

ANÁLISIS DISCRIMINANTE EN LA IDENTIFICACION DE TRIGOS ARQUEOLÓGICOS ESPAÑOLES

POR

RICARDO TELLEZ (*)
JAVIER G. CHAMORRO (**)
ANA M.^a ARNANZ (**)

RESUMEN Se propone una metodología útil para la identificación de trigos recuperados en yacimientos arqueológicos de España. Se basa en el análisis discriminante informatizado de nueve especies actuales del género *Triticum* que constituyen el patrón comparativo que identifica las especies de trigo arqueológico. Se presenta la aplicación del método en 15 yacimientos de ámbito geográfico distinto y cronologías que van del Neolítico al cambio de Era.

ABSTRACT A useful methodology in the identification of archaeological wheats is presented. It is based in the use of computerized discriminant analysis of nine modern wheat species as a means of identifying archaeological wheat samples. The method has been applied in contexts coming from 15 sites with diverse geographical configuration and chronologies which range from Neolithic times to the change of Era.

Palabras clave Arqueobotánica, metodología, análisis discriminante, trigos arqueológicos, España.

INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es establecer una metodología válida para la identificación de las diferentes especies y variedades de trigo cultivado en la Península Ibérica, y recuperados por medios arqueológicos, desde los inicios de la agricultura hasta época histórica.

Los restos vegetales hallados en yacimientos peninsulares consisten, casi siempre, en maderas o

(*) Ingeniero agrónomo. Dpto. de Prehistoria, Centro de Estudios Históricos. CSIC. Serrano, 13. 28001 Madrid.

(**) Licenciado en Prehistoria y Arqueología. Dpto. de Prehistoria, Centro de Estudios Históricos. CSIC Serrano, 13. 28001 Madrid.

granos carbonizados. En el caso de éstos últimos, los únicos datos objetivos utilizables son su morfología y sus dimensiones. Cuando éstos van acompañados de estructuras secundarias (glumas, espiguillas, raquis), la identificación es inmediata, aunque esto no ocurre con la frecuencia necesaria. Los granos de trigos arqueológicos desnudos se encuentran normalmente trillados (Rivera et al., 1988) sin la presencia de glumas. Los hallazgos de estructuras secundarias son de 1.000 a 1.000.000 de veces menos corrientes que los de granos trillados (Kislev, 1984).

La acción del fuego sobre el grano hace desaparecer, en la mayoría de los casos, las frágiles estructuras secundarias mientras que el fruto queda carbonizado y así logra preservarse imperecedero. Bajo condiciones de oxígeno limitado (dentro de vasijas o cestos), y temperaturas no superiores a 250 °, se produce un «horneado» del fruto que convierte sus componentes orgánicos en carbón vegetal. Desde el momento que el fruto carboniza hasta su recuperación por parte del arqueólogo, sólo el proceso de abandono, sedimentación, y excavación del yacimiento puede ser los responsables de su incorporación, o no, al registro arqueológico.

La frecuente ausencia de estructuras florales secundarias en las muestras de procedencia arqueológica y de gran interés arqueobotánico, hace necesario recurrir a la metodología que presentamos. Se basa ésta en el análisis estadístico discriminante realizado sobre:

- a) poblaciones de cien granos de especies conocidas, carbonizados en laboratorio, que se comparan con
- b) muestras arqueológicas (poblaciones de cien granos), cuya especie tratamos de determinar.

En unos y otros granos contamos, solamente, con las dimensiones reales de éstos —longitud, anchura y espesor—.

La hipótesis de trabajo que planteamos es que el establecimiento de una taxonomía numérica de trigos conocidos permite la extrapolación de los resultados estadísticos obtenidos al trigo arqueológico cuya identificación específica sea objeto de estudio.

1. SISTEMÁTICA Y ECOLOGÍA DEL GÉNERO *TRITICUM*

La evolución biológica es el proceso de cambio y diversificación de los organismos a través del tiempo. El cambio evolutivo afecta a todos los aspectos de los seres vivos: su morfología, fisiología, comportamiento y ecología. Subyacentes a éstos están los cambios genéticos que, interaccionando con el ambiente, determinan el resultado final. Cuanto mayor complejidad tenga la estructura genética de una planta mayor será su variabilidad y adaptabilidad, tanto económica como geográfica.

El trigo fue, junto con la cebada, el cultivo que permitió la expansión de la agricultura en el Viejo Mundo. Su domesticación inicial en el Próximo Oriente originó, en parte, el fenómeno neolítico: frente a la incertidumbre que representaba recolectar frutos silvestres, el hombre optó por sembrar y cosechar cereales, por su fácil almacenamiento, cultivo y autopropagación. El desarrollo económico-cultural del neolítico tuvo una base económica de sustento, muy importante, en el aprovechamiento intencional de estos cereales, junto con algunas leguminosas, que sembradas en pequeñas cantidades se multiplicaban en pocos meses.

Está suficientemente probado el origen del trigo a partir de gramíneas de composición genética simple que, por acumulación de mutaciones y cruzamientos intergenéricos e interespecíficos espontáneos, dieron lugar a especies más complejas, de mayor rendimiento y con un potencial de variabilidad muy superior (Helbaek, 1966; Renfrew, 1973; López, 1980; Zohary y Hopf, 1988). Así, disponían de una capacidad mayor para adaptarse a diferentes medios, es decir, a difundirse y ampliar su hábitat. El hombre supo reconocer estas ventajas y convertirse en «mejorador», es decir, comenzó a dirigir la evolución de los cultivos. Dos características de los trigos cultivados son la

tenacidad del raquis —eje de la espiga—, y la uniformidad en la maduración de sus frutos —semillas (1).

1.1. Sistemática actual y tradicional

Linneo sistematizó, en 1753, la nomenclatura de las especies de trigo basándose en la morfología de las espigas. Aceptando los puntos de vista de Linneo, botánicos posteriores describieron nuevas especies hasta un punto en el que su número resultó injustificado y excesivo. Esta proliferación dependió de la importancia atribuida, por cada autor, a caracteres como la presencia/ausencia de barbas en las espigas, del color blanco/rojizo del grano, de la presencia/ausencia de vellosidad en las glumas, y otras características que, por desgracia, no conserva el grano arqueológico carbonizado.

Ante la confusión originada en la sistemática del trigo, el International Board for Plant Genetic Resources, con sede en F.A.O., (Roma) estableció en 1981 un sistema de especies para este género que es reconocida internacionalmente. Queda constituido por cuatro grupos citogenéticos: uno diploide, dos tetraploides, y uno hexaploide (Sánchez-Monge, 1981).

Con objeto de adoptar criterios uniformes en la nomenclatura de los hallazgos, frente a cada grupo taxonómico del I.B.P.G.R. hacemos figurar el binomio nomenclatural específico que se emplea tradicionalmente y que utilizaremos en lo sucesivo (Tabla 1) (2).

TABLA 1
NOMENCLATURA ACTUAL (I.B.P.G.R.) Y TRADICIONAL DE GÉNERO TRITICUM EN ESPAÑA

PLOIDIA	NOMENCLATURA ACTUAL			NOMENCLATURA TRADICIONAL
	ESPECIE	SUBESPECIE	CONVARIEDAD	
DIPLOIDES AA	<i>T. monococcum</i> L.	<i>monococcum</i> L.		<i>T. monococcum</i> L.
TETRAPLOIDES AABB	<i>T. turgidum</i> (L.) Thell. <i>T. turgidum</i> (L.) Thell. <i>T. turgidum</i> (L.)	<i>dicoccon</i> (Schrank) Thell. <i>turgidum</i> L. <i>turgidum</i> L. <i>turgidum</i> L.	<i>turgidum</i> L. <i>durum</i> (Desf.) Mac Key <i>polonicum</i> (L.) Mac Key	<i>T. dicoccon</i> Schübl. <i>T. turgidum</i> L. <i>T. durum</i> Desf. <i>T. polonicum</i> L.
HEXAPLOIDES AABBDD	<i>T. aestivum</i> (L.) Thell. <i>T. aestivum</i> (L.) Thell. <i>T. aestivum</i> (L.) Thell.	<i>compactum</i> (Host) Mac Key <i>spelta</i> (L.) Thell. <i>sphaerococcum</i> (Perc.) Mac Key <i>vulgare</i> (Vill.) Mac Key		<i>T. compactum</i> Host. <i>T. spelta</i> L. <i>T. sphaerococcum</i> Perc. <i>T. vulgare</i> Vill.

(1) La cariósida de los cereales es realmente un fruto que, a su vez, contiene la semilla.

(2) La nomenclatura mencionada hace referencia a aquellas especies cultivadas representadas en la Península Ibérica desde antiguo y que son objeto de estudio. La inclusión de *T. aestivum* L. *sphaerococcum* (Perc.) M. K. se debe a su mención por Pinto da Silva (Pinto da Silva, 1971; Paço, 1953; 1956) en algunos yacimientos portugueses.

1.2. Dispersión y ecología

Vavilov (1887-1941) y su escuela exploraron exhaustivamente durante los primeros decenios de este siglo, el Próximo Oriente y en general la cuenca mediterránea, con el propósito de lograr nuevas variedades vegetales que se adaptaran a condiciones ecológicas tan variables como las presentes en la Unión Soviética. Estudiaron la variabilidad genética de las especies cultivadas identificando y localizando sus afines silvestres. El interés económico de sus descubrimientos radica en la posibilidad de dirigir y acelerar la mejora de las plantas cultivadas. Llegaron a la conclusión de que el probable centro de origen en el cual se desarrolló una especie vegetal de interés económico, debía localizarse cerca de la zona donde se concentra el mayor número de formas de la misma. Vavilov (1951) demostró que las especies cultivadas, durante el proceso de dispersión desde su centro de origen, lograron diferenciarse genéticamente en grupos con características morfológicas y ecológicas distintas.

Tras la desaparición de Vavilov, otros investigadores (Harlan, 1975: 184-191; Kupzov, 1965: 53-66; Harlan y Zohary, 1966) han matizado y precisado los centros de origen, las regiones de amplia diversidad, así como los centros periféricos de menor importancia en los comienzos de la domesticación vegetal (Hawkes, 1983: 51-73).

Para cada una de las especies, de presencia reconocida en nuestra Península, damos a continuación los resultados de las mediciones, en fresco, de las muestras que hemos examinado. También un resumen de sus características más notables en cuanto a los hábitats preferidos y a la utilización de sus frutos, siempre dentro del sistema de especies de la Tabla 1.

