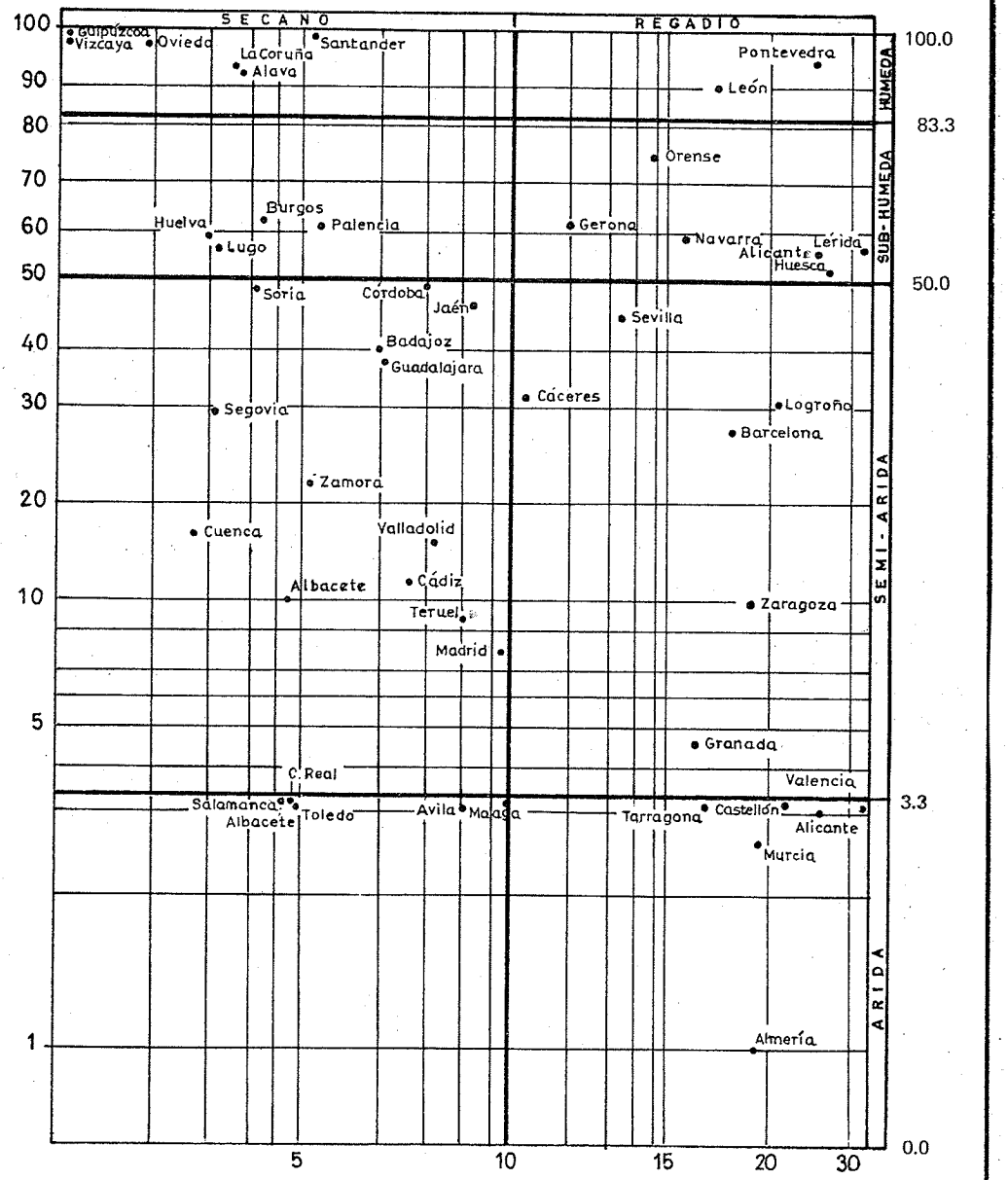


FUENTE: Tabla 1.8

GRAFICO Nº 7

HUMEDAD AGRICOLA DE LA TIERRA
(1968)

INDICE DE
TIERRA AGRICOLA–CLIMA



Tanto por ciento de superficie labrada
en regadío del total de superficie labrada

