

11943143

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE CIENCIAS

SECCION DE QUIMICAS.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
SECRETARIA CIENCIAS

21-2-72

ENTRADA N.º 79

+ / 979

ESTUDIO FISICO-QUIMICO DE LA ELABORACION DEL PIMIENTO, EMPLEADO  
EN EL RELLENO DE ACEITUNAS, POR FERMENTACION ANAEROBICA DIRIGIDA.

Por

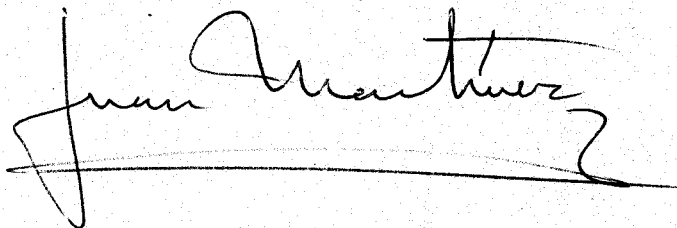
M<sup>a</sup> ISABEL MINGUEZ MOSQUERA

Sevilla, Enero 1972

JUAN MANUEL MARTINEZ MORENO, CATEDRATICO DE QUIMICA TECNICA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA Y DIRECTOR DEL INSTITUTO DE LA GRASA Y SUS DERIVADOS, PERTENECIENTE AL PATRONATO "JUAN DE LA CIERVA" DEL C.S.I.C.

CERTIFICA: Que el presente trabajo de investigación titulado: "ESTUDIO FISICO-QUIMICO DE LA ELABORACION DEL PIMIENTO, EMPLEADO EN EL RELLENO DE ACEITUNAS, POR FERMENTACION ANAEROBICA DIRIGIDA", que constituye la memoria que presenta la Licenciada M<sup>a</sup> ISABEL MINGUEZ MOSQUERA, para aspirar al grado de Doctor en Ciencias (Sección de Químicas) ha sido íntegramente realizado en los laboratorios del Departamento de Química y Microbiología de este Instituto bajo la dirección de D. Matías J. Fernández Díez, Profesor de Investigación de este Centro.

Y para que conste expido y firmo la presente certificación en Sevilla, Enero de mil novecientos setenta y dos.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Manuel Martínez Moreno', with a long horizontal flourish underneath.

fdo./ Juan M. Martínez Moreno

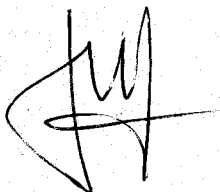
Memoria presentada por la Licenciada M<sup>a</sup> Isabel  
Minguez Mosquera para optar al grado de Doctor  
en Ciencias, Sección de Químicas.

*M<sup>a</sup> Isabel Minguez Mosquera*

fdo./ M<sup>a</sup> Isabel Minguez Mosquera

Vº Bº

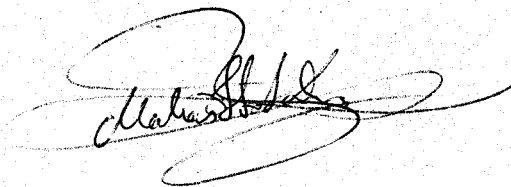
El Catedrático Padrino



fdo./ Juan M. Martínez Moreno  
Catedrático de Química  
Técnica.

Vº Bº

El Director de la Tesis



fdo./ Matias J. Fernández Díez  
Profesor de Investigación  
del Instituto de la Grasa  
y sus Derivados.

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. D. Juan Martínez Moreno, Catedrático Padrino de esta Tesis por sus orientaciones y apoyo.

Al Dr. D. Matías J. Fernández Díez, Profesor de Investigación del Instituto de la Grasa y sus Derivados por su eficaz e ininterrumpida dirección en el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. en Biología D. Fernando González Cancho, Investigador del Instituto de la Grasa y sus Derivados, por su inestimable cooperación, estímulo y dirección en las investigaciones microbiológicas realizadas.

A la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación por la Beca de Formación del Personal Investigador disfrutada durante los cursos 1968-71.

A todos los compañeros que de una u otra forma han contribuido a que esta Tesis fuera una realidad, mi más profundo agradecimiento por su anónima colaboración.

A las firmas industriales que han prestado su colaboración para la realización de las experiencias piloto.

INDICE

	<u>Página</u>
1.- Introducción	1
2.- Antecedentes bibliográficos	7
3.- Parte experimental	18
3.1.- Plan de trabajo	18
3.2.- Preparación de muestras	19
3.3.- Metodología	26
3.3.1.- Análisis físico-químico de la salmuera	26
3.3.2.- Análisis microbiológico de la misma	27
3.3.3.- Textura de los frutos	28
3.3.4.- Ensayos organolépticos	29
3.3.5.- Color de los frutos	29
3.3.5.1.- Aparatos utilizados	30
3.3.5.2.- Puntuación subjetiva	32
3.3.5.3.- Establecimiento de métodos de medida y desarrollo de la escala de color	32
3.4.- Materia prima	43
3.4.1.- Características principales de la misma	43
3.4.2.- Conservación hasta la elaboración	45
3.5.- Investigación del proceso de elaboración	46
3.5.1.- Estudio comparativo del fruto pelado por ambos procedimientos	46
3.5.2.- Estudio físico-químico comparativo de la fermentación y conservación en salmuera	48

	<u>Página</u>
3.5.3.- Efectos de las fases de elaboración (pelado, fermentación-conservación) sobre el color del producto final	52
3.5.4.- Estudio microbiológico de ambos procedimientos de conservación	54
3.5.5.- Ensayos organolépticos	62
3.5.6.- Estudio comparativo de rendimientos y costos	63
3.6.- Desarrollo industrial del proceso de elaboración	65
3.7.- Control de calidad	74
4.- Conclusiones	82
5.- Bibliografía	87

1.- INTRODUCCION.



Es de sobra conocida la importancia que, para nuestro mercado nacional, y principalmente internacional, tiene el aderezo de aceitunas estilo español o sevillano. La calidad del producto obtenido, y muy especialmente las características organolépticas del mismo, hacen que, actualmente pueden considerarse las aceitunas verdes españolas como las mejores del mercado mundial.

No obstante, y por diferentes razones, fundamentalmente, de competencia en la elaboración por otros países productores (Estados Unidos, Italia, Grecia, entre otros) es necesario no sólo continuar sin desmayo los esfuerzos realizados (1) (2) para mantener la calidad en un grado aceptable para el consumidor medio, sino también alcanzar en la misma un nivel al que no pueden presentar dificultades los más exigentes.

De aquí la importancia de toda investigación que permite a la industria un mejor control, una mejor fabricación, y lo que es más importante, una adecuada selección de la materia prima para la elaboración del producto final.

Dentro del citado mercado (3), la aceituna verde rellena de pimientos ocupa una posición realmente excepcional y predominante en nuestra producción y exportación, como indican los valores expresados en las tablas I, II y III.

De los valores de las tablas II y III, y teniendo en cuenta que el porcentaje medio de pimientos en la aceituna rellena oscila alrededor de un 25 %, puede estimarse que sólo la exportación del pimiento representa un total de 380 millones de pesetas, aproximadamente.

**TABLA I**  
**=====**

Producción anual de pimiento para el relleno de aceitunas.

Tipo de producto	Unidades físicas (Tm)	Precio unitario (Pts/Tm)	Valor aproximado (millones de pts)
Pimiento crudo	44.000	3.000-5.000 *	176
Pimiento elaborado	15.000	24.000-40.000 *	525

\* Precios dependientes de la calidad del producto.

TABLA II  
=====

Exportación de aceitunas rellenas de pimientos. Aceitunas verdes  
a granel (el 80 % relleno de pimiento)

Exportación	Año		
	1965	1969	1970
Unidades físicas Tm.	33.262	44.543	31,083
Precios unitarios FOB pts/Tm.	49.000	45.000	47.000
Millones de pesetas	1.650	2.000	1.460

TABLA III  
=====

Exportación de aceitunas rellenas de pimientos. Aceitunas verdes  
en frascos (el 80 % relleno de pimiento)

Exportación	Año		
	1965	1969	1970
Unidades físicas Tm.	615	9.139	12.000
Precios unitarios FOB pts/Tm	116.000	92.000	100.000
Millones de pesetas	72	840	1.200

Sin embargo, hasta hace poco tiempo (4), poca atención se ha prestado al estudio de la calidad de esta materia prima tan fundamental.

El pimiento empleado en el rellano corresponde (5) (6) (7), dentro de la familia de las Solanáceas, género Capsicum, especie Capsicum Annum, a diversas variedades, entre las que podemos destacar el morrón dulce, California Wonder, Yolo Wonder, etc. Sus frutos son bayas carnosas, erguidas o inclinadas, de forma y color variables.

En general (8) el pimiento español es de color rojo cuando está maduro, tiene forma redondeada o cónica, su cáliz es de color verde con cinco o más dientes, y el pedúnculo es corto y curvado. La pared del fruto, más o menos carnosa, coriácea, roja por transparencia y con grietas transversales fáciles de observar con lupa.

El pimiento no tiene especiales exigencias en cuanto al clima, no obstante prefiere los templados, con calor, obteniéndose los frutos de mejor calidad, sabor y tamaño en las regiones de veranos largos y calurosos. Florece a una temperatura de 18° a 20° C, necesitando para su completa maduración de 23° a 25° C.

Muestra igualmente preferencia por los terrenos mullidos, de consistencia media, con mucho fondo, frescos y fértiles, ya que en tierras fuertes, muy arcillosas, vegeta mal, por las grietas que se producen a consecuencia de la desecación y que dañan las raíces de la planta.

Se cultiva siempre en vivero, efectuándose la siembra en los meses de Diciembre y Enero. En Andalucía se trasplanta al terre-

no generalmente entre el 25 de Abril y el 15 de Mayo, y la recolección se efectúa en los meses de Septiembre y Octubre.

Actualmente en el mercado se clasifica el pimiento subjetivamente, por su color y consistencia, en diversas categorías, y si bien la pericia del comerciante ha salvado, y continúa haciéndolo, a veces de forma muy eficiente, el obstáculo que supone la falta de un método técnico de control, es evidente la necesidad de disponer de procedimientos que sean capaces, de forma objetiva, de eliminar las dificultades de acuerdo en las transacciones comerciales, por diferencias de criterio o de apreciación subjetiva.

Sin embargo, no es sólo éste el inconveniente que se presenta actualmente en el mercado, El pimiento, desde su preparación previa (tostación, pelado y colocación en barriles con salmuera saturada) hasta su empleo en el relleno de aceitunas, tiene, necesariamente, que sufrir una serie de cambios físicos, químicos y microbiológicos, que han de influir poderosamente en la calidad del producto final.

En conexión con estos razonamientos, dos puntos fundamentales presentan inicialmente el mayor interés:

En primer lugar el pelado químico, por tratamiento de los frutos con solución de hidróxido sódico, ya utilizado para éste y otros productos en la industria de la conserva, puede favorecer grandemente los rendimientos industriales, e incluso, lo que es aún más importante, la conservación del pimiento.

En segundo lugar, la conservación en salmuera de baja gradua-

ción, mediante una fermentación anaeróbica dirigida, puede ofrecer las siguientes ventajas: a) reducción de gastos de sal, envases de madera, aros de hierro, etc.; b) condiciones de conservación más limpias e higiénicas; c) posibilidades de adaptación de la fabricación al empleo de grandes recipientes, análogos a los empleados en la fermentación de grandes masas de aceitunas (9); d) evitación de posibles fermentaciones posteriores del pimiento, al eliminar la salmuera saturada empleada en la conservación; e) evitación de las posibles repercusiones en la "textura aparente" del cambio brusco del pimiento desde la salmuera con alto grado de saturación, hasta la empleada en el relleno de aceitunas alrededor de 7-8 % en el equilibrio.

Aliguisakis (10) ha realizado un estudio práctico bastante detallado de algunos de estos puntos, empleándose actualmente en Grecia (11) este procedimiento de preparación y conservación de la industria de aceitunas.

Por los resultados que hemos obtenido en esta investigación, la eliminación de la piel por tratamiento alcalino con solución de hidróxido sódico, seguido de una fermentación rápida, presenta importantes ventajas que pueden resumirse en un mejor rendimiento, una buena textura mantenida durante largo tiempo, y una desaparición rápida de la materia fermentable, condiciones que, en conjunto, pueden permitir, o bien comercializar el fruto con rapidez, si fuera necesario, o por el contrario mantenerlo en buenas condiciones por un periodo mucho más largo que utilizando el procedimiento de tostación en horno y conservación en salmuera saturada, método tradicional.

Las investigaciones realizadas nos han demostrado que los microorganismos responsables de dicha fermentación son las levaduras.

Por consiguiente, se ha efectuado un estudio sistemático detallado de dichos gérmenes, siguiendo la técnica de Lodder y Van Rij (12), aislados durante dos campañas, al objeto de conseguir una fermentación dirigida, en condiciones óptimas.

Finalmente, para el control y mantenimiento de la calidad dentro de la fábrica, resulta absolutamente indispensable la normalización de los métodos de medida de aquellos atributos o factores de calidad que influyen más decisivamente en la aceptación del producto por el público consumidor.

Específicamente para el color del pimiento empleado en el relleno, el único método actualmente en uso es el desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (13), que utiliza como patrones dos tablillas de plástico, rojas y amarillo rojiza asignando a cada lote una puntuación por comparación visual con dichos patrones, lo cual hace que el procedimiento presente un alto grado de subjetividad. Por otro lado los colores de dichas tablillas son insuficientes para los pimientos españoles que, por regla general, presentan tonalidades más rojizas que las presentadas en dichos patrones.

Es por ello, que una de las primeras preocupaciones, al acometer el plan de trabajo mencionado anteriormente para el estudio de la conservación y comercialización del pimiento, fuese la normalización de las medidas de color en dicho fruto.



Para este estudio, se han puesto a punto dos métodos instrumentales: Spectronic 20 con accesorio de reflectancia y Tintómetro Lovibond Standard.

Las muestras empleadas para dichos ensayos fueron previamente valoradas subjetivamente, para después poder establecer estudios comparativos.

**2.- ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS.**

Pocos datos, en cuanto a la composición química del pimiento, hemos podido encontrar en la bibliografía.

En general los resultados difieren un poco de unos autores a otros, lo cual puede ser debido a que la composición de dicho fruto depende de la naturaleza del terreno en que se cultiva, de los abonos que hayan sido empleados, del clima, etc. y sobre todo de la variedad cultivada.

Genevois y cols. (14) efectúan, en quince variedades francesas de pimientos, determinaciones de vitamina C, sustancias reductoras presentes, vitaminas B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>, y ácidos orgánicos.

Posteriormente, Souty y André (15) (16), realizan un detallado estudio sobre la composición química de algunas variedades de pimientos dulces cultivados en Francia, tales como Quadrato Giallo d'Asti, doux d'Alger, Antibois, Yolo-Wonder, Galwonder, Lagnes, Gross Carré y Vinedale..

Determinan en todas estas variedades, teniendo en cuenta el efecto de la maduración, el extracto seco, la acidez total expresada en m.e.q. y en ácido málico, los azúcares totales, azúcares reductores, sacarosa, contenido en vitamina C y relación azúcares/acidez.

En relación con el pimiento español, autores extranjeros han realizado investigaciones sobre su composición, aunque la finalidad perseguida fuera el estudio básico del pimentón (17) (18).

Doolittle y Odgen (19) determinan el contenido en celulosa,

almidón y extracto etéreo, en el fruto entero, en el pericarpio y en las semillas y placenta.

También en España, desde el punto de vista de la fabricación del pimentón, Sancho Gómez y cols. han realizado un estudio muy detallado sobre la composición química de los pimientos maduros y frescos (8), determinando los porcentajes siguientes: agua, fibra bruta, sustancias solubles e insolubles en agua, proteínas, lípidos, glucidos, extracto etéreo, pectinas, cenizas totales, cenizas insolubles en ácido clorhídrico, azúcares reductores, vitamina C,  $\beta$ -caroteno, vitamina B<sub>1</sub> y B<sub>2</sub>, ácido pantoténico, vitamina E, nicotinamida y ácido oxálico.

Entre las aplicaciones del pimiento rojo, podemos destacar, su utilización para el relleno de aceitunas, y la conserva del mismo en botes de hojalata, para su consumo directo.

Pero el pimiento, antes de su empleo, ha de ser sometido a una preparación previa para eliminar la piel, cascabullo y semillas. Esta operación en España, se realiza, bien por tostación en horno, con llama directa de fuel-oil, bien por tratamiento químico (20), sumergiendo los pimientos en un baño de sosa cáustica. De las ventajas que supone este último método ya nos ocuparemos más adelante en la parte experimental.

En los Estados Unidos (21) se utilizan diversos procedimientos de pelado para la industria de conserva de pimientos:

- a).- Tostaciòn, directamente a la llama.
- b).- Calentamiento en baño de aceite a temperatura elevada.
- c).- Pelado con vapor recalentado bajo alta presiòn.
- d).- Pelado químico con sosa caústica.
- e).- Pelado por acciòn combinada lejía caústica-vapor.

Las principales características de los distintos métodos descritos son las siguientes:

- a).- Tostaciòn, directamente a la llama.

Este método es el más tradicionalmente usado tanto en España como en el extranjero. Consiste en una carbonizaciòn superficial de la piel sin afectar la pulpa del fruto. De esta forma, la piel tiende a separarse de la carne y es eliminada por la acciòn de fuertes duchas de agua bajo presiòn, asociada al efecto abrasivo del frotamiento de los pimientos unos contra otros en un tambor giratorio.

La misiòn de estas duchas es eliminar la mayor parte de la piel, asegurando al mismo tiempo su enfriamiento para evitar sobrecalentamientos excesivos.

Los restos de piel que quedan en el fruto han de ser eliminados manualmente con la ayuda de un cuchillo y lavado posterior con agua.

Existen dos tipos de horno:

- de tambor rotatorio en el que los pimientos avanzan hacia la salida cambiando continuamente de posiciòn, para que, de esta forma, el tostado sea uniforme y satisfactorio. Durante este reco-

rrido los pimientos son sometidos a las llamas directas de fuel-oil.

- De túnel, de 6 a 8 m. de longitud, de material refractario, equipados con un transformador continuo de chapa perforada, que en este caso viene a sustituir el tambor rotatorio.

b).- Calentamiento en baño de aceite.

Los pimientos se sumergen en un baño de aceite mineral refinado, exento de olor y sabor, a una temperatura suficientemente alta y durante el tiempo necesario para que la piel se desprenda. La temperatura del baño varía según los pimientos entre 125° y 225-250° C y el tiempo de contacto oscila en función de la temperatura y la naturaleza de los pimientos entre 30-40 segundos y 3-4 minutos.

Este tratamiento puede ser efectuado en continuo a discontinuo. El baño se enriquece progresivamente en materias carbonizadas por lo que debe ser regenerado periódicamente. El aceite se renueva completamente cada 50 Tm. de pimientos.

A la salida del baño, el aceite se recupera y los pimientos pasan a rampas con chorros de agua, preferentemente, caliente, para eliminar el aceite residual y separar la mayor parte de la piel.

c).- Pelado con vapor recalentado.

El tratamiento consiste en someter los pimientos a la acción de vapor recalentado bajo presión de 3,1 a 3,8 kg/cm<sup>2</sup>, se-

guida de una expansión brusca. Este método se emplea actualmente en Estados Unidos para el pelado de legumbres, tubérculos y tomates.

Bajo el efecto combinado del escaldado superficial por el vapor y de la expansión brusca, la piel se disgrega y se separa, facilitando esta operación mediante duchas de agua en una lavadora rotatoria de chapa perforada del tipo "jaula de ardilla".

d).- Pelado químico con lejía de sosa caústica.

Es de gran aplicación sobre todo en la industria de conservas de melocotón en almíbar.

Consiste en sumergir los productos a pelar en un baño de sosa caústica de concentración apropiada, manteniéndolo a temperatura próxima a la ebullición, durante un tiempo variable según los productos, de forma que se provoque la disgregación de los componentes orgánicos (ricos en materias pècticas) que fortalecen la unión entre la epidermis y la carne, sin afectar a ésta de una manera sensible. La piel así separada puede ser eliminada por la acción mecánica de fuertes chorros de agua, asociadas preferentemente a un efecto abrasivo moderado.

Los tres principales factores que hay que tener en cuenta en la operación son la concentración del baño de sosa caústica, su temperatura, y el tiempo de inmersión, que conviene ajustar convenientemente según los productos tratados mediante ensayos previos. Para los pimientos, se utilizan generalmente soluciones de sosa caústica de concentración del 12-15 % de NaOH, con un tiempo de inmersión de 25-40 segundos, operando a una tempera-

tura pròxima a la ebullición.

Para favorecer el contacto íntimo entre la solución y la piel, se adiciona al baño una pequeña cantidad de agente humectante orgánico, preferentemente del tipo alkyl-aril-sulfonato.

La Food Drug Administration (22), ha autorizado recientemente el empleo de una mezcla de ácidos alifáticos como humectantes auxiliares en el pelado con cáustica. Entre ellos, ácido valérico, caproico, caprílico y pelargónico, empleados a razón de 1 % máximo en la lejía.

Además el dodecylbencenosulfonato sódico y el 2-etil-hexil-sulfato sódico han sido admitidos. Estos dos pueden utilizarse igualmente para el lavado de frutas y legumbres a condición de no exceder de 0,2 %.

A la salida del baño alcalino, el exceso de hidróxido sódico se elimina por un lavado abundante de agua y las últimas trazas del mismo se neutralizan por inmersión en solución de ácido cítrico al 1-2 %. La neutralización es importante en el caso de la conserva de pimientos, porque la persistencia de sosa residual puede contribuir a la elevación de pH conduciendo a una esterilización difícil.

e).- Pelado por acción combinada de lejía cáustica-vapor.

Tiene por objeto asociar las ventajas del pelado con sosa al de vapor y hacer así la operación más rápida y eficaz. Consiste en cubrir los pimientos con una delgada capa de NaOH al 10 % para someterlos inmediatamente después a la acción del vapor re-



calentado a 150° C. La operación se termina por lavado, neutralización y eliminación de la piel mediante fuertes chorros de agua,

Con sosa seca (23) (24) (25) (26) se han realizado experiencias de pelado de melocotones y otros frutos con resultados satisfactorios. La piel se separa como un sólido en lugar de una mezcla pastosa como ocurre comunmente en la práctica industrial. La máquina utilizada para este procedimiento consiste en una serie de filas de discos rotatorios de caucho blando, que separan la piel suavemente de la superficie del fruto.

Un nuevo proceso de pelado se está desarrollando basado en la aplicación de rayos infrarrojos a las patatas tratadas con caústica seguido de un tratamiento abrasivo, o de cepillado mecánico, para quitar la piel (27). La alta intensidad de la radiación aplicada a la superficie del fruto o vegetal hace posible concentrar el efecto del tratamiento con lejía, en una capa muy delgada que puede ser separada mecánicamente. De esta forma se elimina el uso del agua, y el tejido obtenido del pelado se separa como un residuo concentrado (28) (29) (30).

La radiación infrarroja es la forma más eficaz para transferir rápidamente calor a una capa superficial delgada. El calor radiante penetra también en las zonas de depresión de la superficie del fruto. La absorción preferencial de la radiación infrarroja por áreas oscuras defectuosas lleva consigo la mejor calidad de pelado y una menor pérdida.

Una vez el fruto pelado y libre de cascabullo y semillas, se procede a su conservación. Esta difiere según sea la finalidad

que se le vaya a dar al pimiento: para el relleno de aceitunas, o para la industria de la conserva.

En el primer caso, el pimiento se conserva tradicionalmente en barriles de madera, parafinados o no en su interior, disponiendo el fruto en capas alternadas con sal sòlida, y llenando finalmente los recipientes hasta rebose por el orificio lateral superior con salmuera saturada, cuyas pèrdidas por evaporaciòn, saladeros, etc. se reponen periòdicamente, mediante adiciones sucesivas del mismo líquido de gobierno.

Ningùn estudio físico-químico y microbiològico del proceso ha sido efectuado con anterioridad.

En cambio el pimiento destinado a la industria de la conserva, puede ser directamente envasado, con la conveniente adiciòn al líquido de gobierno de àcidos, agentes endurecedores, y otros ingredientes, permitidos en cada caso por la legislaciòn de los diferentes países.

En Estados Unidos, las normas correspondientes vienen reguladas por las disposiciones de la Federal Drug and Cosmetic Act (31).

