



## Parámetros que caracterizan a la cebolla (II)



# Índice

1. Introducción	1
2. Objetivo principal: La Pungencia en la cebolla	1
2.1. Mecanismos químicos y biológicos responsables de la pungencia.	
2.2. Métodos analíticos utilizados para la determinación de la pungencia.	
2.3. Robustez de dichos métodos.	
3. Influencia de la forma de los bulbos en la pungencia.	5
4. Evolución de la pungencia.	6
4.1. En función del tiempo de conservación.	
4.2. En función del modo de conservación.	
5. La densidad del bulbo como método alternativo para la caracterización varietal de la cebolla.	8
6. Conclusiones.	9
7. Referencias bibliográficas.	11

## 1. Introducción.

Si en la Parte I de las Informaciones Técnicas nº110/2002: *Parámetros que caracterizan la cebolla* (Llamazares y col., 2002), se desarrollaron los objetivos 2º y 3º allí descritos, en ésta Parte II, le corresponde el protagonismo al 4º objetivo que viene marcado por todo lo referente al parámetro **pungencia o picor de la cebolla**.

Los criterios de comercialización y producción alimentaria han variado notablemente en estos últimos años. Ello es debido además de por otros factores, a la importancia que en la actualidad se le concede al consumidor, tanto por ser éste quien marque el éxito o fracaso de un determinado producto, como por la importancia que las asociaciones de consumidores tienen actualmente.

## 2. Objetivos

El objetivo principal que se ha perseguido en éstas Informaciones Técnicas ha sido el de poder cuantificar una de las cualidades más valoradas de la variedad Blanca dulce de Fuentes como es su débil picor.

En vista de la importancia de este producto agroalimentario se optó por una investigación más completa de esta variedad, dirigiendo los esfuerzos tanto en la comprensión de los mecanismos químicos y biológicos responsables de la pungencia, como en la elección y desarrollo de las técnicas analíticas más apropiadas para la evaluación de la pungencia.

### 2.1. Mecanismos químicos y biológicos responsables de la Pungencia.

Consultada una amplia bibliografía sobre cebolla en general, observamos que no es hasta mediados del siglo XIX, cuando investigadores como Wertheim o Semmler, logran evidenciar la relación entre compuestos orgánicos que portaban radicales de azufre, con el picor de las cebollas o los ajos (Whitaker, 1976). Tiene que pasar un siglo, para que las técnicas instrumentales permitan determinar los mecanismos químicos y biológicos que ocurren en los bulbos cuando estos se cortan para ser consumidos.

La cantidad de reacciones que se suceden es tal y ocurren con tanta rapidez cuando se trocea una cebolla, que aún hoy en día no se está seguro de lo que en realidad está pasando en su totalidad. Investigadores como Virtanen, Ettala, Matikkala, Granroth, Schwimmer, Lancaster... invierten sus esfuerzos en averiguar estos mecanismos, llegando al convencimiento de que los procesos de desarrollo de sustancias pungentes tienen que venir marcados por tres factores que deben coincidir al mismo tiempo:

- a) **Presencia de compuestos orgánicos con radicales de azufre.**
- b) **Presencia de un enzima que acelere la reacción (aliinasa y sintasa)**
- c) **Presencia de oxígeno.**

Son estos sustratos azufrados, junto con los enzimas correspondientes y el oxígeno, como elemento desencadenante de las sucesivas reacciones, los que van a derivar en una serie de productos primarios, que a su vez se volverán a transformar, para producir las sustancias pungentes que impresionarán nuestros sentidos (ojos, nariz y boca) [Wall y Corgan, 1992] [Kopsell y Randle,1999] [Hamilton y col.,1998].

Hasta aquí todo parece sencillo, pero no lo es tanto, ya que en el momento en que los tres factores antes enunciados se ponen en contacto debido al simple hecho de abrir una cebolla, se empiezan a producir tal cantidad de sustancias, muchas de ellas muy inestables, y a tal velocidad debido a la acción de los enzimas, que se hace difícil distinguir cuáles influyen en la percepción de nuestros sentidos en forma irritante y cuales no.

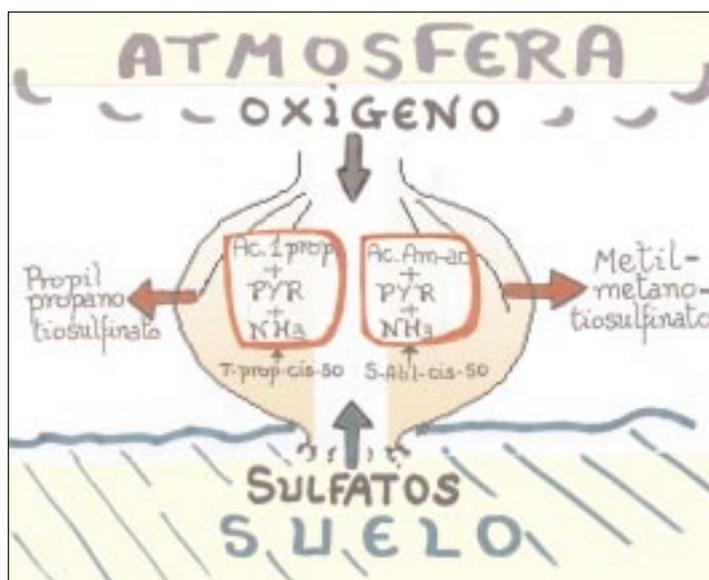
Como en muchas ocasiones, la forma de evidenciar la presencia y cantidad de estas sustancias no es a partir de ellas mismas, sino de residuos estables aparecidos a lo largo del proceso y que guarden relación con la cualidad a examen (pungencia). En este sentido fueron desarrollando modelos posibles en la formación de sustancias pungentes.

