

Sigue la revolución técnica en nuestras almazaras

# Extracción de aceite de oliva mediante sistemas continuos de 2 fases

## Consideraciones obtenidas en la campaña 1992/93

Por: M. Hermoso Fernández\*, M. Uceda Ojeda\*, J. González Delgado\* y J. Morales Bernardino\*\*.



La mayor parte de las empresas fabricantes de sistemas continuos disponen de modelos de centrifugas horizontales de dos fases.

En la campaña de molturación de aceituna 1991/92, se instalaron en algunas almazaras prototipos de centrifugas horizontales (o decánter) de dos fases que, en principio, presentaron resultados alentadores en cuanto a rendimiento industrial, calidad del aceite, etc. (1).

En la extracción del aceite de oliva, el

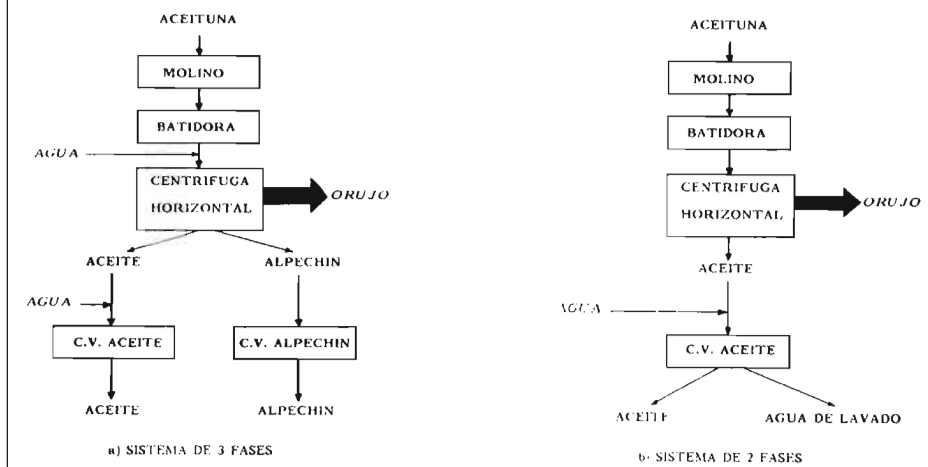
decánter tiene como misión la separación de las fases sólida-líquida. Una centrifuga horizontal de tres fases, la instalada normalmente en nuestras almazaras, caracteriza su funcionamiento por la formación de tres fases: una sólida-orujo y dos líquidas-aceite y alpechín. Para su correcto funcionamiento exige una fluidificación de la pasta, mediante inyección directa de agua, que en principio puede estimarse en un 50% del peso del fruto (2). En cambio, la centrifuga horizontal de dos fases, se caracteriza por la producción de una sola fase sólida-orujo y otra líquida-aceite, no exigiendo una aportación di-

recta de agua. Por tanto, la materia seca desengrasada y el agua de vegetación de la propia aceituna constituyen una sola fase, el orujo, normalmente de mayor humedad que el de 3 fases. En consecuencia, hay un solo subproducto importante, y la inmensa mayoría de las pérdidas de aceite que se produzcan irán en este, por lo que el contenido graso del orujo, expresado sobre materia seca, (Rg/Seco) es un buen parámetro para cuantificar las pérdidas en el proceso. En la figura nº 1, se esquematizan sistemas de elaboración en continuo con decánter de uno y otro tipo.

(\*) Ingenieros Agrónomos. Estación Experimental de Olivicultura. Mengibar (Jaén). Consejería de Agricultura y Pesca. JUNTA DE ANDALUCIA.

(\*\*) Ingeniero Técnico Agrícola.

**FIGURA 1. ESQUEMAS DE SISTEMAS DE ELABORACION EN CONTINUO DE ACEITE DE OLIVA.**



Las ventajas más notables que, en principio, se le atribuyó a un sistema dotado de centrifuga horizontal de dos fases pueden concretarse en:

- Producción muy reducida de alpechin (agua de lavado de los aceites) con escaso poder contaminante.
- Ahorro de agua, al quedar suprimida la ayuda de inyección al decánter.
- Ahorro energético, al no tener que calentar ese agua.
- Sin embargo quedaron algunos puntos problemáticos, como son:
  - Manejo y aprovechamiento del orujo, con mayor humedad y distinta consistencia.
  - Manejo de las máquinas, al quedar suprimido un elemento importante de regulación como es el caudal de agua de inyección.
  - Escasos controles visuales en el manejo de la almazara.
  - Falta de criterio claros sobre el mejor modo de trabajar frutos de diversas características.