T. monococcum L.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
100	Longitud	5,9	7,6	6,7	0,37
	Anchura	1,9	2,9	2,3	0,19
	Espesor	2,8	3,9	3,3	0,23

Trigo diploide. Mientras en la forma silvestre (subsp. *boeoticum*) la espiga se descompone en espiguillas al aproximarse a la madurez, en la forma cultivada (subsp. *monococcum*), que deriva de la anterior por cruzamiento natural, la espiga mantiene su estructura y necesita de trilla para liberarlas. En ningún caso el grano queda libre de sus envolturas florales, por lo cual pertenece a uno de los tres tipos de trigos vestidos.

Es una especie de maduración temprana, siendo «pasto» propicio para pájaros. Sus glumas le protegen sin embargo del ataque de los insectos. Tolerancia el frío, viento, altitud, humedad, calor y sequía prolongada. A pesar de todo ello su cultivo en la actualidad es prácticamente inexistente debido a la dificultad de su trilla, y a su bajo valor nutritivo; puede ser empleado en la alimentación animal. Su tallo es elástico y permite utilizarlo como fibra textil (Rojas Clemente, 1818: 72-73; Alonso de Herrera, 1513).

T. dicoccum. Schübl

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
100	Longitud	7,2	9,5	8,6	0,51
	Anchura	1,6	3,6	2,9	0,38
	Espesor	2,0	3,6	2,8	0,29

Trigo tetraploide, vestido, conocido como «emmer» o «almidonero». Derivó, en época preagrícola, del silvestre *T. turgidum dicoccoides*. Es el más fácil de trillar entre los trigos vestidos y también, el más expandido desde tiempos prehistóricos. Su importancia fue primordial en los comienzos de la agricultura como alimento preparado en forma de gachas, pan o cerveza. De esta especie surgen los trigos *turgidum* desnudos (conv. *durum*, conv. *turgidum*, conv. *polonicum*) que, al ser de trilla fácil, lograron reemplazar a su ancestro en importancia. Por hibridación, dio lugar también, al *T. aestivum* (Zohary y Hopf, 1988).

Flakesberger (1935) sitúa su cultivo para España en zonas montañosas de Navarra y Asturias. No tolera una climatología excesivamente dura y está calificado como trigo tardío. Su rentabilidad es intermedia con respecto a los demás trigos.

T. turgidum L.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
300	Longitud	6,8	8,9	7,9	0,43
	Anchura	2,9	4,1	3,6	0,21
	Espesor	2,7	4,1	3,4	0,30

Trigo tetraploide desvestido con cañas muy gruesas. Prefiere suelos húmedos y no muy castigados por las intemperies, pues aunque lo sobrelleva, es más sensible al frío, a la sequedad y a los suelos endebles que el *T. monococcum*, *T. spelta*, y los *T. aestivum* (Rojas Clemente, 1818). Resiste bien la roya, el tizón y otras enfermedades.

Su rendimiento y valor nutritivo es intermedio (Téllez y Alonso, 1952). Fue un trigo muy propagado en Inglaterra y conocido como «rivet wheat» (Percival, 1948). En España, su cultivo se encuentra preferentemente en la parte meridional.

T. durum (Desf.)

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
100	Longitud	7,5	9,4	8,5	0,45
	Anchura	2,7	3,8	3,4	0,19
	Espesor	2,5	3,8	3,2	0,23

T. P., 1990, nº 47

Alonso de Herrera (principios siglo XVI) menciona «...aunque muy propagado en Berbería, rara vez lo amasan los moros para pan, sabiendo por experiencia cuán escaso es de harina... por eso no se ha multiplicado mucho por España, donde apenas se siembra...» (Rojas Clemente, 1818: 87). Cría mucha y buena paja y soporta bien la climatología adversa. Es poco vulnerable a la roya, el tizón siempre que disfrute de temperaturas benignas. Su expansión actual se debe al alto contenido de gluten en el germen que permite la elaboración de pastas y sémolas. Es propio de países mediterráneos desde época clásica aunque su cultivo bien pudo ser anterior (Zohary y Hopf, 1988: 45).

T. polonicum L.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
100	Longitud	7,8	11,1	9,3	0,63
	Anchura	2,5	3,7	3,1	0,23
	Espesor	2,6	3,6	3,1	0,23

Trigo tetraploide de glumas foliáceas muy características y grano muy largo. Suele aparecer en los sembrados del *T. durum* como contaminante. Es bastante sensible a la sequedad y no tanto a la pobreza del terreno. Se defiende mejor que otros de los pájaros, de la frialdad y demás inclemencias (Rojas Clemente, 1818). Es poco fructífero y su harina, aunque abundante, tiene poco valor nutritivo. Por ello, está poco difundido tanto en España como en el resto de Europa.

T. aestivum (L.) Thell.

compactum Host

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
100	Longitud	4,5	6,0	5,3	0,32
	Anchura	2,5	4,0	3,1	0,30
	Espesor	2,1	3,5	2,7	0,23

T. vulgare Vill.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TIPICA
200	Longitud	4,8	7,3	6,2	0,45
	Anchura	2,3	3,8	3,1	0,30
	Espesor	1,9	3,4	2,6	0,26

Trigos hexaploides que fueron definidos por sus autores respectivos (Linneo y Host) basándose en la densidad de sus espigas. Mientras el *T. vulgare* presenta densidades de 10 hasta 38 espiguillas, el *T. compactum* nunca baja la densidad de 40. Esta compacidad de las espigas determina una

menor longitud del grano. Esta característica botánica no tiene utilidad para los trigos arqueológicos puesto que casi nunca se recupera la espiga completa y, por tanto, su densidad no puede medirse. El hecho de que en la actual sistemática se mantengan ambas como subespecies distintas justifica que las diferenciamos en este trabajo.

El genoma hexaploide permite una mayor adaptabilidad ecológica y aumenta su potencial de difusión geográfica. Sin embargo, sufre más de tizón y roya que otros tipos. Las aristas de la espiga protegen a los granos de los insectos mientras permanecen en ella. Proporciona excelente pan y paja, siendo su rendimiento nutritivo y productivo el más elevado (Téllez y Alonso, 1952).

Flakesberger (1939) señala que en el neolítico los trigos *compactum*, de planta enana, fueron más extensamente cultivados que en la actualidad, como lo demuestran los hallazgos arqueológicos en Europa central, de donde han desaparecido casi por completo en la actualidad.

T. spelta L.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TÍPICA
100	Longitud	7,2	10,0	8,5	0,59
	Anchura	2,7	3,5	3,1	0,16
	Espesor	2,2	3,2	2,7	0,19

Trigo hexaploide vestido, presente en Centroeuropa desde época neolítica (Renfrew, 1973). En España y más concretamente en Asturias se ha cultivado como trigo de primavera, al menos hasta mediados del presente siglo. Es el trigo de trilla más difícil. De productividad baja es, sin embargo, resistente a los inviernos crudos y poco exigente en cuanto a suelo y clima. Tiene el inconveniente de que la planta vuelca o «encama», dificultando su recolección.

T. sphaerococcum Perc.

N	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DV TÍPICA
100	Longitud	3,6	6,0	4,8	0,49
	Anchura	2,3	4,0	3,1	0,35
	Espesor	2,3	4,0	2,8	0,31

Trigo hexaploide endémico de la India (Punjab y Sind) (Percival, 1921). Es una planta poco polimorfa, de grano globular y dimensiones muy reducidas, cuya estructura genética no le permite mayor adaptabilidad ecológica. Clemente y Lagasca (Téllez y Alonso, 1952) no mencionan su presencia en España.

2. METODOLOGIA DE IDENTIFICACION

2.1. Morfología del género *Triticum*

En las especies de hábito silvestre el raquis del trigo es frágil; las espiguillas, envueltas en sus glumas, se descomponen de forma espontánea lo cual permite la diseminación natural de sus granos y su propagación. Esta característica es de vital importancia para la supervivencia de la especie silvestre. Sin embargo, este rasgo dificulta el aprovechamiento del trigo silvestre por parte del hombre. En las especies cultivadas, el raquis se mantiene tenaz hasta su recolección. Durante la trilla los granos saltan fuera de sus envolturas, quedando listos para su posterior molienda.

La modalidad de fragmentación en las espigas se emplea en la sistemática botánica para la diferenciación de las especies. Dada la morfología de la espiga de trigo, son tres los puntos de posible fragmentación en el momento de su madurez (Fig. 1).



FIG. 1.— Descomposición de las espiguillas en diferentes tipos de trigo. A) Trigo monococcum y dicoccum (1) nudo, (1') entrenudo. B) Tipo spelta (2) nudo, (2') entrenudo. Tanto en los tipos A como en B se produce una fragmentación del raquis. C) Desgrane de la espiga —y no fragmentación del raquis— en los trigos desnudos, (3) no lleva adosado artejo.

Al descomponerse la espiga del *T. spelta*, cada espiguilla lleva adosada lateralmente el artejo contiguo (3) (Fig. 1,b), mientras que en el *T. monococcum* y el *T. dicoccum*, lleva adosada terminalmente el artejo de la espiga inmediatamente inferior (Fig. 1a, Lám. I.a). En los trigos vestidos, el eje de la espiga desaparece al descomponerse sus artejos, por el contrario, en los desnudos permanece.

En el caso de los trigos cultivados desnudos, más comunes en la generalidad de las zonas cerealistas, el eje de la espiga (raquis) persiste, las espiguillas se despojan de las glumas fácilmente durante la trilla (Fig. 1c). Para separar el grano basta aventarlo posteriormente.

La aparición de los trigos de raquis tenaz y grano desvestido fue fortuita, según los genetistas, sin menospreciar el trabajo de observación, valoración y selección que ejerció el hombre sobre las especies que conseguía domesticar con éxito.

Las ventajas de los trigos desvestidos que maduran en la espiga sobre los silvestres vestidos que caen espontáneamente, son las siguientes:

- mayor productividad,
- cultivo y recolección más fácil,
- utilización directa, o con escasa preparación, del producto de la cosecha,
- fácil conservación de los granos para su uso como alimento o como semilla en posteriores ciclos.

2.2. Identificación de trigos arqueológicos

Nuestro planteamiento estadístico hace hincapié en el análisis discriminante de poblaciones de trigo frente al estudio individualizado de granos efectuado por otros investigadores (Netolizky, 1935 y Hopf, 1966).

Uno de los autores del presente artículo (Téllez y Ciferri, 1954) estudió muestras de trigo procedentes de 46 yacimientos españoles con poblaciones de granos no inferiores a 50 por muestra. Los trigos identificados en aquella ocasión pertenecían, en su mayoría, a especies hexaploides, agricolamente «avanzadas».