Una de las conclusiones destacables, es que todos parecen correlacionar los fenómenos bioquímicos presentes en el desarrollo de sustancias irritantes con el aumento de ácido pirúvico o amonio producidos por varias vías:

- Formación de **1-propenil cisteina sulfénica**, que en presencia de aliinasa, produce **ácido 1 propenil sulfénico (estímulo lacrimógeno)**.
- Desarrollo de **S-Alil-cisteina-sulfénica**, que produce **ácido aminoacrílico (estímulo olfativo)**. (Randle y col.,1995).

En ambas reacciones, como productos secundarios se obtienen amonio y ácido pirúvico (Schwimmer y Guadani, 1961). No obstante ninguna de las sustancias mencionadas parece tener poder pungente, si bien otras aparecidas a partir de éstas si son consideradas como causantes directas del poder irritante de las mucosas. Whitaker atribuyó como responsables finales del carácter pungente a las sustancias derivadas:

- **Metil-metano-tiosulfinato.**
- **Propil-propano-tiosulfinato.**



T-prop-cis-SO: *Trans-S-(1-propenil)-L-cisteina sulfoxilica.*  
 S-Alil-cis-SO: *S-Alil-L-cisteina sulfoxilica.*  
 Ac.1-prop: *Acido-1-propenilsulfénico.*      Ac. PYR: *Acido pirúvico.*  
 Ac.-am-ac: *Acido aminoacrílico.*      NH<sub>3</sub>: *Amoníaco.*

**Figura 1. Mecanismo propuesto por Whitaker de formación de sustancias pungentes a partir de sustancias sulfuradas en presencia de aliinasa y oxígeno.**

## 2.2. Métodos analíticos utilizados para la determinación de la pungencia

En vista de que en los trabajos de Schwimmer y Weston,1961 y otros autores (Bacon y col.,1999); (Kil Sun Yoo,1998) parecía correlacionarse la cantidad de ácido pirúvico con la del ion amonio, se pensó en esta 2ª opción y se realizó la puesta a punto de éste método para calcular este ion por electroforesis capilar. Después de múltiples repeticiones se comprobó que existían varias ventajas frente al 1º método propuesto para la determinación del ácido pirúvico:

- No se necesitaba una extracción previa, pues al pH del licuado de cebolla, el ión amonio resultaba altamente soluble, como para poder analizarlo directamente del licuado.
- No era un método tan crítico como el del pirúvico, ya que las interferencias del color del licuado no tenían importancia, ni se estaba expuesto a errores en el desarrollo de color del complejo.

- La técnica de separación de E.C. (electroforesis capilar) permitía asegurar que los picos asignados correspondían sólo al ión amonio (método altamente específico).

A pesar de estas ventajas, se trabajó con ambos métodos para intentar correlacionarlos entre sí, mediante el *coeficiente de correlación de Pearson r* (Ferrán Aranaz,1997). Este valor, como puede apreciarse en la última fila de la TABLA I, resultó ser de 0,88 que es lo mismo que decir que existe una buena correlación entre los datos obtenidos por los dos métodos. Resumiendo, tanto el ión amonio como el ácido pirúvico se pueden considerar como buenos indicadores de la pungencia. A este índice se le pueden asignar valores entre  $-1$  y  $+1$ , lo que nos indicará:

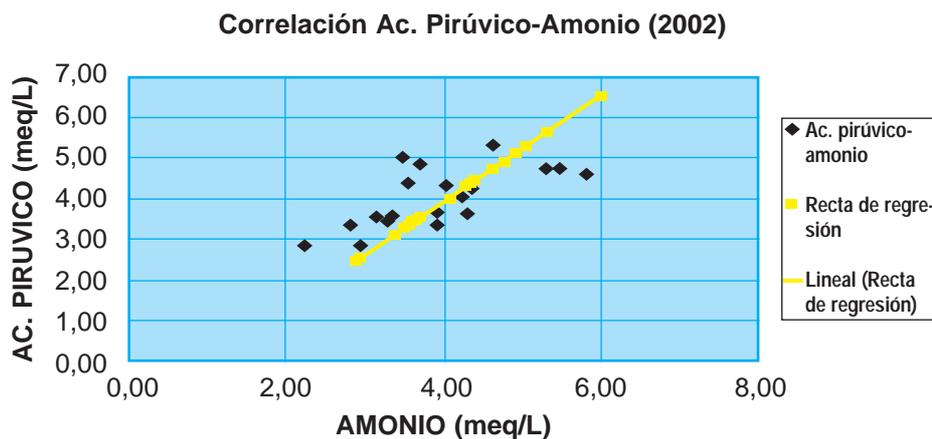
- Los valores próximos a  $+1$  una alta correlación positiva.
- Los valores cercanos a  $-1$  una alta correlación negativa.
- Los valores próximos a cero una nula correlación entre los métodos objeto de estudio.