Pta = Media anual. Se refiere a la suma de las medias mensuales:

$$Pta = \sum_{i=1}^{d} Pi$$

1.3 = Indice de Lang. También se le conoce como factor de pluviosidad. Su cálculo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$(1.3) = \frac{\text{Precipitación anual (mm)}}{\text{Temperatura media (}^{o}\text{ C)}} = \frac{Pta}{Tma}$$

1.4 = Indice de Martonne, su fórmula:

$$(1.4) = \frac{\text{Precipitación anual (mm)}}{\text{Temperatura media (}^{0}\text{C)} + 10} = \frac{Pta}{Tma + 10}$$

1.5 = Indice de Dantin-Ravenga. Cuyos autores denominaron índice termopluviométrico. Su fórmula es:

$$(1.5) = \frac{\text{Temperatura media (}^{o}\text{ C)}}{\text{Precipitación media (mm)}} \cdot 100$$

1.6 = ETP = Eficacia térmica. Es la Evapotranspiración potencial según Thornthwaite y corresponde, como en el caso de la temperatura y la pluviometría, a una clave genérica integrada por 13 indicadores:

ETP_i = Medias mensuales. Es la evapotranspiración potencial media mensual calculada como media de las lecturas registradas en la totalidad de los observatorios de cada provincia. Siendo i(e f m... d) para cada mes tendremos los distintos indicadores ETP_e, ETP_f... ETP_d.

ETP_{ma} = Media anual. Como valor medio de los mensuales obtenidos

$$ETP_{ma} = \sum_{i=1}^{d} ETP_i/12$$

1.7 = Déficit de agua en mayo. Es la diferencia entre la pluviometría y la evapotranspiración media hasta mayo, medida en mm para ambos. Es decir:

$$ETP_{ma} \quad (1.7) = \sum_{e}^{m} (P - ETP)_i \text{ cuando } ETP > P$$

1.8 = Humedad climática utilizable (en mayo). Es la diferencia entre la evapotranspiración potencial (o eficacia térmica en mayo y el déficit de agua en mayo (1.7). Esto es:

$(1.8) = ETP - (1.7)$

1.9 = Aridez en mayo. Es el cociente entre déficit de agua en mayo y la eficacia térmica correspondiente a ese periodo.

$$(1.9) = \frac{(1.7)}{\sum_{i=1}^{m} ETP_i}$$

1.10 = Tipos de tierra "agrícola-clima". No es un indicador en su sentido tradicional y corresponde a porcentaje de superficie provincial que se encuentra bajo un determinado clima, según la clasificación climática de Thornthwaite agrupados según tipos establecidos por Colin Clark. Ver explicación en el texto.

1.11 = Superficie de tierra agrícola clima. Es la superficie obtenida al reducir a una "tierra patrón" (Colin Clark) que nosotros denominamos teirra agrícola clima mediante coeficientes adecuados en función de los "tipos" de clima la superficie de cada provincia. Ver explicación en el texto.

1.12 = TAC = Indice Tierra agrícola-clima. Es el valor obtenido al multiplicar los porcentajes correspondientes a los "tipos de tierra agrícola-clima" (HC_3) por sus factores de conversión correspondientes. En el apartado correspondiente se define con toda morosidad este índice TAC.

1.13 = HAU (A) = Humedad agrícola utilizable (A). Responde a la fórmula:

$$HAU\ (A) = \sum_{i=e}^{d} \frac{(P - ETP)_i}{33'8} + 2'33\ (\%\ RP)$$

Siendo (tanto por ciento de RP) el porcentaje superficie de regadío permanente del total de superficie agraria.

1.15 = HAU (B) = Humedad agrícola utilizable (C). Pretende mejorar al HAU (A), su fórmula es:
HAU (B) = (100 - (1.9)) x a(tanto por ciento de RP) siendo *a* como en el HAU (C) que sigue.

1.14 = HAU (C) = Humedad agrícola utilizable (B). Es un refinamiento de los anteriores, de fórmula.
HAU(C) = "TAC" + a(tanto por ciento de RP)
Siendo *a* el cociente entre rendimiento trigo-secano rendimiento trigo-regadío para cada provincia como media de 10 años y (RP) como en el caso del HAU (A).