En aquel estudio se abordó el problema de la carbonización de los granos en diferentes especies y variedades, para evaluar la transformación morfológica que sufre el fruto. Como en aquel entonces no era posible el empleo de ordenadores que efectuaran «automáticamente» los múltiples cálculos matemáticos necesarios en un análisis discriminante como el que ahora presentamos, hubieron de recurrir a la comparación estadística de tres variables: longitud, anchura, espesor de variedades conocidas carbonizadas en laboratorio con las muestras de trigo arqueológico.

La investigadora alemana María Hopf ha sido quien más muestras arqueobotánicas ha analizado en la Península Ibérica. El sistema de identificación de trigo que emplea tiene como base, la observación morfológica de los granos, registrando los datos estadísticos (media, desviación típica, cocientes) de las variables longitud, anchura y espesor a que habían hecho referencia Téllez y Ciferri (1954). A falta de estructuras florales que ayuden en la identificación de los trigos arqueológicos, mantiene que no es posible separar las especies desvestidas de *turgidum* y las de *aestivum* (Zohary y Hopf, 1988: 47). Creemos que esa diferenciación es posible con el análisis discriminante que presentamos, cuestión que trataremos en el siguiente apartado.

(3) El artejo es cada uno de los segmentos claramente limitados que forman el internodio del eje o raquis de una espiga o espiguilla.

2.3. El patrón comparativo

Las nueve variedades de trigos actuales y la población por muestra, que configura el archivo informático, que denominamos «Patrón» (4), son las siguientes:

1. <i>T. monococcum</i> L.	100 granos
2. <i>T. dicoccum</i> Schübl.	100 granos
3. <i>T. turgidum</i> L. (Blanco de Corella, Rubión de Higuera, Argelino)	300 granos
4. <i>T. durum</i> Desf. (Híbrido-D)	100 granos
5. <i>T. polonicum</i> L. (Villamartín)	100 granos
6. <i>T. compactum</i> Host (Cabezorro)	100 granos
7. <i>T. sphaerococcum</i> Perc.	100 granos
8. <i>T. vulgare</i> Vill. (Almonte, Doval)	200 granos
9. <i>T. spelta</i> L.	100 granos

A excepción del *T. sphaerococcum*, sabemos que estas especies estaban presentes en España a comienzos del siglo XIX por mención de los botánicos Lagasca y Clemente (Téllez y Alonso, 1952). Estos recogieron especímenes de los trigos que se cultivaban por entonces en España, en época anterior a la modernización de la agricultura y a las manipulaciones de carácter genético destinadas a mejorar la productividad económica, resistencia a la roya y otras enfermedades. Incluir el *T. sphaerococcum* en el presente trabajo se debe exclusivamente a la mención que Pinto da Silva (Pinto da Silva, 1971; Paço, 1953 y 1956) hace de su posible presencia en algunos yacimientos portugueses y en Almizaraque. Identificación que no creemos válida por las razones expuestas de endemismo y por no haber sido recogido por Lagasca y Clemente (Téllez y Alonso, 1952) en su colección de la «Ceres Hispánica».

De cada una de las nueve variedades se midieron las poblaciones correspondientes considerando como variables la longitud, anchura y espesor. Kosina (1983: 177) mide además la anchura del surco ventral (variable 4) y la distancia del surco al dorso del grano (variable 5), que no hemos considerado porque no queríamos introducir variables que precisaran la destrucción de la muestra analizada (5).

Una vez obtenidos los valores en fresco, se procedió a la carbonización de la muestra en una estufa de aire a 100° durante 48 horas con objeto de eliminar lentamente la humedad del grano. A continuación se aumentó la temperatura a 150° durante 48 horas más y a 205° durante otras 72 horas. Este procedimiento resultó adecuado para la completa carbonización de los granos a excepción de los correspondientes a *T. spelta*, *T. vulgare*, *T. compactum* y *T. dicoccum* que precisaron una temperatura superior a 250° durante tres horas más en mufla.

Es sabido que la carbonización produce deformaciones en los granos de cereales. Para abordar experimentalmente el problema, es necesario utilizar una colección de patrones conocidos. Hemos investigado este hecho en profundidad y ello nos permite valorar cuantitativamente la variación producida en el fruto por la transformación del estado fresco al carbonizado. El exocarpio de los granos de trigo actúa como membrana elástica, más o menos firme, y permite al contenido del grano dilatarse hasta adoptar la forma en estado carbonizado.

En todos los casos se demostró que la longitud de los granos se redujo entre el 13 y 24 %, y el espesor entre el 4 y 15 %, en función de la variedad botánica. El comportamiento de la anchura es irregular con tendencias menos acusadas a la reducción, siendo en alguna variedad inexistente o

(4) Las muestras 1, 2, 7 y 9 fueron cedidas por el Banco de Germoplasma (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias) al ser estas variedades de cultivo muy limitado hoy día en España. Agradecemos a Marisa Granda la ayuda que nos brindó para este fin. Las restantes muestras fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, ambos centros pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

(5) En un principio se consideraron también como variables los coeficientes entre la longitud, anchura y espesor, descartándolos posteriormente ya que no mejoraban «Patrón».

incluso positiva, como ocurre en el *T. polonicum* (Tabla 2). La tendencia general del grano a redondearse no es un uniforme y su valor depende de la variedad.

Esto era un paso previo necesario para la identificación de especies y variedades de trigo arqueológico puesto que las dimensiones de éste no deben compararse con las correspondientes a granos actuales en estado fresco sino con los parámetros estadísticos de granos conocidos carbonizados. Así una «Muestra Arqueológica X» será discriminada en base a su similitud con los nueve grupos varietales que hemos establecido en «Patrón» (Tabla 4).

TABLA 2

ESPECIE	LONGITUD	ANCHURA	ESPESOR
<i>T. monococcum</i> L.	15	4	12
<i>T. dicoccum</i> Schra.	21	0	15
<i>T. turgidum</i> L.	15	0	8
<i>T. durum</i> Desf.	15	4	4
<i>T. polonicum</i> L.	16	-5	9
<i>T. spelta</i> L.	24	8	13
<i>T. sphaerococcum</i> Perc.	22	7	15
<i>T. vulgare</i> Vill.	24	14	12
<i>T. compactum</i> Host.	13	13	9

Grado de deformación sufrido por los granos de trigo al carbonizarse, expresado en porcentajes de acortamiento de sus dimensiones. El valor negativo se interpreta como un incremento de la anchura de *T. polonicum*.

2.4. Planteamiento del análisis discriminante

En la Tabla 4 se presenta la base de datos resultante del proceso experimental y que nos sirve de patrón comparativo.

En las muestras carbonizadas de trigos conocidos, la fiabilidad discriminante entre los nueve grupos está en relación con las distancias cuadráticas generalizadas que existen entre ellos (Tabla 6).

Al interpretar los datos obtenidos, es necesario tener en cuenta los parámetros de tipificación que figuran en los resultados del análisis discriminante. Si bien, las nueve muestras de trigos que componen «Patrón» sabíamos eran miembros de su grupo al 100 %, no todos los granos de una muestra homogénea se definen dentro del mismo (Tabla 6).

Esto se debe a factores tales como:

— Situación del grano en la espiga. Los granos del tercio superior e inferior suelen ser de menor tamaño que los formados en el centro.

— Condiciones de cultivo. Un campo fértil o bien abonado, suele producir granos y espigas bien conformadas.

— Toma de muestras. Siempre existe un factor aleatorio en la selección, que involuntariamente afecta a los resultados. A mayor número de observaciones, menor es el índice de error.

Hay que tener en cuenta estos factores para interpretar los resultados y extrapolarlos a las muestras arqueológicas. Es necesario establecer el sesgo de cada grupo para evitar errores en la interpretación.

TABLA 3

GRUPO	VARIABLE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESVIACION STANDAR
T. monococcum L. 100 observ.	LONG	4.90	6.70	5.75	0.34
	ANCH	1.60	3.10	2.28	0.30
	ESPE	2.50	3.50	2.92	0.21
T. dicoccum Schübl. 100 observ.	LONG	5.60	7.80	6.86	0.44
	ANCH	2.20	3.50	2.93	0.26
	ESPE	1.80	3.00	2.45	0.26
T. durum Desf. 100 observ.	LONG	6.20	8.20	7.24	0.39
	ANCH	2.80	3.70	3.30	0.20
	ESPE	2.10	3.40	2.86	0.24
T. turgidum L. 100 observ.	LONG	5.50	8.00	6.76	0.49
	ANCH	2.80	4.30	3.61	0.26
	ESPE	2.40	4.00	3.13	0.27
T. polonicum L. 100 observ.	LONG	6.70	9.60	7.83	0.53
	ANCH	2.70	3.90	3.31	0.23
	ESPE	2.30	3.50	2.87	0.21
T. compactum Host. 100 observ.	LONG	4.50	6.00	5.32	0.32
	ANCH	2.50	4.00	3.15	0.30
	ESPE	2.10	3.50	2.77	0.23
T. spelta L. 100 observ.	LONG	5.40	7.50	6.50	0.45
	ANCH	2.50	3.60	2.93	0.22
	ESPE	2.00	2.80	2.40	0.17
T. sphaerococcum Perc. 100 observ.	LONG	2.90	4.90	3.80	0.41
	ANCH	2.20	3.60	2.92	0.29
	ESPE	2.00	3.00	2.46	0.24
T. vulgare Vill. 200 observ.	LONG	3.70	6.00	4.80	0.41
	ANCH	2.00	3.80	2.80	0.31
	ESPE	1.50	3.10	2.32	0.25

Valores estadísticos medios de los granos de trigo actuales, carbonizados en laboratorio, utilizados como patrón, en este trabajo.

TABLA 4

GRUPO	T. COMPACTUM	T. SPELTA	T. SPHAERO-COCCUM	T. VULGARE	T. MONOCOCCUM	T. DICOCCUM	T. DURUM	T. POLONICUM	T. TURGIDUM
T. compactum	82 (79)	1 (36)	1 (64)	14 (73)	0	0	0	0	2 (52)
T. spelta	0	63 (62)	0	3 (53)	0	29 (48)	3 (41)	1 (35)	1 (34)
T. sphaerococcum	2 (76)	0	96 (92)	2 (83)	0	0	0	0	0
T. vulgare	17 (68)	0	1 (78)	81 (81)	0	0	0	0	0
T. monococcum	7 (68)	1 (43)	0	1 (34)	91 (99)	0	0	0	0
T. dicoccum	0	25 (58)	0	0	0	59 (49)	13 (47)	3 (60)	0
T. durum	0	4 (53)	0	0	0	9 (44)	62 (54)	18 (63)	7 (65)
T. polonicum	0	2 (45)	0	0	0	5 (49)	20 (53)	72 (76)	1 (53)
T. turgidum	8 (76)	2 (55)	0	0	0	1 (46)	16 (52)	1 (46)	72 (86)

«Patrón»: resultado del análisis discriminante efectuado sobre muestras de trigos conocidos carbonizados con su porcentaje de asimilación entre grupos. Los valores indican la asignación de grupos realizada por el programa (horizontal), para una muestra homogénea (vertical). Entre paréntesis se indica el grado de fiabilidad de cada asignación.