En España, se han preparado, igualmente, unas normas de identidad para conservas de pimientos (32) que especifican los ingredientes que pueden ser empleados en su elaboraciòn. Estos incluyen: sal comùn, sacarosa, aceites comestibles, vinagre; àcido cítrico, tartàrico, màlico y làctico; cloruro, sulfato, y citrato càlcico y fosfato monocàlcico. La adiciòn de àcidos se efectúa en cantidad tal que favorezca la esterilizaciòn sin afec-

tar seriamente al sabor del producto.

Sobre los efectos que estos aditivos pueden tener sobre la textura, pH, color y sabor de los pimientos en conserva se han realizado numerosos trabajos.

Se ha estudiado la variación de pH y acidez total (33) (34), de pimientos en conserva teniendo en cuenta a la vez la maduración del fruto.

La inmersión de pimientos pelados en ácido cítrico, diluido, o acético, o la adición de una cantidad definida de ácido directamente en las latas puede ocasionar el descenso del pH del producto conservado desde 4,95 hasta 4,50 unidades, y por tanto permite tratarlos a 215° F con poco peligro de alteración (35) (36) (37) (38).

La adición directa del ácido en el recipiente da como resultado una mayor uniformidad en el pH que la inmersión citada anteriormente. La utilización de tabletas de ácido cítrico es más fácil que el empleo de un líquido acidulante. La acidificación no afecta al color. Sin embargo la adición de ácido modifica el flavor. Sólo la acidificación por debajo de un valor de pH de 4,3 unidades da como resultado un cambio drástico en el flavor, e incrementa significativamente el peso escurrido del pimiento. El uso de esta acidificación combinado con la adición de cloruro cálcico, produce un incremento significativamente mayor en el peso escurrido y en la firmeza del producto envasado (39) (40) (41) (42) (43).

Cuando el ácido cítrico y las sales de calcio se usan jun-

tos, el efecto sobre el peso escurrido y la firmeza es mayor que cuando se agrega uno solo de estos aditivos. Las mayores fracciones pècticas no se correlacionan con el peso escurrido o la diferencia de textura. Al agregar 0,05 % de gluconato monosòdico a los pimientos acidificados, la aceptabilidad organolèptica se incrementa fuertemente.

En Estados Unidos, dadas las dificultades que presentan los pimientos para la esterilizaciòn, se procede al mejoramiento de su textura por tratamiento con sales de calcio. La eficacia de este tratamiento se atribuye a la reacciòn entre las sustancias pècticas de los tejidos y el calcio a\u00f1adido, que conduce a la formaciòn, dentro de la estructura del tejido, de pectatos y pectinatos de calcio insoluble, que tiene por efecto mejorar la pèr-  
dida de textura en la esterilizaciòn (21) (44) (45) (46) (47).

Parece ser que el efecto combinado del àcido cìtrico y las sales de calcio sea de naturaleza sinèrgica màs que acumulativa. El cloruro càlcico es la sal mas utilizada para este tratamiento de endurecimiento.

El tratamiento consiste en la adiciòn de sal de calcio, en dosis calculadas, directamente a los botes, o bien en una inmersiòn previa de los pimientos antes del envasado en una soluciòn de cloruro càlcico. No obstante, el empleo de cloruro càlcico presenta frecuentemente el inconveniente de comunicar posteriormente a los pimientos esterilizados, un gusto amargo indeseable que se procura corregir por adiciòn de azùcar y gluconato.

Tambièn se ha propuesto reemplazar el cloruro càlcico por hidròxido càlcico. Segùn los ensayos efectuados en condiciones

experimentales, cuidadosamente controladas, los resultados más satisfactorios se han obtenido con hidróxido de calcio aplicado por inmersión antes del precalentamiento.

Se han realizado estudios comparativos de diferentes ácidos orgánicos para la acidificación del pimiento en conserva (48). El ácido fumárico resultó ser más efectivo que el cítrico, málico o succínico en el descenso del pH hasta 4,5 unidades. El ácido adípico fue el menos efectivo.

Se ha comprobado que cuando una pequeña cantidad de azúcar se adiciona con el ácido, el pH es normalmente más bajo que cuando éste se usa solo. Los pimientos acidificados son tan aceptables en flavor como los no acidificados.

La acidificación aumenta el peso escurrido encontrándose una correlación significativa entre el pH y las pectinas solubles en agua, protopectinas y contenido total pèctico (49).

3.- PARTE EXPERIMENTAL.

### 3.1.- Plan de trabajo.

La presente investigación se ha efectuado a lo largo de tres campañas consecutivas de elaboración del pimiento (1968-69; 1969-70 y 1970-71) para alcanzar los siguientes objetivos:

a).- Determinar las características del fruto, de interés primario en la elaboración.

b).- Factores que pueden influir favorable o desfavorablemente en el decapado químico con solución de hidróxido sódico, tales como, concentración de la lejía, temperatura, y tiempo.

c).- Estudio sistemático de una nueva forma de elaboración y conservación del pimiento para el relleno de aceitunas, por fermentación en salmuera de baja graduación, en comparación con el sistema actualmente empleado de conservación en salmuera saturada.

d).- Desarrollo de un proceso industrial de elaboración y conservación en grandes masas, que sustituya al tradicional de preparación en barriles, de baja rentabilidad.

e).- Control de la calidad del proceso, haciendo especial hincapié en el estudio de los principales factores de la misma: textura y color.

Para desarrollar este plan de trabajo, durante el primer año, se realizan ensayos de orientación, de laboratorio y semi-industriales, atendiendo fundamentalmente al estudio de los factores, ya indicados anteriormente, que influyen en la eliminación de la piel por tratamiento alcalino.

Igualmente, se ponen a punto los métodos de control de los

factores de calidad mas importantes.

En la segunda campaña, se desarrolla el nuevo sistema de elaboración en fermentadores experimentales de laboratorio, diseñados para tal fin. Paralelamente, se realizan experiencias semi-industriales.

Así mismo, se establece la escala de color para el producto elaborado.

La tercera campaña se dedica a confirmar, en el laboratorio, los resultados anteriores, y a desarrollar el proceso de fermentación y conservación en fermentadores de gran capacidad, de aplicación industrial.

Como complemento se realizan ensayos de laboratorio para dirigir la fermentación.

Para una más fácil comprensión de las investigaciones realizadas, se da primeramente la metodología, y a continuación, cada uno de los factores del proceso estudiados con una exposición cronológica de las experiencias realizadas.

Finalmente se describe el proyecto de desarrollo del nuevo proceso, siguiendo las normas del control de calidad.

### 3.2.- Preparación de muestras.

En la campaña 1968-69 se preparan a escala de laboratorio, cuatro lotes de pimientos crudos, previamente seleccionados para eliminar los picados, dañados, excesivamente maduros, y en general los defectuosos, cuyos pesos respectivos fueron de aproxi-



madamente 9, 15, 17 y 18 kg. Dichos pimientos correspondían, los dos primeros lotes, a una partida elaborada el 23 de Septiembre de 1968, y los otros dos a otra partida elaborada en fábrica el 1 de Octubre de 1968, presentando estos últimos, por tanto, un grado de madurez más avanzado.

El pelado de cada lote se realiza en el laboratorio por inmersión en soluciones de hidróxido sódico, de diferentes concentraciones (8 %, 12 %, 15 % y 22 %, respectivamente), a diferentes temperaturas, y durante tiempos distintos, siguiendo la técnica de preparación descrita por Aliguisakis (10) y Fernández Díez (11). La operación se realiza por fracciones de 1 kg. colocando los frutos en cestillas de acero inoxidable para su inmersión en el baño alcalino.

Una vez finalizado el periodo de tratamiento con NaOH, los pimientos se introducen, por espacio de un minuto, aproximadamente, en agua acidulada con ácido láctico al 1 %, para detener la acción de la cáustica, y a continuación se lavan con agua, eliminando pedúnculos y semillas mediante un cono metálico, análogo a los empleados corrientemente en esta industria para dicha operación.

Seguidamente, los pimientos limpios y rescurridos se envasan en frascos de vidrio, previamente lavados con una solución de hipoclorito, de una riqueza de 50 p.p.m. de cloro utilizable, dosis que se considera efectiva para la limpieza, por la flora microbiana que pudiera estar presente en los envases (50) (51).

Los frutos correspondientes a cada concentración de lejía y temperatura se dividen en dos sublotes, uno de los cuales se con-

serva en salmuera saturada (muestras S) y el otro en salmuera de 15 % de cloruro sòdico, acidulada con 1 % de àcido làctico (muestra A).

Dada la abundante gasificaciòn que se produce durante la primera fase de fermentaciòn en las muestras aciduladas en salmuera de baja graduaciòn, las tapas Twist-off de los frascos se mantienen ùnicamente superpuestas, en esta primera fase. En otras muestras, se ensaya satisfactoriamente una tapa de plàstico con vòlvula mecànica para la expulsión de gases.

La reposición en los frascos de líquido de gobierno, perdido por toma de muestras, evaporaciòn, etc. se realiza con salmueras de concentraciones anàlogas a las inicialmente empleadas.

La nomenclatura utilizada es la siguiente:

- Primer nùmero (expresado en %) .....concentraciòn de NaOH (gr/100 ml.)
- Segundo nùmero ..... temperatura de pelado (°C)
- Letra ..... salmuera de conservaciòn, acidulada (A) o saturada (S)
- Tercer nùmero ..... orden de replicados de los frascos.

El tiempo de inmersiòn en caústica necesario para el perfecto desprendimiento de la piel, oscila entre 1,5 min. para las soluciones de NaOH al 22 %, mantenidas a 80° C, hasta 11 min. para la concentraciòn de 8 % y temperatura de 50° C. Una rela-

ción tiempo - temperatura prácticamente lineal puede considerarse para cada concentración alcalina. En la tabla IV se dan las características de pelado, para cada lote de muestras.

Al objeto de contrastar los resultados obtenidos en el laboratorio, se realizan en la última decena de Septiembre, ensayos semi-industriales de decapado químico y fermentación en salmuera acidulada, en comparación con el sistema tradicional.

El total de pimiento bruto empleado fuè de unos 1.640 kg. de los que 940 se prepararon con solución de hidróxido sódico, y el resto, que se emplea de testigo, mediante llama directa de fuel-oil, en horno de tambor rotatorio, de interior refractario. Se obtienen 770 kg. de pimientos limpios, de los que 510 corresponden al pelado con hidróxido sódico.

Se efectúa un escogido previo del pimiento bruto, para homogeneizarlo, y se dispone en cajas de plástico perforado, con capacidad para 12,5 - 16,0 kg. de fruto, Las cajas se sumergen en una solución de hidróxido sódico de concentración del 12 % (12 kg. de cáustica por cada 100 litros de agua). Dado que durante el tratamiento la temperatura de la lejía disminuye, y bajando de 42° C el desprendimiento de la piel es defectuoso, se dispone de resistencias eléctricas para mantener la temperatura del baño entre 47 y 52° C, oscilando entonces el tiempo necesario de acción de la solución alcalina entre 6 y 6,5 minutos. De esta forma, el pelado fuè mejor que en las experiencias de tanteo, cuyos datos nos permitieron fijar el tiempo de acción de la lejía con más seguridad.

TABLA IV  
=====

Campaña 1968-69.- Características de pelado de cada lote de muestras.

Lote nº	Concentración de la lejía % NaOH	Temperatura de la lejía ° C	Tiempo de inmersión Min.	Peso fruto fresco	Peso fruto recuperado kg.	Rendimiento %
1	8	50 $\pm$ 3	11,0	9,00	5,73	63,5
1	8	70 $\pm$ 3	4,0	--	--	--
2	12	50 $\pm$ 3	6,0	15,00	10,05	66,8
2	12	60 $\pm$ 3	3,5			
2	12	70 $\pm$ 3	2,5			
3	15	64 $\pm$ 3	2,5	16,00	10,65	64,5
4	22	70 $\pm$ 3	1,5	18,00	12,60	70,0
4	22	80 $\pm$ 3	1,5			

Al salir las cajas de la solución de hidróxido sódico, se introducen en un baño de agua acidulada con láctico, a fin de neutralizar rápidamente la acción de la lejía. La acidez de dicho baño (0,80 %) se controla mediante adiciones posteriores de láctico, cuando es necesario para mantener su efectividad. A continuación, las cajas se vacían en una lavadora rotatoria, de las comúnmente empleadas en las instalaciones de pelado a fuego, para dar a los pimientos un segundo lavado con agua, y finalmente, se descorazonan y pelan como de ordinario.

El envasado se efectúa en bidones de 200 litros, cubiertos interiormente con barniz protector y con uno de los fondos desmontables, y provisto de una boca que permite la salida de gases de fermentación, pudiéndose cerrar mediante tapón roscado.

A diferencia del pimiento pelado al horno, el elaborado con hidróxido sódico, permanece mas tenso y mantiene su forma, que pierde durante la conservación.

En los bidones se han utilizado los siguientes líquidos de gobierno: 1) salmuera inicial de 15° Bè, acidificada con láctico hasta pH de 2,6 unidades y "requerido" (adiciones posteriores) con la misma salmuera (muestra GA); 2) salmuera saturada, sin acidificar, y sal sólida (muestra CS).

En el primer caso, se controlò el pH en el equilibrio, de tal forma que no fuese superior a 3,4 unidades. Los pimientos pelados a fuego se envasan en barriles, como de ordinario, con salmuera saturada y sal sólida (muestra HS).

En la campaña 1969-70, para el tratamiento alcalino en los

ensayos semi-industriales, realizados como los anteriores en las instalaciones de la Cooperativa Agrícola Virgen de Belèn, del término de Pilas, provincia de Sevilla, se utiliza la misma concentración de hidróxido sódico (12 kg. de caústica por cada 100 litros de agua) que en la campaña anterior, y el procedimiento experimental discontinuo ya descrito anteriormente con detalles. Las únicas modificaciones introducidas fueron en el sistema de calefacción del baño alcalino, mediante vapor, y en los bidones metálicos utilizados para la fermentación y conservación posterior a los que se adaptò un disco interior de CPV perforado, para evitar cualquier desarrollo de levaduras superficiales, en la capa superior del fruto, asegurando su total inmersión en la salmuera.

Las temperaturas del baño oscilan entre 63 y 68° C y los tiempos de inmersión entre 2,5 y 4 minutos, habiéndose elegido estos valores a la vista de los resultados obtenidos en la campaña anterior.

Se realizan cuatro ensayos sucesivos (10 y 24 de Septiembre; y 2 y 22 de Octubre de 1969) al objeto de tener una primera idea del efecto del grado de madurez del pimiento.

En todas las fechas se utilizan, como testigos, pimientos de las mismas partidas de materia prima, pelados al horno, y tanto unos como otros, se dividen en sublotés, para ser conservados en los bidones con salmuera saturada, o acidulada de mas baja graduación (15° Bè, inicial, acidificada hasta pH de 2,6 unidades).

Una fracción de pimientos de tres de las partidas preparadas (primera, segunda y cuarta) se conserva en el laboratorio,

en las mismas condiciones, utilizando fermentadores experimentales de CPV, con capacidad para unos cuatro kilos de fruto, diseñados con dispositivos adecuados para el requerido de salmuera y toma de muestras, y disco interior perforado, del mismo material, para evitar la flotación del pimiento y la formación de velo de levaduras en su superficie (fig. 1).

En estos fermentadores se realiza un estudio fisico-químico y microbiológico detallado, durante todo el periodo de conservación. Igualmente, las diferentes partidas conservadas en la industria se someten al control periódico físico-químico y microbiológico. La nomenclatura utilizada ha sido la siguiente:

Muestras CA.- Pimientos pelados con cáustica, y conservados en salmuera acidulada.

Muestra CS.- Pelados con cáustica y conservados en salmuera saturada.

Muestras HA.- Pelados al horno y conservados en salmuera acidulada.

Muestras HS.- Pelados al horno y conservados en salmuera saturada.

Las muestras correspondientes a las cuatro fechas de recolección del pimiento, se numeran correlativamente del 1 al 4. El peso total de pimientos crudos utilizados en los ensayos ha sido, aproximadamente de unos 1.800 kg. para el pelado con cáustica y 2.500 para la tostación al horno.

Por último en la campaña 1970-71, se pelaron, a escala de

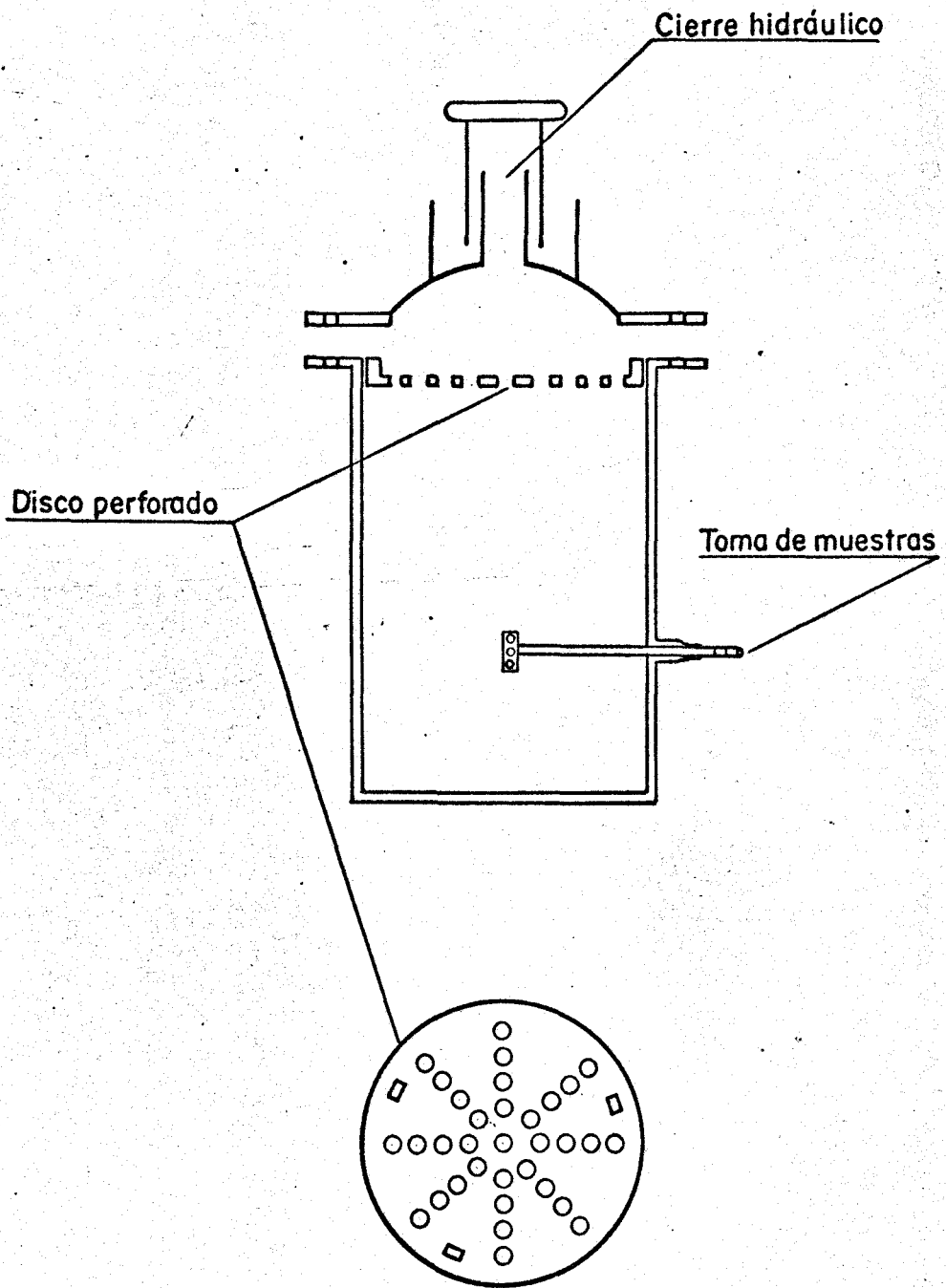


Fig.1 - FERMENTADOR DE LABORATORIO



laboratorio, pimientos procedentes de la misma Cooperativa, con sosa caústica de concentración del 12 %, a una temperatura comprendida entre los 68-75° C y con un tiempo de inmersión oscilante entre 2-2,5 minutos.

Las experiencias se realizaron en tres fechas sucesivas (10 y 22 de Septiembre; 6 de Octubre) y paralelamente, con pimientos pelados al horno en dicha Cooperativa, se llenaron fermentadores de laboratorio para poder efectuar un estudio comparativo. Como en campañas anteriores, fracciones de cada partida de pimientos, pelados por ambos procedimientos se conservan en salmuera saturada y acidulada, respectivamente.

A escala semi-industrial, se prepararon dos fermentadores de poliéster y fibra de vidrio de 1.500 litros de capacidad, con pimientos pelados al horno, conservándolos unos según el método llamado tradicional (muestra HS) y otros en salmuera acidulada (muestra HA). La nomenclatura utilizada en esta campaña es análogo a la de la anterior.

### 3.3.- Metodología.

#### 3.3.1.- Análisis físico-químico de la salmuera.

Para el análisis periódico de las salmueras de fermentación, los métodos empleados han sido los siguientes:

pH.- Potenciómetro Beckman, modelo H-4, con electrodo de vidrio.

Acidez combinada.- Por valoración potenciométrica, de fracciones de 25 ml. de salmuera, con el mismo aparato, hasta pH 2,6. Los resultados se expresan en normalidad.

Acidez libre.- Por valoración de fracciones de 10 ml. de salmuera, con solución 0,2 N de hidróxido sódico. Los resultados se expresan, convencionalmente, en gramos de láctico por 100 ml.

Cloruro sódico.- Por valoración, con solución 0,1 N de nitrato de plata, en presencia de cromato potásico como indicador, de fracciones de 10 ml. de salmuera, previamente diluida en la proporción 1/20.

Azúcares reductores.- Sobre muestras de salmuera directamente, según los casos, según el método volumétrico de Lane-Eynon, con reactivo de Fehling, y azul de metileno como indicador.

El mismo método ha sido aplicado a las determinaciones de azúcares en el fruto, utilizando extractos acuosos de los mismos, obtenidos de la forma que se detallará mas adelante.

### 3.3.2.- Análisis microbiológico de la misma.

Para el reconocimiento de los diferentes microorganismos se han empleado los siguientes métodos y medios de cultivo selectivos:

Coli-aerògenes.- Siembra por extensión en placas de agar-eosina-azul de metileno de levine, e incubación a 30° C.

Cocos y lactobacilos.- Siembra por extensión en placas de agar-infusión de levadura-glucosa, con anetol, e incubación a 30° C.

Levaduras.- Siembra por extensión en agar-extracto de

malta, para los ensayos cualitativos, y por dilución, en el mismo medio de cultivo, para el análisis cuantitativo, e incubación en ambos casos a 25° C.

Clostridios.- Siembra en tubos con jugo de hígado-triptona-glucosa, según procedimiento descrito por González Cancho y Fernández Díez (52), e incubación a 37° C.

### 3.3.3.- Textura de los frutos.

Para las determinaciones de textura en los pimientos se ha empleado un equipo de la Allo-Kramer Shear Press, fabricado en Estados Unidos por Allo Precision Metals Engineering Inc., descrito con detalle por Fernández Díez y cols. (53) (54). Las unidades empleadas han sido:

- a). Prensa hidráulica, modelo S-1E.
- b). Anillo de prueba, modelo R-1M para 3.000 libras.
- c). Célula Standard de compresión-cizallamiento, modelo C-1S.

El tiempo de recorrido del pistón es de 24,3 segundos y el tamaño de la muestra de 100 gramos de pimientos, pesados al decígramo. Todos los resultados se expresan en kilogramos fuerza por cien gramos de muestra.

Los pimientos empleados para esta medida, hay que dividirlos previamente en cuartos, mediante cortes longitudinales y eliminar bien, los restos de semilla y piel que pudieran haber quedado adheridos al fruto.

A continuación se pesan fracciones de 100 grs. para cada determinación y los trozos de pimientos se colocan en la célula

en estratos, lo mas uniformes posibles de manera que las cuchillas corten el fruto en el sentido transversal, todas estas precauciones contribuyen eficazmente a disminuir la variabilidad de la muestra por causas inherentes al error instrumental. Se deben realizar diez replicados de cada muestra para que el valor medio sea verdaderamente representativo, dada la gran variación que presentan las distintas partidas de pimientos, aún siendo de buena calidad.

#### 3.3.4.- Ensayos organolépticos.

Para estos ensayos se ha utilizado un panel piloto, de aceptación, con un número variable de jueces (entre 10 y 20), no inferior a diez en ninguna de las pruebas, y empleando para la evaluación de los resultados, el método de rango descrito por Kramer (55).