En la campaña 92/93 se han instalado, en diversas almazaras, sistemas continuos de 2 fases, o bien se han transformado las centrifugas horizontales de 3 a 2 fases, lo que, unido a su funcionamiento durante toda la campaña, ha permitido clarificar algunos aspectos, en sentido positivo o negativo.

El presente trabajo, se refiere a una sola variedad, Picual, en la campaña 92/93, de unas características especiales (baja riqueza grasa de la aceituna, recolección durante dos meses: Diciembre y Enero, sin lluvias y sin aceituna en el suelo, etc.) y está basado en los ensayos realizados en la Estación y en las visitas y seguimiento de diversas almazaras y tractoras de Orujo de la provincia de Ja-

én, por lo que, en ocasiones, se trata de observaciones o de pocos datos, pero que pueden contribuir a la experiencia que entre todos debemos aportar, y que otras condiciones y años pueden corroborar, matizar o rechazar.

**CONSIDERACIONES SOBRE EL FUNCIONAMIENTO**

Siguiendo el proceso de elaboración, la primera consideración se refiere al tipo de aceituna a molturar. Al contrario que

en los sistemas tradicionales, tanto de prensas como continuos de tres fases, parece que el decánter de dos fases trabaja mejor con aceituna de principio de campaña o recién recolectada. Este hecho puede estar relacionado con la humedad de la aceituna que decrece según avanza el período de recolección o los frutos están más tiempo almacenados (atrojados). Este descenso de la humedad de la aceituna provoca una disminución de la humedad del orujo que se obtiene en el decánter de 2 fases.

En los gráficos 1 y 2, se puede apreciar la tendencia a imantar el Rg/Seco de los orujos al tiempo que disminuye su humedad, hecho que, como hemos señalado, está muy relacionado con el descenso de la humedad del fruto y la fecha de recolección. Los gráficos 1 y 2 corresponden a dos almazaras donde diariamente se han analizado los orujos. El coeficiente de correlación del Rg/Seco del orujo con la fecha de recolección ha sido significativo en las dos almazaras ( $r = 0,49$  en la primera y  $r = 0,43$  en la segunda). También lo ha sido con la humedad del orujo en la primera almazara ( $r = 0,42$ ). Si en años sucesivos se confirma esta apreciación sobre el tipo de aceituna más idóneo, no cabe duda que redundará en una mejor calidad del aceite obtenido.

El tiempo de batido, al que los constructores prestan diversa importancia, no ha podido ser seguido a nivel de almazara, al estar los tiempos determinados por la capacidad de la batidora. En un solo ensayo realizado en la Estación de Olivicultura, con tiempos de batido de 1,5 y