1.16 = Ha (HAU) = Superficie de tierra agrícola clima-riego. Responde a la fórmula:
Ha (HAU) = Ha (TAC) x a (RP)
y es el número de "Has agrícola tipo" de que dispone cada provincia según su humedad agrícola. (a) y (RP) corresponde a lo ya indicado en HAU (B).

Características de los indicadores

De mayor a menor (+ +) (+) (o) (-).

Fuentes *Fuentes:*

Ver las tablas correspondientes a cada indicador.

TABLA 1.9.

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES DEL FACTOR TIERRA

INDICADORES																
Nombre	*Clave*	*1.1*	*1.2*	*1.3*	*1.4*	*1.5*	*1.6*	*1.7*	*1.8*	*1.9*	*1.11*	*1.12*	*1.13*	*1.14*	*1.15*	*1.16*
TERMOPLUVIOMETRICOS																
Temperatura (t)	1.1	1'00	-0'23	-0'53	-0'43	0'60	0'95	0'69	-0'11	0'61	-0'19	-0'35	0'40	-0'18	-0'18	-0'17
Pluviometría (p)	1.2	-0'28	1'00	0'95	0'98	-0'58	-0'42	-0'58	0'77	-0'68	0'39	0'81	0'28	0'59	0'11	0'30
Indice de Lang	1.3	-0'53	0'95	1'00	0'99	-0'61	-0'63	-0'64	0'63	-0'72	0'44	0'81	0'24	0'57	0'11	0'34
Indice de Martonne	1.4	-0'43	0'98	0'99	1'00	-0'61	-0'55	-0'63	0'70	-0'72	0'42	0'82	0'26	0'58	0'12	0'33
Indice de Dantin-Revenga	1.5	0'60	-0'58	-0'61	-0'61	1'00	0'59	0'94	-0'73	0'84	-0'22	-0'50	-0'18	-0'32	-0'41	-0'21
HUMEDAD CLIMATICA																
Eficacia térmica (EPT)	1.6	0'95	-0'42	-0'63	-0'55	0'59	1'00	0'68	-0'23	0'65	-0'19	-0'43	0'01	-0'25	0'17	-0'15
Déficit de agua en mayo	1.7	0'69	-0'58	-0'64	-0'63	0'94	0'68	1'00	-0'72	0'93	-0'19	-0'52	-0'10	-0'33	-0'41	-0'16
Humedad climática utilizable (mayo)	1.8	-0'11	0'77	0'63	0'70	-0'73	-0'23	-0'72	1'00	-0'75	0'24	0'64	0'27	0'48	0'30	0'19
Aridez en mayo1.9	1.9	0'61	0'68	-0'72	-0'72	0'84	0'65	0'93	-0'75	1'00	-0'27	-0'62	-0'09	-0'41	-0'39	-0'23
Sup. de tierra agrícola-clima Ha. (TAC)	1.11	-0'19	0'39	0'44	0'42	-0'22	-0'19	-0'29	0'24	-0'29	0'60	0'66	0'11	-0'51	-0'07	0'96
Indice de tierra agrícola clima (TAC)	1.12	-0'35	0'81	0'81	0'82	-0'50	-0'43	-0'52	0'64	-0'61	0'66	1'00	0'10	0'74	-0'00	0'56
HUMEDAD AGRICOLA																
Indice de hum. agric. utilizable (A) HAU (A)	1.13	0'04	0'28	0'24	0'26	-0'18	0'01	-0'10	0'27	-0'09	0'11	0'10	1'00	0'60	0'71	0'29
Indice de hum. agric. utilizable (C) HAU (C)	1.14	-0'18	0'59	0'57	0'58	-0'32	-0'25	-0'33	0'48	-0'41	0'51	0'74	0'60	1'00	0'54	0'60
Indice de hum. agric. utilizable (B) HAU (B)	1.15	-0'18	0'11	0'11	0'12	-0'41	-0'17	-0'41	0'30	-0'39	-0'07	-0'00	0'71	0'54	1'00	0'16
Sup. de tierra agr.-clima-riego Ha. (HAU)	1.16	-0'17	0'30	0'34	0'33	-0'21	-0'15	-0'16	0'19	-0'23	0'96	0'56	0'29	0'60	0'16	1'00