#### 3.3.5.- Color de los frutos.

Nos referimos, finalmente, a la puesta a punto de métodos de evaluación de color en los frutos elaborados.

Como ya hemos indicado anteriormente, la falta de procedimientos objetivos de medida, que reflejan adecuadamente la impresión subjetiva del consumidor, ha hecho necesaria una investigación mas detallada de los procedimientos analíticos de posible aplicación.

Las determinaciones de color en los frutos, han sido realizadas por tres procedimientos: Colorímetro Spectronic 20, de la firma Bausch & Lomb, con accesorio de reflectancia; Tintómetro Lovibond Standard, de la firma Tintometer Ltd.; y subjetivo co-

mo método comparativo.

### 3.3.5.1.- Aparatos utilizados.

Colorímetro Spectronic 20.- La muestra de pimiento, circular, de 25 mm. de diámetro, se obtiene cortando la pulpa del fruto con un cilindro metálico de los utilizados en el laboratorio para taladrar tapones, y se coloca en una cazoleta, cilíndrica igualmente, de plexiglás transparente especialmente diseñada para este fin, que se adapta perfectamente al dispositivo de medida del aparato. La muestra se coloca de tal forma que sea la superficie exterior (lisa) del fruto la que se exponga a la luz.

Las medidas de reflectancia se realizan desde 415 nm. hasta 685 nm., con intervalos de 30 nm tomando como patrón (reflectancia 100) un bloque de magnesita, que permite calibrar a su vez para cada longitud de onda el patrón de porcelana de que va provisto el aparato. Los valores obtenidos convencionalmente en la escala de transmitancia se utilizan para, mediante los gráficos de conversión que acompañan al colorímetro, calcular las coordenadas cromáticas  $x$  e  $y$ , y la luminancia que coincide con el valor triestímulo  $Y$  (56).

A continuación, y a título de ejemplo, reproducimos los cálculos para una de las determinaciones, a partir de las medidas obtenidas directamente en el colorímetro y los gráficos mencionados anteriormente:

## Spectronic 20.- Muestra 8 % 50A - Claro.

<u>Longitud de onda (nm)</u>	<u>Transmitancia T (%)</u>
415	1
445	1
475	1
505	1
535	1
565	3
595	16
625	25
655	31
685	29

Los valores de T se llevan al gráfico correspondiente, se calculan los coeficientes triestímulos X, Y y Z, y de éstos las coordenadas cromáticas  $\underline{x}$  e  $\underline{y}$ .

Tintómetro Lovibond Standard.- Para las medidas con este aparato se han utilizado exactamente las mismas muestras empleadas en el colorímetro Spectronic 20, y como dispositivo de medida una cazoleta de porcelana, con tapa de plexiglàs transparente diseñada igualmente para este tipo de producto. Como comparador se ha empleado también un bloque de magnesia. El color de los pimientos viene dado en este caso por el número de unidades rojas, amarillas y azules de los filtros empleados.

# B & L TRICHROMATIC COEFFICIENT COMPUTING FORM FOR ILLUMINANT C

WHITE REFERENCE SETTING

WAVE LENGTH

78	415	0.02
80	445	0.10
77	475	0.04
81	505	0.00
77	535	0.06
79.5	565	0.60
79	595	4.25
78	625	4.66
76	655	1.69
75	685	0.22

TOTAL X = 11.64

78	415	0.00
80	445	0.01
77	475	0.04
81	505	0.13
77	535	0.23
79.5	565	0.85
79	595	2.86
78	625	2.00
76	655	0.63
75	685	0.08

TOTAL Y = 6.83

78	415	0.10
80	445	0.55
77	475	0.40
81	505	0.06
77	535	0.01
79.5	565	0.00
79	595	0.00

TOTAL Z = 1.14

$X = \frac{11.64}{19.61} = \frac{X}{X+Y+Z} = x = 0.59$  SAMPLE 8 1/2 50 A - 3  
 $Y = \frac{6.83}{19.61} = \frac{Y}{X+Y+Z} = y = 0.35$  OPERATOR M.I.M.S. DATE 23/4/69  
 $Z = \frac{1.14}{19.61}$

### 3.3.5.2.-Puntuación subjetiva.

Después de una serie de ensayos de tanteo para la puesta a punto de los métodos objetivos, someramente descritos anteriormente, en una primera aproximación al estudio de la correlación de éstos con la valoración subjetiva del color, pimientos elaborados una vez eliminada la salmuera, se clasifican subjetivamente en tres grupos denominados Claros, Intermedios y Oscuros, respectivamente, asignándoles convencionalmente la puntuación 1, 2 y 3, por ese orden. Una muestra representativa de cada uno de los tres grupos se emplea para la medida objetiva del color, con los dos procedimientos previamente seleccionados.

En una segunda aproximación y con la experiencia adquirida en el primer grupo de ensayos, se amplía la escala subjetiva a seis valores, para poder expresar tonalidades intermedias:

<u>Color por apreciación subjetiva</u>	<u>Puntuación asignada</u>
Amarillo naranja	1
Naranja amarillento	2
Naranja rojizo	3
Rojo naranja	4
Rojo	5
Rojo oscuro	6

3.3.5.3.- Establecimiento de métodos de medida y desarrollo de la escala de color.

En las tablas V, VI y VII se presentan los resultados obtenidos en el grupo de ensayos que corresponden, como decíamos an-



TABLA V

Campaña 1968-69. Primer desmuestre.

Clasificación subjetiva: CLAROS (puntuación = 1)

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	20	9	0,0	0,59	0,35	6,83
2	14	10	0,0	0,63	0,36	6,62
3	13	10	0,0	0,60	0,37	7,57
4	22	10	0,0	0,63	0,34	5,90
5	20	4	0,0	0,54	0,32	7,88
6	12	10	0,0	0,61	0,39	8,64
7	17	6	0,0	0,62	0,37	6,30
8	13	10	0,0	0,61	0,37	6,71
9	20	10	0,0	0,52	0,35	8,82
10	20	5	0,0	0,58	0,34	5,95
11	12	10	0,0	0,55	0,38	7,32
12	22	10	0,0	0,59	0,35	6,07
13	18	10	0,0	0,61	0,34	4,86
14	7	10	0,0	0,62	0,32	3,90
15	18	10	0,0	0,54	0,34	6,37

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = Coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

TABLA VI

Campaña 1968-69. Primer desmuestra.

Clasificación subjetiva: INTERMEDIOS (puntuación = 2)

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	22	4	0,0	0,61	0,35	6,5E
2	20	4	0,0	0,61	0,36	5,72
3	21	4	0,0	0,63	0,34	5,12
4	33	3	0,0	0,71	0,28	4,63
5	25	3	0,0	0,52	0,34	7,52
6	17	20	0,0	0,62	0,34	6,01
7	20	2	0,0	0,61	0,36	5,35
8	18	5	0,0	0,64	0,36	5,50
9	20	4	0,0	0,60	0,33	5,64
10	22	3	0,0	0,60	0,36	4,13
11	17	4	0,0	0,65	0,35	5,28
12	25	4	0,0	0,54	0,32	6,44
13	20	5	0,0	0,65	0,36	5,15
14	20	10	0,0	0,64	0,34	4,43
15	22	4	0,0	0,54	0,30	4,33

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

TABLA VII  
=====

Campaña 1968-69. Primer desmuestre.

Clasificación subjetiva: OSCUROS (puntuación = 3).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	22	4	0,3	0,61	0,36	5,66
2	24	3	0,4	0,64	0,33	4,39
3	20	2	0,3	0,67	0,33	4,24
4	27	1	0,0	0,67	0,34	3,94
5	25	3	0,0	0,55	0,33	6,76
6	23	3	0,0	0,66	0,37	4,52
7	20	2	0,0	0,63	0,33	4,52
8	23	2	0,0	0,63	0,33	4,57
9	27	7	0,1	0,49	0,31	8,19
10	24	3	0,2	0,51	0,33	4,84
11	22	5	0,1	0,57	0,36	5,21
12	30	1	0,6	0,54	0,32	5,41
13	30	1	0,3	0,69	0,31	2,88
14	25	4	0,2	0,56	0,32	4,27
15	24	5	0,7	0,57	0,34	3,78

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

teriormente, a la primera aproximación en el estudio de la correlación entre la puntuación subjetiva y los dos métodos objetivos colorimétricos, correspondiendo cada una de ellas a los valores encontrados para pimientos Claros, Intermedios y Oscuros, respectivamente.

La primera columna de la izquierda indica el orden de las muestras estudiadas. Las tres columnas siguientes presentan los valores de las lecturas obtenidas con el Tintómetro Lovibond Standard para las unidades Rojas (R), Amarillas (Am), y Azules (Az), respectivamente. Finalmente, las tres columnas últimas muestran, a su vez, las coordenadas cromáticas  $x$  e  $y$ , y el factor de luminancia  $Y$ , obtenidos con el Colorímetro Spectronic 20, mediante los gráficos de conversión explicados anteriormente.

En la tabla VIII se representan para los parámetros estudiados (R, Am, Az,  $x$ ,  $y$ ,  $Y$ ), los valores medios correspondientes a las tablas V (pimientos claros), VI (pimientos intermedios) y VII (pimientos oscuros).

A pesar de que la separación en esta primera aproximación, en los tres grupos citados no fuè muy rigurosa, y de las limitaciones que supone el utilizar un intervalo muy reducido de puntuación (de 1 a 3), de la observación de los resultados de la tabla VIII se deduce una clara tendencia a la correlación entre las medidas obtenidas con el Tintómetro Lovibond Standard, y la puntuación provisional subjetiva. Así, se observa un incremento sensible en las unidades rojas (R), una disminución en las unidades amarillas (Am), y finalmente, un incremento en las unidades azules (Az), que si bien (como podrá verse a lo largo de to-

TABLA VIII  
=====

Campaña 1968-69. Primer desmuestra.

Valores medios de los parámetros.

Clasificación subjetiva	Puntuación	Lovibond			Spectronic 20		
		R	Am	Az	x	y	Y
Claros	1	16,53	8,93	0,00	0,58	0,35	6,64
Intermedios	2	21,46	5,26	0,03	0,61	0,33	5,45
Oscuros	3	24,06	3,06	0,21	0,60	0,33	4,88

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

da la exposición de resultados) intervienen en pequeña cantidad, son de extremada importancia para determinar la diferencia entre los rojos que vulgarmente se conocen como "vivos" y los denominados "oscuros".

Por lo que respecta a las cifras correspondientes al Colorímetro Spectronic 20, puede observarse igualmente una manifiesta tendencia decreciente en el factor de luminancia ( $Y$ ) sin que pueda deducirse mucho de las coordenadas cromáticas ( $x, y$ ), que simplemente diferencian los pimientos CLAROS, situados en el diagrama cromático C.I.E. 1931 (56) en el límite entre la zona naranja-rojizo y rojo. No obstante, se observa también una ligerísima tendencia de los oscuros ( $x = 0,60$ ;  $y = 0,33$ ) a diferenciarse de los intermedios ( $x = 0,61$ ;  $y = 0,33$ ) por las influencias de las diferencias de azul, esto es, por su menor pureza.

Como consecuencia de este primer grupo de ensayos se dedujo por tanto, la necesidad de realizar una segunda aproximación, que permitiese ampliar el intervalo de puntuación subjetiva, y por consiguiente, la mejor separación de matices intermedios en el color de los pimientos objeto de este estudio.

Una vez adquirida una cierta experiencia en la diferenciación de matices, se llegó a la conclusión de que podía fácilmente ampliarse la escala subjetiva. En consecuencia, y utilizando la puntuación de 1 a 6, indicada anteriormente, se clasificaron nuevas muestras de pimientos elaborados, midiendo a continuación los parámetros correspondientes a los dos métodos objetivos en estudio.

En las tablas IX a XIV, se dan los resultados obtenidos. La

TABLA IX

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: AMARILLO NARANJA (AN, puntuación = 1)

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	14	10	0,0	0,57	0,37	9,60
2	13	10	0,0	0,60	0,38	7,72
3	13	10	0,0	0,58	0,38	7,26
4	13	9	0,0	0,56	0,34	8,29
5	13	10	0,0	0,64	0,35	4,50
6	12	10	0,0	0,59	0,35	6,51
7	11	10	0,0	0,60	0,40	6,42
8	12	10	0,0	0,54	0,33	5,91

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

TABLA X  
=====

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: NARANJA AMARILLENTO (NA, puntuación = 2).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	19	10	0,0	0,57	0,35	7,05
2	17	10	0,0	0,61	0,37	6,29
3	16	10	0,0	0,58	0,36	6,99
4	15	10	0,0	0,58	0,36	6,75
5	17	10	0,0	0,55	0,37	6,74

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.



TABLA XI

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: NARANJA ROJIZO (NR, puntuación = 3).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	NR	Am	Az	x	y	Y
1	28	10	0,0	0,50	0,48	9,44
2	22	9	0,3	0,58	0,33	4,74
3	19	10	0,0	0,65	0,34	4,05

R = unidades rojas Lovibond  
 Am = unidades amarillas Lovibond  
 Az = unidades azules Lovibond  
 x e y = Coordenadas cromáticas  
 Y = factor de luminancia.

TABLA XII

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: ROJO NARANJA (RN, puntuación = 4).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	22	4	0,1	0,61	0,34	5,65
2	22	5	0,0	0,64	0,35	5,37
3	23	4	0,0	0,60	0,32	6,24
4	22	3	0,0	0,61	0,34	5,40
5	21	3	0,0	0,59	0,34	5,74
6	21	4	0,0	0,55	0,38	6,40
7	21	3	0,1	0,60	0,33	5,64
8	22	2	0,0	0,66	0,34	3,64
9	21	3	0,0	0,54	0,32	4,61
10	22	6	0,1	0,65	0,34	3,32

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

TABLA XIII

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: ROJO (R, puntuación = 5).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	22	3	0,1	0,61	0,34	5,60
2	30	4	0,2	0,64	0,32	4,36
3	23	3	0,2	0,60	0,32	5,17
4	30	4	0,1	0,60	0,33	4,79
5	24	3	0,0	0,62	0,33	4,69
6	24	2	0,0	0,60	0,32	4,91
7	25	3	0,2	0,60	0,32	4,90
8	23	4	0,3	0,67	0,32	3,47
9	20	4	0,1	0,63	0,36	4,54
10	23	3	0,5	0,64	0,35	3,83
11	23	3	0,1	0,60	0,36	5,33
12	22	4	0,3	0,65	0,35	3,19

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

TABLA XIV

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Clasificación subjetiva: ROJO OSCURO (RO, puntuación = 6).

Muestra nº	Lovibond			Spectronic 20		
	R	Am	Az	x	y	Y
1	30	2	0,8	0,68	0,31	3,12
2	27	2	0,2	0,60	0,33	4,17
3	21	3	1,0	0,61	0,31	2,83
4	24	3	1,0	0,50	0,27	3,42
5	32	1	0,3	0,68	0,32	2,74
6	30	3	1,1	0,61	0,32	3,17
7	30	3	1,0	0,65	0,33	2,65

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

primera columna de la izquierda corresponde, como en las anteriores al número de muestras analizadas; y las seis columnas restantes registran los seis parámetros medidos con el Tintómetro Lovibond Standard y el Colorímetro Spectronic 20, respectivamente.

En la tabla XV se dan los valores medios de dichos parámetros correspondientes a las tablas IX a XIV. La primera columna representa, esquemáticamente las denominaciones asignadas a la puntuación subjetiva de la segunda columna (AN = amarillo naranja; NA = naranja amarillento; NR = naranja rojizo; RN = rojo naranja; R = rojo; RO = rojo oscuro).

De la observación y estudio de esta última tabla se deduce lo siguiente:

1º.- La tendencia a la correlación entre las medidas obtenidas con el Tintómetro Lovibond Standard y la puntuación subjetiva se confirma claramente, y de forma muy destacada por lo que respecta a las unidades rojas (R). Las unidades amarillas, radiaciones para las que el ojo humano no es tan sensible, si bien no permiten una completa diferenciación de matices, al ampliar la escala de puntuación al doble de valores, si muestran la posibilidad de establecer un límite de aceptación que habrá de estudiarse con más detalle en experiencias complementarias. Lo mismo puede decirse de las unidades azules, que pueden servir para rechazar definitivamente los colores excesivamente oscuros (con valores para las unidades azules superiores a 0,3 unidades, provisionalmente).

2º.- Se confirma, de forma muy definida, en las medidas realizadas con el Colorímetro Spectronic 20, el decrecimiento si-

TABLA XV  
=====

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Valores medios de los parámetros.

Clasificación subjetiva	Puntuación	Lovibond			Spectronic 20		
		R	Am	Az	x	y,	Y
AN	1	13	10	0,0	0,57	0,36	7,03
NA	2	17	10	0,0	0,58	0,36	6,76
NR	3	23	10	0,1	0,58	0,38	6,08
RN	4	22	4	0,0	0,61	0,34	5,20
R	5	24	3	0,2	0,61	0,34	4,57
RO	6	28	2	0,8	0,62	0,31	3,16

R = unidades rojas Lovibond

Am = unidades amarillas Lovibond

Az = unidades azules Lovibond

x e y = coordenadas cromáticas

Y = factor de luminancia.

temático progresivo del factor de luminancia (Y) al aumentar la puntuación subjetiva, esto es, al dirigirse la observación hacia los valores más oscuros.

3º.- En relación con las coordenadas cromáticas, y también de acuerdo con las conclusiones provisionales deducidas de la tabla VIII, se observa, si bien no una perfecta correlación, una clara posibilidad de establecer mediante estudios complementarios más detallados, un límite de aceptación (que coincida con el señalado para las determinaciones de unidades amarillas en el Tintómetro Lovibond Standard) al variar las mencionadas coordenadas de la zona franca de naranja rojizo del diagrama cromático C.I.E. 1931 ( $x = 0,57-0,58$ ;  $y = 0,36-0,38$ ) a la zona en que se inicia el rojo ( $x = 0,61$ ;  $y = 0,34$ ).

En principio, por tanto, y según los razonamientos anteriores, se dedujo la necesidad de calcular la correlación entre la puntuación subjetiva y aquellos parámetros (unidades R del Tintómetro Lovibond Standard, y factor de luminancia del Colorímetro Spectronic 20) que pudiesen de una forma fácil, para desarrollar un trabajo en serie de control, y asequible para la industria, relacionar la puntuación mencionada, tan dada como declamos al principio a las dificultades producidas por diferencia de criterio, con parámetro objetivos que puedan evitarlas.

En la tabla XVI, se resumen los resultados obtenidos al calcular (57) (58) (59), el coeficiente de correlación, y su significación, entre las magnitudes: puntuación subjetiva (P)-unidades rojas (R); y puntuación subjetiva (P)-factor de luminancia (Y), así como las líneas de regresión encontradas.

TABLA XVI

Campaña 1968-69. Segundo desmuestre.

Estudio de correlaciòn.

Correlaciòn entre	Coeficiente de correlaciòn	Significaciòn	Línea de regresiòn
P - R	0,95	$P < 0,01$	$P = 0,33 R - 3,48$ $S_r = 0,64$
P - Y	- 0,98	$P < 0,001$	$P = 1,24 Y + 10,34$ $S_r = 0,39$
R - Y	- 0,91	$P \approx 0,01$	$R = -3,33 Y + 39,40$ $S_r = 2,45$

P = puntuaciòn subjetiva

R = unidades rojas Lovibond

Y = factor de luminancia.



Finalmente, en la misma tabla se presenta la correlación calculada entre los dos métodos objetivos: unidades rojas - factor de luminancia, y la línea de regresión correspondiente.

Ahora bien el reducido número de muestras empleado en este estudio inicial (45 para la primera aproximación, y otros 45 para la segunda), hizo necesario, dadas las buenas perspectivas que ambos métodos presentaban, extender la investigación a un mayor número de ellas, que permitiesen establecer bien las escalas provisionales de trabajo con una mayor seguridad, y confirmasen, o no, los resultados anteriores.

Para este estudio se realizan en la campaña 1969-70 dos desmuestres sucesivos (el primero con un total de 89 muestras, y el segundo con 81) de una serie de pimientos, correspondientes a diversos tratamientos y procesos de elaboración ensayados, a escala semi-industrial, en la Cooperativa Agrícola Virgen de Belén de Pilas (Sevilla). De esta forma, se dispuso de una gama muy amplia de tonalidades, lo cual permitió establecer con facilidad las diferentes escalas subjetivas empleadas en los estudios de correlación.

En las tablas XVII y XVIII se dan los valores medios de los parámetros, para el Tintómetro Lovibond Standard y Spectronic 20, correspondientes a ambos desmuestres. De su observación pueden deducirse, en general, las mismas conclusiones que de los resultados de la campaña anterior.

Las unidades rojas (R) crecen y las amarillas (Am) decrecen a medida que avanzamos en la escala de color. Las unidades azules (Az) empiezan a ejercer su influencia cuando el pimiento ad-

**TABLA XVII**  
=====

Campaña 1969-70.- Primer desmuestre.

Valores medios de los parámetros.

Clasificación subjética	Puntuación	T. Lovibond			Spectronic 20		
		R	Am	Az	x	y	Y
AN	1	14,0	9	0,0	0,51	0,37	13,52
NA	2	18,6	9	0,0	0,49	0,34	11,70
NR	3	18,9	5	0,0	0,48	0,34	10,46
RN	4	22,5	4	0,1	0,47	0,33	9,91
R	5	25,5	2	0,3	0,47	0,32	8,30
RO	6	29,3	1	1,0	0,46	0,31	7,65

AN = Amarillo naranja

NA = Naranja amarillento

NR = Naranja rojizo

RN = Rojo anaranjado

R = Rojo

RO = Rojo oscuro.

TABLA XVIII  
=====

Campaña 1969-70.- Segundo desmuestre.

Valores medios de los parámetros.

Clasificación subjetiva	Puntuación	T. Lovibond			Spectronic 20		
		R	Am	Az	x	y	Y
AN	1	14,0	10	0,0	0,47	0,36	11,4
NA	2	18,6	8	0,0	0,50	0,34	9,6
NR	3	21,5	6	0,1	0,49	0,33	8,9
RN	4	23,6	4	0,1	0,49	0,33	8,1
R	5	26,1	2	0,3	0,48	0,32	7,1
RO	6	31,2	1	0,7	0,48	0,32	7,2

AN = Amarillo naranja

NA = Naranja amarillento

NR = Naranja rojizo

RN = Rojo anaranjado

R = Rojo

RO = Rojo oscuro.

quiere su color rojo, y su misi3n es la de diferenciar matices. Aunque su aportaci3n es peque1a, en comparaci3n con la de las unidades rojas y amarillas, juega un papel importante cuando la tonalidad del pimiento se intensifica.

Por lo que respecta al Spectronic 20, las coordenadas cromáticas,  $x$  e  $y$ , presentan la tendencia a decrecer al avanzar la escala, pero sin dar una idea clara, puesto que en el diagrama cromático C.I.E. la zona correspondiente al pimiento es bastante amplia, y estas peque1as variaciones en las coordenadas medias no tienen significaci3n para diferenciar tonalidades.

En cuanto al factor de luminancia ( $Y$ ) se observa que los valores mas altos corresponden a los colores claros, disminuyendo progresivamente a medida que los colores van siendo mas oscuro. Lo mismo pudo observarse en la campa1a anterior, pero con la diferencia importante de que, aunque el intervalo entre los valores extremos viene a ser igual, en la presente campa1a todos estos valores son mucho mas altos, lo cual nos indica que estos pimientos ten1an una luminosidad superior.

En las tablas XIX y XX se presentan los coeficientes de correlaci3n entre la puntuaci3n subjetiva ( $P$ ) y los correspondientes parámetros objetivos asi como las líneas de regresi3n correspondientes.

Como puede observarse, las mejores correlaciones con la puntuaci3n subjetiva las presentan los parámetros  $R$  e  $Y$ , como en el a1o anterior, junto con las unidades amarillas y azules, cuya significaci3n ha aumentado al ampliarse esta campa1a el número de

TABLA XIX

Campaña 1969-70.- Primer desmuestre.

Correlación entre la puntuación subjetiva y los parámetros objetivos.