**Tabla I: Coeficiente de correlación de Pearson a partir de las medias obtenidas de Amonio y Pirúvico (meq/l) durante la campaña 1998.**

Ecotipos de Cebolla	Medias	
	EC	PYR
A	5,04	7,66
B	5,14	8,23
C	6,17	10,13
D	4,55	8,34
E	4,70	8,18
F	4,33	7,02
PEARSON	EC-PYR	0,88



Durante la campaña 2002, se corrobora nuevamente la correlación existente entre valores de pungencia determinados por los dos métodos para diversas concentraciones de licuados de cebolla. La línea corresponde con la recta de regresión debida a esos pares de puntos. Aquí el coeficiente de Pearson es próximo a 0,9 (Figura 2). (Miller & Miller, 1993).



**Figura 2. Correlación entre los métodos de amonio y ácido pirúvico (campaña 2002)**

### Descripción del Método de Electroforesis Capilar:

Después de haber realizado todas las determinaciones pertinentes en las muestras de cebolla por métodos no destructivos (peso, calibre, densidad y color), pasamos a los destructivos (penetromía, sólidos solubles y acidez) y es en el licuado del bulbo centrifugado (para evitar obturaciones del capilar) dónde vamos a leer el contenido de amonio en un equipo de E.C. frente a una recta de calibrado. (Páramo,2000).

### 2.3. Robustez de dichos métodos.

El desarrollo eminentemente práctico y divulgativo de esta Información Técnica, nos obliga a explicar la mecánica de discriminación en la caracterización varietal para poder entender por completo este trabajo.

En todos los casos, se ha seguido al menos un proceso de discriminación mediante cálculo de la *t de student* para las medias y las desviaciones estándar obtenidas.

La gran ventaja del cálculo de la *t de student* consiste en su sencillez y en que nos compara los resultados de las medias frente a las desviaciones estándar halladas para dos poblaciones dadas. (Compañó & Rios,2002).

Aplicando éste término estadístico, siempre se acaba comparando el valor de la “*t de student* calculada”, frente a la distribución conocida de la “*t tabulada*”. Al final lo que nos importa es decidir si las dos poblaciones son significativamente iguales o distintas, y esto se resuelve prácticamente:

1. Si el valor de la *t de student* calculada es mayor que el valor de la *t de student* tabulada, diremos que ambas poblaciones son significativamente distintas.
2. Si el valor de la *t de student* calculada es menor o igual que el valor de la *t de student* tabulada, diremos que ambas poblaciones no son significativamente distintas.

### 3. Influencia de la forma de los bulbos en la pungencia.

En vista de la variedad de formas de bulbos existentes entre las muestras analizadas, se decidió investigar si dicha forma influía en el valor de la pungencia.

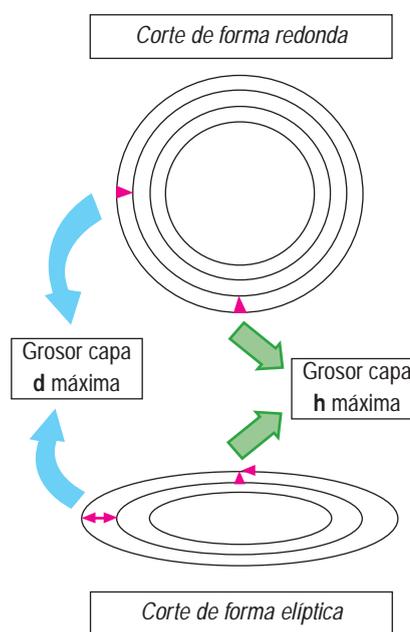
Se dividieron los resultados por tamaño y forma de conservación entre las cosechadas durante la campaña 1999 y se obtuvieron las medias de los valores (Tabla II).

**Tabla II. Medias de los valores de pungencia (meq/l) obtenidos para muestras conservadas en almacén a temperatura ambiente en función de la forma de los bulbos.**

Forma	Grandes	Pequeñas
el-redonda	3,49	6,23
elíptica	3,34	3,91
globosa	3,48	4,77
redonda	3,41	4,41
oblonga	4,35	-
piriforme	3,46	3,31

Los resultados merecen ser comentados:

En el caso de las cebollas de gran volumen, los resultados son casi semejantes para todos los casos (excepción hecha de la forma “oblonga”). No ocurre lo mismo con las cebollas de pequeño volumen, cuya desviación de valores es mucho mayor. Aparentemente no hay motivo para esta desviación, pero en realidad podría explicarse si se observa que las formas que no son redondas producen menor pungencia. ¿Porqué las cebollas tienen esta peculiaridad?. Si recordamos que para que se produzcan las sustancias pungentes es necesario oxígeno, admitiremos que aquellos bulbos que ofrezcan mayor resistencia a la penetración del oxígeno, evitaban que se desarrollen las sustancias productoras de picor, con lo que cuando los abramos nos encontraremos con mayor cantidad de sustancias pungentes (pungencia real) que no se han perdido en la conservación (pungencia perdida). Para explicar la influencia de la forma en este proceso observemos la figura 3.



