

**SALVADOR BARBER PEREZ**

**PROBLEMAS QUIMICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE  
UN PROCESO DE PREPARACION DE ARROZ PRECOCI-  
DO Y EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIEDADES**

**(Resumen de la Tesis Doctoral)**

Esta Tesis Doctoral, dirigida por el Dr. D. Eduardo Primo Yúfera, fue leída en Valencia, el día 6 de febrero de 1960, obteniendo la calificación de Sobresaliente *cum laude*.

El Tribunal de examen estuvo constituido por:

Dr. D. José Pascual Vila, *Presidente*.

Dr. D. Manuel Lora Tamayo.

Dr. D. Antonio Soler Martínez.

Dr. D. José M.<sup>a</sup> Viguera Lobo.

Dr. D. Enrique Costa Novella.

En los últimos años el cultivo de arroz en España ha alcanzado una producción anual próxima a las 400.000 toneladas. El consumo nacional es insuficiente para absorber esta producción, resultando un excedente que en las pasadas campañas ha sobrepasado las 100.000 toneladas y en la presente y en las venideras puede ser superior, dado el incremento constante en la producción.

El problema que plantea esta superproducción tiene como mejores soluciones el aumento del consumo nacional y el de la exportación.

Sin embargo, el aumento progresivo en el consumo viene frenado por las dificultades de cocción que presenta el arroz en su preparación culinaria usual, tanto porque exige un tiempo relativamente largo (20-25 minutos), como porque requiere cuidadosa preparación.

Por otra parte, para la expansión de sus exportaciones, España se enfrenta con una situación de perspectivas no muy prometedoras. El mercado europeo de importación tiene un consumo creciente, pero aún reducido, inferior a las 500.000 toneladas, y hay una fuerte competencia, como bien lo indica el que las importaciones corrientes en Alemania, por ejemplo, proceden de diez países diferentes. En cuanto a las exportaciones a los países deficitarios del Extremo Oriente, se debe esperar en el futuro mayor competencia que en el pasado, ya que en este sentido están dirigidos los intereses de los principales países exportadores, cuyos excedentes son cada vez mayores.

Uno de los caminos más prometedores para conseguir los expuestos fines de solución es el descubrir nuevos usos y derivados del arroz. Y en este sentido se ha considerado de gran interés el estudio de un proceso de preparación de un nuevo tipo de arroz. Este arroz, al que nos referiremos en adelante como arroz precocido, puede ser preparado para la mesa en muy pocos minutos, está constituido por granos similares a los del arroz ordinario, secos, duros y blancos y, una vez condimentado, no hay diferencia entre uno y otro arroz.

En la consecución de este objetivo, y muy especialmente al intentar aplicar un proceso a distintas variedades, surgieron problemas técnicos de laboriosa solución, derivados de la falta de conocimientos básicos respecto a la influen-

cia de los componentes del arroz sobre su comportamiento en la cocción y en los procesos industriales.

En las diversas fases del proceso que se han estudiado, el arroz sufre profundas modificaciones; su almidón se gelatiniza y experimenta una serie de transformaciones en su textura, digestibilidad, viscosidad, solubilidad, etcétera, de las que dependen las nuevas condiciones. La medida objetiva de estas variaciones es necesaria tanto para poder trasladar los datos de las investigaciones de laboratorio y piloto a la instalación industrial, como para controlar el proceso de fabricación.

Finalmente todo se complica más cuando entran en juego diferentes variedades de arroz. Es un hecho real que al cocer arroces de distintas variedades durante un mismo tiempo, se obtienen grados de cocción diferentes, absorben cantidades de agua distintas y se obtienen marcadas diferencias en su contextura, homogeneidad de cocción y viscosidad de las superficies.

Muy poco se sabe de estas diferencias y de los factores que las producen, factores que a su vez determinan la preferencia del consumidor y la idoneidad de cada una de las variedades para un uso específico. El desconocimiento de todas estas variaciones y de sus causas, a lo que se une la imposibilidad actual de determinar con certeza la variedad de una muestra de arroz blanco, ocasiona dificultades en la preparación para el consumo directo, y muy especialmente en la realización de procesos industriales tales como el arroz precocido, arroz enlatado, arroz cocido congelado, etcétera, impidiendo su desarrollo.