TABLA 1.10

MEDIA Y DESVIACION STANDARD DE LOS INDICADORES DEL FACTOR TIERRA

INDICADORES			
Nombre	*Clave*	*Media*	*Desviación standard*
TERMOPLUVIOMETRICOS			
Temperatura (t)	1.1	13'67	2'42
Pluviometría (p)	1.2.	696'68	321'63
Indice de Lang	1.3	53'46	27'68
Indice de Martonne	1.4	30'06	14'72
Indice de Dantín-Revenga	1.5	2'49	1'99
HUMEDAD CLIMATICA			
Eficacia térmica (ETP)	1.6	75'61	8'82
Déficit de agua en mayo	1.7	34'25	38'46
Humedad climática utilizable (mayo)	1.8	159'07	28'18
Aridez en mayo	1.9	16'97	14'59
Sup. de tierra agrícola-clima Ha. (TAC)	1.11	344'55	316'22
Indice de tierra agrícola-clima (TAC)	1.12	36'74	33'74
HUMEDAD AGRICOLA			
Indice de humedad agrícola utilizable A HAU (A)	1.13	25'64	13'15
" " " " C HAU (C)	1.14	54'19	32'54
" " " " B HAU (B)	1.15	99'98	25'47
Superficie de tierra agrícola-clima	1.16	413'81	327'04

NOTAS

1. Nos referimos al apartado "El campo" del Capítulo IV de dicho informe, que se publicó en (Madrid. Euroamérica, 1970), pp. 180 a 260.
Conforme han ido apareciendo sucesivas versiones de este capítulo, el número de supuesto responsables del mismo ha ido disminuyendo. Así una segunda versión resumida del mismo apareció después en Amando de Miguel y otros, *Síntesis del Informe Sociológico sobre la situación social de España 1970* (Madrid: Euroamérica, 1972), pp. 65 a 79, firmado por parte del equipo. Y una tercera versión, más tarde, en Amando de Miguel y Juan Salcedo *Dinámica del desarrollo industrial del las regiones españolas* (Madrid, Tecnos, 1972), pp. 149 a 207, firmado por dos miembros del equipo original.

2. Utilizamos el término "clásicos" en el sentido que da Richardt T. Gill y que toma de Schumpeter. Comprende el periodo de "finales del siglo XVIII y comienzos del XIX, y los famosos Adam Smith, Thomas R. Malthus, David Ricardo y algo después John Stuart Mill", Richardt T. Gill, *Evolución de la Economía Moderna* (México; UTEHA, 1969), p.16.

3. Una formulación de gran claridad a este respecto, puede verse en Cassel, *The Theory of Social Economy* (New York: Kelly, 1969), pp. 17 y ss. y en Alfred Marshall, *Principes of Economics*, (London, MacMillan, 8ª s, ed., 1972) pp. 115 a 119.

4. Jean-Baptite Say, *Traité d'economie Politique*, 1ª ed.1803; edición consultada (Paris: Calman-Levy, 1972), p. 71.

5. Junto a Walras y Mengar, principalmente.

6. Ver: Philip H. Wicksteed, *The Common Sense of Political Economy* (London: Routledge and Kegan Paul, 1957), capítulos V y VI.

7. Karl Marx, *Le capital*, Primera versión francesa de Joseph Roy corregida por el autor (Paris: Editions Sociales, 1950) Libro I, Tomo III, pág. 154.

8. Más concretamente la actividad agraria, ya que Marx considera el *trabajo* como única fuente de creación de riqueza; el valor de cambio de un bien está determinado por la cantidad de trabajo socialmente necesario incorporado en él.

9. Ver Karl Marx, *ob. cit.* "La acumulación primitiva", Sección VII del Libro I, tomo III.

10. Entendiendo como tal el producto que excede al mínimo vital de supervivencia, siendo este mínimo relativo a cada sociedad en estudio.

11. Ver Karl Marx, *ob. cit.* lib. I, tm. I.

12. Tomada por un buen número de autores de las modernas "teorías del desarrollo".

13. Una excelente interpretación del pensamiento de Marx a este respecto puede verse en Ernest Mandel, *Marxist Economic Theory* (London: Merlin Press, 1968), que más tarde utilizaremos con detalles al considerar la *renta de la tierra.*

14. David Ricardo, *On the Principles of Political Economy and Taxation,* 1ª ed. 1817; ed. consultada (Hardmondsworth: Penguin Books, 1971), p. 91. Existe edición en castellano en (México: F.C.E. 1959) y en (Madrid: Ediciones y Seminarios, 1973).