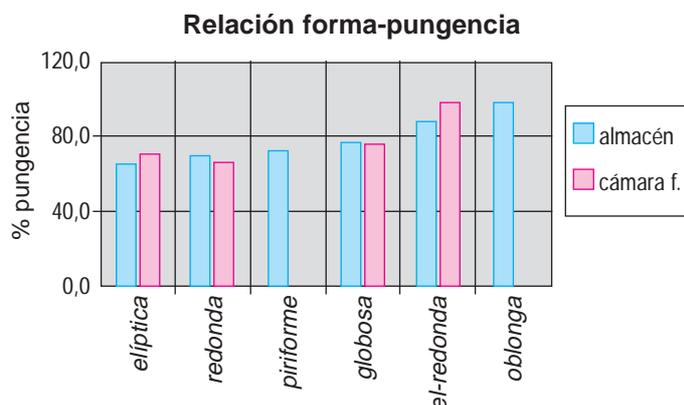
**Figura 3. Influencia de la forma del bulbo en la pungencia (geometría de las capas en un corte transversal)**

Los cortes transversales de los bulbos nos muestran cómo en las alturas máximas apenas hay diferencias de separación intercapas (h máxima) entre un tipo de forma y otro (elíptico y redondo), mientras que en el caso de los diámetros máximos (d máxima), sí se observa diferencia de grosor entre capas, siendo mayor en el caso de forma elíptica. Esto podría suponer que en ese espacio exista mayor cantidad de oxígeno, con lo que en esa zona, durante la conservación, se producirían mayor cantidad de sustancias pungentes en el caso de formas elípticas, por lo que aumentaría la pungencia perdida, disminuyendo la pungencia real, aquella que percibimos al consumirla.

En definitiva, aquellos bulbos que concedan más facilidad a la penetración de oxígeno por la vía que sea, resultarán menos picantes. En el estudio realizado, pueden observarse las formas que mejor explican este proceso, sólo para el caso de comparar formas de almacenaje (Tabla III).

Para el caso de tener en cuenta también los tamaños, existen variaciones de incluso cerca del 40% en cuanto a pungencia a favor de aquellas formas menos “compactas” como por ejemplo la forma elíptica (Tabla II).

**Tabla III: Relación entre los distintos niveles de pungencia en función de la forma y conservación de los bulbos**



## 4. Evolución de la pungencia.

### 4.1. Evolución de la pungencia en función del tiempo de conservación.

Durante las campañas de 1998 y 1999, se procedió a observar la evolución de la pungencia en las variedades *Blanca Dulce de Fuentes* y *Grano valenciana*.

Para ello se tomaron muestras desde el momento de la recolección hasta los cien días de su conservación en dos condiciones diferentes: almacenaje a temperatura ambiente en almacén y en cámara frigorífica a +/- 1 °C para la variedad *Blanca Dulce de Fuentes*. Para la variedad *Grano Valenciana*, sólo conservación a temperatura ambiente en almacén. También se estudió la importancia del tamaño de los bulbos en la pungencia final, dividiéndolos en grandes o pequeños para la variedad *Blanca Dulce de Fuentes*, mientras que para la variedad *Grano Valenciana* debido a su homogeneidad de tamaño de comercialización, sólo se tuvo en cuenta un tamaño.

**Tabla IV: Valores medios de pungencia (meq/l) en las dos condiciones de conservación (campaña 1999)**

TIEMPO DIAS	Blanca dulce de Fuentes				Valencianas		Blanca dulce de Fuentes			
	Almacén				Almacén		Cámara frigorífica			
	Grandes		Pequeñas		Media	Desv.	Grandes		Pequeñas	
	Media	Desv.	Media	Desv.			Media	Desv.	Media	Desv.
10	2,89	0,57	3,04	0,84	4,58	0,91	3,50	0,88	4,32	1,06
20	2,92	0,75	2,60	0,37	5,33	1,73	3,68	1,15	3,96	1,02
30	3,15	0,30	2,69	0,28	4,66	1,72	2,98	0,58	3,62	0,60
40	3,21	0,24	2,89	2,65	4,99	0,68	4,10	0,93	4,37	1,05
50	3,60	0,69	3,53	0,96	5,69	0,55	3,73	1,05	5,26	1,49
60	3,76	0,82	4,30	1,02	5,56	1,08	5,10	0,86	5,65	1,10
70	3,84	0,57	4,08	0,98	5,10	2,04	4,95	1,08	5,52	0,53
80	3,88	0,59	4,63	1,55			4,01	0,82	4,07	0,44
90	3,71	0,54	3,95	0,43						
100	3,95	0,55	4,10	0,60						
Promedio	3,49	0,56	3,58	0,97	5,13	1,24	4,01	0,92	4,60	0,91

Se realizaron los análisis de pungencia mediante los métodos descritos en el punto 2.2 y se realizaron tres repeticiones para cada ecotipo y momento de toma de muestra, lo que se tradujo en un control de más de 180 bulbos a lo largo de las diez semanas.

El interés radicaba en comprobar la importancia del modo de conservación en la pungencia final y en verificar las *cualidades pungentes* de la variedad *Blanca Dulce de Fuentes*, frente a la variedad *Grano Valenciana*. Una vez obtenidos los resultados, se compararon las medias y desviación estándar de los cinco ecotipos y formas de conservación indicados (Tabla IV).

Aplicando el término estadístico de la t de student para comparar los niveles de pungencia entre los dos ecotipos de cebolla Blanca dulce de Fuentes (Grande y Pequeño) entre sí y con respecto al único ecotipo de cebolla Grano (Tabla V).