Correlación entre	Coeficiente correlación	Significación	Línea de regresión
P - R	0,99	$P < 0,001$	$P = 0,34 R - 3,80$
P - Am	-0,97	$0,01 > P > 0,001$	$P = -0,57 Am + 6,30$
P - Az	0,82	$0,05 > P > 0,02$	$P = 3,97 Az + 2,59$
P - Y	-0,99	$P < 0,001$	$P = -0,85 Y + 12,21$
P - x	-0,84	$0,05 > P > 0,02$	$P = -158 x + 79,35$
P - y	-0,78	$0,10 > P > 0,05$	$P = -60 y + 23,60$

P = Puntuación subjetiva

R = Unidades rojas Lovibond

Am = Unidades amarillas Lovibond

Az = Unidades azules Lovibond

$\underline{x}$  e  $\underline{y}$  = Coordenadas cromáticas

Y = Factor de luminancia

TABLA XX  
=====

Campaña 1969-70.- Segundo desmuestra

Correlación entre la puntuación subjetiva y los parámetros objetivos.

Correlación entre	Coefficiente correlación	Significación	Línea de regresión
P - R	0,99	$P < 0,001$	$P = 0,31 R - 3,52$
P - Am	-0,99	$P < 0,001$	$P = -0,53 Am + 6,23$
P - Az	0,88	$0,05 > P > 0,02$	$P = 6,1 Az + 2,30$
P - Y	-0,93	$0,01 > P > 0,001$	$P = -1,04 Y + 12,55$
P - x	-0,36	$P > 0,1$	$P = -75 x + 39,99$
P - y	-0,92	$0,01 > P > 0,001$	$P = -108 y + 39,56$

P = Puntuación subjetiva

R = Unidades rojas Lovibond

Am = Unidades amarillas Lovibond

Az = Unidades azules Lovibond

$\underline{x}$  e  $\underline{y}$  = Coordenadas cromáticas

Y = Factor de luminancia.

muestras, y por tanto su representatividad.

A la vista de estos resultados, se decidió realizar finalmente el estudio estadístico adecuado del conjunto formado por las 170 muestras correspondientes a los dos desmuestres sucesivos. En la tabla XXI se dan los valores medios totales para los diferentes parámetros, y en la tabla XXII los coeficientes de correlación y líneas de regresión entre la puntuación subjetiva y los distintos parámetros objetivos.

En relación con los parámetros del Tintómetro Lovibond Standard, y al objeto de fijar los límites de separación de las distintas poblaciones correspondientes a las diferentes puntuaciones subjetivas se realiza un estudio estadístico comparativo (tablas XXIII, XXIV y XXV) para cada uno de dichos parámetros.

-Al indicar los valores de  $t$  que las medias pertenecientes a las distintas tonalidades corresponden a poblaciones diferentes, los intervalos entre dichas medias se reparten proporcionalmente a las desviaciones standard para obtener los límites definitivos de la escala provisional de color, que se da en la tabla XXVI.

Ocurre, sin embargo, que como estos límites, han sido calculados independientemente para las unidades Rojas, Amarillas y Azules, a veces, puede presentarse una tonalidad de color, que a pesar de tener un valor bajo para las unidades rojas ( $R \approx 18$ ), al presentar un contenido igualmente bajo para las amarillas ( $A_m \approx 2$ ), domine el primer color sobre el segundo, y el fruto en tal caso, presente una tonalidad aparente superior a la que por su contenido en rojo le corresponde en la escala y menor a la que ob-

TABLA XXI  
=====

Campaña 1969-70.- Valores medios totales de los parámetros.

Clasificación subjetiva	Puntuación	T. Lovibond			Spectronic 20		
		R	Am	Az	x	y	Y
AN	1	14,0	10	0,0	0,50	0,36	12,10
NA	2	18,6	8	0,0	0,50	0,34	10,10
NR	3	19,8	5	0,0	0,48	0,34	9,92
RN	4	22,9	4	0,1	0,48	0,33	9,15
R	5	25,8	2	0,3	0,48	0,32	7,81
RO	6	30,5	1	0,8	0,47	0,32	7,35

AN = Amarillo naranja

NA = Naranja amarillento

NR = Naranja rojizo

RN = Rojo anaranjado

R = Rojo

RO = Rojo oscuro.



TABLA XXII

=====

Campaña 1969-70.- Medias totales.

Correlación entre la puntuación subjetiva y los parámetros objetivos.

Correlación entre	Coefficiente correlación	Significación	Línea de regresión
P - R	0,988	$P < 0,001$	$P = 0,32 R - 3,57$
P - Am	-0,987	$P < 0,001$	$P = -0,53 Am + 6,15$
P - Az	0,845	$0,05 > P > 0,02$	$P = 5,00 Az + 2,50$
P - Y	-0,974	$P < 0,001$	$P = -1,06 Y + 13,50$
P - x	-0,900	$0,02 > P > 0,01$	$P = -125 x + 64,13$
P - y	-0,960	$0,01 > P > 0,001$	$P = -112 y + 41,02$

P = Puntuación subjetiva

R = Unidades rojas Lovibond

Am = Unidades amarillas Lovibond

Az = Unidades azules Lovibond

x e y = Coordenadas cromáticas

Y = Factor de luminancia.

TABLA XXIII  
=====

Cálculo de los límites de unidades rojas (R) para cada intervalo.

	Puntuación subjetiva					
	AN	NA	NR	RN	R	RO
Media $\bar{x}$	14,0	18,6	19,8	22,9	25,8	30,5
n	13	24	22	31	50	30
Desv. std. s	1,50	1,02	1,54	1,22	1,78	2,21
t		9,90	3,09	7,03	8,66	9,85
Grados libertad		35	44	51	79	78
Significación		P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Intervalo entre medias		4,6	1,2	3,1	2,9	4,7
Límite separación (proporcional a s)		16,74	19,08	21,54	24,08	27,89

=====  
TABLA XXIV  
=====

Cálculo de los límites de unidades amarillas ( $A_m$ ) para cada intervalo.

	Puntuación subjetiva					
	AN	NA	NR	RN	R	RO
Media $\bar{x}$	10	8	5	4	2	1
n	13	24	22	31	50	30
Desv. std. s	2,1	1,0	1,3	1,0	0,5	0,2
t		3,23	8,65	3,02	10,41	12,50
Grados libertad		35	44	51	79	78
Significación		P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Intervalo entre medias		2	3	1	2	1
Límite separación (proporcional a s)		8,7	6,7	4,4	2,7	1,3

TABLA XXV

Cálculo de los límites de unidades azules (Az) para cada intervalo.

	Puntuación subjetiva					
	AN	NA	NR	RN	R	RO
Media $\bar{x}$	0	0	0	0,1	0,3	0,8
n	13	24	22	31	50	30
Desv. std. s	0	0	0,03	0,05	0,20	0,34
t		-	-	9,10	6,75	7,13
Grados libertad		-	-	51	79	78
Significación		-	-	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Intervalo entre medias		-	-	0,1	0,2	0,5
Límite separación (proporcional a s)		-	-	0,04	0,14	0,48

TABLA XXVI  
=====

Tintómetro Lovibond Standard.- Escala provisional.

Clasificación subjetiva	Puntuación	Rojo	Amarillo	Azul
AN	1	$\leq 16,7$	$\geq 9$	0
NA	2	16,8 - 19,0	8 - 7	0
NR	3	19,1 - 21,5	6 - 5	0
RN	4	21,6 - 24,0	4 - 3	0,1
R	5	24,1 - 27,8	2	0,2 - 0,4
RO	6	$\geq 27,9$	1	$\geq 0,5$

AN = Amarillo naranja

NA = Naranja amarillento

NR = Naranja rojizo

RN = Rojo anaranjado

R = Rojo

RO = Rojo oscuro.

tendría por lo que respecta a las unidades amarillas. En estos casos la puntuación vendría dada por la media de las puntuaciones obtenidas individualmente para cada color.

Con el fin de evitar estas complicaciones, se pensó en la posibilidad de poder dar una puntuación de forma que ésta, estuviera ligada a los tres parámetros mediante sus correspondientes coeficientes.

Esto llevó al cálculo de una ecuación de regresión para los tres parámetros (valores medios de la tabla XXI), siendo necesario el cálculo de los correspondientes coeficientes múltiples de correlación entre dichos parámetros. Una vez efectuados todos los cálculos, en una calculadora Olivetti Programma 101, la ecuación obtenida fue la siguiente:

$$P = 0,19 R - 0,07 Am + 1,82 Az - 1,04$$

La escala de puntuación subjetiva de 1 a 6, corresponde a la puntuación estimada que se da a continuación, obtenida al sustituir en dicha ecuación los parámetros por los valores medios obtenidos correspondientes a la tabla XXI, mencionada anteriormente:

<u>Puntuación subjetiva</u>	<u>Puntuación estimada</u>
1	0,92
2	1,95
3	2,40
4	3,21
5	4,30
6	6,00

De esta manera puede calcularse de una manera fácil y rápida, la puntuación de una partida de pimientos, sustituyendo en dicha ecuación los parámetros por los valores medios encontrados correspondientes a cada uno.

Respecto al Spectronic 20, tanto las coordenadas cromáticas como el factor de luminancia tienen un interés más teórico que práctico, en la diferenciación de matices.

Sin embargo, y como ya indicábamos en la introducción, en los valores obtenidos durante la campaña anterior para la reflectancia a 595 nm ( $R_{595}$ ), se observaba una tendencia a la correlación con la puntuación subjetiva.

La misma tendencia presentan las 170 muestras de este año. Un ejemplo típico se da en la tabla XXVII.

Por ello, se realiza el estudio estadístico análogo al efectuado para los parámetros del Tintómetro Lovibond Standard. La correlación inversa obtenida es muy significativa:

Coeficiente correlación	$r = - 0,999$
Significación	$P < 0,01$
Línea de regresión	$P = - 0,42 R_{595} + 10,16$

En las tablas XXVIII y XXIX, se dan los límites para cada intervalo entre medias, y la escala provisional, respectivamente.

Como resumen de las experiencias realizadas, podemos destacar los siguientes puntos fundamentales:

1º.- Para el Tintómetro Lovibond Standard, existe una buena correlación entre unidades rojas, amarillas, y puntuación subje-

TABLA XXVII

Medidas de reflectancia.- Ejemplo.

$\lambda$	Muestra nº					
	1	2	3	4	5	6
415	4	4	3	3	3	4
445	4	3	3	3	3	4
475	4	3	3	3	3	4
505	4	3	3	3	3	3
535	4	4	3	3	3	4
565	13	6	5	5	4	4
595	24	16	14	12	11	10
625	28	26	25	23	25	23
655	29	30	31	30	32	33
685	27	29	30	30	33	35
Observaciones	AN	NR	RN	R	R	RO
X	17,11	13,18	12,14	11,18	11,21	10,80
Y	12,58	8,87	7,91	7,34	7,13	7,15
Z	4,68	3,59	3,48	3,48	3,48	4,63
x	0,49	0,51	0,51	0,51	0,51	0,47
y	0,36	0,34	0,34	0,33	0,32	0,31



TABLA XXVIII

Cálculo de los límites de reflectancia a 595 nm para cada intervalo.

	Puntuación subjetiva					
	AN	NA	NR	RN	R	RO
Media $\bar{x}$	22	19	17	15	12	10
n	13	24	22	31	50	30
Desv. std. s	3,0	2,8	2,4	2,2	1,8	1,0
t		2,96	2,61	3,10	6,38	6,38
Grados libertad		35	44	51	79	78
Significación		P<0,01	0,02>P>0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01
Intervalo entre medias		3	2	2	3	2
Límite separación (proporcional a s)		20,5	17,9	15,9	13,4	10,7

TABLA XXIX

Spectronic 20.- Reflectancia a 595 nm .- Escala provisional.

<u>Clasificación subjetiva</u>	<u>Puntuación</u>	<u>R<sub>595</sub></u>
AN	1	>21
NA	2	20 - 18
NR	3	17 - 16
RN	4	15 - 14
R	5	13 - 11
RO	6	<10

AN = Amarillo naranja

NA = Naranja amarillento

NR = Naranja rojizo

RN = Rojo anaranjado

R = Rojo

RO = Rojo oscuro.

tiva. Si bien las unidades azules no presentan una significación tan elevada, su influencia es decisiva para diferenciar los distintos matices de color en las tonalidades oscuras.

2º.- El factor de luminancia (Spectronic 20) mantiene una buena correlación con la puntuación subjetiva, pero consideramos carece de interés a la hora de clasificar el pimiento por su color, aunque con fines de investigación sea de utilidad, bien para diferenciar por su luminosidad pimientos sometidos a distintos tratamientos bien para comparar diversas formas de conservación.

3º.- La buena correlación que presenta la reflectancia a 595 nm ( $R_{595}$ ) (zona de influencia del amarillo), con la puntuación subjetiva y la simplicidad de su medida, hacen que este método sea muy recomendable por su sencillez y rapidez.

4º.- Como consecuencia se fijan para el estudio práctico del color en los pimientos, dos métodos objetivos de medida: Tintómetro Lovibond Standard y Spectronic 20 por medidas de reflectancia a 595 nm.

5º.- De acuerdo con la variabilidad encontrada en las diferentes partidas utilizadas para este estudio, el número de frutos a inspeccionar para determinar el color de las mismas puede fijarse en diez para partidas relativamente homogéneas y en veinte para aquellas que presenten un mayor grado de heterogeneidad.

Los valores medios de los parámetros fijan de acuerdo con las escalas que se proponen la puntuación asignables (de 1 a 6). En relación con el Tintómetro Lovibond Standard por ser tres los parámetros a utilizar puede ocurrir que los valores medios encontrados para los tres parámetros no pertenezcan a la misma pun-

tuación de la escala, sino a dos consecutivos. En este caso se asignará a la muestra la puntuación intermedia. No obstante, en estos casos es preferible la sustitución de los parámetros en la ecuación de regresión encontrada.

3.4.- Materia prima.

3.4.1.- Características principales de la misma.

La materia prima antes del pelado presenta las características que se dan a continuación:

<u>Determinación</u>	<u>Intervalo encontrado para las diferentes partidas</u>
Humedad.....	89,7 - 92,0 %
Azúcares reductores .....	3,1 - 4,3 %
Textura .....	374 - 412 kg /100 gr.
Color .....	R <sub>595</sub> : Puntuación 4-5 (Rojo Naranja - Rojo) Ecuación Tintómetro Lovibond: Puntuación 4-5 (Rojo Naranja - Rojo).

Para la determinación de azúcares reductores en los frutos, éstos se parten en trozos lo mas pequeño posible. Se toman muestras de 10 gr. por duplicado y se hierven en unos 50 cc. de agua destilada durante 30 minutos, reponiendo el agua que se evapora. Una vez enfriadas las muestras a temperatura ambiente se añade para defecar 1 cc. de solución concentrada de acetato de plomo neutro y se lleva a 250 cc. filtrando a continuación sobre oxalato potásico anhidro pulverizado (0,2 a 0,4 gr). Una vez cubierta la superficie de las muestras con una delgada capa de tolue-

no, para evitar el desarrollo microbiano, se deja reposar durante una noche para que cristalice el oxalato de plomo y se determinan los azúcares reductores en una fracción del líquido que sobrenada, por el método volumétrico de Lane-Eynon.

Otra fracción de dicho extracto se hidroliza durante unas 15 horas a temperatura ambiente, mediante la adición de un 10 % de HCl concentrado (v/v), neutralizando la solución al cabo de este periodo de tiempo con solución de hidróxido sódico al 30 %, y utilizando naranja de metilo como indicador.

En la muestra hidrolizada, vuelven a determinarse azúcares reductores por el método citado anteriormente.

Dado que los valores obtenidos, con y sin hidrólisis, fueron coincidentes en las diversas muestras ensayadas, nos referiremos siempre en todas las experiencias exclusivamente a azúcares reductores, puesto que o bien no existen disacáridos presentes, o se encuentran en una cantidad excesivamente pequeña para que puedan tener influencia en el proceso de fermentación.

Para la medida de color del fruto fresco, utilizamos los métodos anteriormente propuestos y a pesar de que estos se basan en las tonalidades presentadas por el pimiento elaborado, los resultados obtenidos por ambos procedimientos, Spectronic 20 por medida de reflectancia a 595 nm y unidades rojas, amarillas y azules del Tintómetro Lovibond, fueron altamente satisfactorios, ya que las puntuaciones nos coincidieron en ambos casos.

Este estudio se realizó sobre un total de 60 muestras pertenecientes a cinco partidas distintas de pimientos.

En los dos primeros desmuestres (tablas XXX y XXXI) se viò claramente que tanto las curvas de reflectancia como las medidas en el Tintòmetro Lovibond, del pimiento fresco, siguen la misma pauta que en el fruto elaborado.

En consecuencia, en los siguientes desmuestres se decidiò realizar en el Spectronic 20, sòlo la medida a 595 nm, màs las correspondientes del Tintòmetro Lovibond (tablas XXXII, XXXIII y XXXIV)

Los valores medios obtenidos por ambos procedimientos, se llevan en el primer caso a la escala de reflectancia obtenièndose así una puntuaciòn que coincide con el resultado que dà la ecuaciòn calculada para los paràmetros del Tintòmetro Lovibond, al sustituir en ella estos por los valores medios obtenidos.

Por tanto, se llega a la conclusiòn de que si bien el nùmero de muestras es insuficiente y se necesita ampliar èste estudio con una adecuada valoraciòn subjetiva para llegar a correlacionar ambos procedimientos, el mètodo de color estudiado para el fruto elaborado no presenta en principio, dificultad alguna para poderse extender a una valoraciòn de la materia prima que permita clasificar èsta antes del proceso industrial, consiguiendo con ello una mejor homogeneizaciòn en cuanto a madurez y por tanto una mayor regularidad en el proceso de pelado y conservaciòn.

#### 3.4.2.- Conservaciòn hasta la elaboraciòn.

Una vez llegado el fruto a la fàbrica, se realiza un escogido previo manual, para sepasar los dañados, picados, etc. no aptos para la elaboraciòn, y el resto se dispone en cajas de madera o plàstico, de unos 15-20 kg. de capacidad, clasificàndolos

TABLA XXX

Primer desmuestre. Color del fruto fresco.

Longitud de onda (nm)	Medidas de reflectancia en el Spectronic 20							
	Muestra nº							
	1	2	3	4	5	6	7	8
415	2	3	1	2	0	3	5	6
445	4	2	2	4	4	6	4	7
475	4	1	2	2	4	7	3	7
505	3	1	2	4	4	6	6	5
535	2	2	3	2	4	3	4	6
565	1	4	2	1	3	3	4	7
595	14	9	13	10	16	7	8	13
625	28	27	30	38	34	26	23	28
655	34	42	39	48	48	50	38	41
685	37	45	46	55	53	48	47	46
X	11,30	11,30	12,52	13,69	15,15	11,65	10,65	14,28
Y	6,86	6,55	7,30	7,37	9,26	7,92	7,21	10,56
Z	4,42	1,97	2,24	3,77	4,28	6,90	4,57	8,08
X + Y + Z	22,58	19,82	22,06	24,83	28,69	26,47	22,43	32,92
x	0,50	0,57	0,56	0,55	0,52	0,44	0,47	0,43
y	0,30	0,33	0,33	0,29	0,32	0,29	0,32	0,32

Parámetros	Medidas en el Tintómetro Lovibond							
Rojo	21	21	20	21	21	21	21	19
Amarillo	2	2	1	1	1	1	1	1
Azul	0	0	0	0	0,1	0,2	0,7	0,7

TABLA XXXI  
=====

Segundo desmuestre. Color del fruto fresco.

Medidas de reflectancia en el Spectronic 20

Longitud de onda (nm)	Muestra n°					
	1	2	3	4	5	6
415	7	8	6	7	6	5
445	7	8	8	7	6	5
475	6	7	6	6	5	5
505	6	8	7	6	6	5
535	6	6	5	6	6	5
565	14	9	8	7	8	4
595	32	32	20	15	14	9
625	45	39	35	30	35	28
655	46	45	43	36	48	40
685	46	45	44	38	51	42
X	24,37	19,53	17,80	14,86	16,21	12,00
Y	17,53	14,05	12,89	11,13	11,77	7,73
Z	7,95	9,03	8,53	7,85	6,96	6,00
X + Y + Z	49,85	42,61	39,22	33,84	34,94	25,73
x	0,49	0,45	0,45	0,43	0,46	0,46
y	0,35	0,32	0,32	0,32	0,33	0,30

Parámetros

Medidas en el Tintómetro Lovibond

Rojo	11	14	16	18	18	21
Amarillo	10	5	3	2	2	2
Azul	0	0	0	0	0,1	0,1



TABLA XXXI (continuaciòn)  
=====

Segundo desmuestra. Color del fruto fresco.

Longitud de onda (nm)	Medidas de reflectancia en el Spectronic 20					
	Muestra nº					
	7	8	9	10	11	12
415	5	4	5	4	3	4
445	5	5	4	4	4	4
475	5	4	4	4	3	3
505	5	5	5	4	4	3
535	5	6	4	3	3	3
565	6	5	5	5	4	5
595	9	9	10	6	6	7
625	26	23	24	19	19	16
655	39	37	39	35	37	35
685	43	37	43	40	46	43
X	12,17	11,20	11,55	9,28	9,16	8,96
Y	8,42	8,02	7,84	6,28	6,05	6,09
Z	6,00	5,70	4,83	4,67	4,23	4,28
X + Y + Z	26,59	24,92	24,22	20,23	19,44	19,33
x	0,45	0,44	0,47	0,45	0,47	0,46
y	0,31	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31
Parámetros	Medidas en el Tintómetro Lovibond					
Rojo	20	20	21	21	21	18
Amarillo	2	2	2	2	1	2
Azul	1	1,2	0,7	1,1	1,1	0,2

TABLA XXXII  
=====

Tercer desmuestra. Color del fruto fresco.

Muestra nº	Spectronic 20		Tintómetro Lovibond			Puntuación ecuación
	R <sub>595</sub>	Puntuación	R	Am	Az	
1	23,0		17	3	0,0	
2	15,0		21	1	0,3	
3	16,5		24	1	0,0	
4	18,0		20	2	0,3	
5	15,0		23	1	0,2	
6	15,0		22	1	0,1	
7	13,0		24	1	0,6	
8	15,0		20	2	0,5	
9	14,0		22	1	0,3	
10	13,0		22	2	0,8	
11	13,0		20	2	2,1	
12	16,0		21	1	0,6	
13	12,0		22	1	0,9	
14	14,0		22	1	0,9	
15	13,0		22	1	0,9	
16	13,0		22	1	0,9	
17	14,0		21	1	0,8	
18	14,0		21	2	0,9	
19	13,0		19	1	1,0	
Valores medios	14,68	4	22,36	1,36	0,63	4

TABLA XXXIII  
=====

Cuatro desmuestra. Color del fruto fresco.

Muestra nº	Spectronic 20		Tintómetro Lovibond			Puntuación ecuación
	R <sub>595</sub>	Puntuación	R	Am	Az	
1	17,0		21	2	0,1	
2	13,0		22	2	0,8	
3	13,5		21	2	0,6	
4	12,0		21	3	0,9	
5	11,0		21	2	0,9	
6	10,5		23	2	0,8	
7	10,5		22	1	0,9	
8	10,0		22	2	0,9	
9	10,0		22	2	0,9	
10	10,0		22	2	0,9	
Valores medios	11,8	5	21,7	2	0,8	5

TABLA XXXIV  
=====

Quinto desmuestre. Color del fruto fresco.

Muestra nº	Spectronic 20		Tintómetro Lovibond			Puntuación ecuación
	R <sub>595</sub>	Puntuación	R	Am	Az	
1	14,0		19	2	0,8	
2	15,0		22	2	0,4	
3	15,0		23	1	0,3	
4	15,0		21	1	0,0	
5	14,0		22	1	0,4	
6	14,0		21	1	0,4	
7	13,0		23	2	0,6	
8	18,0		21	2	0,0	
9	13,0		24	1	0,5	
10	12,0		31	1	0,5	
11	13,0		30	1	1,0	
Valores medios	14,2	4	23,5	1,4	0,5	4

de forma que constituyan lotes con un estado de madurez lo mas pròximo posible, al objeto de que su comportamiento en el pelado posterior sea lo mas homogèneo posible.

### 3.5.- Investigaciòn del proceso de elaboraciòn.

Ya se han indicado en la introducciòn y en el apartado 3.2, correspondiente a la preparaciòn de muestras, las diferentes fases y detalles del proceso de elaboraciòn: pelado, colocaciòn en salmuera y fermentaciòn.

A continuaciòn nos ocuparemos de las investigaciones realizadas sobre cada uno de estos puntos.

#### 3.5.1.- Estudio comparativo del fruto pelado por ambos procedimientos.

Los frutos, despuès del pelado, y antes de ser sometidos a los distintos tratamientos de conservaciòn, presentan las características que se dan en la tabla XXXV, correspondientes a partidas sucesivas de pimientos, elaborados en la campaña 1969-70.