15. J.A. Schumpeter, *Síntesis de la evolución de la ciencia económica y sus métodos* (Barcelona: Ediciones de occidente, 1963), p. 63. El subrayado es neustro.

16. Joseph A. Schumpeter, *Historia del análisis económico* (Barcelona: Ariel, 1971), p. 274.

17. Joseph A. Schumpeter, *Historia del Análisis... ob. cit.*, p. 278.

18. Adam Snith, *La riqueza de las naciones* (México: F.C.E., 1958), p. 3.

19. William J. Barber, *Historia del pensamiento económico* (Madrid: Alianza, 1971) p. 48.

20. Aun cuando los doctores escolásticos descubrieron ya la "renta de la tierra" no supieron explicarla. Ver Joseph A. Schumpeter, *Historia del... ob. cit.* p. 140.

21. Ver Jaen Baptiste Say, *Traité d'Economie Politique,* 1ª ed. 1803. Ed. consultada (Paris: Calmann-Lévy, 1972). Capítulo V "De los agentes naturales que sirvan a la producción de las riquezas y en particular la cantidad de tierra".

22. Ibid. p. 65.

23. La ideal del "entrepreneurship" queda esbozada ya en el pensamiento de Jean-Baptiste Say.

24. Jean Baptiste Say, *Traité d'economie... ob. cit.*, p. 418. El subrayado es nuestro.

25. Ibid. p. 419.

26. Ibid. p. 420.
Una excelente *conceptualización del absentismo* como no participación en la vida social de las comunidades rurales, más que en la ausencia física, incluyendo el concepto de Say de *ausencia de interés en el progreso,* puede verse en José Cutileiro, *A portuguese Rural Society* (Oxford: Clarendon Press, 1971) pp. 46 y ss.

27. Thomas Robert Malthus, *Primer ensayo sobre la población,* (Madrid: Alianza, 1966) p. 243.

28. Ver Theodore W. Schultz, *La organización económica de la agricultura* (México: F.C.E., 1956) pp. 148.

29. David Ricardo, *On the Principles of Political Economy and Taxation,* 1ª ed. 1817. Ed. Consultada (Hardmondswoth: Penguin Books, 1971), p. 91.

30. Ibid. p. 93.

31. Lo que en economía se conoce como *teoría de la renta diferencial* de la tierra.

32. D. Ricardo, *On the Principles... ob. cit.* p. 94.

33. D. Ricardo, *On the Principles of... ob. cit.*, p. 98.

34. Ver N. Kalder, "Alternative Theories of Distribution" en J.E. Stiglitz (ed) *The Modern Theory of Economics Growth* (MITPRESS, Cambridge, Mass., 1969), pp. 329 y ss.

35. Véase E. Roll, *Historia de las doctrinas económicas* (México: F.C.E., 1969), p. 388.

36. Joaquín Costa, *El Colectivismo Agrario en España* (Madrid: San Francisco de Sales, 1898) p.5. En las páginas 4 a 11 puede encontrarse un excelente resumen de las doctrinas de Gorge que tanta influencia tendría sobre el pensamiento español de las primeras décadas del siglo XX en Baldomero Argenta y sus seguidores.

37. Karl Marx, *ob. cit.* libro III, tm. III, p. 26.

38. Ver Ernest Mandel, *Marxist Economic Theory* (London: Merlin Press, 1968) Vol I, pp. 272 y 273.

39. Karl Marx, op. cit. lib. III tm. III, pp. 40 a 155.

40. Ernest Mandel, *Marxist Economy...ob. cit.* pp. 275 y 276.

41. *Ibid.* p. 173.