**Tabla V: "t de student" para las diversas formas de conservación (campana 1999)**

		Almacén			Cámara Frigorif.	
		Fuentes		Grano	Fuentes	
		Grandes	Pequeñas	Valenc.	Grandes	
Almacén	Pequeñas Valenc.	0,40				
		5,28	4,99			
Cámara Frigorif..	Grandes Pequeñas	2,31	1,81	3,38		
		4,99	4,32	1,61	2,48	



## 4.2. Evolución de la pungencia en función del modo de conservación.

El estudio de la influencia de conservación puede entenderse:

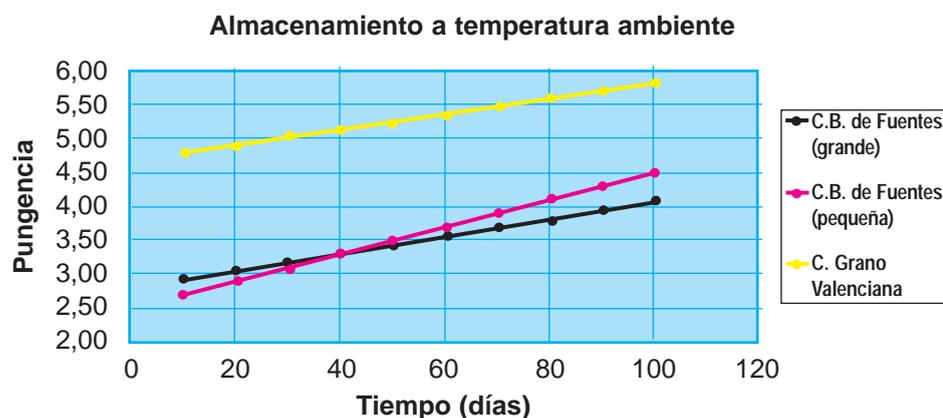
- a) Respecto de la evolución de la pungencia en almacén a temperatura ambiente para las variedades *B.D Fuentes* y *Grano valenciana*:

De esta forma podemos observar que las cebollas de variedad *Blanca Dulce de Fuentes* no difieren en cuanto al nivel de pungencia, ( $t=0.40$ ) independientemente de su tamaño, y que a su vez, si que difieren ( $t=5.28$  y  $t= 4.99$ ) respecto de la cebolla *Grano Valenciana*. (Tabla V).

- b) Respecto de la forma de conservación (en almacén o cámara frigorífica):

Parece que la forma de conservación sí que afecta al resultado final, aumentando el valor de pungencia en las conservadas en cámara frigorífica (Tabla IV).

Observando la relación de las rectas de regresión de la pungencia de los distintos ecotipos en función del tiempo de conservación (Figura 4), se confirma gráficamente la homogeneidad de pungencia de la variedad *Blanca Dulce de Fuentes* independientemente de su tamaño, frente a la variedad *Grano valenciana*, de nivel pungente claramente mayor. Esta gráfica sólo se refiere al caso de almacenamiento a  $t^a$  ambiente, pues como ya se comentó la conservación en cámara frigorífica tiene un comportamiento de pungencia distinto.



**Figura 4. Evolución de la pungencia (meq/l) de bulbos de cebolla conservados en almacén a  $t^a$  ambiente.**

**Tabla VI. Clasificación de picor (según distintos autores)**

Grado de pungencia	Clasificación de picor de Bedford	Grado de pungencia	Clasificación de picor de Schwimmer y Weston
< 6 (moles)	Débil	< 4 (moles)	Débil
6-9 (moles)	Moderadamente Débil	4-10 (moles)	Intermedia
10-14 (moles)	Intermedio	10-20 (moles)	Fuerte
15-19 (moles)	Fuerte		
>19 (moles)	Muy fuerte		

Los valores de pungencia obtenidos en las determinaciones analíticas (tablaIV), no nos indican en sí mismos la sensación producida en nuestros sentidos, sino sólo la diferencia entre variedades. En este sentido, Bedford por una parte y Schwimmer y Weston por otra, realizaron sendos estudios para correlacionar la cantidad de ácido pirúvico frente a la pungencia percibida, dando como resultado las escalas descritas (Tabla VI).

## 5. La densidad del bulbo como método alternativo para la caracterización varietal de la cebolla.

En el número 110 de estas informaciones técnicas *Parámetros que caracterizan la cebolla (I)*, se hablaba de los parámetros **físico-químicos** que podían servir para caracterizar los bulbos de cebolla, y se comentaba la influencia que el tiempo de conservación producía en ellos. En esta información, además de abundar en los datos obtenidos, se va a incorporar un nuevo parámetro que por su sencillez de obtención puede ser de gran utilidad: la **densidad**.

Durante las cosechas de los años 1998, 1999 y 2002, se obtuvieron datos de: peso de los bulbos, altura, diámetro en el ecuador y en algunos casos se calculó la densidad pesando el volumen de agua destilada que desalojaban las cebollas al ser introducidas en un vaso de precipitado lleno a rebosar de agua destilada. Con estos datos se calcularon las densidades para los distintos ecotipos. También se calculó este parámetro (densidad) con los datos derivados del peso, altura de los bulbos y diámetro en el ecuador (Tabla VII).

El peso viene expresado en gramos y la altura de los bulbos y el diámetro del ecuador en centímetros, por lo que la densidad viene expresada en gramos/ml. La columna “radio”, expresa la mitad del diámetro del bulbo, y la columna “rel radio-diam” divide la altura del bulbo por el diámetro del mismo, para asegurar que se trataban de bulbos esféricos, por lo que sólo se contabilizaron aquellos cuya relación fuese próxima a 1, lo que simplificaba los cálculos.