Para poder deducir exactamente cualquier conclusiòn definitiva en relaciòn con el grado de madurez de la materia prima, hubiera sido necesario fijar una determinada parcela de pimientos y tomar muestras representativas de la misma en fechas sucesivas, para ser sometidas a los diferentes tratamientos seleccionados.

No obstante, el comportamiento de estas distintas partidas empleadas por la industria a lo largo de la campaña de elaboraciòn nos pueden dar una primera aproximaciòn de cuanto ocurre en el transcurso de la maduraciòn.

TABLA XXXV  
=====

Campaña 1969-70.

Características de los frutos después del pelado.

Fecha	Fruto	
	Textura (kg/100 gr.)	Humedad %
	Pelados al horno	
10- 9-69	197,0	93,00
24- 9-69	190,6	94,75
2-10-69	189,0	95,00
22-10-69	156,0	92,50
	Pelados con caústica	
10- 9-69	198,0	90,00
24- 9-69	211,3	93,00
2-10-69	207,0	94,00
22-10-69	189,0	92,70

=====  
 TABLA XXXV (continuación)  
 =====

Experimento 1960-71

Jugo

Fecha	Ac.vol.(g.lac- tico/100 ml.)	Ac. combi- nada en normalidad	Azùcares reductores (g.glucosa/ 100 ml.)	pH	Ac. libre (g.làctico/ 100 ml.)
Pelados al horno					
10- 9-69	0,59	0,144	1,5	4,35	-
24- 9-69	0,52	0,085	1,6	4,50	0,68
2-10-69	0,32	0,056	0,9	4,20	0,38
22-10-69	0,28	0,074	2,6	5,20	0,30
Pelados con caústica					
10- 9-69	0,65	0,120	4,1	4,85	-
24- 9-69	0,40	0,086	3,1	3,50	0,62
2-10-69	0,34	0,080	1,3	4,45	0,46
22-10-69	0,50	0,072	2,8	5,05	0,32

Puede observarse en la tabla indicada que, como era de esperarse, la textura de los frutos disminuye en general con la maduración, manteniéndose superior en los pelados con caústica que en los sometidos al proceso de tostación en horno.

Para confirmar este hecho, en la campaña siguiente se realizan nuevamente determinaciones de textura en muestras sucesivas, con los resultados que se dan a continuación:

<u>Fecha elaboración</u>	<u>Textura (kg/100 gr.)</u>	
	<u>Pelados con caústica</u>	<u>Pelados al horno</u>
10/9/70	235	-
22/9/70	211	157,0
6/10/70	218	112,5

En los pimientos pelados al horno el contenido en azúcares es, en muchos casos, significativamente inferior. Los valores de pH y acidez combinada en el jugo parecen demostrar que el tratamiento con hidróxido sódico no afecta en absoluto las características de la pulpa.

En cuanto a los rendimientos, expresados como porcentaje del fruto fresco recuperado, de la operación de pelado por los dos procedimientos utilizados, se han obtenido, para las diferentes partidas y campañas, valores que oscilan dentro de los siguientes intervalos:

- Pelados al horno ..... 25 - 37 %
- Pelados con caústica ..... 54 - 73 %



Dichos valores, suficientemente significativos, serán objeto de un comentario mas amplio cuando nos refiramos mas adelante, al proceso completo de elaboración.

3.5.2.- Estudio físico-químico comparativo de la fermentación y conservación en salmuera.

En las tablas XXXVI, XXXVII y XXXVIII, se presentan para la campaña 1968-69 las características físico-químicas, de las salmueras correspondientes a los distintos tratamientos (valores medios) tanto de laboratorio (a los 2 y 7 meses de conservación) como de los ensayos semi-industriales ( a los 2 meses).

Los frascos utilizados en esta primera campaña para la conservación del pimiento en el laboratorio, no eran los mas adecuados para llevar un buen control físico-químico y microbiológico, y como consecuencia el pH de la salmuera acidulada se mantuvo muy bajo ocasionando una decoloración del fruto bastante sensible en comparación con los de los ensayos semi-industriales cuyo color era mas intenso, y cuyo pH oscilaba entre los límites recomendados por Aliguisakis, 3,3 a 3,5. Esto hizo pensar en otra forma de envasado, diseñándose los fermentadores de laboratorio, ya indicados en el apartado 3.2, con dispositivos adecuados, para el requerido de salmuera y toma de muestras, eliminándose, a su vez el grave inconveniente de la formación de levaduras superficiales. Operando de esta forma, en las campañas posteriores, el pH de las salmueras aciduladas se mantiene alrededor de 3,4 unidades, siendo su concentración en cloruro sódico del 10 al 12 %. En las saturadas el pH se mantiene alrededor de 4,5 unidades y la concentración de alrededor del 29 %.

TABLA XXXVI  
=====

Campaña 1968-69.- Ensayos de laboratorio.

Características de las salmueras a los dos meses de conservación.

Tratamiento	pH	Acidez libre gr. láctico por 100 ml.	Acidez combinada en normalidad	ClNa gr. NaCl por 100 ml.	Azúcares reductores gr. glucosa por 100 ml.
8 % 50 A	2,8	0,96	0,018	10,3	«0,06
8 % 70 A	2,7	1,12	0,018	10,9	«0,06
12 % 50 A	2,8	1,06	0,023	11,3	«0,06
12 % 60 A	3,0	0,96	0,033	9,5	«0,06
12 % 70 A	2,8	1,04	0,010	10,5	«0,06
22 % 70 A	2,9	0,90	0,013	10,0	«0,06
22 % 80 A	2,7	1,10	0,008	11,5	«0,06
8 % 50 S	6,5	0,04	0,010	28,0	1,80
8 % 70 S	4,9	0,08	0,024	28,9	2,00
12 % 50 S	4,9	0,10	0,028	29,6	2,00
12 % 60 S	4,7	0,10	0,023	29,0	1,66
12 % 70 S	4,7	0,08	0,023	29,0	1,36
22 % 70 S	5,0	0,08	0,029	27,2	1,10
22 % 80 S	4,9	0,10	0,023	24,7	1,30

Nomenclatura de muestras.-

Primera cifra - Concentración de lejía empleada (%)

Segunda cifra - Temperatura pelado (° C)

A.- Muestras aciduladas.

S.- Muestras saturadas.

TABLA XXXVII

Campaña 1968-69.- Ensayos de laboratorio.

Características del fruto (textura) y de la salmuera a los 7 meses de conservación.

Tratamiento	Fruto		Salmuera			
	Textura kg/100 gr.	pH	Ac. libre (g.láctico/ 100 ml.)	Ac. combi- nada en normalidad	ClNa (g/100 ml.)	Azúcares reductores (g.glucosa/ 100 ml.)
8 % 50 A	176	2,60	1,10	-	12,3	<0,06
12 % 50 A	142	2,55	1,20	-	12,3	<0,06
12 % 60 A	172	2,55	1,10	-	11,9	<0,06
12 % 70 A	156	2,60	1,03	-	11,5	<0,06
15 % 64 A	193	3,10	0,80	-	8,8	<0,06
22 % 70 A	168	2,60	1,10	-	12,0	<0,06
22 % 80 A	94	2,35	0,30	-	13,0	<0,06
8 % 50 S	170	4,85	0,06	0,0256	32,5	0,85
12 % 50 S	171	5,00	0,06	0,0204	32,5	1,00
12 % 60 S	117	4,80	0,08	0,0248	29,8	1,30
12 % 70 S	173	4,90	0,08	0,0216	22,0	1,30
15 % 64 S	167	4,51	0,13	0,0680	29,4	2,20
22 % 70 S	186	4,30	0,08	0,0200	26,4	0,83
22 % 80 S	134	5,15	0,04	0,0210	30,6	0,90

TABLA XXXVIII  
=====

Campaña 1968-69.- Ensayos semi-industriales.

Características de las salmueras a los dos meses de conservación.

Tratamiento	pH	Acidez libre gr. láctico por 100 ml.	Acidez combinada en normalidad	ClNa gr. NaCl por 100 ml.	Azúcares reductores gr. glucosa por 100 ml.
C.A.	3,3	0,40	0,022	13,4	0,35
C.S.	4,3	0,19	0,034	26,1	0,85
H.S.	4,2	0,27	0,044	21,7	0,85

C.- Pelado con caústica.

H.- Pelado a fuego.

A.- Salmuera acidulada y requerido con la misma salmuera.

S.- Salmuera saturada y requerido con la misma salmuera.

En las mencionadas tablas podemos apreciar el total o casi total, desaparición de los azúcares en las muestras aciduladas lo cual demuestra, la existencia de una fermentación rápida que queda confirmada por los datos de campañas posteriores, en las que antes de los 15 días los azúcares han desaparecido. Por el contrario, en las muestras saturadas se puede, observar un alto contenido en azúcares, que se mantiene al menos durante los 7 meses en que se realizaron determinaciones, con las repercusiones que esto puede tener en la aceituna al ser rellenada por pimientos no fermentados.

Se observa que los pimientos mantenidos en salmuera de baja graduación están mas aromáticos que los colocados en salmuera saturada, y sus salmueras toman poco color, mientras que los saturadas están rojizas. Por otro lado, el pimiento pelado con NaOH presenta mas claridad de color (para un mismo tono) mientras que el pelado a fuego tiene un color rojizo mate.

En las campañas 1969-70 y 1970-71 se realiza igualmente un control periódico del estado del fruto y salmuera correspondiente a los distintos tratamientos de pelado y forma de elaboración.

El estado del fruto y salmueras, al cabo de 9 meses de conservación se presenta en la tabla XXXIX.

Puede observarse la textura superior de las muestras peladas con cáustica, y dentro de éstas, la mayor consistencia en general de las conservadas en salmuera acidulada de mas baja graduación (muestra CA). No hay que olvidar el hecho, mencionado ya anteriormente, de que en las muestras conservadas en salmuera saturada, la "textura aparente" disminuye posteriormente al em-

TABLA XXXIX

Características del fruto y salmueras a los 9 meses de conservación.

Muestra	Fruto		Salmuera	
	Textura (kg/100 gr.)	pH	NaCl (gr. por 100 ml.)	
Campaña 1969-70				
HA-1	123,5	3,40	10,7	
HA-2	92,3	3,45	8,2	
HA-4	148,2	3,50	10,5	
CA-1	193,7	3,30	11,6	
CA-2	140,4	3,40	11,3	
CA-4	178,1	3,20	12,8	
HS-1	162,5	4,30	30,0	
HS-2	165,0	4,10	28,0	
HS-4	133,0	4,10	26,4	
CS-1	187,0	4,30	28,7	
CS-2	203,0	4,00	28,2	
CS-4	143,0	4,40	28,1	
Campaña 1970-71				
HA-1	139,8	3,20	12,1	
HA-2	140,0	3,30	12,0	
HA-3	146,0	3,35	12,2	
CA-1	176,0	3,50	14,0	
CA-2	209,0	3,60	12,1	
CA-3	187,6	3,45	13,8	
HS-1	141,0	3,95	26,6	
HS-2	173,0	3,80	28,4	
HS-3	160,6	3,85	27,8	
CS-1	215,0	4,20	28,9	
CS-2	221,0	4,25	29,4	
CS-3	185,8	4,45	29,0	

plear el fruto en el relleno de aceitunas y equilibrar el líquido de gobierno de éstas a una baja concentración de cloruro sódico, alrededor del 7 %.

Merece destacar el caso de la textura excesivamente baja del fruto correspondiente al fermentador HA-2, de la campaña 1969-70, en el que la salmuera presentaba una concentración de sal excesivamente baja.

En cuanto al contenido de azúcares en la salmuera, se confirma que en las muestras aciduladas, éstos desaparecen en los primeros días de fermentación, mientras que en las saturadas el contenido permanece prácticamente inalterable durante todo el periodo de control (tablas XL y XLI).

La tabla XLII, muestra el estado del fruto (textura) y las características de la salmuera, en los diferentes ensayos semi-industriales efectuados, al cabo de 4 y 7 meses de conservación, respectivamente, y correspondiente a la campaña 1969-70.

La marcha del contenido de azúcares reductores en la salmuera confirma igualmente los resultados de laboratorio. Así como en las muestras aciduladas desaparecen rápidamente en los primeros días de fermentación, en las saturadas se mantienen durante todo el periodo de conservación, aunque con valores mas bajos que en el laboratorio por las pérdidas de salmuera producidas al abrir los bidones en varias ocasiones para la inspección.

Como puede verse, también queda confirmado el efecto de la fecha de elaboración sobre la textura de los frutos, así como los valores superiores de la misma, mantenidos en las muestras pela-

TABLA XL  
=====

Campaña 1969-70.- Fermentadores de laboratorio.

Evolución de los azúcares reductores durante la conservación.  
(gr. glucosa por 100 ml.)

Nº de días	Muestra					
	HS-1	HS-2	HS-4	CS-1	CS-2	CS-4
5	-	-	1,86	-	-	0,88
8	-	-	1,76	-	-	1,00
10	1,50	-	-	1,40	-	-
13	-	-	2,00	-	-	0,96
15	-	1,66	-	-	1,76	-
27	1,25	-	-	1,25	-	-
32	-	-	1,57	-	-	0,99
33	1,66	-	-	1,36	-	-
35	1,50	-	-	1,50	-	-
36	-	1,66	-	-	1,87	-
38	-	1,66	-	-	1,42	-
40	1,66	-	-	1,30	-	-
43	-	1,76	-	-	1,42	-
54	1,66	-	-	1,42	-	-
57	-	1,25	-	-	1,66	-
80	-	-	1,50	-	-	1,04
102	1,66	-	-	1,42	-	-
105	-	1,34	-	-	1,34	-
170	-	-	1,10	-	-	1,10
190	-	1,00	-	-	0,91 *	-
192	1,57	-	-	1,50	-	-
230	-	-	1,20	-	-	1,85 *
250	-	1,50	-	-	1,50	-
252	1,50	-	-	1,50	-	-

\* Resultados anómalos, debidos probablemente a la toma de muestras.



TABLA XLI

=====

Campaña 1970-71.- Fermentadores de laboratorio.

Evolución de los azúcares reductores durante la conservación.  
(gr. glucosa por 100 ml.)

Nº de días	Muestra					
	HS-1	HS-2	HS-3	CS-1	CS-2	CS-3
4	2,00	2,30	2,00	1,76	1,80	1,10
7	2,10	-	2,00	1,20	-	1,70
12	2,50	-	-	1,90	-	-
13	-	-	-	-	-	-
15	2,00	-	2,00	2,50	-	1,90
18	-	2,50	-	-	2,00	-
20	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
27	-	2,50	2,00	-	1,60	1,40
33	2,20	-	-	2,20	-	-
39	-	2,70	2,10	-	1,70	1,40
42	2,30	-	-	2,50	-	-
51	-	2,50	-	-	1,80	-
53	2,50	-	-	2,30	-	-
61	2,00	-	2,00	2,30	-	1,70
67	-	2,30	1,88	-	2,00	1,20
97	1,90	2,31	2,30	2,70	1,50	1,70
120	1,66	2,50	2,30	2,14	2,10	1,60
140	-	-	2,00	-	-	1,50
149	1,70	2,00	-	2,70	2,10	-
179	1,50	2,10	-	2,30	2,30	-
189	1,50	-	-	2,30	-	-
279	1,25	1,50	1,42	2,30	1,76	1,50

TABLA XLII

Campaña 1969-70.- Ensayos semi-industriales.

Características del fruto y salmuera a los 4 y 7 meses de conservación.

Muestra	Fruto	Salmuera			
	Textura kg/100 gr.	Ac. libre (g.láctico/ 100 ml.)	pH	NaCl (g/100ml)	Azúcares reductores (g. glucosa/100 ml.)
		A los 4 meses			
HA-1	-	1,20	3,35	6,7	0,06
HA-2	-	0,82	3,30	8,2	0,26
HA-3	-	1,00	3,30	9,9	0,20
HA-4	-	0,74	3,50	7,2	0,08
CA-1	194,7	0,48	3,45	12,8	0,23
CA-2	197,6	0,56	3,40	10,8	0,06
CA-3	192,4	0,64	3,30	9,7	0,06
CA-4	185,9	0,48	3,60	10,0	0,06
HS-1	180,2	0,06	4,50	27,9	1,28
HS-2	173,7	0,30	4,20	28,3	0,86
HS-3	176,3	0,08	4,70	25,3	0,99
HS-4	148,7	0,04	5,10	29,4	0,99
CS-1	208,7	0,18	4,30	26,8	1,60
CS-2	190,6	0,22	4,20	19,3	-
CS-3	190,1	0,16	4,40	24,5	0,75
CS-4	160,4	0,06	4,80	27,7	1,07

TABLA XLII (continuaciòn)

Muestra	Fruto	Salmuera			
	Textura kg/100 gr.	Ac. libre (g.làctico/ 100 ml.)	pH	NaCl (g/100ml)	Azùcares reductores (g. glucosa/100 ml.)
A los 7 meses					
HA-1	-	1,20	3,30	6,9	« 0,06
HA-2	-	0,72	3,35	8,2	« 0,06
HA-3	-	0,90	3,30	8,2	« 0,06
HA-4	-	0,54	3,35	10,0	« 0,06
CA-1	192,7	0,40	3,20	13,5	« 0,06
CA-2	172,0	0,54	3,35	10,3	« 0,06
CA-3	178,6	0,50	3,35	10,2	« 0,06
CA-4	158,9	0,42	3,45	10,6	« 0,06
HS-1	164,1	0,04	5,80	30,0	0,93
HS-2	153,7	0,02	6,90	29,6	0,63
HS-3	139,0	0,06	4,15	24,8	0,60
HS-4	145,6	0,04	5,45	28,5	0,61
CS-1	176,3	0,04	5,40	27,5	0,68
CS-2	183,3	0,18	4,25	22,7	1,66
CS-3	195,3	0,08	4,20	24,3	0,85
CS-4	149,9	0,08	4,10	24,9	0,55

das con solución de hidróxido sódico (muestras C). Dentro de éstos, aún cuando en dos de ellas, la conservación en salmuera saturada de valores superiores que en las aciduladas, no hemos de olvidar el hecho, ya indicado, de la disminución de textura que posteriormente se produce en las saturadas durante el relleno de aceitunas, por el fuerte descenso de la concentración de sal en el pimiento.

Las muestras HA (peladas al horno y conservadas en salmuera acidulada) perdieron por completo su textura en un plazo muy corto de tiempo, probablemente debido a que por la gran cantidad de jugo que el fruto pelado al horno desprende en las primeras fechas de colocación en salmuera, la concentración de NaCl se mantuvo en los bidones excesivamente baja, produciéndose como consecuencia, algún cambio fundamental en su estructura, probablemente de origen enzimático. El mismo efecto, aunque menos acusado, ha sido mencionado anteriormente al referirnos al fermentador de laboratorio HA-2 de la misma campaña. Fue necesario, por tanto, realizar nuevas experiencias, utilizando el dispositivo preciso para mantener la concentración de sal al nivel adecuado, y evitar esta anomalía, con lo cual podrán verse realmente las posibilidades de esta variante.

Para ello, en la campaña 1970-71, se diseñó, para realizar un ensayo semi-industrial, un fermentador construido en poliéster y fibra de vidrio (fig. 2), de unos 1.500 litros de capacidad, con dispositivo para la recirculación de la salmuera, mediante bomba de acero inoxidable, y provisto de cierre hidráulico anaeróbico para evitar la formación de velos superficiales.

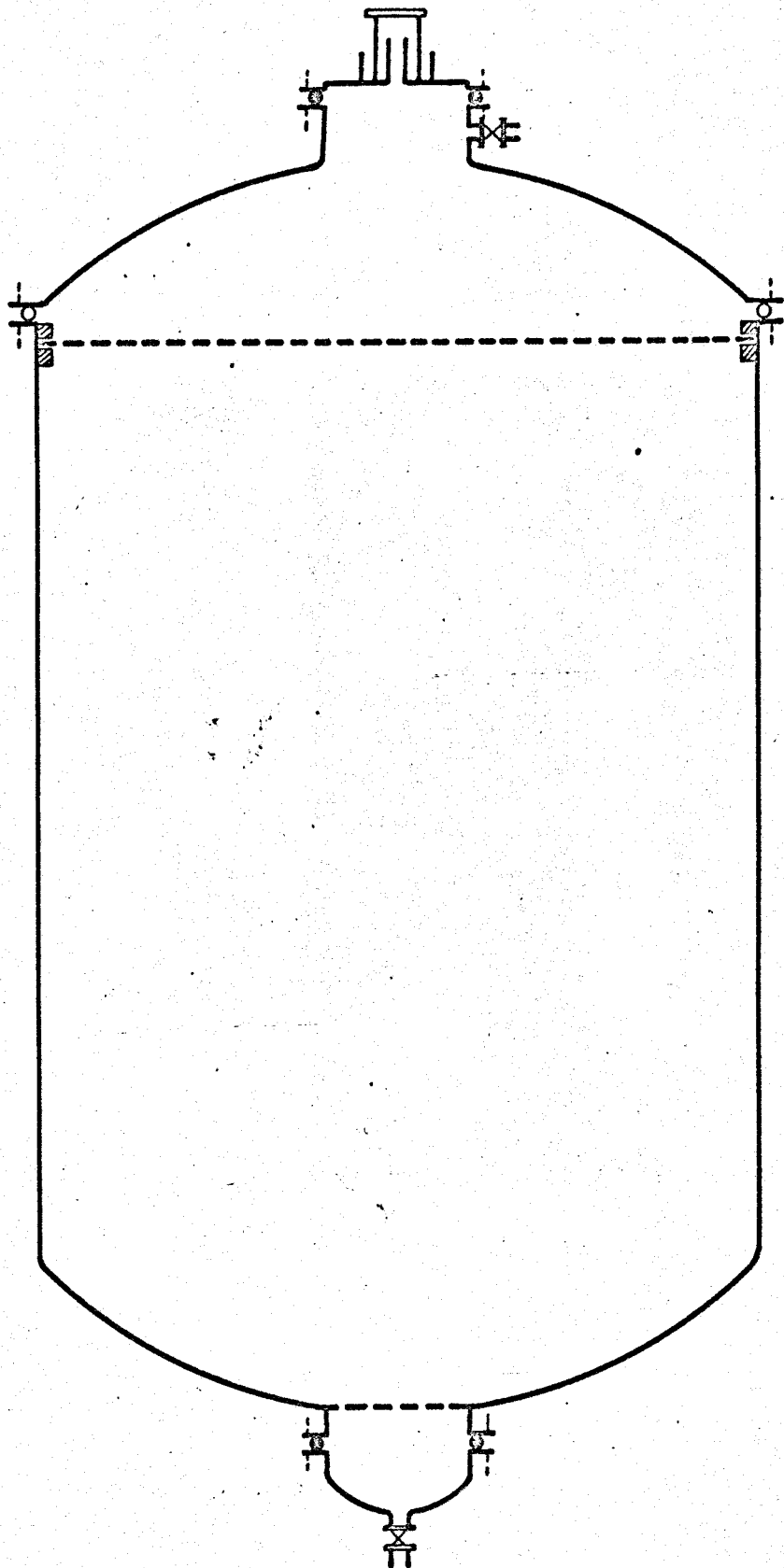


Fig. 2 - FERMENTADOR EXPERIMENTAL. CAMPAÑA 1970-71

En el mismo se colocan 900 kilos de pimientos pelados al horno, llenando a continuación el fermentador con salmuera de 20° Bè. acidulada con láctico al 0,5 % (v/v) y completando finalmente su capacidad con salmuera de 25° Bè, sin acidular, para que el valor final de pH fuese de aproximadamente 3,4 unidades.

A continuación, se cierra y se mantiene durante todo el periodo de conservación un riguroso control de pH y contenido en cloruro sódico. Al cabo de ocho meses, se dà por terminada la experiencia, abriéndose el fermentador y realizando una detenida inspección de los frutos.

El color de los mismos no presentaba diferencias significativas con los testigos elaborados en la misma industria por el sistema tradicional. En cuanto a la textura (125 kg. /100 gr.), puede considerarse perfectamente aceptable, dado que la materia prima empleada en el ensayo, no fuè de primera calidad. La salmuera de conservación permanece clara al final de la experiencia.

Una vez terminada la inspección, los pimientos se utilizaron en la industria para las operaciones normales de relleno, mereciendo una general aceptación.

3.5.3.- Efecto de las fases de elaboración (pelado, fermentación-conservación) sobre el color del producto final.