42. Este introdujo el concepto de "dosis sucesivas" de capital a los distintos tipos de tierra, según su fertilidad, siendo el concepto de dosis sucesivas asimilado por Jevons al de incremento en su acepción matemática.
Una interpretación resumida de la argumentación matemática que ya en 1871 Jevons hizo sobre la renta de la tierra es la que sigue: "La asignación de trabajo será óptima sobre varias parcelas de tierra de diferente fertilidad cuando la productividad marginal del trabajo sea la misma para todas las parcelas. Y define la renta de la tierra para un conjunto de parcelas de diferente fertilidad como una, siendo cierta función de la diferencia entre las tasas media y marginal del trabajo con respecto al producto. Jevons, W.S., *The Theory of Political Economy,* 1871. Edición consultada: Penguin, Hardmonsworth, 1970).

43. Alfred Marshall, *Principles of Economics* (London: Mac Millan, 8ª ed. impresa en 1972), p. 523. Aun cuando considere con gran detalle las relaciones entre propietarios y colonos en su aplicación a Inglaterra en el cap. X.

44. Con las dos hipótesis clásicas de: a) productividad marginal del trabajo positiva y b) productividad marginal del trabajo decreciente. Ver A. Marshall, *Principles... ob. cit.* p. 117 y 140-143.

45. Alfred Marshall, *Principles of... ob. cit.* p. 125,46. Vilfredo Pareto. *Cours d'Economie Politique.* 1846. 1ª ed. consultada (Ginebra, Droz, 1964, t.II) 114.

47. Tan sólo existen datos detallados de las zonas que han sido o van a ser puestas en regadío en el "Centro de estudios hidrográficos", donde es de destacar la utilización del sistema del profesor R. Eorl Storie para la evaluación de suelos susceptibles de riego que se han implantado desde hace unos años. La recopilación de estos materiales y la ampliación de estas investigaciones a determinadas zonas que permitieran cubrir todo el territorio nacional permitiría componer un mapa con las características detalladas de nuestros suelos de incalculable valor. Sobre esta técnica puede verse: R. Eorl Storie, *Handbook of Soil Evaluation* (California: Berkeley Univ., 1964). Por otra parte, el Ministerio de Agricultura (P.G.A.) inició hace varios años los estudios para la creación de un "Mapa agronómico nacional". Sin embargo, hasta la fecha tan sólo han aparecido algunos mapas de suelos provinciales correspondientes a Valladolid, Zamora, Salamanca y otras pocas provincias.

48. El más importante estudio sobre el tema es de Antonio Guerra Delgado y equipo, *Mapa de Suelos de España,* Madrid: C.S.I.C., 1968).
En este sentido es de destacar el estudio pionero de Cayetano Tamés, *Los grupos principales de suelos de la España peninsular,* (Madrid: Ministerio de agricultura, D.G.A., 1958).

49. Aceptando la posibilidad de corrección de deficiencias que el nivel tecnológico actual permite con la aplicación de métodos agronómicos racionales y científicos para la mejora de los recursos naturales.

50. Colin Clark, *Las condiciones del progreso económico,* (Madrid: Alianza, 1967), p. 329. Aun cuando tal afirmación sea más aplicable al conjunto mundial que a un país de topografía tan variada como España.

51. De menor a mayor (0) (+) (++).

52. En este sentido puede verse Manuel de Terán, "Geografía Humana y Sociología, Geografía Social" en *Estudios Geográficos* XXV, 97, año 1964, pp. 411-466.

53. Por otra parte existe un precedente establecido para España por el Prof. Campos Nordmann, que utiliza estos datos a un nivel espacial de análisis mucho mayor, por regiones; ver R. Campos Nordmann, *Estructura Agraria de España* (Madrid: ZYX, 1968), p. 33.

54. Siendo el subíndice la inicial correspondiente a cada mes 1 = (e, f, m, a... d).

55. Media aritmética de las mensuales.

56. Lang, *Verwitterung und Bodenbiblung als Eirfürhung in die Bodenkunde,* (Stuttgart, 1920).

57. Las Palmas tiene un 1.3=6,8 frente a un 26,1 de Sta. Cruz de Tenerife, superior al mínimo peninsular de Alicante.

58. De Martonne, E. "Areisme et Indice d'aridité" en *Comptes rendus de l'Academie des Sciences,* vol. 182, (Paris, 1926).

59. Ver Tabla 1.3.

60. El mínimo peninsular corresponde a Alicante (14,1) como sucedía en el índice de Lang.

61. Juan Dantín Cereceda y Antonio Revenga Carbonell, *Las líneas isoxeras de España, según los índices termo pluviométricos. Avance al estudio de la aridez en España* en *Revista de Estudios Geográficos,* núm. 2, 1941 pp. 35-94, p. 40.