**Tabla VII: Cálculo de la densidad para el caso de Cebolla blanca dulce de Fuentes.**

Bulbos grandes, variedad blanca dulce de fuentes					
Peso bulbo	Altura bulbo	Diámetro bulbo	Radio	Densidad	Rel. radio-diam
654,3	11,5	11,61	5,805	1,07	0,99
845,0	12,0	12,45	6,225	1,12	0,96
610,4	11,0	11,02	5,510	1,16	1,00
652,2	12,0	11,98	5,990	0,97	1,00
584,4	11,0	10,99	5,495	1,12	1,00
814,1	12,0	12,34	6,170	1,10	0,97
654,9	11,0	11,29	5,645	1,16	0,97
586,4	10,5	10,50	5,250	1,29	1,00
560,0	11,0	11,0	5,500	1,07	1,00
media				1,12	
desv. estándar				0,09	

La operación se repitió para el caso de los dos ecotipos fundamentales estudiados: tamaño grande y pequeño de la variedad Blanca Dulce de Fuentes. Con estos valores medios, se comprobó mediante el cálculo de la t de student si ambos ecotipos podían distinguirse mediante el parámetro densidad o no.

Cuando comparamos la variedad Grano valenciana con cualquiera de los otros dos ecotipos de Fuentes, obtenemos valores de 8.91 y 7.9 para la “t calculada” frente a una “t tabulada” de 2.14 para un nivel de confianza del 95% y 12 grados de libertad, o lo que es lo mismo ambas poblaciones aragonesas son distintas frente a la variedad valenciana.

Por lo tanto, de acuerdo a lo que muestra esta tabla relativa a la comparación múltiple de “t de student calculada”, podemos distinguir que :

1. Los valores medios de densidad obtenidos durante todas las campañas para el caso de *Cebolla Blanca Dulce de Fuentes*, se comportan como procedentes de una misma población, ya que los valores de t de student calculada son siempre menores que 2,14 (t de student tabulada). (Tabla VIII).
2. Los valores medios de densidad obtenidos por comparación entre ambas variedades, se comportan siempre como procedentes de poblaciones distintas, ya que los valores de t de student calculados son siempre mayores que 2,14 (t de student tabulada).

Se puede concluir que la elección de la densidad, puede ser un buen criterio para el caso de caracterización varietal. (Tabla IX):

**Tabla VIII: Caracterización varietal mediante la t de student referida a la densidad de los bulbos**

t Calculada		
Cebolla	Grano	B.D. Fuentes
pequeñas	8,91	0,16
grandes	7,90	
t tabulada	2,14	

**Tabla IX: Diferenciación varietal (variedades Grano valenciana y Blanca dulce de Fuentes) mediante el análisis de la densidad de bulbos analizados durante las campañas 1998, 1999 y 2002.**

	Valor medio de densidad			Desviación estandar de densidad		
	1998	1999	2002	1998	1999	2002
Blanca, dulce de Fuentes	1,03	1,12	1,07	0,10	0,07	0,06
Grano valenciana	1,22	1,30	1,32	0,07	0,03	0,03

	t student “calculada”		
	1998 F	1999 F	2002 F
1999 Fuentes	1,834		
2002 Fuentes	0,866	0,111	
1998 Grano	3,872	2,474	4,000
1999 Grano	7,195	6,235	8,853
2002 Grano	7,728	6,928	9,623

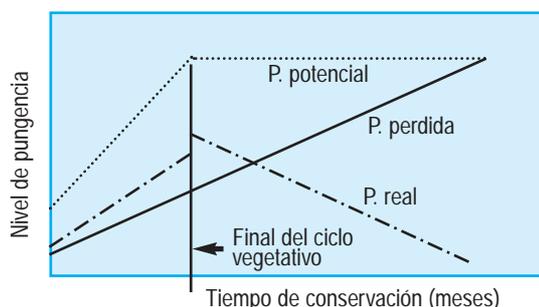
## 6. Conclusiones.

De los resultados obtenidos, puede aventurarse que el concepto de *pungencia* no responde a un único criterio: Como ya se apuntaba en la Información Técnica *Parámetros que caracterizan a la cebolla (I)*, no parece probable que sea una única sustancia la productora de esa sensación de picor, ya que ataca de forma diferente a los distintos tipos de mucosas (ojos, nariz y garganta). Más bien hay que hablar de un compendio de factores pungentes.

- Los bulbos (afortunadamente), no sólo generan sustancias pungentes, también originan alcoholes, azúcares, aldehídos, compuestos aromáticos, sales, etc..., que contribuyen a que la percepción sensorial irritante quede enmascarada parcialmente (Vabrina,1993).
- Lamentablemente, de un año a otro la pungencia puede variar notablemente debido a diversas causas: veranos secos y cálidos (Bedford,1984), tipo de abonado, régimen de riegos, modo de conservación...
- En la evolución de los bulbos durante la conservación (e incluso de la forma en que ésta se lleve a cabo), se producen suficientes cambios en los mismos, que nos puede hacer difícil distinguir ecotipos atendiendo sólo a unos valores medios de agentes productores de picor (Benkeblia, 2000).