Terminada ya la fase de elaboración y fermentación del pimiento, se considerò interesante realizar un estudio, basado en los métodos anteriormente descritos para el color, sobre el efecto que los distintos sistemas de pelado y conservación podían tener sobre este atributo de calidad.

Para esta experiencia se utilizaron un total de 240 muestras de pimientos, correspondientes a los fermentadores de laboratorio de dos campañas consecutivas 1969-70 y 1970-71, eligiendo al azar diez frutos de cada fermentador, cuyo color fue medido en el Spectronic 20, por reflectancia a 595 nm, y en el Tintómetro Lovibond mediante los parámetros correspondientes a las unidades rojas, amarillas y azules.

El objetivo, por tanto, era ver si existían diferencias de color entre los pimientos pelados al horno y los pelados con cáustica, y entre los conservados en salmuera saturada y los correspondientes a la acidulada.

En la tabla XLIII, se presentan los valores medios de las distintas variantes estudiadas, correspondiendo cada uno a seis fermentadores, de los cuales fueron inspeccionados diez frutos para cada medida.

La primera columna indica el tratamiento empleado; la segunda y tercera corresponden a las medidas efectuadas en el Spectronic 20, y las restantes a los parámetros del Tintómetro Lovibond, cuya puntuación ha sido calculada al sustituir los valores medios en la ecuación encontrada para tal fin.

De la observación de esta tabla podemos destacar la buena correlación existente entre los dos métodos de medida utilizados, ya que las puntuaciones obtenidas por ambos procedimientos coinciden perfectamente. Debido a ello, en el análisis de varianza que se realiza a continuación para ver el efecto de los distintos tratamientos, se elige la reflectancia a 595 nm, por su mayor comodidad, ya que en el Tintómetro habría que utili-

TABLA XLIII  
=====

Fermentadores de laboratorio. Medidas de color para los distintos procedimientos de pelado y sistemas de conservaciòn.

Tratamiento	Spectronic-20		Tintómetro Lovibond			
	R <sub>595</sub>	Puntuaciòn	R	Am	Az	Puntuaciòn
CA	16,4		23,9	3,2	0,06	
	15,1		25,2	3,2	0,00	
	17,3		21,5	4,5	0,01	
	18,0		21,6	2,7	0,01	
	16,9		21,5	2,6	0,10	
	19,2		20,7	3,8	0,03	
	$\bar{x}=17,2$	P=3	$\bar{x}=22,4$	$\bar{x}=3,3$	$\bar{x}=0,03$	P=3
HA	15,5		24,6	3,7	0,15	
	16,2		21,7	5,7	0,10	
	17,4		20,6	4,7	0,01	
	17,3		20,1	2,7	0,02	
	17,3		21,0	2,8	0,01	
	17,4		20,8	3,0	0,12	
	$\bar{x}=16,9$	P=3	$\bar{x}=21,5$	$\bar{x}=3,8$	$\bar{x}=0,06$	P=3
CS	14,5		23,6	3,4	0,10	
	13,9		24,2	3,7	0,15	
	12,2		25,0	3,4	0,10	
	17,7		21,1	2,5	0,03	
	17,8		22,7	2,2	0,01	
	18,1		21,9	2,4	0,06	
	$\bar{x}=15,7$	P=3	$\bar{x}=23,0$	$\bar{x}=2,9$	$\bar{x}=0,07$	P=3
HS	15,0		23,3	3,5	0,24	
	14,9		23,6	3,3	0,12	
	13,6		23,5	3,2	0,27	
	16,2		19,9	2,9	0,02	
	16,4		21,8	2,3	0,14	
	15,2		21,8	2,5	0,16	
	$\bar{x}=15,2$	P=4	$\bar{x}=22,3$	$\bar{x}=2,9$	$\bar{x}=0,15$	P=4



zar los tres parámetros.

Los datos se reorganizan de la forma que se indica en la tabla XLIV. Realizadas las operaciones oportunas, los resultados obtenidos se resumen en la tabla XLV. De su observación se deduce la no existencia de interacción entre los distintos sistemas de pelado y procedimientos de conservación, encontrando una diferencia significativa entre estos últimos, ya que los frutos fermentados en salmuera acidulada presentan generalmente, como ya se ha indicado anteriormente, una mayor luminosidad que los conservados en salmuera saturada.

3.5.4.- Estudio microbiológico de ambos procedimientos de conservación.

Para el estudio de los microorganismos responsables de la fermentación del pimiento se considera de absoluta necesidad investigar, en principio, todos aquellos gérmenes que pudieran tener alguna relación con dicho proceso y en la conservación posterior. En consecuencia, en ensayos previos realizados sobre cuarenta muestras de salmueras aciduladas y otras cuarenta de salmueras saturadas, se estudian los siguientes: coli-aerógenos, cocos, lactobacilos, levaduras y clostridios. Los resultados obtenidos se resumen a continuación:

TABLA XLIV

=====

Análisis de varianza de las reflectancias a 595 n.m. para los distintos procedimientos de pelado y sistemas de conservación. Planteamiento.

	<u>Frutos pelados con cáustica</u>	<u>Frutos pelados al horno</u>
	16,4	15,5
	15,1	16,2
	17,3	17,4
	18,0	17,3
	16,9	17,3
	19,2	17,4
$\Sigma$ tratamientos	102,9	101,0
$\Sigma$ aciduladas		203,9
	14,5	15,0
	13,9	14,9
	12,2	13,6
	17,7	16,2
	17,8	16,4
	18,1	13,2
$\Sigma$ tratamientos	94,2	91,3
$\Sigma$ saturados		185,5
$\Sigma$ total tratamientos	197,1	192,3
$\Sigma$ total		389,4

TABLA XLV  
=====

Análisis de varianza de las reflectancias a 595 n.m. para los distintos procedimientos de pelado y sistemas de conservación. Resultados.

Origen varianza	Grados /libertad	Suma cuadrados	Cuadrado medio	Varianza	Significación
Total corregida	23	67,74	-	-	-
Tratamientos	1	0,96	0,96	0,36	No significativa
Formas de conservación	1	14,11	14,11	5,37	0,01 < P < 0,05
Interacción	1	0,04	0,04	0,02	No significativa
Error residual	20	52,63	2,63	-	-

## Desarrollo microbiano en las salmueras. Ensayos previos.

	<u>Aciduladas</u>		<u>Saturadas</u>	
	Tiempo de conservación			
	7 días	40 días	7 días	40 días
coli-aerògenes	-	-	-	-
cocos	-	-	-	-
lactobacilos	-	-	-	-
levaduras	+++	+	-	-
clostridios	-	-	-	-

El análisis microbiológico correspondiente a las muestras de salmueras aciduladas indica, que de los microorganismos investigados, únicamente las levaduras crecen en abundancia. Estas alcanzan el máximo desarrollo aproximadamente a los 10-15 días de colocar el pimiento en salmuera. Por lo tanto, estos resultados indican que el pimiento en estas condiciones sufre una fermentación producida exclusivamente por levaduras.

En cambio, el análisis microbiológico de las cuarenta tomas de muestras de salmueras saturadas indica que no existe desarrollo de los diferentes microorganismos estudiados, y que, en consecuencia las contaminaciones se pueden producir con mayor facilidad, que en las muestras anteriores.

No se encontraron diferencias por causas de los distintos tratamientos de pelado, horno o cáustica, o por las diferentes condiciones en que se realizó este último, concentración de lejía y temperatura.

Una vez demostrado que los microorganismos responsables de la fermentación en salmuera acidulada son las levaduras, se hizo necesario realizar un estudio sistemático detallado de dichos gèrmenes, aislados durante las campañas 1968-69 y 1969-70, al objeto de conseguir una fermentación dirigida en condiciones óptimas.

La toma de muestras de las salmueras correspondientes se hace, en el laboratorio asèpticamente y con la necesaria periodicidad para conocer la marcha de la fermentación lo más exactamente posible, mientras que en la industria la frecuencia empleada, aunque menor, nos ha permitido seguir fácilmente el control de dicha fermentación.

Para el reconocimiento de los microorganismos responsables de la típica fermentación y posibles productores de alteraciones se han empleado los siguientes medios de cultivo selectivos, considerados en principio como más idóneos: agar-eosina-azul de metileno de Levine, agar-infusión de levadura-glucosa, agar-extracto de malta y jugo de hígado-triptona-glucosa.

Las siembras en los medios de cultivo indicados se hacen por extensión y agotamiento y por dilución para recuento de gèrmenes, excepto en el jugo de hígado-triptona-glucosa, para clostridios que se utiliza el procedimiento descrito por González Cancho (52). Para el desarrollo de lactobacilos se utiliza el agar-infusión de levadura-glucosa con unas gotas de anetol, que inhibe el desarrollo de levaduras. La incubación se hace a las temperaturas de 25, 30 y 37° C, de acuerdo con las necesidades óptimas de desarrollo de los diferentes microorganismos.

El aislamiento de los gèrmenes desarrollados para el estudio taxonòmico, se hace en los mismos medios de cultivo, dando los pases necesarios para la completa purificaciòn de los cultivos.

Dicho estudio taxonòmico se realiza segùn las normas que se indican en el Manual de Lodder (12).

Las experiencias se han realizado durante tres campañas consecutivas, 1968-69, 1969-70 y 1970-71.

El anàlisis microbiològico cuantitativo de las numerosas tomas de muestras de las salmueras de ocho fermentadores instalados en el laboratorio, indica como puede observarse en las tablas XLVI, XLVII, XLVIII, XLIX y L, correspondientes a cinco de ellos, lo siguiente:

1.- En los fermentadores C.A. estudiados, ùnicamente se observa desarrollo de levaduras. El màximo crecimiento de dichos microorganismos se presenta alrededor de los 5-7 dïas de fermentaciòn. El aumento de las mismas a partir de los cuarenta dïas de conservaciòn, se debe a la formaciòn de velos superficiales.

2.- En la mayorïa de los fermentadores H.A., juntamente con el desarrollo de levaduras ya indicado en los C.A., se observò un crecimiento de lactobacilos. Debido a la existencia de estos ùltimos gèrmenes, en la tabla XLVIII el nùmero de microorganismos es significativamente mas elevado, y en la tabla XLIX no se especifican resultados cuantitativos. En cambio en la tabla L, ùnicamente se observa desarrollo de levaduras.

El màximo desarrollo de la poblaciòn microbiana se produce entre los 5 y 7 dïas del proceso fermentativo. Anàlogamente a

TABLA XLVI  
 =====

Desarrollo microbiano. Fermentador de laboratorio C.A.1.

<u>Días de fermentación</u>	<u>Levaduras por ml.</u>	<u>Bacilos Gram-negativos (Coli-aerògenes por ml.)</u>	<u>Lactobacilos</u>
1	1.500	90	-
2	2.700	60	-
3	4.000	-	-
4	24.100	-	-
5	140.000	-	-
6	1.800.000	-	-
7	1.000.000	-	-
8	530.000	-	-
10	369.500	-	-
14	70.000	-	-
20	25.750	-	-
34	166.000	-	-

TABLA XLVII  
=====

Desarrollo microbiano. Fermentador de laboratorio C.A.2.

Días de fermentación	Levaduras por ml.	Bacilos Gram-negativos (Coli-aerògenes por ml.)	Lactobacilos
3 h.	88.750	-	-
1	54.250	-	-
2	285.500	-	-
3	350.000	-	-
5	800.000	-	-
6	186.000 *	-	-
8	227.000	-	-
9	148.000	-	-
10	109.000	-	-
13	60.000	-	-
16	7.900	-	-
24	500	-	-
68	120.000	-	-
100	120.000	-	-

\* Resultado anòmalo.



TABLA XLVIII  
=====

Desarrollo microbiano. Fermentador de laboratorio H.A.1.

Días de fermentación	Levaduras + Lactobacilos por ml.	Bacilos Gram-negativos (Coli-aerògenes)
2	725.000	-
3	1.790.000	-
5	4.350.000	-
6	4.850.000	-
7	2.600.000	-
8	225.000 *	-
10	200.000	-
15	268.500	-
19	300.000	-
25	41.300	-
38	260.000	-

\* Resultado anòmalo.

TABLA XLIX  
=====

Desarrollo microbiano. Fermentador de laboratorio H.A.2.

Días de fermentación	Levaduras	Bacilos Gram-negativos (Coli-aerògenes)	Lactobacilos
3 h.	++	+	-
1	+++	+	+
2	+++	+	+++
3	+++	+	+++
5	+++	-	+++
6	+++	-	+++
8	+++	-	+++
9	++	-	+++
10	++	-	+++
13	+	-	+++
16	+	-	+++
24	+	-	+++
68	++	-	+++
100	+++	-	+

+++ Abundante desarrollo

++ Regular desarrollo

+ Escaso desarrollo

- Sin desarrollo

TABLA L  
=====

Desarrollo microbiano. Fermentador de laboratorio H.A.-4.

Días de fermentación	Levaduras por ml.	Bacilos Gram-negativos (coli-aerògeos)	Lactobacilos
1	10.000	-	-
2	188.000	-	-
3	175.000	-	-
4	81.000 *	-	-
6	92.000 *	-	-
7	123.000 *	-	-
8	950.000	-	-
10	235.000	-	-
15	48.000	-	-
24	22.000	-	-
41	440.000	-	-
70	118.000	-	-

\* Resultados anòmalos.

lo indicado en los fermentadores C.A., se produce un aumento en el número de levaduras como consecuencia de la formación de velos de levaduras, a partir de los cuarenta días.

3.- Prácticamente no existe desarrollo en ninguno de los fermentadores de bacterias gram-negativas de tipo coli-aerògenes, debido a que el valor de pH se mantiene alrededor de 3-4 unidades, suficientemente bajo para impedir su crecimiento.

4.- En los fermentadores H.S. con salmuera saturada, no se observa desarrollo microbiano, lo que indica que se trata simplemente de una conservación.

El análisis microbiológico de los bidones instalados en la industria, indica su paralelismo con lo observado en los fermentadores de laboratorio.

En la tabla LI se presentan las distintas especies aisladas, especificando el % de cada una de ellas y el porcentaje de frecuencia por muestras analizadas. Asimismo, se indica el intervalo de permanencia y máximo desarrollo en días, de cada una de ellas, y la procedencia de la muestra.

De su observación se deduce lo siguiente:

1.- Las especies mas representativas tanto por el número de cepas encontradas, como por la frecuencia en que aparecen en las distintas muestras analizadas son: *Hansenula subpelliculosa*, *Saccharomyces lactis*, *Hansenula anomala*, *Saccharomyces rouxii*, *Hanseniaspora valbyensis* y *Saccharomyces cerevisiae*, entre las esporígenas y *Candida krusei*, *Kloeckera apiculata* y *Torulopsis farfara*, entre las no esporígenas.

TABLA LI  
=====

Diagnóstico	Cepas aisladas sobre un total de 221	% del total	Nº de muestras en que se en- cuentra sobre un total de 59
<u>Esporígenas</u>			
Hanseniaspora valbyensis	8	4	3
Hansenula anomala	15	7	7
"    subpelliculosa	72	33	20
Saccharomyces carlsbergensis	3	1	1
"    cerevisiae	5	3	3
"    chevalieri	2	1	1
"    lactis	23	13	13
"    rosei	1	1	1
"    rouxii	7	4	4
"    steineri	2	2	2
"    veronae	3	1	1
<u>No esporígenas</u>			
Candida brumptii	1	0	1
"    krusei	24	11	18
"    tropicalis	2	1	2
Cryptococcus luteolus	4	2	1
Kloeckera apiculata	33	15	16
Torulopsis famata	16	7	8

TABLA LI (continuación)

Diagnóstico	%	Intervalo de permanencia en días (1)	Procedencia de la muestra
<u>Esporigenas</u>			
Hanseniaspora valbyensis	5	1-5 (5º)	CA - HA
Hansenula anomala	12	2-16(3º)	CA - HA
" subpelliculosa	34	3h-100(2º)	CA - HA
Saccharomyces carlsbergensis	2	6	CA
" cerevisiae	5	8, 100 *	CA - HA
" chevalieri	2	16	CA
" lactis	22	3h-15(8º)	CA - HA
" rosei	2	5	HA
" rouxii	7	24, 100 *	HS
" steineri	3	2, 180 *	HA
" veronae	2	3	CA
<u>No esporigenas</u>			
Candida brumptii	2	5	CA
" krusei	31	9-180(16º)	CA - HA
" tropicalis	3	6	CA
Cryptococcus lutsolus	2	68	CA
Kloeckera apiculata	27	2 - 10(5º)	CA - HA
Torulopsis famata	14	24-180(100º)	CA - HA

CA-Pelados con caústica y conservados en salmuera baja graduación

HA-Pelados horno y conservados en salmuera de baja graduación

HS-Pelados horno y conservados en salmuera saturada

\* Únicamente aisladas en los días indicados

(1) El número entre paréntesis indica el día de máximo desarrollo.

2.- Por lo que respecta a la sucesión de las distintas especies en el proceso fermentativo, se puede indicar:

a) *Hansenula subpelliculosa* permanece durante todo el transcurso de la elaboración, alcanzando su máximo crecimiento alrededor de los dos días de colocación del pimiento en salmuera.

b) Las levaduras apiculadas (*Kloeckera* y *Hanseniaspora*), se encuentran presentes durante los diez primeros días del proceso fermentativo, coincidiendo su máximo desarrollo con el de la población de levaduras, aproximadamente a los cinco días.

c) *Saccharomyces lactis* se encuentra en las salmueras de los quince primeros días de la fermentación y alcanza su máximo desarrollo a los ocho días de dicho proceso. La desaparición de este género, así como la de levaduras apiculadas, coincide con la de azúcares en la salmuera.

d) La presencia de *Candida krusei* puede originar la formación de velos superficiales, a partir de los dieciseis días de fermentación.

e) Levaduras de tipo oxidativo, *Torulopsis famata*, dominan alrededor de los tres meses del proceso fermentativo.

3.- *Saccharomyces rouxii* se aísla exclusivamente en muestras de salmuera saturadas, lo que puede indicar su resistencia a la sal.

Posteriormente, se ha realizado una experiencia de fermentación dirigida con cinco de las levaduras clasificadas, utilizando el propio pimiento y su jugo. Para ello, se han empleado ma-

traces de un litro de capacidad en los cuales se introducen los frutos cuarteados, 200 grs. con salmuera del 15 % (12 % en el equilibrio) acidulada con 0,5 % de ácido láctico. Se preparan 24 matraces, para realizar la prueba por duplicado, dividiendo la partida en dos sublotes. Doce matraces, una vez llenos de pimientos y completados con salmuera, se esterilizan en autoclave en corriente de vapor durante 15 minutos. Los otros doce se dejan sin esterilizar.

Se preparan cultivos puros, en infusión de levadura-glucosa, de las siguientes cepas de levaduras:

*Candida krusei*

*Kloeckera apiculata*

*Saccharomyces cerevisiae*

*Hansenula anomala*

*Saccharomyces lactis*

Todos los matraces, tanto estériles como sin esterilizar, se inoculan con un 2 % de los respectivos cultivos puros, y se cubren con vaselina líquida estéril, dejándolos incubar a temperatura ambiente.

Paralelamente, en tubos de 18 x 200 mm., previamente esterilizados, se colocan 10 cc. de jugo de pimientos pelados con cáustica, con un 15 % de NaCl y ajustados a un pH de 3,6 unidades. Se preparan en total 360 tubos de los cuales 180 se esterilizan en autoclave a corriente de vapor durante 15 minutos, dejando el resto sin esterilizar.

Todos ellos se inoculan con un 2 % de los cultivos puros ya



indicados anteriormente cubriéndolos seguidamente con vaselina líquida estéril, e incubándolos en estufa a 30° C.

A los ocho meses, aproximadamente, se inspeccionan detalladamente las diferentes muestras con los resultados siguientes:

1ª).- Todas las muestras de pimientos esterilizados previamente han perdido su textura. Esto no implica dificultad alguna, puesto que en la práctica la fermentación dirigida puede realizarse sin este paso previo, con una inoculación masiva del cultivo seleccionado, como de hecho se efectúa en otros productos, tales como la aceituna.

2ª).- Las muestras de pimientos no esterilizados, inoculados con las diferentes especies han presentado un comportamiento muy diferente, en cuanto se refiere a aroma desarrollado y textura conservada.

3ª).- Las dificultades encontradas en el desarrollo de los cultivos puros en el jugo de los tubos (15 % NaCl en el equilibrio) no se han presentado en absoluto en los matraces con cuartos de pimientos (12 % NaCl en el equilibrio). Este punto es de suma importancia puesto que nos fija perfectamente un intervalo de crecimiento, en cuanto a contenido en sal, para los microorganismos responsables de la fermentación.

De todo lo que antecede se deduce fácilmente el gran interés que tiene, para el mejor desarrollo y control del proceso industrial, un estudio complementario del comportamiento de las diferentes levaduras seleccionadas.

### 3.5.5.- Ensayos organolèpticos.

Por ùltimo, con pimientos correspondientes a los tratamientos CA, CS y HS, procedentes de los ensayos semi-industriales, se rellenaron aceitunas, con fecha 6 de Marzo de 1969, para realizar pruebas sucesivas de aceptaciòn del consumidor para ambos productos. Se siguiò la tècnica del panel de ordenaciòn cuyo propòsito es ordenar las muestras segùn una característica o segùn preferencia determinada. Una vez las muestras ordenadas por el panel, formado por un mìnimo de 10 jueces, se aplica la tècnica de Kramer (55). En nuestro caso los factores de calidad estudiados han sido sabor y apariencia.

Las opiniones del panel de catadores a lo largo de las distintas fechas en que se realizaron las pruebas, quedan reflejadas en la tabla resumen LII.

Respecto a la apariencia, desde el primer momento el panel se inclinò de forma decisiva por las aceitunas rellenas de pimiento pelado con caùstica y conservados en salmuera acidulada, por su mejor acabado.

En cuanto al sabor, si bien durante las primeras fechas, los catadores se inclinaban por el pimiento procedente del horno por presentar las muestras peladas con caùstica una textura quizàs demasiado elevada (aùn cuando esta impresiòn puede estar influida por la costumbre de encontrar con demasiada frecuencia en el mercado, frutos demasiados "vencidos") es sumamente significativo que, a los dos meses, el panel fuè ya incapaz de distinguir entre ambos tratamientos, para posteriormente, a los 9

TABLA LII

Pruebas de aceptación por el panel para las aceitunas rellenas.

Valores medios.

<u>Tiempo de envasado</u>	<u>CA</u>	<u>CS</u>	<u>HS</u>
		Apariencia	
A los 15 días	1	1,5	1,5
A los 2 meses	1	2	3
A los 9 meses	1	1,5	1,5
		Sabor	
A los 15 días	1,5	1,5	1
Al mes	3	2	1
A los 2 meses	2	2	2
A los 9 meses	1	1,5	1,5

CA.- Caústica con salmuera acidulada.

CS.- Caústica con salmuera saturada.

HS.- Horno con salmuera saturada.

Orden de preferencia: de 1 a 3.

meses, inclinarse por el pimiento pelado con caústica y conservado en salmuera acidulada, por considerar ya excesivamente blandos los pimientos conservados previamente en salmuera saturada.

Esto, parece confirmar cuanto hablamos comentado anteriormente del efecto "aparente" sobre la textura de la conservación en salmuera saturada, y la ventaja que puede tener la fermentación dirigida en salmuera acidulada para una larga conservación posterior del relleno, en unas perfectas condiciones de apariencia y consistencia, factores que ya hemos clasificados anteriormente como principales atributos de calidad para este producto manufacturado.

#### 3.5.6.- Estudio comparativo de rendimientos y costos.

Si bien la necesaria limitación de disponibilidades para realizar ensayos con suficiente cantidad de frutos como para disponer de unos datos absolutamente seguros, no permite aún llegar a unas conclusiones definitivas, el análisis de los datos obtenidos en los estudios llevados a cabo en el laboratorio y en las experiencias semi-industriales nos conducen a ciertas consideraciones económicas sobre la utilidad y ventajas del método completo de elaboración del pimiento para el relleno de aceitunas que se propugna en esta Tesis.

En la tabla LIII se dan los detalles de los rendimientos obtenidos en las diversas experiencias realizadas.

Ya nos hemos referido brevemente con anterioridad (apartado 3.5.1) al hecho de que, en la operación de pelado por los dos procedimientos utilizados, se han obtenido, para las di-

TABLA LIII  
=====

Rendimientos.

A.- Comparación de métodos de pelado.