T. P., 1990, nº 47

TABLA 5

	TETRA. V	TETRA. D	HEXA. V	HEXA. D
T. dicoccum	59	16	25	-
TETRA. V				
T. durum	9	87	4	-
T. polonicum	5	93	2	-
T. turgidum	1	89	2	8
TETRA. D.				
T. spelta	29	5	63	3
HEXA. V				
T. compactum	-	2	1	97
T. sphaerococcum	-	-	-	100
T. vulgare	-	-	-	100
HEXA. D.				

Resultado del análisis discriminante en el que se aprecian los grados de aproximación filogenética. Se agrupan los porcentajes, no por su asimilación a una variedad concreta, sino por su pertenencia a su grupo filogenético, Tetraploide vestido (tetra. V), desnudo (tetra D.) Hexaploide vestido (hexa. V) y desnudo (hexa. D). No se ha considerado el Diploide T. monococcum por quedar definido en su grupo con un 91 % y una fiabilidad del 99 %, y por tanto no emparentarse significativamente con el resto.

Al establecer diferencias entre taxa, como son las subespecies o más aún las convariedades, encontramos que «Patrón» discrimina con acierto superior al 72 % y fiabilidad superior al 75 %, los siguientes seis grupos:

TIPIFICACION

	DEFINIDO EN SU GRUPO	FIABILIDAD
T. monococcum	91 %	99 %
T. turgidum	72 %	86 %
T. polonicum	72 %	76 %
T. compactum	82 %	79 %
T. sphaerococcum	96 %	92 %
T. vulgare	81 %	81 %

La dificultad, expresada por varios paleoetnobotánicos, de diferenciar *T. compactum*, y *T. vulgare* (Renfrew, 1973: 62) parece satisfactoriamente resuelta con los parámetros establecidos en «Patrón», lo mismo sucede en el caso de los trigos desnudos tetraploides y hexaploides (Tablas 5 y 6) (Zohary y Hopf, 1988 y Kosina 1983). Los restantes tres grupos tienen unos índices que consideramos insatisfactorios, por ahora, de acierto y fiabilidad:

TIPIFICACION

	DEFINIDO EN SU GRUPO	FIABILIDAD
<i>T. dicoccum</i>	59 %	49 %
<i>T. durum</i>	62 %	54 %
<i>T. spelta</i>	63 %	62 %

Los resultados de este análisis discriminante, muestran la existencia de ciertos solapamientos que generan zonas de incertidumbre, tanto más acusadas cuanto menor es la distancia cuadrática entre grupos (Tabla 6). En estas zonas, de solapamiento, los individuos pueden considerarse tanto de una población como de otra, como ocurre en el caso del *T. dicoccum* y del *T. spelta*, en donde la distancia es inferior a 1 (0,79).

TABLA 6

GRUPO	T. COMPACTUM	T. SPELTA	T. SPAEROCOCCUM	T. VULGARE	T. MONOCOCCUM	T. DICOC-CUM	T. DURUM	T. POLONICUM	T. TURGIDUM
<i>T. compactum</i>	0	16.74	12.30	3.84	13.32	23.30	22.22	34.41	11.10
<i>T. spelta</i>		0	49.72	17.34	24.84	0.79	4.71	9.74	11.77
<i>T. sphaerococcum</i>			0	8.84	41.50	62.31	66.16	92.13	45.77
<i>T. vulgare</i>				0	23.15	25.21	31.07	48.46	23.46
<i>T. monococcum</i>					0	27.11	29.17	40.70	28.44
<i>T. dicoccum</i>						0	3.28	5.77	13.30
<i>T. durum</i>							0	2.21	5.45
<i>T. polonicum</i>								0	13.26
<i>T. turgidum</i>									0

Distancias medias cuadráticas entre grupos que indican el grado de solapamiento de los mismos.

Contamos con la tipificación de la muestra que incluye el índice de densidad (número de identificaciones) de un determinado grupo varietal dentro de la misma, y con la proporción (fiabilidad) de las identificaciones dentro de los nueve grupos. La tipificación representada por el numerador (identificación) incluye el denominador (fiabilidad de la identificación) con respecto a los nueve grupos establecidos (Miller, 1988: 72).

En este estudio arqueobotánico, empleamos ambos índices (identificación y fiabilidad) para conocer la tipificación de grupo que establece «Patrón».

La identificación discriminante de trigo arqueológico, que denominamos «Prueba», nunca podrá mejorar la identificación de «Patrón» (muestra homogénea), y se basa en la correlación de las tipificaciones de grupos conocidos con las tipificaciones de trigos arqueológicos (100 observaciones

por muestra). Cuando la tipificación es similar tanto en el patrón como en la muestra arqueológica, podemos considerar que se trata de una misma población. Si, por el contrario, el índice de densidad en «Prueba» es inferior a «Patrón», pero su fiabilidad similar, podemos establecer más de una.

2.5. Muestras de Trigos arqueológicos: «Prueba»

El archivo «Prueba» consta de 18 muestras de trigos arqueológicos procedentes de 15 yacimientos españoles con cronologías que van desde el quinto milenio hasta el cambio de Era (Mapa). Cada muestra procede de un mismo contexto arqueológico y son homogéneas en cuanto al número de observaciones. Los resultados revelan ciertos patrones regionales a pesar del reducido muestreo geográfico con que contamos en la actualidad. Agrupamos las muestras de acuerdo con su procedencia y las comentaremos en conjunto.

Galicia

Todo el material está adscrito a la Cultura Castreña.

Muestra 1: (1-N) Castro de Vigo (Pontevedra). Excavado por J. M. Hidalgo Cuñarro en 1983, siglo I d. C. (Hidalgo Cuñarro, 1985).

Muestra 2: (1-G) Boimorto (La Coruña). Excavado por F. Acuña Castroviejo, siglo I d. C. (sin publicar).

Muestra 3: (2-X) Castro de A'Graña, Toques (La Coruña). Excavado por F. Acuña Castroviejo y G. Meijide, siglo I a. C. (sin publicar).

Muestra 4: (1-C) Castro de Peñalba. Campo Lameiro (Pontevedra). Excavado por A. Alvarez Núñez en 1984, siglo VII a. C. (Alvarez Núñez, 1986; Aira et al., 1989).

Muestra 5: (2-I) Castrovite, A. Estrada (Pontevedra). Excavado por X. Carballo Arceo en 1986, siglo IV-III a. C. (Carballo Arceo, 1986). (Lám. II.a).

Muestra 6: (2-Q) Castro Montaz, Silleda (Pontevedra). Excavado por X. Carballo Arceo en 1985, siglo II a. C. (Carballo Arceo, 1986).

Los resultados de las muestras analizadas señalan la presencia mayoritaria, reflejada en el índice de densidad, de *T. compactum* con valores que oscilan entre 48 % (Castro de A'Graña) y 81 % (Castro de Vigo). Los índices de fiabilidad en la identificación superan el 70 %. En casos concretos como Castro de Vigo, los porcentajes de tipificación coinciden plenamente con *compactum* en «Patrón» (Tabla 7). En todas las muestras aparece un porcentaje de *T. vulgare* que oscila entre 5 y 15 %, que puede ser asimilado a la población mayoritaria de *compactum* si tenemos en cuenta que en «Patrón» la asimilación es del 14 % (Tabla 4).

Llama la atención la presencia de *T. turgidum*, siempre minoritariamente representado, con índices de fiabilidad elevados que indican su probable cultivo en Galicia en época castreña. En la Fig. 3 se representan las poblaciones identificadas: *T. compactum*, a la que se ha asimilado los porcentajes de las de *T. vulgare*, y *T. turgidum*.

Meseta

Muestra 7: Cueva de Arevalillo, Arevalillo de Cega (Segovia). Excavado por M. D. Fernández Posse en 1977. Adscrito al Bronce Avanzado, C14 1340 a. C. (Fernández Posse, 1979).

Muestra 8: (Nivel XXV) Calle Azafranales, Coca (Segovia). Excavado por F. Blanco García en 1989. Adscrito a la Cultura Celtibérica, 200-150 a. C. (Blanco, 1986).