Por otra parte, el desarrollo del mercado arrocero exige la selección de variedades de mejor calidad y la producción de otras nuevas de características superiores. Los criterios actuales para la selección de variedades son claramente insuficientes, ya que nada dicen de aquellas propiedades del arroz como las de cocción, textura, paladar, etcétera, que tan directamente influyen en la aceptación del consumidor y que determinan la calidad.

Por todo ello los objetivos de esta investigación han sido:

- 1.º Estudiar las características físico-químicas y organolépticas de diferentes variedades españolas de arroz, su comportamiento en la cocción y la aplicación de estos datos a los procesos industriales. Establecer mediante pruebas organolépticas de tipo estadístico, una escala de preferencia con base experimental y estudiar su relación con medidas cuantitativas de factores físico-químicos, buscando entre éstos los determinantes de la calidad del arroz.

## PROBLEMAS QUÍMICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO...

2.º Desarrollar un proceso de arroz precocido practicable con las variedades y en las condiciones españolas.

3.º Establecer métodos de medida adecuados que permitan controlar con precisión las modificaciones físico-químicas que sufre el arroz en las fases fundamentales del proceso, con el fin de poder reproducir los resultados experimentales del laboratorio y de la planta piloto en escala industrial, de obtener un producto de calidad constante y determinada y de poder utilizar distintas variedades para ello.

Con estos fines se realiza la caracterización de los arroces en crudo mediante el estudio sistemático de aquellas propiedades físico-químicas y organolépticas que parecen indicar diferencias entre las variedades.

Los estudios físico-químicos comprenden la determinación cuantitativa de las siguientes características: absorción de agua, proporción relativa de amilosa en el grano y amilogramas.

En el establecimiento de una escala de evaluación o preferencia de las variedades mediante pruebas organolépticas, el primer problema es establecer el tiempo óptimo de cocción, distinto para cada variedad.

En una primera serie de ensayos, las características organolépticas se estudian en lo que se refiere al tiempo necesario para la cocción adecuada de cada una de las variedades ensayadas. Esto ha conducido, por una parte, a poner de manifiesto diferencias existentes, y por otra, a hacer posible el estudio comparativo de los arroces cocidos, ya que el preparar cada una de las muestras en su forma óptima, permite estudiarlas bajo condiciones comparables. Únicamente de este modo, y mediante ensayos organolépticos de carácter estadístico, ha sido posible el establecimiento, considerado fundamental, de una escala de preferencia que además de su aplicación industrial, sirve como base racional para la interpretación de los resultados físico-químicos.

En un intento de relacionar los datos organolépticos con medidas puramente objetivas, se han determinado los sólidos totales en el agua residual de cocción, el agua absorbida, la viscosidad y la proporción relativa de amilosa extraíble en arroces cocidos durante un tiempo óptimo, previamente determinado.

La preparación de arroz precocido se realiza mediante un proceso fundamentalmente dividido en tres fases: preparación, cocción y desecación.

En la primera, mediante tratamiento con aire caliente se producen unas fisuras o grietas a la par que se disminuye el contenido en humedad. Con ello se consigue que cuando posteriormente el arroz sea sometido a cocción,

el agua entre rápidamente en el interior de cada grano y la cocción se realice uniformemente y en menos tiempo. La medida del grado de modificación alcanzado y sus efectos en las propiedades del arroz se realiza por microfotografías de preparaciones histológicas de granos de arroz, variaciones de humedad y absorción de agua.

En la segunda fase del proceso tiene lugar la cocción en autoclave del arroz. Para poder definir las condiciones más apropiadas de tratamiento y para obtener un arroz cocido de características constantes y determinadas, se hace indispensable el establecimiento de un método que permita controlar con seguridad y exactitud el proceso. Ello ha supuesto: Construcción del autoclave adecuado y estudio de las transformaciones físico-químicas que sufre el arroz por medida de las variaciones en viscosidad, susceptibilidad al ataque enzimático y amilosa extraíble con agua.