Campaña	Tipo de ensayo	Cantidad total de fruto fresco empleada (Kg.)	Clase de pelado	Rendimiento obtenido en % del fruto fresco
---------	----------------	---	-----------------	--

a) después del pelado.

1968-69	Laboratorio	58	Caústica	64 - 70
	Semi-industrial	940	Caústica	54
	Semi-industrial	700	Horno	37
1970-71	Laboratorio	40	Caústica	59 - 73
	Semi-industrial	5.000	Horno	25 - 27

b) al cabo de 6 meses de conservación.

1969-70	Semi-industrial	1.812	Caústica	41
	Semi-industrial	2.491	Horno	33

B.- Comparación de métodos de conservación. Fermentadores.

Campaña	Tipo de ensayo	Cantidad de fruto pelado al horno colocado en el fermentador (Kg.)	Clase de conservación	Rendimiento obtenido en % del fruto colocado
---------	----------------	--	-----------------------	--

1970-71	Semi-industrial	900	Salmuera acidulada con control de pH	75
	Semi-industrial	1.750	Salmuera saturada	62

ferentes partidas y campañas, de laboratorio y semi-industriales, rendimientos que oscilan entre 25 y 37 % del fruto fresco, para los pimientos tratados en el horno, y entre 54 y 73 % para los sometidos a la acción del hidróxido sódico, diferencias suficientemente significativas.

Por otro lado, la diferencia de rendimiento, campaña 1969-70, al cabo de seis meses de conservación, 41 % para los frutos pelados con cáustica, frente a 33 % para los procedentes del horno, es igualmente de gran importancia.

Finalmente, durante la campaña 1970-71, en el ensayo comparativo realizado en los fermentadores semi-industriales puede observarse el incremento sensible que se obtiene (del 74,8 % al 62,0 %) en el porcentaje de fruto conservado por el procedimiento de fermentación en salmuera acidulada con control de pH, aún cuando en esta experiencia hubiera necesidad de utilizar pimientos pelados al horno, por no disponer de cantidad suficiente de los obtenidos por decapado químico.

Podemos considerar, por tanto, que ambas fases de la elaboración, pelado con cáustica y fermentación controlada, pueden contribuir a un incremento notable de rendimiento, suponiendo esto ya de por sí una muy sensible ventaja económica.

No se pueden dar datos completos, comparativos de los sistemas de pelado químico y a fuego, ya que aquel no se ha efectuado con una instalación apropiada que aunque más costosa que la circunstancial empleada en los ensayos semi-industriales, reduce el valor del material y mano de obra utilizados en los ensayos.

Sin embargo, se puede indicar que la instalación de pelado a fuego, su conservación, y el gasto de fuel-oil, son de un valor superior a la instalación y consumo de hidróxido sódico para el pelado químico.

Por otro lado es manifiesta la reducción de consumo de sal para preparar la salmuera de conservación y la que se tiene que reponer durante la misma. Así para el envasado de 100 kg. de pimientos en salmuera saturada, se precisa aproximadamente, 105 kg. de sal (sal en grano, más la correspondiente a la salmuera saturada) mientras que para conservar igual cantidad de pimientos en salmuera de baja graduación, se necesitará unos 30 kg. de sal, aunque en este caso haya que añadir una pequeña cantidad de ácido láctico.

Cabe por otro lado hacer notar, la notable reducción de costos de elaboración y control de calidad, si el pimiento se conserva con dicha salmuera baja en los fermentadores estudiados de capacidad muy superior a la de los envases actualmente empleados.

### 3.6.- Desarrollo industrial del proceso de elaboración.

De acuerdo con la investigación realizada, y los resultados obtenidos en la misma, el proceso de elaboración del pimiento para el relleno de aceitunas debe comprender cuatro fases bien definidas:

1ª fase.- Previa, de escogido y clasificación.

2ª fase.- Eliminación de la piel por tratamiento alcalino, con solución caliente de hidróxido sódico.

3ª fase.- Fermentación anaeróbica en recipientes de gran capacidad.

4ª fase.- Relleno de aceitunas y acondicionamiento final.

En el gráfico 1 se da el esquema completo de dicho proceso, de cuyo análisis nos ocuparemos a continuación, en sus tres primeras fases, que constituyen el objetivo de esta Tesis. No se incluyen detalles de la maquinaria por haber sido descrita en múltiples ocasiones en la bibliografía especializada, ateniéndonos exclusivamente a describir la marcha total del proceso, con aclaraciones sobre los puntos que se consideran mas importantes y específicos, y la constitución de los fermentadores, por haberse diseñado especialmente para este producto.

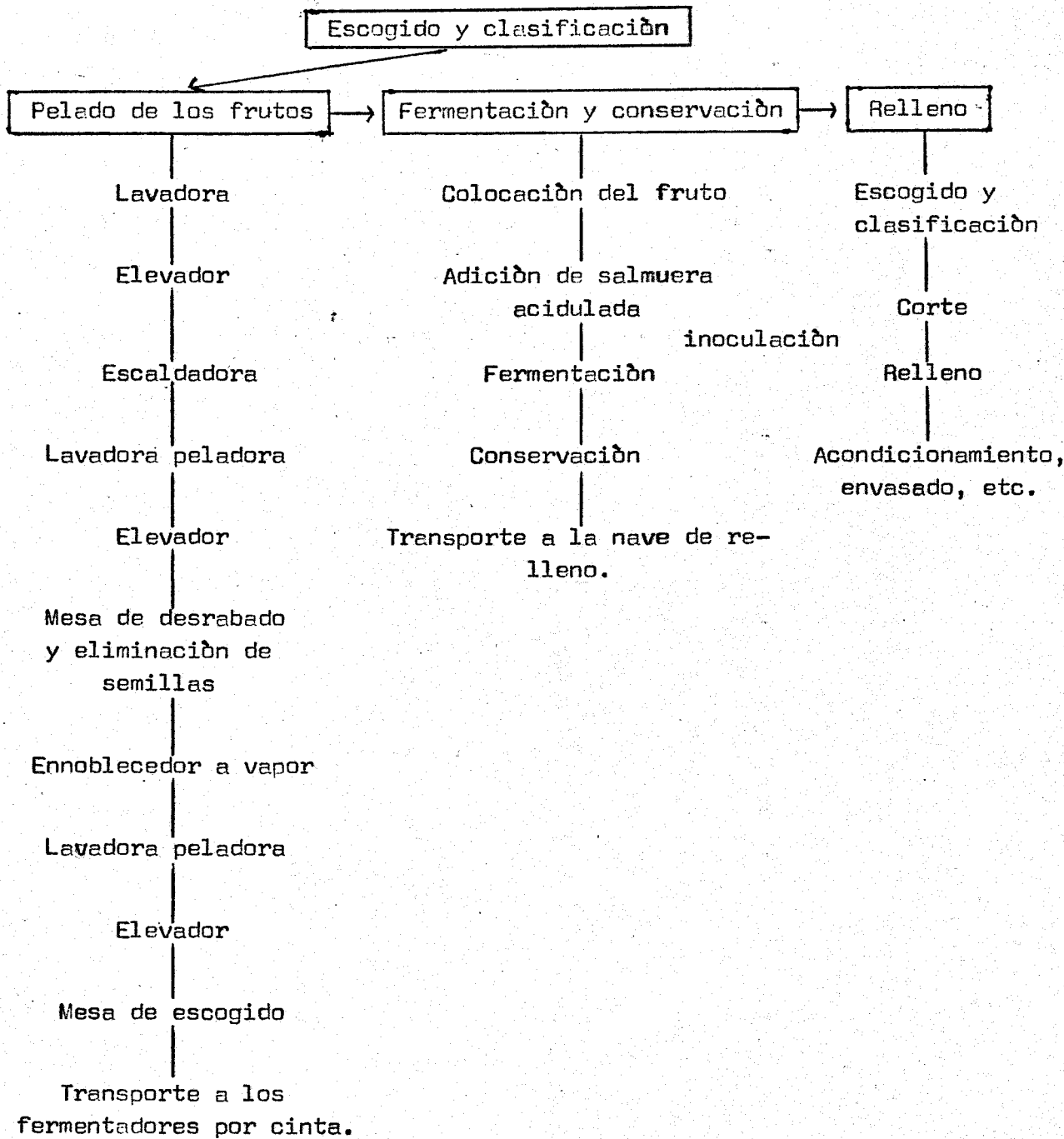
#### Primera fase.- Previa, de escogido y clasificación.-

Durante la fase de pelado tiene una gran influencia el estado en que la materia prima alcanza la fábrica en cuanto a dos factores fundamentales: estado de madurez y grado de sanidad. La acción del hidróxido sódico puede afectar grandemente la textura si los frutos se recogen en un estado avanzado de madurez, a no ser que se regulen perfectamente las condiciones de concentración, temperatura y tiempo. Ahora bien, manteniendo prácticamente constantes las dos primeras, bastará con variar los tiempos de inmersión en el baño alcalino, para poder regular el efecto del álcali. Para ello, será imprescindible realizar una clasificación por grados de madurez, que facilitara grandemente dicha regularización.

Por otro lado, el grado de sanidad del fruto afecta igual-



Gráfico 1.- Esquema del proceso industrial de elaboración.



mente la acción de la lejía, pues en los pimientos con picaduras, daños producidos por diversas plagas, etc. el tratamiento alcalino produce, al penetrar el hidróxido sódico en el interior del fruto, un ablandamiento perjudicial para la calidad del producto final.

Existe un tercer factor, que influye igualmente en la regularidad de las partidas, que es el color del fruto fresco, perfectamente medible, de forma objetiva, como ya hemos indicado.

De estos razonamientos se llega a la conclusión de la conveniencia de realizar un escogido y clasificación previa de la materia prima atendiendo a los tres factores indicados: grado de madurez, estado de sanidad y color.

El escogido eliminará los frutos dañados, picados, etc., la clasificación, por madurez y color, permitirá respectivamente, la homogeneidad de tratamientos, y la regularidad de la calidad de las partidas obtenidas.

#### Segunda fase.- Pelados de los frutos.-

Los frutos seleccionados pasan primeramente a una lavadora, cuyo objeto es eliminar la suciedad superficial adherida, que puede dificultar la acción regular del baño alcalino sobre la piel. Puede actuar por inmersión rápida de los pimientos en agua corriente, o renovable periódica y frecuentemente.

De la lavadora, mediante un elevador, los frutos pasan a la escaldadora, de tambor rotatorio, con regulación de temperatura y tiempo de inmersión. La concentración de la solución de hidróxido sódico empleada, oscilará entre 16 y 20 %, y la temperatura

deberà mantenerse entre 90 y 95° C, con lo que el tiempo de inmersiòn, para frutos en estado de madurez y sanidad normal, puede ser alrededor de 40 - 45 segundos. Un agente humectante, de los ya mencionados anteriormente, debe añadirse a la soluciòn alcalina para facilitar la penetraciòn de la misma en la piel del pimiento, y al mismo tiempo, favorecer el escurrido y enjuagado posterior.

Una lavadora peladora, de varillas, con potente ducha interior de agua, elimina a continuaciòn la piel y el resto de la soluciòn alcalina. Generalmente, con el humectante incorporado a la soluciòn de sosa, no parece necesaria la inmersiòn en àcido, utilizada en las experiencias, para detener la acciòn de la lejía. No obstante, en caso contrario, no ofrece dificultad alguna el insertar entre la escaldadora y la lavadora peladora, el mencionado baño àcido.

Mediante un elevador, los frutos procedentes de la lavadora pasan a una mesa, provista de cintas transportadoras, en la que operarias especializadas eliminan, mediante conos metàlicos de filo cortante, el cascabullo y semillas del pimiento.

A continuaciòn los frutos pasan, tambièn mediante cinta transportadora, a travès del ennoblecedor à vapor, que no es mäs que una càmara, dentro de la cual se inyecta vapor a baja presiòn. Por acciòn del mismo, el pimiento adquiere cierta flexibilidad, necesaria para su mejor colocaciòn posterior en los recipientes de fermentaciòn y conservaciòn. De esta forma se consigue un aprovechamiento mas rentable de dichos recipientes, disminuyendo la proporciòn salmuera/fruto.

Del ennoblecador pasan los pimientos a una nueva lavadora peladora de varillas, cuyo objeto es eliminar las semillas y cualquier otro residuo procedente de las operaciones anteriores.

Como final de esta segunda fase de la elaboración, mediante un elevador, los frutos pasan a la mesa de escogido donde se eliminan manualmente los defectuosos por cualquier anomalía en alguna o algunas de las operaciones anteriores.

Una vez pesados los frutos pelados y limpios, mediante una cinta transportadora puede comenzarse la tercera fase de fermentación y conservación.

### Tercera fase.- Fermentación y conservación.-

Al comenzar el análisis de esta tercera fase, cuyo desarrollo constituye verdaderamente la parte mas importante de esta Tesis, puesto que transforma completamente el sistema de elaboración del pimiento para el relleno de aceitunas empleado tradicionalmente, nos referiremos con detalle a los recipientes diseñados con vista a su proyección industrial:

Anteriormente, en la figura 2, se indicaban las características del fermentador experimental, utilizado con éxito en la campaña 1970-71 para los ensayos semi-industriales.

Para la aplicación industrial del procedimiento se han introducido dos modificaciones al objeto de facilitar la operación de descarga del fruto, quizás la que podía presentar mayor complicación.

En la figura 3 se esquematiza uno de los sistemas, consisten-

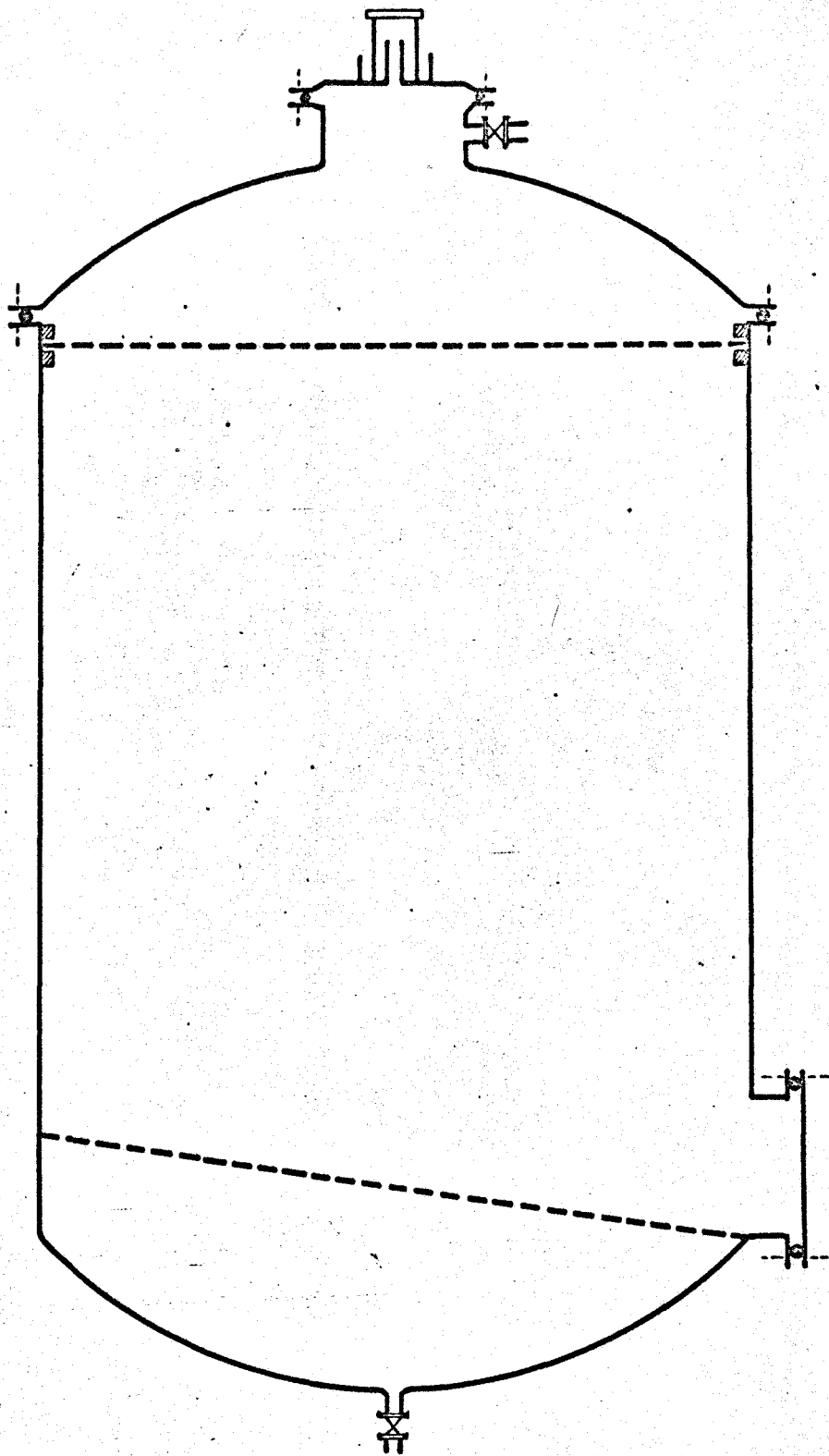


Fig.3 - FERMENTADOR CON DESCARGA LATERAL DE FRUTOS

te en que el fondo inclinado, perforado, permite fácilmente la recirculación de la salmuera para su homogeneización, realizando la impulsión a través de la pequeña válvula situada en la parte inferior, y efectuándose la descarga del fruto, una vez eliminada la salmuera, por la boca lateral representada en el dibujo.

En la segunda variante (figura 4), la descarga se efectúa por el fondo mediante una válvula de esfera de 90 mm. de diámetro. Ambos procedimientos pueden emplearse con buenos resultados.

El material más adecuado para la construcción de los fermentadores, se considera el poliéster-fibra de vidrio, cuya duración es prácticamente ilimitada, presentando además la propiedad de ser completamente inatacable por la salmuera acidulada empleada como líquido de gobierno.

En relación con la capacidad de fermentador más idónea para una instalación industrial, por razones técnicas de aplastamiento del fruto por excesiva altura, dimensiones armónicas, facilidad de homogeneización de la salmuera, etc., puede estimarse que unas diez toneladas de fruto, constituyen un máximo aceptable.

No obstante, por motivos económicos derivados de la capacidad total de producción y consumo diario en el posterior relleno de aceitunas, esta capacidad puede ser menor, al objeto de evitar los inconvenientes de no poder terminar de utilizar en un período razonable de tiempo el contenido de cada fermentador, y tener que realizar excesivas adiciones de salmuera para completar de nuevo los recipientes no totalmente utilizados. Por otro lado, una capacidad excesivamente pequeña multiplica los gastos y mano de obra necesarios para efectuar un control adecuado durante la

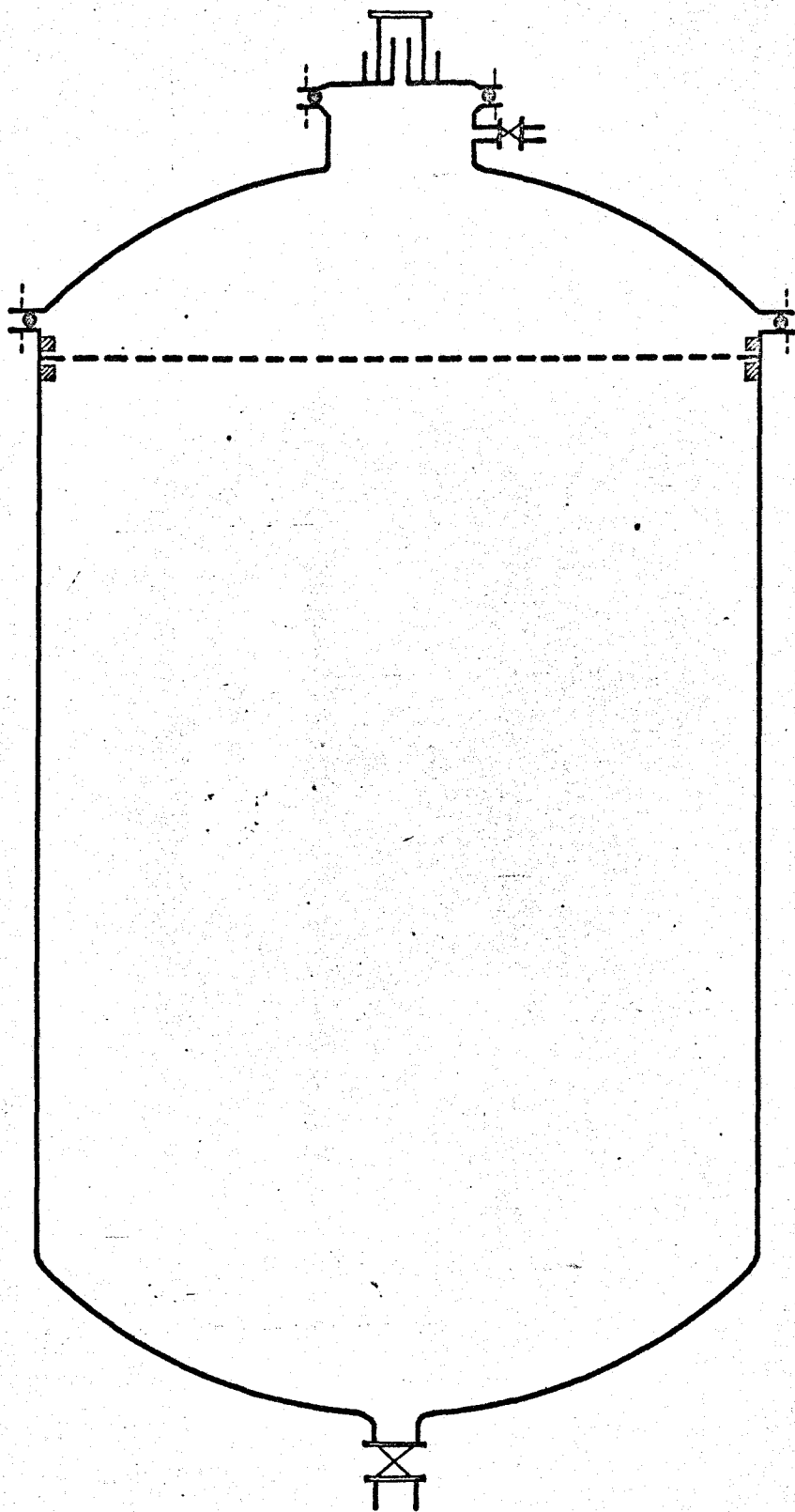


Fig. 4 - FERMENTADOR CON DESCARGA DE FRUTOS POR VÁLVULA DE ESFERA

fermentación y conservación de los frutos.

Por todas estas razones, puede aconsejarse, de acuerdo con estas investigaciones, como un intervalo adecuado de capacidades el comprendido entre 2.000 y 10.000 kg. de fruto, si bien la práctica comercial puede ampliar o disminuir dicho intervalo.

Tanto una como otra variante, de fermentador industrial, van provistas de las adecuadas válvulas para poder acoplar una bomba de recirculación de capacidad adecuada, según el tamaño del recipiente, al objeto de homogeneizar la salmuera dentro de un periodo de 10 - 15 minutos.

Colocación de los frutos.- Los pimientos limpios, una vez pesados, se introducen en el fermentador por la parte superior, mediante una cinta transportadora. Puede ser conveniente llenar, antes de comenzar dicha operación, el fondo del recipiente con unos litros de salmuera, dependientes del volumen de este recipiente, al objeto de que los frutos al caer no sufran deterioro alguno.

Adición de salmuera acidulada.- Una vez introducidos los frutos en el fermentador, se coloca la rejilla perforada, y se añade la salmuera acidulada hasta que cubra a ésta; se ajusta a continuación la cúpula, añadiendo el resto de la salmuera, y cerrando finalmente el recipiente con la tapa superior provista del cierre hidráulico.

La concentración de la salmuera inicial puede ser entre 20 y 24 % de cloruro sódico, al objeto, de que, en el equilibrio con el jugo de pimientos, quede aproximadamente entre 10 y 12 %



de cloruro sódico, valores que, como ya hemos indicado anteriormente, se consideran los mas adecuados para una buena fermentación.

En cuanto al pH inicial, debe ser de alrededor de 2,5 unidades, lo cual puede conseguirse fácilmente acidulando la salmuera a añadir con un 0,5 % de ácido láctico.

Fermentación, - Ya se ha indicado que los microorganismos responsables de la fermentación son las levaduras. Normalmente, al igual que ocurre en la fermentación láctica de aceitunas verdes, la inoculación natural es suficiente, y se produce, de forma espontánea, dicha fermentación. De esta forma se ha operado en las experiencias, tanto de laboratorio como semi-industriales, a lo largo de las tres campañas de investigación.