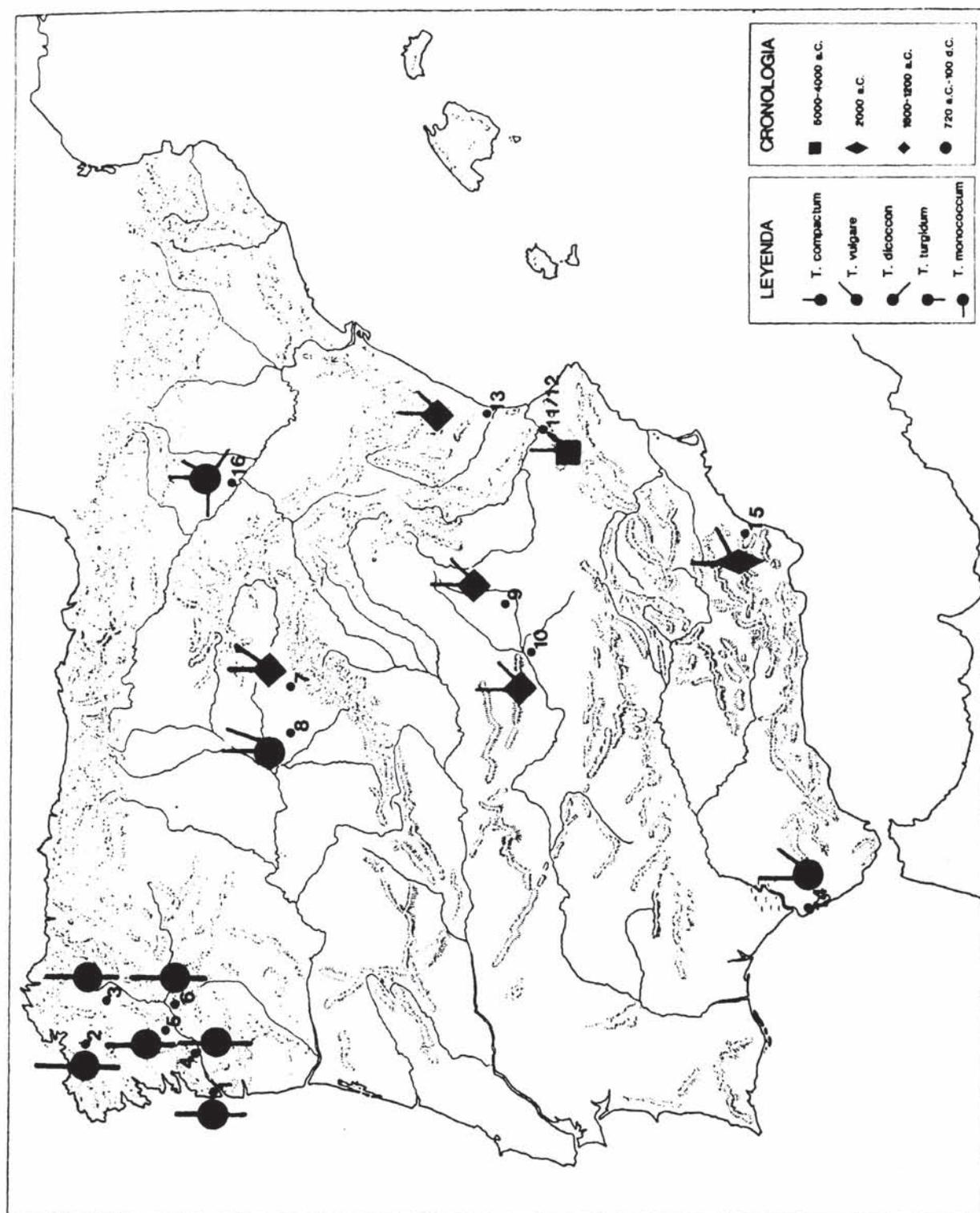


FIG. 2.— 1) Castro de Vigo (Pontevedra). 2) Boimorto (La Coruña). 3) Castro de A'Graña (La Coruña). 4) Castro de Peñalba (Pontevedra). 5) Castrovite (Pontevedra). 6) Castro Montaz (Pontevedra). 7) Cueva de Arealillo (Segovia). 8) Coca (Segovia). 9) Motilla de Santa María del Retamar (Ciudad Real). 10) Motilla del Azuer (Ciudad Real). 11/12) Cova de L'Or (Alicante). 13) Lloma de Betxi (Valencia). 14) Castillo de Doña Blanca (Cádiz). 15) Almirazaque (Almería). 16) Cortes de Navarra (Navarra).

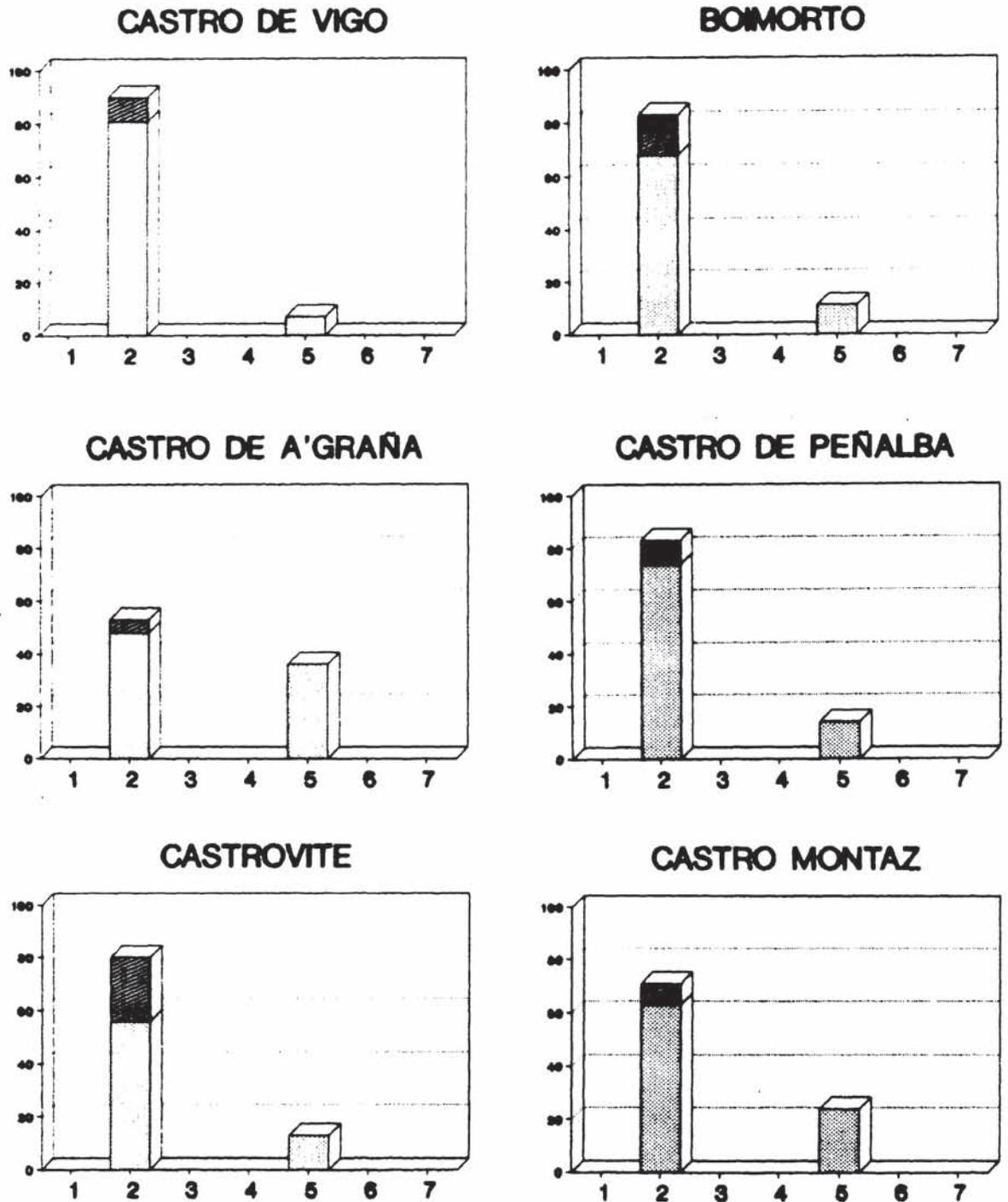


FIG. 3.— Distribución de variedades de trigos arqueológicos. Se aprecian patrones de comportamiento semejantes en todos los castros gallegos. Por un lado, la presencia mayoritaria de *T. compactum* (2), a la que se ha acumulado *T. vulgare* (ver texto), y por otro la existencia de una población minoritaria de *T. turgidum* (5), que aunque escasa, presenta unos índices de fiabilidad lo suficientemente elevados como para poder considerarla significativa. 1) *T. spelta* 2) *T. compactum* 3) *T. sphaerococcum* 4) *T. vulgare* 5) *T. turgidum* 6) *T. dicoccum* 7) *T. monococcum*.

TABLA 7

TRIGO ACTUAL TIPIFICACION	YACIMIENTOS CON TRIGO ARQUEOLÓGICO / "PRUEBA" TIPIFICACION																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																		
PATRON	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F																		
MONOCOC.	91	99																																
DICOC.	59	49																																
TURGID.	72	86	7	78	11	66	14	67	13	72	24	83					2	80	3	62														
DURUM	62	54																																
POLONIC.	72	76																																
SPELTA	63	62	6	72	3	75	7	64					5	58	12	50	47	62																
COMPACT.	82	79	81	80	68	73	48	72	74	80	56	70	63	77	45	66	39	69	27	72	71	79	65	78	64	75	29	67	60	76	33	72	9	64
VULGARE	81	81	9	67	15	66	5	74	9	60	24	73	8	66	43	76	40	66	56	80	16	71	18	67	25	76	56	76	21	75	48	77	18	69
SPHAERO.	96	92															21	69	15	66	4	64	6	61	12	68	13	70						
TOTAL *	678	75	97	100	89	100	89	100	100	93	95	98	98	100	98	98	100	98	98	98	96	96	98	97	93	99	99	95						

I = Identificación dentro del grupo, índice de densidad. F = Fiabilidad de la identificación dentro de los 9 grupos.

Yacimientos: 1) Castro de Vigo (Pontevedra). 2) Boimorto (La Coruña). 3) Castro de Agraña (La Coruña). 4) Castro de Peñalba (Pontevedra). 5) Castrovite (Pontevedra). 6) Castro Montaz (Pontevedra). 7) Cueva de Arevalillo (Segovia). 8) Coca (Segovia). 9) Motilla de Santa María del Retamar (Ciudad Real). 10) Motilla del Azuer (Ciudad Real). 11) Cova de L'Or-1958 (Alicante). 12) Cova de L'Or-1972 (Alicante). 13) Lloma de Bctxi (Valencia). 14) Castillo de Doña Blanca (Cádiz). 15) Almirazaque (Almería). 16) Cortes de Navarra (Navarra).

* Total de semillas discriminadas por «Patrón» con valores de fiabilidad > 50.