Finalmente, la tercera fase del proceso se ha desarrollado basándose en la utilización combinada de corrientes suaves de aire y radiaciones infrarrojas. El control de esta operación y el correspondiente del producto terminado se ha seguido por las curvas típicas de desecación y las características físico-químicas y organolépticas siguientes: Proporción relativa de amilosa no transformada, absorción de agua y tiempo necesario para la cocción final adecuada, en arroz precocido seco. Estudios viscosimétricos y amilosa extraíble en arroz precocido cocido en su tiempo óptimo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ESTUDIO DE LAS VARIEDADES

#### *Grado de cocción*

Al cocer muestras de arroz de una misma variedad durante tiempos distintos, se obtienen grados de cocción cuyas diferencias han podido ser puestas de manifiesto mediante pruebas organolépticas. Las variaciones encontradas para el grado de cocción alcanzado en cada una de las muestras de las diez variedades estudiadas, vienen dadas en la figura 1. Esta gráfica permite deducir el tiempo óptimo de cocción para cada variedad, el cual viene dado por la abcisa del punto de intersección de la ordenada 5 —arroz adecuadamente cocido— con la curva correspondiente.

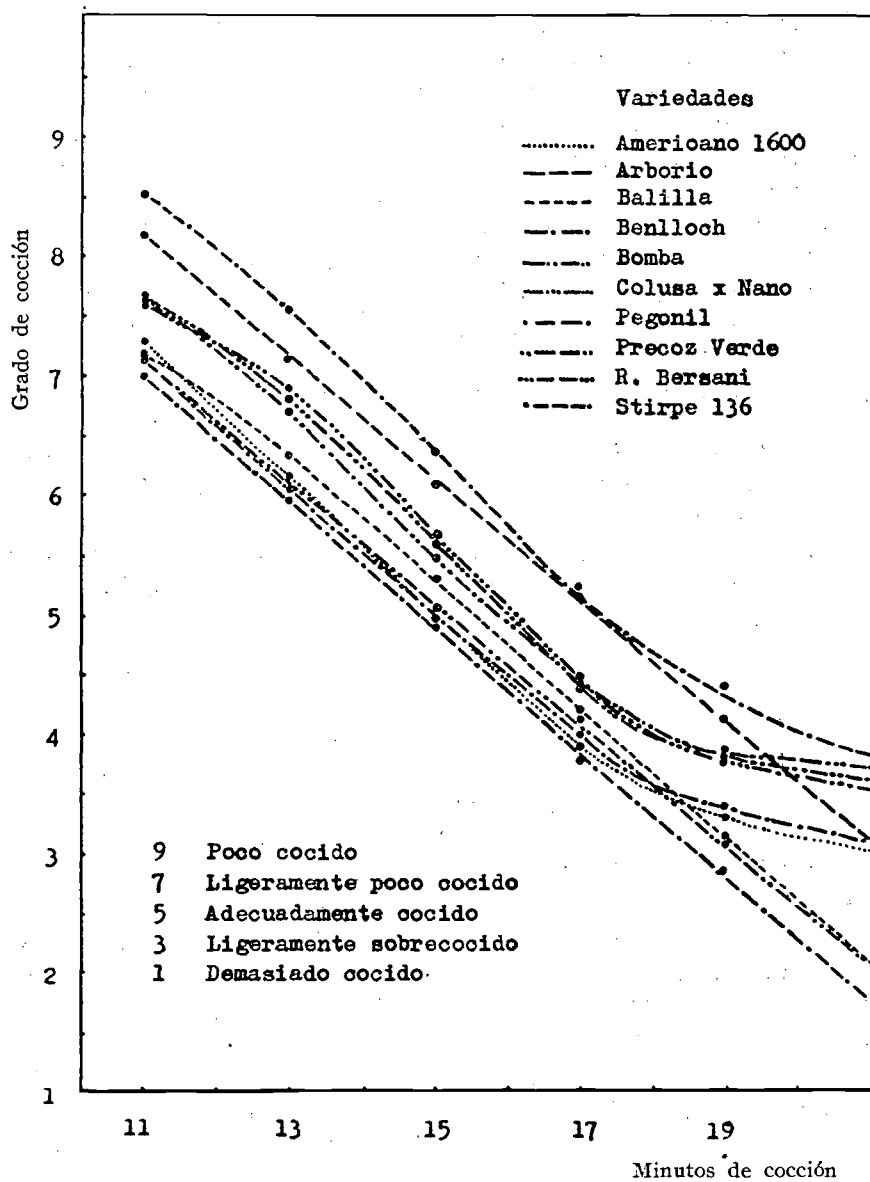


FIG. 1.—Variación del grado de cocción obtenido con el tiempo de calefacción.

Las variedades de grano corto requirieron para su cocción menos tiempo que las de grano largo, constituyendo una excepción la variedad larga Rinaldo Bersani, ya que su tiempo óptimo resultó ser del mismo orden que el requerido por las variedades cortas Bomba y Colusa x Nano.