62. Ibid. p. 42. En realidad tales modificaciones no nos parecen esenciales, aun cuando haya que admitir una mayor validez teórica en este índice, en el que, aunque se tome la temperatura como factor representativo y decisivo de la evaporación, no pretende medir la validez, sino la dimensión termopluviométrica, como se desprende de la denominación que propusieron a su índice.

63. *L'irrigation, ses conditions géographiques, ses modes et son organisation dans la Péninsule Iberique et dans l'Afrique du Nord* (Paris, 1902), citado por Felipe Fernández Alonso, Ensayo de revisión de los conceptos Iberia húmeda e Iberia seca, en *Estudios Geográficos*, núm. 66, XVIII-1957. pp. 5-35. p. 6.

64. Una descripción detallada y crítica de sus investigaciones, así como la bibliografía original de éstas puede verse en el excelente trabajo de Fernández Alonso, ya citado.

65. Recuérdese que la totalidad de los indicadores e índices construidos tienen como unidad espacial la provincia.

66. Sobre los distintos métodos aproximados para el cálculo de la evapotranspiración puede verse Fernando Gonzalez Bernáldez, *Métodos en uso y su empleo para el cálculo de la evapotranspiración*, (Madrid: MOP, s/f.).

67. Francisco Elías Castillo y Rafael Giménez Ortiz, *Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España*, Madrid: Ministerio de Agricultura, Secretaría Gral. Técnica, 1965). Pág. 13.

68. *Geographical Review*, 38, 1948. pp. 55-94.

69. Ver definición en notas al cuadro núm. 1 de indicadores del "factor tierra".

70. Sobre el método empleado para su cálculo, ver Francisco Elías Castillo y Rafael Giménez Ortiz, *Evapotranspiraciones... op. cit.* pp. 19 y 20.

71. Cayetano Tames, *Bosquejo del Cima de... ob. cit.* p. 79.

72. Una aclaración de esta afirmación puede encontrarse en Jesús M. de Miguel y Eduardo Sevilla-Guzmán, *Tipos de índices en Sociología* (Madrid: Departamento de Sociología. U. Autónoma, 1971) publicado posteriormente en la *Revista de Estudios Sociales*.

73. Una decsripción de la clasificación climática de Thornthwaite y su aplicación a España puede verse en Cayetano Tamés, "Bosquejo del Clima de España segun la clasificación de C.W. Thornthwaite" en *I.N. de Investigaciones Agronómicas*, vol. IX, núm. 20. Págs. 49 a 88.

74. Sin embargo es necesario recalcar que en nuestra investigación la eficacia térmica (ETP) ha sido calculada refereida a la provincia como unidad espacial y los valores obtenidos son media de las observaciones registradas en los distintos observatorios de cada provincia.

75. La fórmula es:

$$Im = \frac{100(\text{Exceso de agua}) - 60(\text{déficit de agua})}{(\text{necesidad de agua})} = In - 0'6\, I_a$$

Siendo el déficit del agua: la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la real; el exceso de agua: la diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración, contabilizando además la reserva de agua del suelo. Y la necesidad de agua: la ETP, como ya hemos visto.

76. El índice de aridez o de exceso de agua es el cociente entre el balance de agua, precipitación menos evapotranspiración potencial con su signo, y la necesidad (ETP).

77. Cayetano Tamés, *Bosquejo del clima... ob. cit.*, p. 79.

78. En una posterior investigación, *Population Growth and Lan Use*, New York: St. Martin's Press, 1967), Clark utiliza de nuevo este método para medir los recursos agrícolas potenciales del mundo. En este caso se refiere a la "tierra agrícola clima" en los siguientes términos:
"La idea básica consiste en definir como "tierra patrón", la clase de tierra agrícola a que estamos acostumbrados en los países templados y húmedos, capaces de producir una cosecha al año o cantidades importantes de pastos durante el verano. Las tierras en las que las posiblidades de producción están limitadas por la insuficiencia de lluvias, se expresan entonces como fracciones de la *tierra patrón'*.
Traducción castellana: *Crecimiento demográfico y utilización del suelo* (Madrid: Alianza, 1968) p. 174.