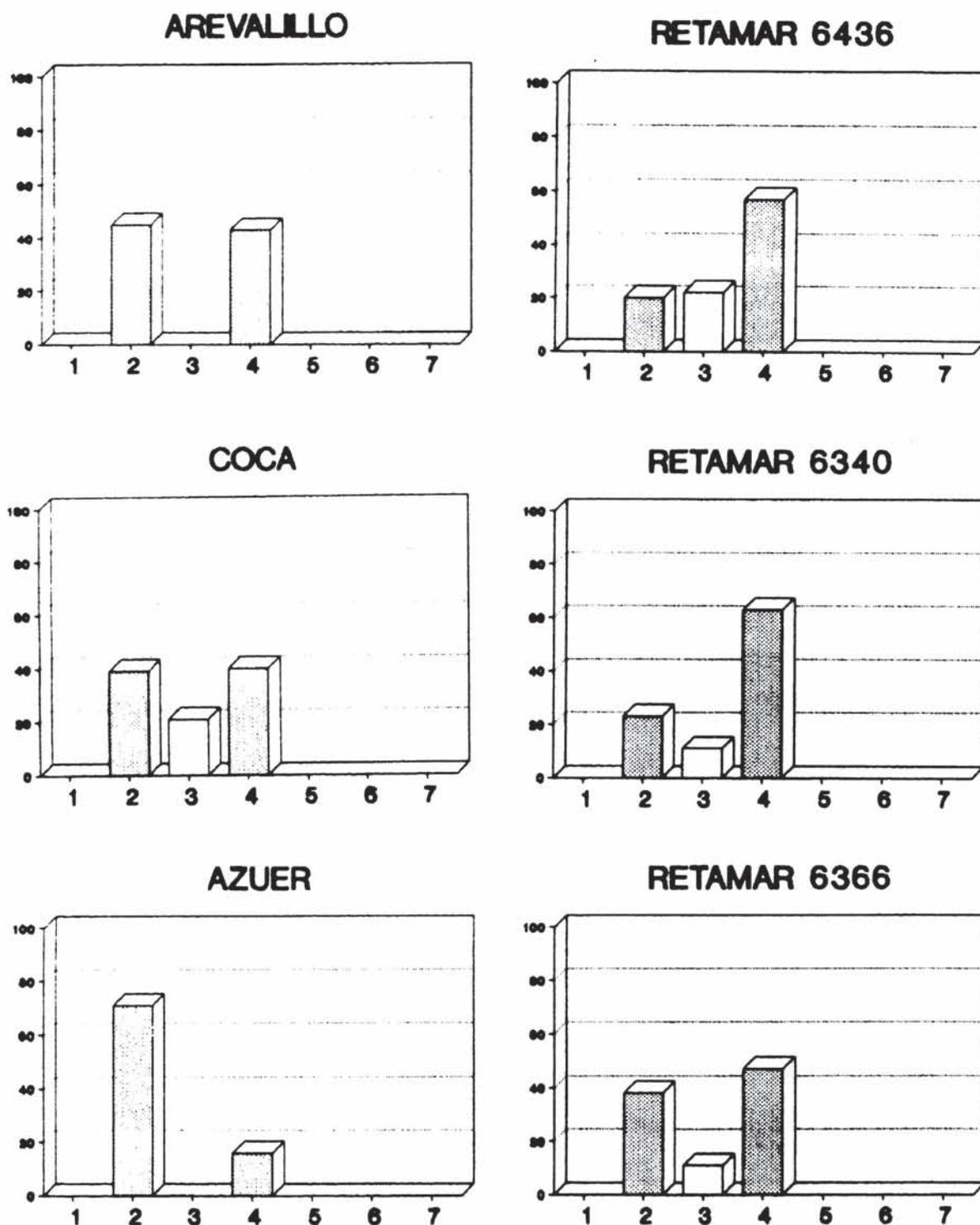


FIG. 4.— Distribución de variedades de trigos arqueológicos. Se puede apreciar, la existencia de dos trigos *T. compactum* (2) y *T. vulgare* (4) cuya presencia se repite en los yacimientos de la Meseta, a excepción de Azuer, en donde los porcentajes quedan invertidos. En el texto se describe cómo estos dos trigos no difieren más que por la densidad de su espiga, y por tanto pueden considerarse de forma conjunta a todos los efectos. La identificación de *T. sphaerococcum* (3) debe interpretarse no como tal, sino como granos poco desarrollados de las poblaciones mayoritarias. 1) *T. spelta* 2) *T. compactum* 3) *T. sphaerococcum* 4) *T. vulgare* 5) *T. turgidum* 6) *T. dicoccum* 7) *T. monococcum*.

Muestra 9 (6340, 6366, 6340): Motilla de Santa María del Retamar, Argamasilla de Alba (Ciudad Real), Excavado por C. Galán en 1987. Adscrito al Bronce de La Mancha, c. 1600 a. C. (Colmenarejo et al., 1987) (Lám. II.b).

Muestra 10: (6436) Motilla del Azuer, Daimiel (Ciudad Real). Excavado por T. Nájera en 1979, Adscrito al Bronce de La Mancha. 1500-1300 a. C., (Molina et al., 1979).

Se observa la presencia de dos variedades de trigo, *T. compactum* y *T. vulgare*, quizás cultivados juntos. Como ya se dijo sólo difieren en la densidad de la espiga y bien pudieron coexistir en la Meseta. Se trata de dos poblaciones significativamente representadas. En los casos de las muestras 7 y 8, procedentes de la provincia de Segovia, los porcentajes de ambas poblaciones son casi idénticos (entre 39 % y 45 %), y podemos conjeturar la presencia de *compactum* y *vulgare*.

La muestra 9 procede de un mismo contexto arqueológico que corresponde al nivel de incendio de una habitación. Los granos se hallaban en recipientes distintos, dos ollas de pequeño tamaño y un cesto de esparto. Efectuamos, en un principio, el análisis de las tres por separado para determinar si se encontraban diferentes variedades de trigo. Los resultados son similares y las hemos agrupado con la media en la Tabla 7. En Retamar, predomina el *vulgare* (56 %) sobre el *compactum* (27 %), aunque consideramos que ambas poblaciones están significativamente representadas.

En la muestra 10 del Azuer, se aprecian las mismas poblaciones que en los restantes de la Meseta, pero con los porcentajes invertidos: *compactum* (64 %), *vulgare* (25 %).

Los porcentajes de *sphaerococcum* que aparecen en Coca y Retamar, no pueden identificarse como tal debido al bajo índice de fiabilidad con respecto a «Patrón». Interpretamos que corresponden a granos poco desarrollados de las poblaciones mayoritarias, *vulgare* y *compactum*.

Valencia

Muestra 11: (H-4) Cova de l'Or, Beniarriés (Alicante). Excavada por D. Fletcher en 1958. Adscrita al Neolítico Cardial, segunda mitad quinto milenio. (Hopf y Schubart, 1965; Hopf, 1966; Zohary y Hopf, 1988).

Muestra 12: Cova de l'Or, Beniarriés (Alicante). Excavada por B. Martí Oliver en 1972. Adscrita al Neolítico Cardial segunda mitad quinto milenio. (Martí Oliver, 1979; López García, 1980; Dupré Ollivier, 1988).

Muestra 13: (AB/1-2) Lloma de Betxí, Paterna (Valencia). Excavada por M. J. de Pedro en 1984. Adscrito al Bronce Pleno, c. 1500 a. C. (M. J. de Pedro y E. Grau, comunicación personal).

Las dos muestras procedentes de la Cova de l'Or no han sido agrupadas por pertenecer a campañas diferentes. El análisis, sin embargo, revela que ambas muestras son similares en su composición. La población mayoritaria es *T. compactum* (65 % y 64 %) con la presencia minoritaria de *T. vulgare* (18 % y 25 %). El elevado índice de fiabilidad en ambas permite suponer el cultivo de los dos trigos.

No hemos constatado en nuestro análisis *T. dicoccum* (Hopf, 1966), ni hallado estructuras secundarias en la muestra total que se encuentra depositada en el Servicio de Investigación Prehistórica (Valencia), que permita identificar su presencia en este yacimiento.

En la Lloma de Betxí, están así mismo presentes las poblaciones de *compactum* (29 %) y *vulgare* (56 %), aunque los porcentajes están invertidos con respecto a las dos muestras anteriores.

La identificación de granos como *sphaerococcum*, en la Lloma y Cova de l'Or, no debe entenderse como tal debido a sus bajos índices de fiabilidad (61 %-68 %) con respecto a «Patrón» (92 %). Interpretamos que estos granos corresponden a frutos poco desarrollados de las poblaciones *vulgare* o *compactum*.