No obstante, y dadas las diferencias encontradas entre las distintas especies de levaduras aisladas, es aconsejable que, en un futuro próximo, cuando el estudio y selección de estos microorganismos esté terminado, se efectúe una inoculación inicial con aproximadamente un 2 % del cultivo seleccionado bien desarrollado.

Esta inoculación, que deberá realizarse, aproximadamente, a las 24 horas de la colocación de los frutos en salmuera, permitirá la obtención de un producto final con un nivel de calidad regular, siempre que se cuiden adecuadamente todas las fases del proceso de elaboración.

Durante todo el transcurso de la fermentación deberá realizarse un riguroso control del contenido en cloruro sódico, y del

valor de pH, en el líquido de gobierno, para evitar por el primero, mantenido entre 10 y 12 % NaCl, pérdidas de textura, y por el segundo, mantenido entre 3,4 y 3,6 unidades, el desarrollo de otros microorganismos (bacterias Gram-negativas no esporuladas, clostridios, etc.) que puedan producir cualquier clase de alteraciones.

Una recirculación periódica de la salmuera, diaria al principio y semanal ó quincenal después, una vez alcanzado el equilibrio, se hace indispensable para mantener las condiciones adecuadas que se acaban de comentar. Esta recirculación deberá realizarse mediante una bomba de plástico o de acero inoxidable.

El dispositivo de cierre hidráulico permite mantener una práctica anaerobiosis en el fermentador, con lo cual se evita la formación de velos superficiales de levaduras y mohos, productores de un fenómeno de ablandamiento, probablemente debido a la acción de enzimas pectinolíticas. Como líquido de cierre en el dispositivo hidráulico puede emplearse salmuera al 10 % de cloruro sódico.

La fermentación, realizada a una temperatura ambiente de alrededor de 20° C., puede estar terminada en un plazo máximo de un mes, siendo mas lenta a medida que las condiciones de temperatura se hagan mas desfavorables.

Conservación.— Manteniendo las condiciones de pH y sal descritas con detalle anteriormente, la conservación del fruto posterior a la fermentación puede prolongarse al menos durante 1 - 2 años, según la experiencia adquirida, sin peligro alguno de alteración o depreciación de la calidad.

Transporte a la nave de relleno y elaboración final.- Una vez finalizado el periodo de conservación, se descarga el fermentador, total o parcialmente, según la demanda, y se traslada a la nave de relleno para su posterior elaboración.

En esta última fase deberá procederse antes de su empleo, a un escogido y clasificación final, por grados de color, para conseguir homogeneidad en las partidas de aceitunas rellenas.

En el caso de emplearse de inmediato sólo parte del contenido de uno de los fermentadores, es aconsejable o bien pasar el resto a un recipiente de menor tamaño, o bien completar el contenido del parcialmente descargado con una salmuera nueva de análogos características (pH y contenido en cloruro sódico) a la procedente de la fermentación.

### 3.7.- Control de calidad.

Una vez revisado el proceso de elaboración en todas sus fases, se exponen a continuación, de acuerdo igualmente con las investigaciones realizadas, los principales controles a tener en cuenta, dividiéndolos según el esquema clásico en tres apartados:

- control de materia prima
- control de elaboración o fabricación
- inspección del producto terminado.

Entendemos aquí por producto terminado el pimiento fermentado y conservado que se entrega a la cuarta fase, constituida por las operaciones de relleno de aceitunas.

Control de materia prima.-

Ya hemos indicado la influencia que, en las operaciones posteriores, tiene la calidad de la materia prima empleada, y, como se hace necesario, por tanto, un escogido y clasificación de la misma, antes de proceder a su elaboración.

Por otro lado, un control detallado permite que cualquier anomalía posterior en un determinado lote de fabricación pueda relacionarse fácilmente con las características iniciales de la referida materia prima.

Finalmente, este control permite fijar adecuadamente los precios de compra, que junto a los costos de elaboración, determinan el precio de venta.

De aquí la necesidad de establecer un registro de materia prima, cuyas hojas deben contener los siguientes apartados:

- nº de la partida
- fecha de recepción
- fecha de elaboración
- procedencia
- Proveedor
- nº de kilos
- % de frutos picados
- % de frutos dañados
- % total de frutos defectuosos
- estado de madurez
- textura
- color
- contenido en azúcares reductores
- fermentador o fermentadores a que va destinada.

En el caso de dividirse en sublotos en la clasificación previa a la elaboración, deberán indicarse las características y peso de cada uno de ellos, de forma análoga.

El estado de madurez puede simplemente registrarse con una inicial (D = deficiente; N = normal; E = excesivo). Textura color, y azúcares reductores, se pueden determinar de forma objetiva.

En cuanto a la magnitud de la muestra para realizar los controles especificados, puede establecerse utilizando las normas recomendadas para frutas y hortalizas por el Codex Alimentarius (60).

Control de elaboración o fabricación.-

Dentro del proceso de fabricación se realizan dos fases distintas bien definidas, pelado y fermentación-conservación, cuyo control analizaremos separadamente:

PELADO DE LOS FRUTOS

<u>Estaciones de control</u>	<u>Controles</u>
Lavadora	- Se comprobarà la adecuada renovaciòn de agua en la lavadora por inmersiòn.
Escaldadora	Se realizaràn los siguientes controles: - Concentraciòn de hidròxido sòdico por valoraciòn. - Temperatura de pelado. - Tiempo de inmersiòn en el baño alcalino. - Concentraciòn del humectante empleado.
Lavadora peladora	- Se comprobarà la eficacia del lavado.
Ennobecedor a vapor	- Control de la presiòn de vapor.
Lavadora peladora	- Comprobaciòn de la eficacia del lavado.
Mesa de escogido	- Vigilancia del trabajo de las operarias.
Final de la línea	- Control de rendimientos mediante pesada de cada partida, al final de la operaciòn de pelado. - Textura. - Color.

FERMENTACION - CONSERVACION

Operaciones

Controles

Previas

- Comprobación del estado de limpieza y conservación de los fermentadores.

Colocación de los frutos

- Pesada de la cantidad de frutos que entran en el fermentador.
- Volumen total de salmuera en el fermentador.
- Características de dicha salmuera (pH, % acidez láctica, % NaCl).

Fermentación

- pH
- Cloruro sódico, por valoración.
- Azúcares reductores, por valoración.
- Análisis microbiológico.

Conservación

- Los mismos controles anteriores, salvo azúcares reductores.

De ambas operaciones, deberán llevarse las correspondientes hojas-registro de control, que comprenderán, de acuerdo con lo expuesto, los siguientes apartados:

Hoja-registro de pelado

Nº partida (correspondiente a la materia prima).

Fecha elaboración.

Nº kilos fruto fresco.

Nº kilos fruto elaborado.

Rendimiento (%).

Fermentador o fermentadores a que va destinada.

Concentración hidróxido sódico (%).

Temperatura de pelado (° C).

Tiempo de inmersión (Sg.).

Humectante empleado.

Concentración del mismo (%).

Presión vapor en el ennobecedor.

Textura después del pelado.

Color después del pelado.



Hoja-registro para cada fermentador

Nº del fermentador.

Partida de materia prima de que procede el fruto.

Fecha de llenado.

Fecha de inoculación (si se realiza ésta).

Concentración del inóculo (si se realiza).

Nº de kilos de pimientos.

Volumen de salmuera (litros).

Características de la salmuera (pH, acidez y sal).

A continuación, seguirá una tabla, para cada fermentador con las siguientes columnas:

Fecha de análisis.

pH.

Cloruro sódico %.

Azúcares reductores.

Análisis microbiológico.

Observaciones.

En dicha tabla se seguirá la marcha de la fermentación y conservación hasta el final de ésta.

Inspección del producto final.-

Al abrirse el fermentador, y antes de pasar el producto elaborado a la nave de relleno, se realizará una inspección detallada de los frutos, principalmente en relación con los atributos de textura y color.

En la misma hoja-registro correspondiente a cada fermentador, figurará un apartado final que comprenda los valores de ambas determinaciones.

Una copia de dicha hoja-registro, conteniendo las características finales de la salmuera de conservación (pH, sal, azúcares; y control microbiológico) y las indicadas para el fruto (color y textura), deberá transmitirse al jefe de fabricación de las aceitunas rellenas para las que el pimiento constituye una de las materias primas mas importantes.

4.- CONCLUSIONES.

- 1.- El pimiento pelado con caústica en comparación con el obtenido por el procedimiento de tostación en horno, tradicionalmente empleado en la industria del aderezo, mejora sensiblemente el rendimiento y permite el uso de instalaciones de menor costo.
- 2.- Se pone de manifiesto la extremada importancia de seleccionar adecuadamente la materia prima, según su grado de madurez, para mejorar dicho rendimiento, y obtener un producto final de la adecuada calidad.
- 3.- Se estudia un nuevo procedimiento de elaboración del pimiento pelado, que consiste en su fermentación anaeróbica en salmueras aciduladas de baja graduación (alrededor de 10 - 13 %), con control de pH. Dicha fermentación tiene una duración máxima de un mes, dentro del cual se produce la total desaparición de los azúcares.
- 4.- Si el pelado previo se realiza con caústica, se obtiene un producto final de buena textura, que permite bien su conservación a largo plazo en perfectas condiciones o su empleo en un período de tiempo mucho más corto que los conservados en salmuera saturada, evitando la presencia de materia fermentable en el fruto destinado al relleno de aceitunas.
- 5.- El pimiento tostado al horno y conservado igualmente en salmuera baja acidulada, es otra interesante posibilidad que, con un riguroso control de la concentración de sal, puede dar resultados de interés industrial.

- 6.- El estudio microbiológico del proceso demuestra, que las levaduras son los microorganismos responsables de la fermentación. La presencia de lactobacilos se considera accidental.
- 7.- Realizado el estudio sistemático de dichas levaduras, se identifican diecisiete especies diferentes, siendo las mas representativas las siguientes.

Esporígenas

Hansenula subpelliculosa  
Saccharomyces lactis  
Hansenula anomala  
Saccharomyces rouxii  
Hanseniaspora valbyensis  
Saccharomyces cerevisiae.

No esporígenas

Candida krusei  
Kloeckera apiculata  
Torulopsis famata

Con estas especies se continúa actualmente el estudio, necesariamente largo, de la fermentación dirigida, al objeto de seleccionar la que proporcione al fruto elaborado las mejores características organolépticas.

- 8.- De las cepas anteriormente indicadas consideramos en principio como mas importantes, tanto por el número de cultivos

aislados como por su posible papel en el proceso de fermentación las siguientes: *Saccharomyces lactis*, que se encuentra durante la primera quincena coincidiendo con el periodo de máxima fermentación; *Hansenula subpelliculosa* que permanece durante todo el proceso de la misma; levaduras apiculadas (*Kloeckera* y *Hanseniaspora*) características de los primeros días de fermentación y que desaparecen rápidamente, y finalmente, *Candida krusei* que por formar velos superficiales es necesario evitar su desarrollo.

- 9.- Se han puesto a punto dos procedimientos objetivos, utilizando el Tintómetro Lovibond Standard y el Colorímetro Spectronic 20, para las medidas de color del pimiento empleado en el relleno de aceitunas de mesa estilo español, que reúnen las condiciones necesarias fundamentales para todo método de control industrial, esto es, sencillez, rapidez y bajo costo.
- 10.- Se obtiene una buena correlación entre la puntuación subjetiva y las unidades rojas (R), amarillas (Am) y azules (Az) del Tintómetro Lovibond. Las tres magnitudes permiten la integración de una ecuación simple que proporcione directamente la puntuación del pimiento, según una escala que comprende toda la gama de matices.
- 11.- El factor de luminancia (Spectronic 20) mantiene una buena correlación con la puntuación subjetiva, pero se considera carece de interés a la hora de clasificar el pimiento por su color, aunque sea de utilidad, bien para diferenciar

por su luminosidad pimientos sometidos a distintos tratamientos, bien para comparar diversas formas de conservación.

12.- La reflectancia a 595 nm. ( $R_{595}$ ), zona de influencia del amarillo y la puntuación subjetiva, muestran también una excelente correlación.

13.- El estudio estadístico realizado demuestra igualmente la existencia de una buena correlación entre ambos métodos objetivos.

14.- Como consecuencia, se proponen para el estudio práctico del color en los pimientos, dos métodos objetivos de medida. Tintómetro Lovibond Standard, por obtención directa de la puntuación, mediante la sustitución de los parámetros en la ecuación de regresión encontrada, y Spectronic 20, por medidas de reflectancia a 595 nm. procedimiento que se considera el más recomendable por su sencillez y rapidez.

15.- La aplicación de los métodos anteriores ha permitido estudiar el posible efecto del procedimiento de elaboración utilizado sobre el color de los frutos obtenidos.

No se han encontrado diferencias significativas entre los pimientos pelados al horno y los de cáustica. En relación con la forma de conservación los procedentes de la fermentación en salmuera acidulada presentan, en general, tonalidades más vivas que los conservados según el método tradicional.

16.- Los ensayos organolépticos realizados, tomando en consideración dos parámetros fundamentales, apariencia y sabor, para

la evaluación global de la calidad por el catador han demostrado las claras ventajas para la aceptación del consumidor del nuevo procedimiento de elaboración y fermentación.

- 17.- Las conclusiones de la investigación realizada a escala de laboratorio pueden resumirse en el hecho de que por el nuevo procedimiento de elaboración por fermentación del pimienta, previamente decapado con una solución de hidróxido sódico, se puede conseguir un producto final con mejores rendimientos, textura más firme, color más vivo, larga vida de conservación y características organolépticas excelentes para el mercado consumidor.
- 18.- La investigación realizada a escala semi-industrial ha confirmado paralelamente todas las conclusiones anteriores, demostrando así mismo la posibilidad de realizar la fermentación en recipientes de gran capacidad con las consiguientes ventajas económicas para la industria.
- 19.- Como consecuencia de estas investigaciones se ha diseñado el fermentador prototipo para la elaboración del pimienta según el método estudiado y se ha proyectado el desarrollo industrial del procedimiento.



5.- BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Borbolla y Alcalà, J.M.R. de la; G6mez Herrera, C; Gonzàlez Cancho, F; Fernàndez Díez, M.J.; Gutièrrez Gonzàlez-Quijano, R.; Izquierdo Tamayo, A.; Gonzàlez Pelliss6, F.; Vàzquez Ladr6n, R. y Guzmàn Garcìa, R.- "El aderezo de aceitunas verdes".- Patronato "Juan de la Cierva". Madrid, 1956. Sevilla, 1961.
- 2.- Borbolla y Alcalà, J.M.R. de la.- Grasas y Aceites 18 (1967) 54-57.
- 3.- Borbolla y Alcalà, J.M.R. de la.- "Investigaciones para mejorar la calidad de las aceitunas aderezadas en verde, estilo espa6ol o sevillano". Memoria a la Fundaci6n Juan March. Julio 1964.
- 4.- Fernàndez Díez, M.J. ; Fernàndez Villasante, J. y Gonzàlez Pelliss6, F.- Grasas y Aceites 19 (1968)16-18.
- 5.- Strasburger, E. y colbs.- Tratado de Botànica. Manuel Marìn y Cia (1960).
- 6.- Dantìn Cereceda, J.- Catàlogo Met6dico de las plantas cultivadas en Espa6a. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1943.
- 7.- Caballero, A.- Flora Analítica de Espa6a.- S.A.E.T.A.- Madrid (1940).
- 8.- Sancho G6mez, J. y colbs.- Pimientos y piment6n. Estudio Químico-Físico.- Instituto de Orientaci6n y Asistencia Técnica del Sureste. Murcia (1962).
- 9.- Borbolla y Alcalà, J.M.R. de la; Fernàndez Díez, M.J. y Cord6n Casanueva, J.L.- Grasas y Aceites 20 (1969)55-66.
- 10.- Aliguisakis, E.- XHMIKA XPONIKA 24 B (1959)3-5.
- 11.- Fernàndez Díez, M.J.- Grasas y Aceites 20 (1969)12-24.
- 12.- Lodder, J. y Krejer-Van-Rij, N.J.W.- "The Yeast". A. Taxonomic Study. North Holland. Publishing Company. Amsterdam, 1952.

- 13.- United States Department of Agriculture.- "United States Standards for Grades of Canned Pimientos". Washington D.C. 1967.
- 14.- Genevois, L., Gatetl (MUE), Flavier, H.- Recherches bioquimiques sur les piments. Bull. Soc. Chim. Biol. 22 (1940)315.
- 15.- Souty, M.; Andrè, P. y Brevils, L.- Ann. Technol. Agric. 14 (4) (1965)357-364.
- 16.- Souty, M. y Andrè, P.- Ann. Technol. Agric. 14 (3) (1965) 291-297.
- 17.- Willian y Kinaston.- "The Journal of the American Chem. Soc." (1900)1481.
- 18.- Tolman y Michel.- "Ind. Eng. Chem." 5 (1913)747.
- 19.- Doolittle y Odgen.- The Journal of the American Chem. Soc. (1900)1841.
- 20.- Asociación Investigación Industrial Conservas Vegetales. Centro de Investigación Frutos y Conservas. Murcia. Información de resultados Mn.-4-67. Diciembre, 1967.
- 21.- Techniques modernes de fabrication des conserves de poivrons (piments doux).- Rev. Technique et economique de l'industrie alimentaire. 172 (1969)63-69.
- 22.- Nuevos humectantes para el pelado químico de frutos y legumbres autorizados en los EE.UU. Según Rev. Techn. Ind. Alim. 17 (179) 61 (1969) (242 T).
- 23.- Hart, M.R.; Graham, R.P.; Huxoll, C.C. y Williams, G.S.- An Experimental dry caustic peeler for ding peaches and other fruits.- J. of Food Science 35 (1970)839-841.
- 24.- Comercial infrared peeling process.- Food Processing 31 (1) (1970)28.
- 25.- Graham, R.P. y colbs.- Prevents potato peel pollution.- Food Eng. 41 (6) (1969)91.

- 26.- Graham, R.P. y cols.- "Dry" caustic peeling of potatoes. Food Technol. 23 (2) (1969)61.
- 27.- Miles, J. Willard.- Infrared Peeling Reduces pollution cuts costs. Food Technology 25 (1971)125-129.
- 28.- Cornell, Howland, Hayes y Merryfield. Engineers and planners. 1969. Infrared peeling recondary effluent treatment considerations. A preliminary investigation prepared for magnuson Engineers, Inc.
- 29.- Willard, M.J.- Apparatus and methods for peeling fruits and vegetables. U.S. Patent 3 (1968)370-627.
- 30.- Willard, M.J.- Pilot plant study of the USDA. - Magnuson infrared peeling process proceedings of the 19th National potato utilization Conf. pp. 106-112. Bif. Rapids, Mich, 1969.
- 31.-Normas de calidad de conservas de pimientos en Estados Unidos. A.I.C.U. Legislaciòn nº 27 - I.A.T.A. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.- Valencia, 1969.
- 32.- Normas de identidad para conservas de pimientos. Asociación Investigaciòn Industria Conservas Vegetales. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Febrero, 1969.
- 33.- Sane, R.H.; Powers, J.J. y Mills, W.C.- The pH and total acidity of raw and canned pimientos.- Food Technology, 4 nº 7 (1950)279-282.
- 34.- Bigelow, W.P. y Cathcart, P.H.- Relation of processing to the acidity of canned foods. National Cannerns Association Bull 17-L, 3 (1921).
- 35.- Powers, J.J.; Morse, R.E.; Same, R.H. y Mills, W.G.- Acidification and calcium. Firming of Canned Pimientos. Food Technology 4, nº 12, (1950)485-488.
- 36.- Anderson, E.E.; Esselen, W.B. Jr., y Feuers, C.R.- Effect of acids, salt, sugar, and other food ingredients on thermal resistance of bacillus thermoacidurans. Food Research 14 (1949)449.

- 37.- Anonymous. Processing studies on red pimientos. Southern Canner Packer, 10 (6) (1949)14.
- 38.- Wessel, D.J. y Roberts, H.L. Processing studies on pimientos. Southern Canner Packer, 10 (4) (1949)12.
- 39.- Hight, V.N.; Pratt, D.E. y Powers, J.J.- Thermal Processes for Pimientos Canned in Glas Jars. Food Technology, 8, nº6 (1954)298-300.
- 40.- Hight, V.N.- A study of factors which determine the processing requeriments for canned pimientos and snap beans. (Master's thesis, Univ. of Ca. 1953).
- 41.- Powers, J.J.; Pratt, D.E.; Downing, D.L. y Powers, I.T.- Effect of acid level, calcium salts, monosodium glutamate, and sugar on canned pimientos. Food Technology, 15 nº 2 (1961)67-74.
- 42.- Hoover, W.- A methods for producing firmer canned green and red bell pepper. Proc. Assoc. Southern Agricultural Workers Birmigham, Ala. Feb. 1960.
- 43.- Sane, R.H. The pH of fresh and canned pimientos and the effect of acidification upon the color, flavor, and texture of the canned product. Master of Science Thesis. University of Georgia, 1949.
- 44.- Powers, J.J.; Morse, R.E. y colbs. Acidification and calcium-firming of canned pimientos. Food Technology 4 (1950)485-488.
- 45.- Hoover, M.W.- Use of calcium hydroxydo for firming canned and red sweet bell papper. Food Technology 14 (1960)437-440.
- 46.- Sjötröm, L.B.; Cairn Cross, S.E. y Caul S.F.- Effect of glutamate on the flavor and odor of foods. In monosodium glutamate, a Second Symposium Research and Development Associates. Food and Container Inst. Chicago (1955)31-38.

- 47.- Sane, R.H.; Powers, J.J. y colbs.- The pH and total acidity of raw and canned pimientos Food Technology, 4 (1950)279-281.
- 48.- Supran, M.R.; Powers, J.J.; Rao, P.V.; Dornseifer, T.P. y King, P.H. Comparison of Different organic acids for the acidification of canned pimientos. Food Technology, 20 nº 2 (1966)117-122.
- 49.- Diezt, J.H. y Rouse, A.H.- A rapid method of estimating pectic substance in citrus juices. Food Research 18 (1953) 169.
- 50.- Etchells, J.L.; Borg, A.F.; Kittle, I.D.; Bell, T.A. y Fleming, H.P.- Applied. Microbiol. 14 (1966)1027-1041.
- 51.- Borbolla y Alcalà, J.M.R. de la; Fernàndez Díez, M.J.y Gonzàlez Cancho, F.- Applied. Microbiol. 17 (1969)734-736.
- 52.- Gonzàlez Cancho, F y Fernàndez Díez, M.J.- Microbiol. Españ. 21 (1968)129-141.
- 53.- Fernàndez Díez, M.J. y Cordòn Casanueva, J.L.- Grasas y Aceites 17 (1966)88-94.
- 54.- Fernàndez Díez, M.J.; Fernàndez Villasante, J. y Gonzàlez Pellissò, F.- Grasas y Aceites 19 (1968)16-18.
- 55.- Kramer, A. Food Technol. 14 (1960)576-581. Segùn Kramer, A. y Twigg, R.A. "Fundamentals of Quality Control for the Food Industry". The AVI Publishing Co. Inc. Westport, Conneticut 1962, pp. 128 y sig.
- 56.- Plaza Montero, L.- "Especificaciones de colores. Sistema C.I.E. 1931". Instituto de Optica Daza de Valdès. CS. IC. Madrid, 1953.
- 57.- Kramer, A y Twigg, B.A.- "Fundamentals of Quality Control for the Food Industry". The AVI Publishing. Co.Inc. Westport Conneticut, 1962.

- 58.- Gore, W.L.- "Métodos estadísticos para experimentación química y tecnológica". Ed. Tecnos, S.A. Madrid.
- 59.- Davies, O.L.- "Statistical methods in research and production". Olivier and Boyd. Londres, 1958.
- 60.- Alinorm 69/27.- Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius. Roma. 1968.



102

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE CIENCIAS

Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes en el día de la fecha, para juzgar la Tesis Doctoral de D.<sup>a</sup> Isabel MINGUEZ MOSQUERA

titulada: "Estudio físico-químico de la elaboración del pimiento empleado en el relleno de aceitunas, por fermentación anaeróbica dirigida"  
acordó otorgarle la calificación de Sobresaliente  
cum Laude.

Sevilla, 19 de Mayo 1.972

El Vocal,

El Vocal,

El Vocal,

El Presidente,

El Secretario,

El Doctorado,



Isabel Minguez Mosquera