79. La superficie "Equivalente en tierra agrícola patrón", que da Colin Clark en sus "Conditions of Economic Progress" para España es de 237.000 km, sensiblemente superior a la que obtenemos en nuestra investigación: 165.75 A. Lo más probable es que tal discrepancia se deba a que los datos de que disponían en 1940 para España se basaban en estimaciones poco precisas, por el carácter macroeconómico de su estudio. En cualquier caso las fuentes utilizadas en nuestra investigación tienen una mayor fiabilidad al basarse en el citado estudio de Elías

Castillo y Giménez Ortiz, siendo por otro lado más recientes.

80. *Las condiciones del... ob. cit.* p. 329 y 330.
Crecimiento demográfico... ob. cit. p. 175.

81. Que hemos especificado al detallar la clasificación climática de Thornthwaite al considerar 1.9.

82. FUNDACION FOESSA, *Informe Sociológico sobre la situación social de España 1970* (Madrid: Euroamérica, 1970) p. 186.

83. El concepto de "agua disponible" a través del clima ha sido medido desde dos perspectivas diferentes en los indicadores 1.8 y 1.9. El error que entonces cometimos y que ahora hemos subsanado es que la diferencia (P-ETP) no mide el agua disponible, sino la falta de agua, y esto cuando ETP $>$ P.
Lo que realmente mide el agua disponible es ETP - Σ (P - ETP) cuando ETP $>$ P. Es decir, el índice de crecimiento vegetal ETP menos el déficit de agua. Esto es el indicador 1.8.

84. El Mapa 1.2 ofrece gráficamente esta disponibilidad de agua, según el clima, que entonces buscamos.

85. Lamentablemente, dos años después de haberse realizado el II Censo agrario, aún no ha sido publicado este dato para 1972; por ello nos vemos obligados a seguir utilizando el regadío permanente del censo anterior como dato base fiable. Sin embargo, para hacernos una idea de la realidad actual, respecto a este indicador utilizaremos, aunque sólo en forma orientativa, el tanto por ciento de superficie labrada en regadío, del total de superficie cultivada. Más adelante veremos cómo.

86. Colin Clark, *Las condiciones del progreso económico* (Madrid: Alianza, 1969), p. 330.

87. En realidad, lo que en aquella investigación llamamos "agua disponible" tiene un correlato con la dimensión climática del factor tierra, aun cuando en esta investigación hayamos utilizado junto a indicadores de "disponibilidad de agua", como la humedad climática utilizable (1.8), otros de carencia como déficit de agua (1.7) y aridez en mayo (1.9), y otras de exigencia, como el de "eficacia térmica" en los que el objeto es medir el "agua agrícola del clima".
Pero, además, en la dimensión climática hemos introducido los indicadores 1.10, 1.11 y 1.12, en los que lo que se trata de medir es la tierra bajo cada tipo de clima. De esta forma, el "agua disponible" y el "agua artificial" (RP) vienen medidos en las mismas unidades, con lo que su utilización en un mismo índice alcanza un mayor rigor metodológico.
Más adelante insistiremos sobre este punto.

88. Probablemente este sea el mayor error –junto con el del cálculo equivocado de P-ETP– que cometimos en el viejo HAU o nuevo HAU(A). El suponer que la prevalencia del "agua de riego" sobre el "agua disponible según el clima" es la misma para todas las provincias, supone aceptar que la diferencia entre las tierras de secano y regadío de Galicia o Asturias es la misma que en Huelva o Almería. Además, el métodos utilizado para calcular "a" no está basado en ningún criterio agronómico, y aun cuando llamaramos "criterio técnico" al dar mayor peso a (RP) que al primer factor fue totalmente arbitrario. Curiosamente, el valor obtenido de 2,33 tiene por "puro azar" un significado como luego veremos.

89. Fundación FOESSA, *Informe Sociológico sobre la situación social de España 1970,* (Madrid: Euroamérica, 1970), pp. 187 y 188.

90. Recuérdese que utilizamos la necesidad hasta mayo.

91. Los límites seguen el razonamiento adoptado en el apartado anterior de humedad climática, al considerar el índice TAC.