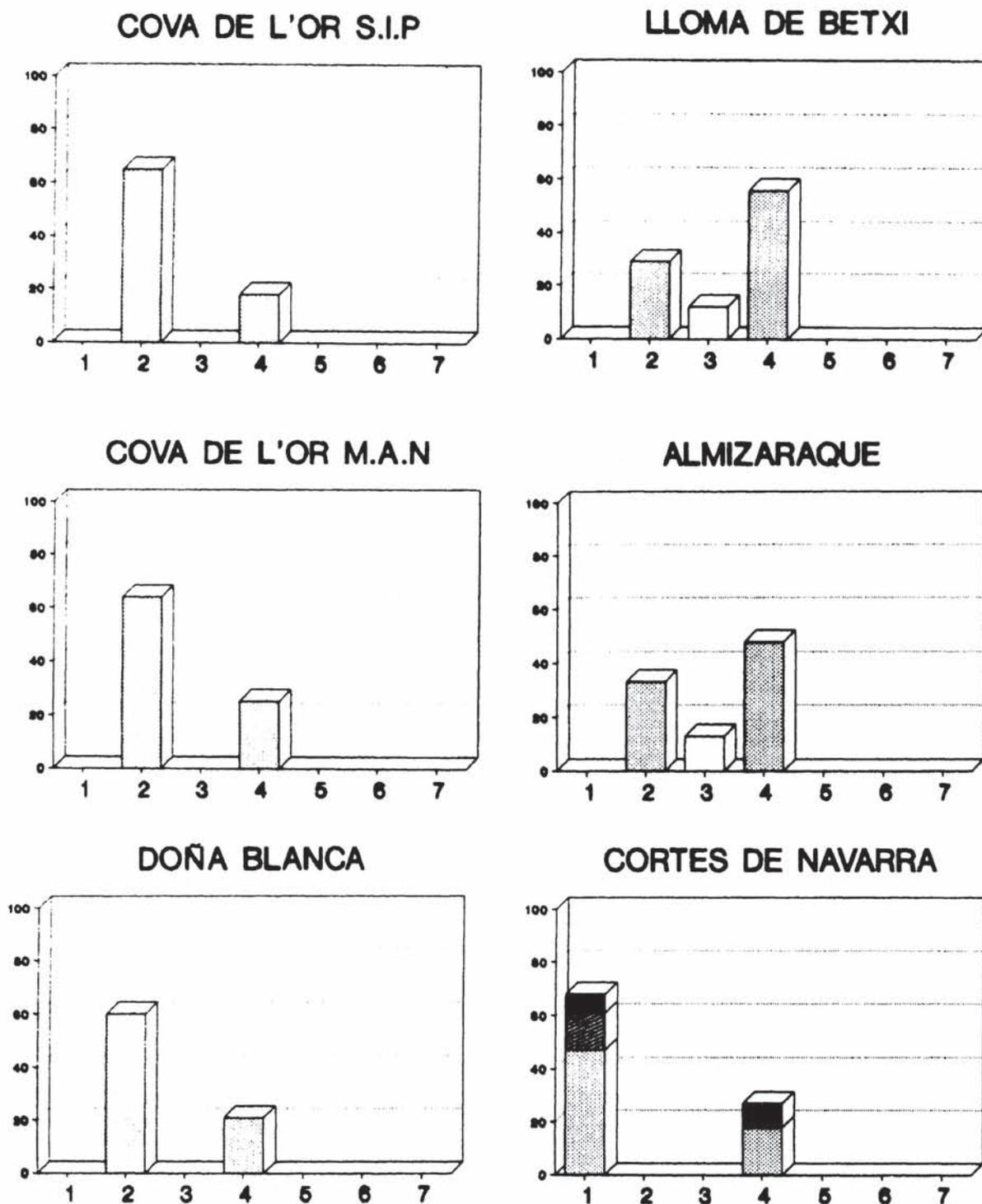


FIG. 5.— Distribución de variedades de trigos arqueológicos. En Cova de L'Or y en la Loma de Betxi, puede considerarse característica la presencia simultánea de *T. aestivum* y de *T. compactum* a pesar de que la proporción relativa de los mismos sea diferente. La identificación de *T. sphaerococcum* (3) debe interpretarse no como tal, sino como granos poco desarrollados de las poblaciones mayoritarias. En Almizaraque y en el Castillo de Doña Blanca la distribución sigue siendo la misma, a pesar de las distancias cronológicas y geográficas. Esto permite subrayar cómo el *T. aestivum*, en cualquiera de sus variedades, ha sido el trigo más representativo de las sociedades prehistóricas, desde su aparición. Cortes de Navarra, es el único yacimiento en el que se han discriminado variedades vestidas (ver texto) 1) *T. spelta* 2) *T. compactum* 3) *T. sphaerococcum* 4) *T. vulgare* 5) *T. turgidum* 6) *T. dicoccum* 7) *T. monococcum*.

T. P., 1990, nº 47

Castillo de Doña Blanca

Muestra 14: Castillo de Doña Blanca, Puerto de Santa María (Cádiz). Excavado por D. Ruiz Mata en 1981. Adscrita a la Cultura Turdetana, siglo IV-III a. C. (Ruiz Mata, 1985).

La población mayoritaria corresponde a *T. compactum* (60 %) seguida de *T. vulgare* (21 %). Los elevados índices de fiabilidad en ambas identificaciones permiten suponer la presencia de las dos variedades de trigo.

El bajo índice de fiabilidad (50 %) en la identificación de *T. spelta* puede, quizás, indicar simplemente el cultivo/consumo de un trigo vestido en Doña Blanca.

Almizaraque

Muestra 15: Almizaraque (Casa 41), Cuevas de Vera (Almería). Excavado por Siret. Adscrito al Eneolítico, c. 2000 a. C. (Siret, 1890; Netolitzky, 1935; Martínez Santa Olalla, 1946; Téllez y Ciferri, 1954; Rivera et al., 1988).

El análisis revela poblaciones de *vulgare* y *compactum*, con índices de densidad (48 % y 33 %) y fiabilidad (77 % y 72 %) similares. La tipificación nos indica la presencia de ambas variedades.

Los 13 granos aquí identificados de *T. sphaerococcum* deben interpretarse como granos poco desarrollados, por su posición en la espiga o por las pobres condiciones de suelo, y son asimilables a cualquiera de las dos poblaciones mayoritarias. A esta conclusión llegamos al observar el bajo índice de fiabilidad con que aparece, mientras que en «Patrón» es de los más altos. La identificación «de visu» puede caer fácilmente en este error, y por ello, disentimos de la realizada por otros autores (Pinto da Silva, 1971 y Rivera, 1988).

Cortes de Navarra

Muestra 16: Cortes de Navarra (Casa 18), Cortes (Navarra). Excavado por B. Taracena en 1949. Adscrito a la Cultura Hallstática, nivel de incendio fechado 720-550 a. C. (Taracena et al., 1954; Téllez y Ciferri, 1954; Hopf 1973; C. Cubero, comunicación personal) (Lám. I.b).

En la muestra completa depositada en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid) encontramos estructuras secundarias que permitían la identificación de *T. dicoccum*. Nuestro análisis revela la presencia mayoritaria de trigos vestidos, *T. spelta* (47 %), *T. dicoccum* (7 %) y *T. monococcum* (14 %). Si bien el índice de fiabilidad de este último es muy bajo con respecto al patrón, los correspondientes a *spelta* (62 %) y *dicoccum* (59 %) coinciden con él. Como dijimos anteriormente, las distancias cuadráticas generalizadas entre *spelta* y *dicoccum* son inferiores a 1, por lo cual la identificación discriminante de ambas poblaciones es aún insatisfactoria.

A la vista de los resultados, se constata la presencia mayoritaria de trigo vestido que, por las estructuras secundarias, debe identificarse como *T. dicoccum*.

Los trigos desvestidos, *T. vulgare* y *T. compactum*, están representados con 27 %, por lo que podemos inferir su cultivo/consumo en Cortes de Navarra.

CONCLUSIONES

Creemos que la metodología experimental presentada resulta válida para la identificación de las diferentes especies y variedades de trigo cultivado en la Península Ibérica, recuperados por medios arqueológicos, desde los inicios de la agricultura hasta época histórica. El método se presenta como

T. P., 1990, nº 47

una alternativa en la identificación de trigos cuando éstos carecen de estructuras secundarias. Las dos muestras de Cova de l'Or ofrecen una gran similitud a pesar de tratarse de campañas diferentes y creemos que este dato corrobora la validez del método que proponemos. «Patrón» discrimina las poblaciones de forma analítica y emite un juicio de resultados objetivo con respecto a las variables morfológicas establecidas.

El medio físico determina, en gran medida, la presencia o permanencia de ciertos cultivos en las zonas concretas que hemos estudiado. Si analizamos los resultados de las 18 muestras, en conjunto, se observa la clara preponderancia de *T. compactum* y *T. vulgare*, que aparecen de forma significativa en todos los yacimientos que hemos muestreado. El *T. aestivum* se encuentra en la Península desde los niveles neolíticos, por ser el trigo que mejor se adapta a las diferentes condiciones ambientales. Sin embargo, esta especie es la más propensa a sufrir añublo y otras enfermedades que pudieran malograr la cosecha. En dos de los castros gallegos (Vigo y Peñalba), la identificación de *vulgare*, en el análisis discriminante se debe considerar con la asimilación que cabe esperar de poblaciones homogéneas de *compactum*, de acuerdo con los resultados de «Patrón».

En la mayoría de las muestras «Prueba», se aprecia el cultivo de dos variedades de trigo. En Galicia, la presencia de *aestivum* y *turgidum* indica que ambos pueden sembrarse conjuntamente. En otros dos castros (A'Graña y Montaz), hay dos poblaciones mayoritarias, *compactum* y *turgidum*, siendo los porcentajes de *vulgare*, mero testimonio de su asimilación con *compactum*. La identificación de *turgidum* es constante en todas las muestras procedentes de Galicia, pero sólo A'Graña y Montaz pueden señalarse como centros productores/consumidores de esta variedad de trigo.

En la zona de la Meseta, se observa la clara hegemonía de dos poblaciones, *compactum* y *vulgare*, que se cultivan por igual. Si bien en las dos muestras, procedentes de Segovia, la proporción es casi equitativa, en Azuer la preponderancia corresponde a *compactum*.

La presencia de granos raquíuticos, discriminados como *sphaerococcum*, en Almizaraque, las tres muestras de Valencia y dos de la Meseta, puede indicar el cultivo de *compactum* o *vulgare* en suelos poco fértiles y faltos de humedad que propician granos con características de enanismo. Es significativa su total ausencia en Galicia, Doña Blanca y Cortes de Navarra.

Las variedades de trigo vestido sólo han sido documentadas significativamente en Cortes de Navarra y en menor porcentaje en Castillo de Doña Blanca. Cortes de Navarra es el único que muestra la presencia mayoritaria de un trigo vestido, *spelta* o *dicoccum*. Los resultados de Doña Blanca, además de señalar la existencia de *compactum* y *vulgare*, indican la posibilidad de que también se consumiera un trigo vestido. Hace falta un muestreo más amplio en el yacimiento para despejar esa incógnita en el futuro.

No hemos constatado, la importancia relativa que se ha venido atribuyendo al *dicoccum* entre las variedades de trigos arqueológicos españoles. Somos conscientes que el muestreo es aún insuficiente para pronunciarse sobre ésta y otras cuestiones que, sin duda, podrán clarificarse mucho más cuando tengamos suficientes análisis en nuestro archivo «Prueba», que abarquen proporcionalmente todos los ámbitos cronológicos y geográficos del trigo en la Península Ibérica.

Pretendemos lograr en el futuro una identificación más satisfactoria de las tres convariedades (*dicoccum*, *durum* y *spelta*), ampliando «Patrón» con nuevas variables, y con la utilización de un lector óptico digital. Sería del máximo interés conocer, mediante Microscopía Electrónica de Barrido, la estructura celular del pericarpio de los nueve grupos considerados.

«Patrón» y «Prueba» (Tablas 4 y 7) constituyen una línea de investigación abierta a la identificación de muestras de trigo aportadas por todos aquellos arqueólogos interesados en el tema.

AGRADECIMIENTOS

Ricardo Alía (Dpto. Sistemas Forestales, CIT-INIA) y Rafael Díez Barra (CIT-INIA) fueron de inestimable ayuda en la programación informática del archivo «Patrón» y «Prueba».

Agradecemos a Carmen Alamán (INIA), y José María Alonso (C.B.M.) la ayuda y consejo prestados en la realización de este trabajo.

Antonio Gutiérrez Oliva, Luis Salaíces, Evaristo Díaz y Teresa Tirado nos permitieron el acceso a las instalaciones del INIA y pusieron a nuestra disposición una lupa binocular dotada de micrómetro y la colección comparativa de semillas del centro.

Agradecemos la colaboración F. J. Jiménez Peris durante todo el proceso de carbonización que se efectuó en el Laboratorio del Fuego, (CIT-INIA).