Con las determinaciones del grado de cocción se llevaron a cabo, simultáneamente, pruebas organolépticas para poner de manifiesto diferencias en la adherencia de arroces cocidos de las distintas variedades. Se obtienen curvas similares a las primeras, pero de menor pendiente; esto indica que las variaciones del tiempo de cocción repercuten más directamente en el grado de cochura que en la adherencia.

#### *Escala de preferencia de las variedades*

El conocimiento de los tiempos requeridos para la cocción más adecuada ha hecho posible preparar cada una de las variedades en su condición óptima, lo que permite someterlas a estudios comparativos.

Mediante análisis organolépticos se ha establecido una escala de preferencia aplicando el método estadístico conocido como "incomplete block design". Los resultados obtenidos se reproducen en la tabla I.

TABLA I  
ESCALA DE PREFERENCIA

<i>Variedad</i>	<i>J U E C E S</i>								
	<i>C. B.</i>	<i>A. C.</i>	<i>L. D.</i>	<i>J. A.</i>	<i>F. C.</i>	<i>P. C.</i>	<i>F. G.</i>	<i>C. N.</i>	<i>Media</i>
Bomba ... ..	8,91	8,20	—	9,01	7,70	7,44	8,69	8,89	8,40
Rinaldo Bersani ...	8,74	7,75	8,13	8,76	7,91	8,24	8,39	8,83	8,35
Arborio ... ..	8,58	7,11	8,09	8,05	8,20	7,72	8,55	7,61	7,86
Stirpe 136 ... ..	7,99	6,54	6,96	7,71	7,38	7,66	8,12	8,14	7,56
Benlloch ... ..	7,21	6,56	7,23	7,21	6,89	6,86	7,60	6,86	7,05
Colusa x Nano ...	7,10	5,54	6,96	7,17	6,86	6,08	7,53	6,69	6,74
Precoz Verde ... ..	6,64	5,61	7,05	7,16	6,11	6,10	6,85	6,41	6,49
Americano 1600 ...	7,08	5,66	7,05	6,52	6,44	5,66	7,01	6,33	6,47
Balilla ... ..	6,33	4,51	6,10	5,55	5,46	5,50	6,31	4,83	5,57
Pegonil ... ..	5,71	4,18	5,83	5,59	5,32	5,51	6,24	5,19	5,44



PROBLEMAS QUÍMICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO...

Las variedades de grano largo han merecido los lugares preferentes. El arroz de la variedad Bomba, calificado en primer lugar, más que una excepción constituye un caso muy particular, pues si bien cuando crudo es un arroz de grano corto, una vez cocido presenta forma y características muy semejantes a las de las variedades largas, hasta tal punto que es relativamente difícil distinguirlo, por ejemplo, del arroz Rinaldo Bersani.

La calificación asignada a las variedades Bomba y Balilla, demuestra que no carece de fundamento la opinión que de ellas se tiene en la práctica como representativas de una calidad superior y otra ordinaria, respectivamente. En lo que se refiere a otras variedades, no hay un criterio general definido que pueda compararse con los resultados obtenidos.

Los datos organolépticos se han analizado estadísticamente por el método de varianza, aplicándose la distribución de Student, y los resultados obtenidos vienen expresados en las tablas II y III.

TABLA II  
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

<i>Variedad</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Error típico</i>	<i>Porcentaje de desaprobación*</i>
Bomba ... ..	0,63	0,24	0
Rinaldo Bersani ... ..	0,40	0,14	0
Arborio ... ..	0,55	0,19	0
Stirpe 136 ... ..	0,57	0,20	0
Benloch ... ..	0,32	0,11	0
Colusa x Nano ... ..	0,64	0,23	0
Precoz Verde ... ..	0,53	0,19	0
Americano 1600 ... ..	0,58	0,21	0
Balilla ... ..	0,66	0,27	0
Pegonil ... ..	0,60	0,21	0

\* Porcentaje de muestras con calificación 4 ó inferior a 4.