Teniendo en cuenta los puntos señalados anteriormente, sería conveniente no hablar de un nivel único de pungencia, sino de tres categorías diferentes de pungencia:

- Pungencia potencial (total): Debe de entenderse como tal la máxima concentración de sustancias irritantes presentes en el bulbo. Este índice es prácticamente teórico, puesto que en ningún caso, la cebolla se va a comercializar en las condiciones de máxima concentración, ya que incluso cuando la planta aún no se ha recolectado, está produciendo sustancias pungentes que se pierden en la atmósfera. Lo mismo ocurre más tarde en la cámara de conservación, tienda de distribución o despensa del consumidor.
- Pungencia perdida: Representa la pérdida de sustancias pungentes explicadas en el punto anterior hasta la apertura del bulbo.
- Pungencia real (enzimática): Es aquella que nuestros sentidos son capaces de captar cuando abrimos el bulbo. Lógicamente, este tipo de pungencia dependerá, no sólo de la variedad, sino de otros factores externos a su propia morfología, siendo el más importante, el modo de conservación.



$$\text{Pungencia real} = \text{Pungencia potencial} - \text{Pungencia perdida}$$

Figura 5. Propuesta de evolución de la pungencia en función del tiempo de conservación

La pungencia potencial, tenderá a ir aumentando tanto en las fases de crecimiento como conservación, si bien en este ciclo, llegará un momento en que al llegar al final del ciclo vegetativo, se paralizará la producción de sustancias pungentes. Efectivamente, este último fenómeno, puede apreciarse en la figura 6, para los casos de conservación en almacén a  $t^{\text{a}}$  ambiente y para los ecotipos de cebolla Blanca Dulce de Fuentes distinguiendo los bulbos en función de su peso en grandes y pequeños.

Parece no obstante que la dinámica de producción de pungencia en los bulbos, debería de venir marcada por los siguientes puntos:

1. Cada variedad posee unos niveles de pungencia característicos (pungencia potencial).
2. Una misma variedad o ecotipo, desarrolla esa pungencia potencial en pungencia real de acuerdo a la facilidad para poner en contacto los sustratos azufrados, oxígeno y enzimas, a partir de los cuales se produzcan los productos residuales como el ácido pirúvico y amoníaco.
3. La viabilidad de estas reacciones vendrá marcada entre otros por:
  - Facilidad de penetración del oxígeno en el bulbo.
  - Forma de conservación del bulbo.
4. A su vez, la facilidad de penetración de oxígeno en el bulbo, dependerá de la forma en que estén dispuestas las capas (grado de compactación) y del factor de penetración del aire entre capas, así como del diametro de cuello del bulbo.

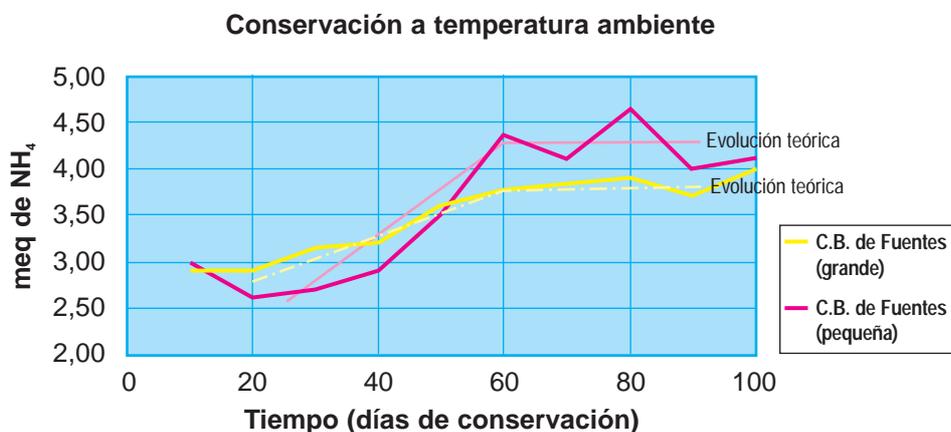


Figura 6. Evolución de la pungencia real en función del tiempo de conservación, frente a la esperada (teórica), mediante el mecanismo propuesto.

5. El modo de conservación también puede afectar a la pungencia ya que, conservaciones en cámara frigorífica pueden ralentizar el “final del ciclo vegetativo”, afectar físicamente (debido al frío) a las capas externas de los bulbos e intercapas, y producir una tasa respiratoria diferente que en otros tipos de almacenamientos.

Queda mucho camino para llegar a explicar y corregir las causas de la variabilidad de comportamiento de un determinado ecotipo a lo largo de diferentes campañas, ya que la cantidad de factores variables que intervienen, es muy grande.

En estos momentos, y hablando solo de la posibilidad de evaluar las cualidades de los bulbos en el momento de ser consumidos, se hace necesario (como con el resto de los alimentos) recurrir no solo a técnicas analíticas instrumentales, sino a técnicas organolépticas por personas entrenadas para ello, capaces de garantizar el control de calidad y homogeneidad del producto final.

Bajo criterios meramente económicos, se deberían buscar ecotipos de tamaño mediano-pequeño, de forma esférica y con gran cantidad de sólidos solubles y materia seca que hagan más duradera su conservación (Mau-Wei Lin y col. 1995). Pero lamentablemente, esto repercutiría en su nivel de picor, que sería más elevado de lo que se espera de una cebolla Blanca Dulce de Fuentes.

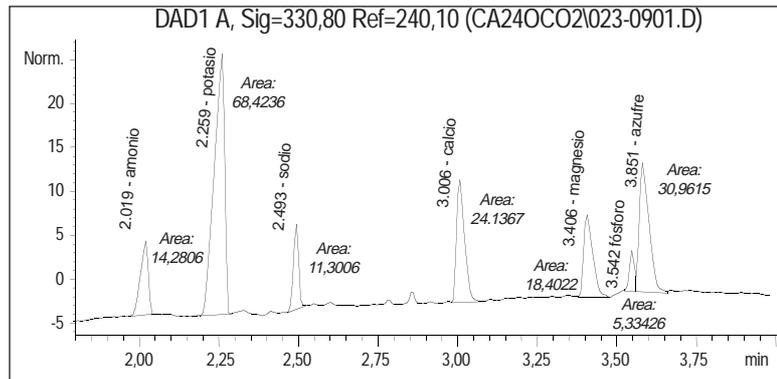
El reto, pues, está en programar, ayudándonos de la selección clonal, los atributos positivos de ésta cebolla tan representativa en Aragón, (escaso picor, sabor agradable...) sin menospreciar los factores de comercialización e industrialización (mantenimiento de su calidad durante un mayor periodo de conservación).