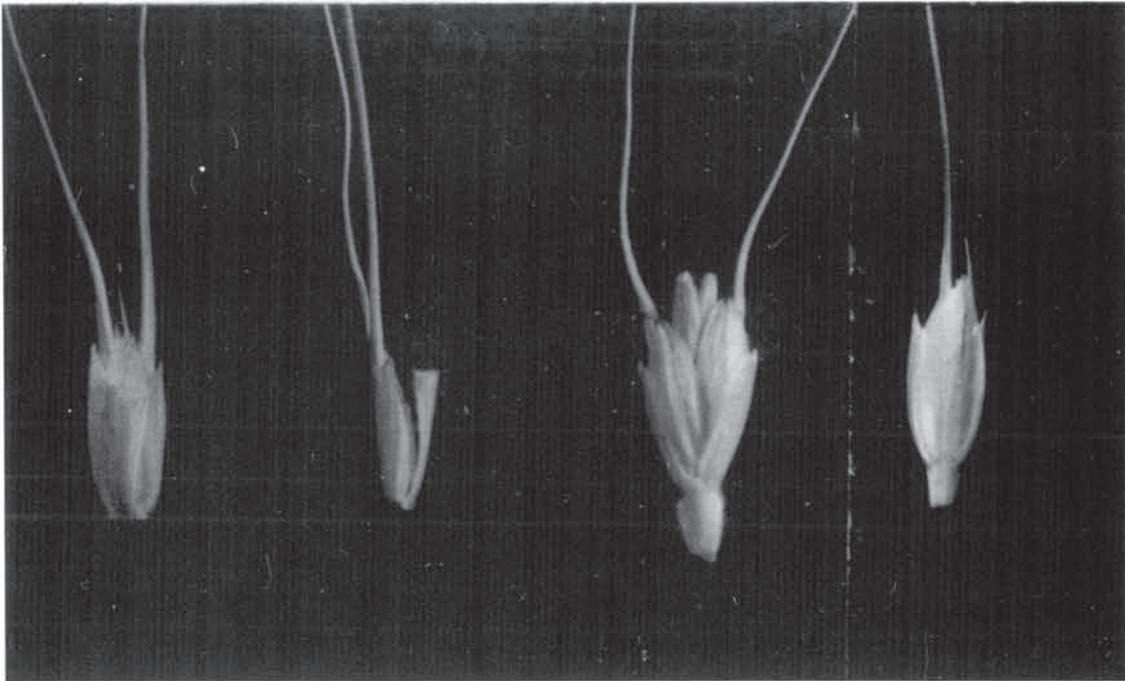
Agradecemos asimismo la colaboración de los directores de excavación que nos han cedido amablemente las muestras analizadas. Asimismo, a Bernardo Martí, Leovigildo Sáez y José María Vázquez Varela por las atenciones prestadas.

La colaboración del Dpto. de Prehistoria (C.E.H.) ha sido fundamental en la elaboración del presente artículo. Agradecemos especialmente a Pilar López y M. Isabel Martínez Navarrete el interés y los consejos aportados en todo momento.

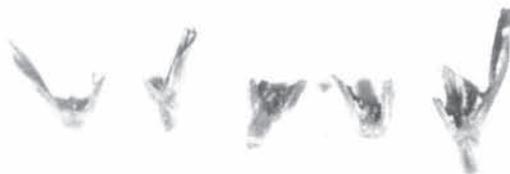
BIBLIOGRAFÍA

- AÍRA, M. J.; SAÁ OTERO, P. y TABOADA, T. (1989): «Estudios Paleobotánicos y Edafológicos en yacimientos arqueológicos de Galicia», *Arqueoloxía/Investigación* 4.
- ALONSO DE HERRERA, G. (1513): «Agricultura General» Edición facsimil. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1981.
- ALVAREZ NÚÑEZ, A. (1966): «Castro de Peñalba. Campo Lameiro (Pontevedra). Campaña 1983». Xunta de Galicia. La Coruña.
- BAKER, H. G. (1970): «Plants and civilization». Fundamental of Botany Series. Universidad de California.
- BLANCO, F. J. (1986): «Coca arqueológica». Madrid.
- CARBALLO ARCEO, L. J. (1986): «Povoamento castexo e romano da Terra de Trasdeza» *Arqueoloxía/Investigación* 2.
- COLMENAREJO, R.; GALÁN, C.; MARTÍNEZ, J. y SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1987): «La "Motilla" de Santa María del Retamar (Argamasilla de Alba, Ciudad Real)» *Oretum* 3: 81-108.
- DUPRÉ OLLIVIER, M. (1988): «Palinología y Paleoambiente. Nuevos datos españoles». Servicio de Investigación Prehistórica. Serie de Trabajos Varios, 84.
- FERNÁNDEZ-POSSE, M. D. (1979): «Informe de la I Campaña (1977) en la Cueva de Arevalillo (Segovia)». *Noticario Arqueológico Hispánico*, 6.
- FLAKSBERGER, K. A.; ANTROPOVI, W. I.; BAHTEEFF, F. H. y NORDVINKINA, A. I. (1939): («Determination des Vraies cereales»). Traducción francesa del original ruso.
- HARLAN, J. R. (1975): «Geographic patterns of variation in some cultivated plants», *Journal of Heredity* 66: 184-191.
- HARLAN, J. R. y ZOHARY, D. (1966): «Distribution of wild wheats and barley». *Science* 153: 1074-1080.
- HAWKES, J. G. (1983): «The diversity of crop plants». Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- HELBÆK, H. (1966): «Commentary of the Phylogeny of *Triticum* and *Hordeum*», *Economic Botany* 20: 350-360.
- HIDALGO CUÑARRO, J. M. (1983): «Excavaciones arqueológicas en el Castro de Vigo». *Publicaciones del Museo Municipal «Quiñones de León»*, (Castrelar. Vigo) 6.
- HOPF, M. (1966): «*Triticum monococcum* L. y *Triticum dicoccum* Schübl en el Neolítico antiguo español», *Archivo de Prehistoria Levantina* XI: 53-72.
- (1973): «Pflanzefunde aus Nordspanien. Cortes de Navarra, El Soto de Medinilla», *Madridrer Mitteilungen* 14: 133-142.
- HOPF, M. y SHUBART, H. (1965): «Getreidefunde aus der Coveta de l'Or bei Alcoy (Alicante)», *Madridrer Mitteilungen* 6: 20-38.
- KISLEV, M. E. (1984): «Botanical evidence for ancient naked wheats in the Near East» en Van Zeist y Casparie (eds.) «Plants and Ancient Man» Balkema. Rotterdam, pp. 141-152.

- KOSINA, R. (1984): «Morphology of the crease of wheat cariopses and its usability for the identification of some species. A numerical approach» en Van Zeist y Casparie (eds.) «Plants and Ancient Man» Balkema, Rotterdam, pp. 177-199.
- KUPZOV, A. (1965): «The formation of areas of cultivated plants», *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, 53: 53-66.
- LÓPEZ, P. (1980): «Estudio de semillas prehistóricas en algunos yacimientos españoles». *Trabajos de Prehistoria*, 37: 419-432.
- MARTÍ OLIVER, B. (1978): «Cova de l'Or (Beniarrés. Alicante): nuevos datos sobre el Neolítico del Este peninsular». *C14 y Prehistoria de la Península Ibérica*. Fundación J. March. Serie Universitaria 77: 57-63.
- MARTÍNEZ SANTAOLALLA, J. (1946): «Cereales y plantas de la cultura ibero-sahariana de Almizaraque (Almería)». *Cuadernos de Historia, Primitiva* 1.
- MILLER, N. F. (1988): «Ratios in Palaethnobotanical Analysis» en C. A. Hastorf and V. S. Popper (Eds.) *Current Paleoethnobotany*. The University of Chicago Press.
- MOLINA, F.; NÁJERA, T. y AGUAYO, P. (1979): «La Motilla del Azuer (Daimiel. Ciudad Real). Campaña 1979». *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 4: 265-294.
- NETOLITZKY, F. (1935): «Kulturpflanzen und Holzreste aus dem prähistorischen Spanien und Portugal». *Buletinul Facultatii de Stiinta din Cernauti*, IX: 4.
- PAÇO, A. DO (1953): «Nota sobre sementes Proto-historicas e outras, encontradas em Portugal». *III Congresso Arqueológico Nacional Galicia*.
- (1956): «Sementes incarbonizadas do Baleal (Peniche)». *XIII Congresso Lusso-Espanhol*. Coimbra.
- PERCIVAL, J. (1921): «The Wheat Plant». London.
- (1948): «Wheat in Great Britain». Duckworth. London.
- PINTO DA SILVA, A. R. (1971): «Aspectos da alimentação de origen vegetal na prè-e-proto-historia da Portugal». Separata *Colecção Natura* I. Oporto: 33-43.
- RENFREW, J. (1973): «Palaeoethnobotany». Methuen. London.
- RIVERA, D.; OBÓN, C. y ASENCIO, A. (1988): «Arqueobotánica y Paleobotánica en el sureste de España, datos preliminares». *Trabajos de Prehistoria*, 45: 317-334.
- ROJAS CLEMENTE, D. (1818): «Agricultura General de Alonso Herrera». Edición corregida, aumentada y adicionada, del original de 1513, por la Real Sociedad Económica Matritense. Madrid.
- RUIZ MATA, D. (1985): «Las cerámicas fenicias del Castillo de Doña Blanca (Puerto de Santa María. Cádiz)». *Aula Orientalis* III (1-2): 241-263.
- SÁNCHEZ-MONGE, E. (1981): «Diccionario de plantas agrícolas». Servicio de Publicaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- SIRET, H. L. (1890): «Las primeras edades del metal en el Sureste de España». 2 vols., texto y láminas.
- TARACENA, B.; GIL FARRÉS, O. y BATALLER, R. (1954): «Excavaciones en Navarra», vol. III. (1951-1953). Diputación Foral de Navarra. Pamplona.
- TÉLLEZ MOLINA, R. y ALONSO PEÑA, M. (1952): «Los trigos de la Ceres Hispánica de Lagasca y Clemente». Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Madrid.
- TÉLLEZ, R. y CIFERRI, F. (1954): «Trigos arqueológicos de España». Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid.
- VAVILOV, N. I. (1951): «Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas». Acme Agency. Buenos Aires.
- ZOHARY, D. y HOPF, M. (1988): «Domestication of plants in the Old World». Clarendon Press. Oxford.



a. Espiguillas de los trigos vestidos. De izquierda a derecha: 1 y 2) *T. spelta*: vista posterior y lateral. 3) *T. dicoccum* vista frontal. 4) *T. monococcum* vista frontal.



b. Granos de trigo correspondientes a la muestra 16 de Cortes de Navarra (Cortes, Navarra).

T. P., 1990, nº 47



a. Nivel de incendio del yacimiento de Castrovite (A. Estada. Pontevedra) en el que se aprecia una bolsada de macrorrestos vegetales.



b. Vasija que contenía parte de los trigos analizados, y que componen la muestra 9. Santa María del Retamar (Argamasilla de Alba. Ciudad Real).

T. P., 1990, nº 47