## TABLA III

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

<i>Variación</i>	<i>G.º libertad</i>	<i>Valores de t*</i>	<i>Nivel significación</i>
Bomba-Rinaldo Bersani ... ..	6	0,12	< 10,0 %
Rinaldo Bersani-Arborio ... ..	7	3,08	2,0 "
Arborio-Stirpe 136 ... ..	7	1,66	< 10,0 "
Stirpe 136-Benloch ... ..	7	3,00	2,0 "
Benloch-Colusa x Nano ... ..	7	2,34	10,0 "
Colusa x Nano-Precoz Verde ... ..	7	2,05	10,0 "
Precoz Verde-Americano 1600 ...	7	0,17	< 10,0 "
Americano 1600-Balilla ... ..	7	6,55	0,1 "
Balilla-Pegonil ... ..	7	1,24	< 10,0 "
Bomba-Arborio ... ..	6	2,42	10,0 "
Rinaldo Bersani-Stirpe 136 ... ..	7	6,85	0,1 "
Arborio-Benloch ... ..	7	7,49	0,1 "
Stirpe 136-Colusa x Nano ... ..	7	4,64	1,0 "
Benloch-Precoz Verde ... ..	7	5,07	1,0 "
Colusa x Nano-Americano 1600 ...	7	2,63	5,0 "
Precoz Verde-Balilla ... ..	7	5,96	0,1 "
Americano 1600-Pegonil ... ..	7	6,91	0,1 "

\* Resultado final del análisis de varianza a partir del cual se obtiene el nivel de significación.

El nivel de significación alcanzado al comparar una variedad con la de calificación más inmediata —distribución de Student—, osciló entre límites muy amplios. Así, en el par Americano 1600-Balilla es posible diferenciar una variedad de otra en el 99 % de los casos, mientras que en los grupos Bomba-Rinaldo Bersani, Arborio-Stirpe 136, Precoz Verde-Americano 1600 y Balilla-Pegonil, la diferenciación sólo fue posible en menos del 90 %.

## PROBLEMAS QUÍMICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO...

Al comparar cada variedad con la siguiente a su inmediata, la diferenciación fue posible en el 99 % de los casos, a excepción del par Bomba-Arborio (90 %) y del Colusa x Nano-Americano 1600 (95 %).

Simultáneamente a las pruebas organolépticas de preferencia, se han hecho análisis diferenciales en cuanto a adherencia y paladar, considerando que en la calificación final de un arroz tenía que influir notablemente su condición más o menos pastosa y su textura y homogeneidad en la cocción.

Estudios comparativos entre los resultados de adherencia y paladar y los de preferencia han demostrado que era cierta la relación supuesta, habiéndose obtenido los siguientes coeficientes de correlación, que son altamente significativos:

$$\text{Preferencia y adherencia} = + 0,977$$

$$\text{Preferencia y paladar} = + 0,995$$

De los datos obtenidos en los estudios precedentes se desprende que un arroz de alta calidad debe reunir las siguientes características, en lo que se refiere a su comportamiento en la cocción:

- a) Cocción homogénea de cada grano.
- b) Poca pegajosidad superficial y, en consecuencia, reducida tendencia al apelmazamiento.
- c) Integridad de los granos después de la cocción.

## CARACTERÍSTICAS DEL ARROZ BLANCO UTILIZABLES PARA DEFINIR SU VARIEDAD. SUS RELACIONES ENTRE SÍ Y CON LA ESCALA DE PREFERENCIA.

### *Absorción de agua*

Los resultados obtenidos (tabla IV) indican que cuando se cuecen las distintas variedades durante un tiempo dado, absorben cantidades diferentes de agua. Sin embargo, cuando las muestras se cuecen en su tiempo óptimo, previamente determinado para cada variedad, el agua absorbida es característica de grupo, no de variedad. En todos los casos la absorción de agua está relacionada con la forma y tamaño de los granos; las variedades de grano largo absorben menos agua que las de grano corto.

*Índice de amilosa*

Mediante espectrofotometría de la reacción con yodo de extractos de amilosa obtenidos bajo condiciones bien determinadas, se ha obtenido un índice del contenido total de amilosa del arroz, que ha puesto de manifiesto diferencias entre las distintas variedades (tabla IV). Dichas diferencias están relacionadas con el tipo de grano, siendo el contenido en amilosa mayor en las variedades de grano corto que en las de grano largo.

La proporción de amilosa determina las características de hidratación del arroz, absorbiendo más agua y a mayor velocidad las variedades que contienen más amilosa. La velocidad de absorción de agua es, por tanto, un índice de la proporción de amilosa.