## 7. Referencias bibliográficas.

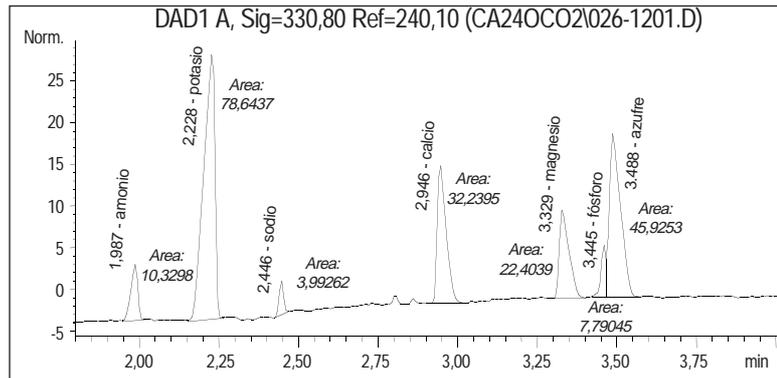
- BACON, MOATES, Ng, RHODES, SMITH, WALDRON. (1999). "Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*)". *Food Chemistry* 64 (1999).
- BEDFORD. (1984). "Dry matter and pungency tests on British grown onions". *Journal of the National Institute of Agric. Bot.* 16 (1984).
- BENKEBLIA, N (2000). "Phenylalanine ammonia-lyase, peroxidase, pyruvic acid and total phenolics variations in onion bulbs during long-term storage". *LWT* vol. 33 (2000) nº 2.
- COMPAÑO BELTRAN, R.; RIOS CASTRO, A. (2002). *Garantía de calidad en los laboratorios analíticos*. Editorial Síntesis.
- FERRAN ARANAZ, M. (1997). *SPSS para Windows: Programación y Análisis Estadístico*. Serie Mcgraw-Hill de Informática.
- HAMILTON, KIL SUN YOO, PIKE . (1998). "Changes in pungency of onions by soil type, sulphur nutrition and bulb maturity". *Scientia Horticulturae* 74 (1998).
- KIL SUN YOO, PIKE L. (1998). "Determination of flavor precursor compound S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides by an HPLC method and their distribution in *Allium* species". *Scientia Horticulturae* 75
- KOPSELL AND RANDLE. (1999). "Changes in the S-alk(en)yl cysteine sulfoxides and their biosynthetic intermediates during onion storage". *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 124 (2). 1999.
- LLAMAZARES, PÉREZ, PÁRAMO. (2002). "Parámetros que caracterizan a la cebolla (I)". *Informaciones Técnicas del Gobierno de Aragón* nº 110.
- MAU-WEI LIN, WATSON , BAGGETT. (1995). "Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions". *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 120 (1). 1995.
- MILLER, J.C., MILLER, J.N. (1993). *Estadística para Química Analítica*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- PÁRAMO PERIS, (2000). "Caracterización varietal de la cebolla Blanca Dulce de Fuentes. Determinación del picor. Mejora de la conservación. Trabajo fin de carrera. Universidad Politécnica de Huesca.
- RANDLE, LANCASTER, SHAW, SUTTON, HAY, BUSSARD. (1995). "Quantifying onion flavor compounds responding to sulfur fertility-sulfur increases levels of alk(an)yl cysteine sulfosides and biosynthetic intermediates". *J.Am.Soc.Hort.Sci.* 120 (6). 1995.
- SCHWIMMER AND WESTON (1961). "Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency". *Agricultura and food chemistry*, nº4 (1961).
- SCHWIMMER, GUADAGNI. (1961). "Relation between olfactory threshold concentration and pyruvic acid content of onion juice". *Journal of food Science* 27 (1962).
- VAVRINA. (1993). "Evaluating sweet onion cultivars for sugar concentrations and pungency". *HortScience* 28(8).1993.
- WALL AND CORGAN. (1992). "Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination". *HortScience* 27(9).1992.
- WHITAKER, J. (1976) "Development of flavor, odor, and pungency in onion and garlic". *Res.* 22, 73-133.



Cebolla blanca dulce de Fuentes



Cebolla grano valenciana



### Agradecimientos:

A la Unidad de Apoyo de Biblioteca y Documentación de la Estación Experimental de Aula Dei (E.E.A.D), en especial a José Carlos Martínez Giménez, por facilitarnos el acceso a todas las publicaciones con tanta eficacia y amabilidad.

### Información elaborada por:

**Amparo Llamazares Ortega**

**Luis P. Pérez Visa**

Centro de Tecnología Agroalimentaria (DGA)

Laboratorio Agroambiental (DGA)

Fotos portada: *Feria de Ayerbe (1918-1943). Ricardo Compañé. Cortesía Excm. Diputación Provincial de Huesca*  
*Campo de Peñalba (Huesca)., Arturo Martínez Rodés (CTAA - Gobierno de Aragón).*

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
 Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA:  
 Barrio de Movera s/n • 50194 Zaragoza • Teléfono 976 58 65 00

Correo electrónico: [ctaaza@aragob.es](mailto:ctaaza@aragob.es)