*Sólidos totales en el agua residual de cocción*

Al cocer muestras de las distintas variedades de arroz con agua en exceso y durante su tiempo óptimo, se han encontrado diferencias (tabla IV) en la proporción de sólidos en el agua residual de cocción. Los sólidos residuales están relacionados con el tipo de grano. En general, las variedades de grano largo ceden menos sólidos al agua de cocción que las de grano corto.

TABLE IV  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

<i>Variedad</i>	ARROZ COCIDO EN SU TIEMPO ÓPTIMO				ARROZ CRUDO	
	<i>Agua absorbida</i>	<i>Sólidos %</i>	<i>Viscosidad</i>	<i>Índice de amilosa</i>	<i>Agua absorbida</i>	<i>Transmisión %</i>
Americano 1600 ... ..	73,1	6,46	84,3	1,14	231	24,5
Arborio ... ..	71,4	6,41	83,0	0,86	201	42,8
Balilla ... ..	73,0	6,93	85,0	1,10	235	28,5
Benloch ... ..	73,0	5,72	80,7	1,17	228	26,7
Bomba ... ..	73,3	5,91	71,3	1,39	245	17,9
Colusa x Nano ... ..	72,5	6,42	78,7	1,02	225	29,5
Pegonil ... ..	74,7	6,95	85,2	1,41	244	27,4
Precoz Verde ... ..	73,0	6,32	83,6	1,23	229	23,6
Rinaldo Bersani ... ..	71,4	5,67	78,8	0,88	218	30,0
Stirpe 136 ... ..	71,0	6,37	84,8	0,52	199	43,3

### *Viscosidad relativa*

Al determinar la viscosidad relativa de suspensiones de arroz cocido en su tiempo óptimo, se observan diferencias entre las variedades (tabla IV). Los valores obtenidos guardan relación con los determinados para la adherencia por análisis organoléptico, como indica el coeficiente de correlación calculado: — 0,75.

### *Amilogramas*

Las características de gelatinización obtenidas con el amilógrafo de Brabender para las distintas variedades, no han conducido a relación práctica alguna.

### *Caracterización de las variedades*

La tabla IV da una serie de valores que, en conjunto y teniendo en cuenta la relación de ejes del grano (L/A), permite diferenciar cada una de las diez muestras estudiadas.

### *Factores de calidad*

Para la evaluación de las características físico-químicas como factores determinantes de la calidad de un arroz, se han relacionado los valores obtenidos en las medidas cuantitativas con la escala de preferencia establecida por análisis organoléptico. Así se ha visto que ni la velocidad de absorción de agua ni la proporción de amilosa, pueden ser consideradas índices de calidad de un arroz. Sin embargo, los sólidos totales en el agua residual de cocción y la viscosidad relativa han resultado ser factores relacionados con la evaluación de los distintos arroces, habiéndose calculado un coeficiente de correlación para con la preferencia de — 0,80 y — 0,66, respectivamente.

### *Estudio del proceso de preparación de arroz precocido*

Se ha desarrollado un proceso de preparación de arroz precocido que tiene lugar en tres fases: en la primera se consigue el fisurado del arroz por tratamiento a 70° C durante 60 minutos, con lo que se obtiene un arroz con alta velocidad de rehidratación (231, frente a 158 para el arroz crudo)\*

---

\* En gramos de agua absorbida por 100 g de arroz.

y se evita la gelatinización superficial de los granos, ocasionada por temperaturas más elevadas, que haría muy difícil la cocción homogénea en la etapa siguiente.

En la segunda fase se logra la gelatinización del almidón por calentamiento en agua, en autoclave a una atmósfera de presión, durante cinco minutos.

Finalmente, se lleva a cabo la desecación mediante la acción combinada de corrientes de aire de velocidad muy moderada (5cm/seg) y radiaciones infrarrojas, durante un período de 50 minutos a 55°C, al que sigue eliminación rápida (uno a dos minutos) de humedad residual por tratamiento a 120°C.

En el proceso así llevado se logran los resultados deseados de rápida y uniforme penetración del agua y cocción homogénea del arroz deshidratado, durante su preparación final para el consumo.

### *Preparación*

Realizada una serie de experiencias en las condiciones de tiempo - temperatura dadas en la tabla V, se han llevado a cabo estudios microfotográficos, determinaciones de humedad residual y medidas de velocidad de absorción de agua.

El estudio comparativo de microfotografías de preparaciones histológicas de granos de arroz, permite establecer una gradación de fisurado, habiéndose comprobado su estrecha relación con el porcentaje de humedad residual y la capacidad de absorción de agua (tabla V). Las relaciones encontradas hacen posible el control riguroso del proceso de fisurado por cualquiera de los métodos de medida establecidos para determinar el grado de transformación alcanzado. Por otra parte, la información obtenida permite fijar las condiciones óptimas de tratamiento.

### *Cocción*

Se han realizado cocciones a una atmósfera de presión durante tiempos diferentes, y se han seguido por estudios viscosimétricos, espectrofotométricos y enzimáticos, habiéndose obtenido gráficas que hacen posible la fijación del grado de cocción.

Las medidas viscosimétricas y espectrofotométricas son reproducibles dentro de un margen de error de  $\pm 1,5$  %, lo que supone una desviación de  $\pm 3$  segundos y  $\pm 4$  segundos, respectivamente, en el tiempo de cocción.

PROBLEMAS QUÍMICOS EN EL ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO...

Las relaciones encontradas permiten trasladar los resultados experimentales del laboratorio y de la escala piloto a autoclaves industriales de cualquier tipo y controlar las fases fundamentales de la preparación de arroces precocidos, midiendo con precisión el grado de transformación alcanzado.

El comportamiento del arroz cocido como sustrato de la takadiastasa constituye también una medida del grado de cocción del arroz. Sin embargo, la precisión alcanzada es menor:  $\pm 7$  segundos.

TABLA V

ESTUDIO DE LA PRIMERA FASE DEL PROCESO DE PRECOCIDO

<i>Tratamiento</i>	<i>Agua absorbida</i> (1)	<i>% Humedad extraída</i> (2)	<i>N.º de orden</i> (3)
105° — 30 min.	248	11,5	1
105° — 15 min.	248	11,1	2
85° — 45 min.	245	10,3	3
85° — 30 min.	253	10,0	4
70° — 60 min.	231	8,9	6
70° — 45 min.	228	8,3	7
85° — 15 min.	223	8,3	8
70° — 30 min.	224	8,0	8
60° — 60 min.	200	7,4	9
60° — 45 min.	201	7,1	10
60° — 30 min.	200	6,7	11
crudo	158	0	15

(1) G. de agua absorbida por 100 g. de arroz tratado.

(2) G. de agua extraída por 100 g. de arroz húmedo (13,0 %).

(3) Apreciación subjetiva del grado de fisurado.

DESECACIÓN

El estudio de la variación de la humedad residual durante la marcha del proceso, ha conducido a obtener la curva típica de desecación que permite

controlar esta fase y reproducir los resultados obtenidos en laboratorio, en desecadores por cargas o continuos.

En el arroz precocido obtenido se han estudiado las características físico-químicas y organolépticas siguientes: tiempo óptimo de cocción, índice de amilosa, absorción de agua, viscosidad relativa y sólidos totales en el agua residual de cocción.

TABLA VI

	<i>Arroz original</i>	<i>Arroz precocido</i>
Tiempo óptimo de cocción (1) ... ..	15,9	4,0
Absorción de agua (2) ... ..	157,0	260,0
Proporción relativa de amilosa (3) ... ..	17,9	38,2
Proporción de amilosa extraída (4) ... ..	46,9	36,1
Viscosidad relativa (5) ... ..	71,3	81,6
Sólidos residuales (6) ... ..	5,9	2,4

(1) Expresado en minutos.

(2) En gramos de agua absorbida por 100 g. de arroz seco, para cinco minutos de cocción.

(3) En % de transmisión de la solución con yodo, para arroz original crudo y arroz precocido seco.

(4) En % de arroz crudo.

(5) En segundos.

(6) En % de transmisión de la solución con yodo, para arroz original y arroz precocido, cocidos en su tiempo óptimo.

Los resultados obtenidos (tabla VI) indican que el tiempo óptimo de cocción del nuevo arroz es de un orden cuatro veces menor que el requerido por el arroz original. Una vez cocido tiene el mismo aspecto que el normal. Sus características han sido estudiadas por ensayos organolépticos similares a los realizados con arroces normales y mediante ellos se ha apreciado en el arroz precocido hidratado una homogeneidad de cocción mayor que la encontrada en arroces ordinarios, así como una separación de granos sensiblemente superior.