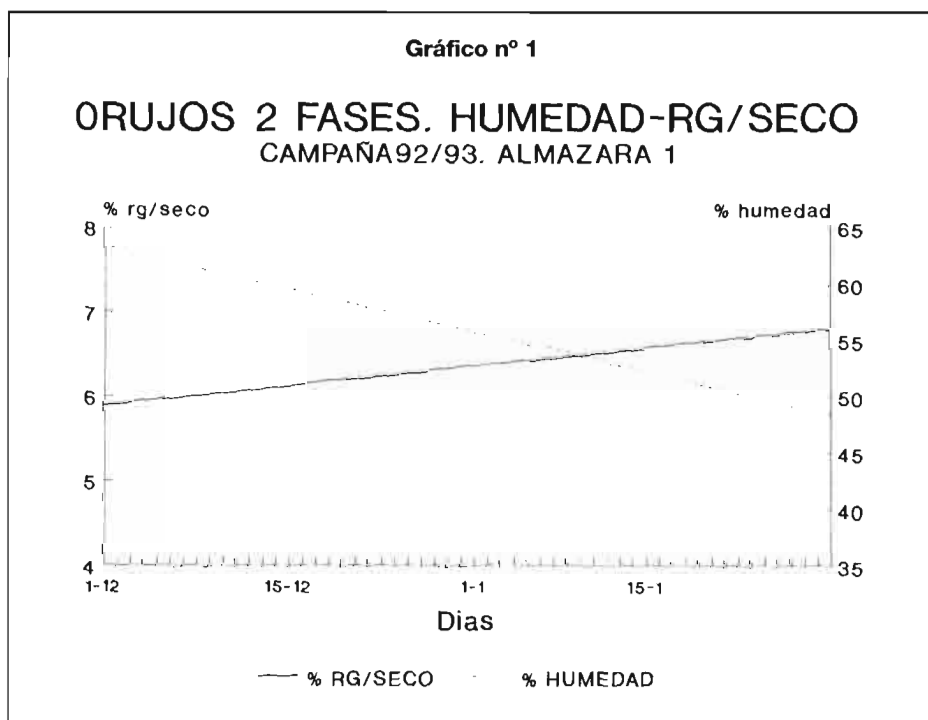
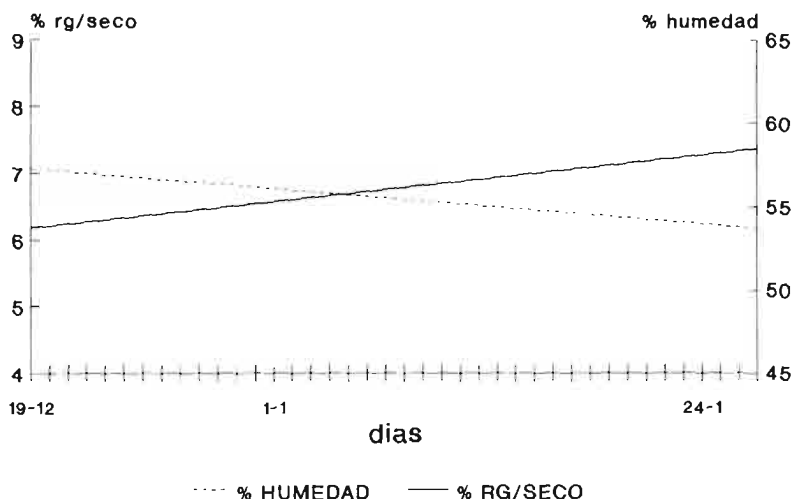


Gráfico nº2

**ORUJOS 2 FASES. HUMEDAD-RG/SECO**  
CAMPAÑA 92/93. ALMAZARA 2



2,15 horas, se han obtenido los orujos con un Rg/Seco del 7,04 y 6,50 respectivamente, sin diferencias significativas. Por otra parte, y en función del tipo de aceituna que parece más conveniente procesar, los conceptos de los controles visuales del batido (paletas limpias, etc) quizás deban ser revisados.

Las correlaciones negativas antes enunciadas entre las humedades de la aceituna y del orujo con el Rg/Seco de éste, sugieren la convivencia, cuando la humedad de la aceituna descienda de adicionar agua a la pasta, bien en la batidora, bien inyectándola directamente en el decánter. Trabajando con aceitunas del 37-40% de humedad en un decánter de capacidad teórica diaria de 17.500 kg, los datos que se reflejan en el gráfico nº 3 son ilustrativos y señalan la conveniencia de inyectar directamente al decánter (conforme se hace en el sistema de 3 fases) una pequeña cantidad de agua que no tiene que ser superior al 10-15% del peso del fruto (las características geométricas del decánter pueden condicionar esta cantidad de agua). Con ello podríamos disminuir el Rg/Seco del orujo si bien aumentaría la humedad del mismo (3).

En función de esta adición, parece clara la necesidad de prever unos caudalímetros de mayor precisión y fiabilidad que permitan medir pequeños caudales de agua.

Respecto al caudal de masa inyectada en el decánter, expresado como porcentaje de su capacidad teórica de trabajo, ocurre igual que en el de 3 fases: cuando se aumenta el ritmo de inyección, el

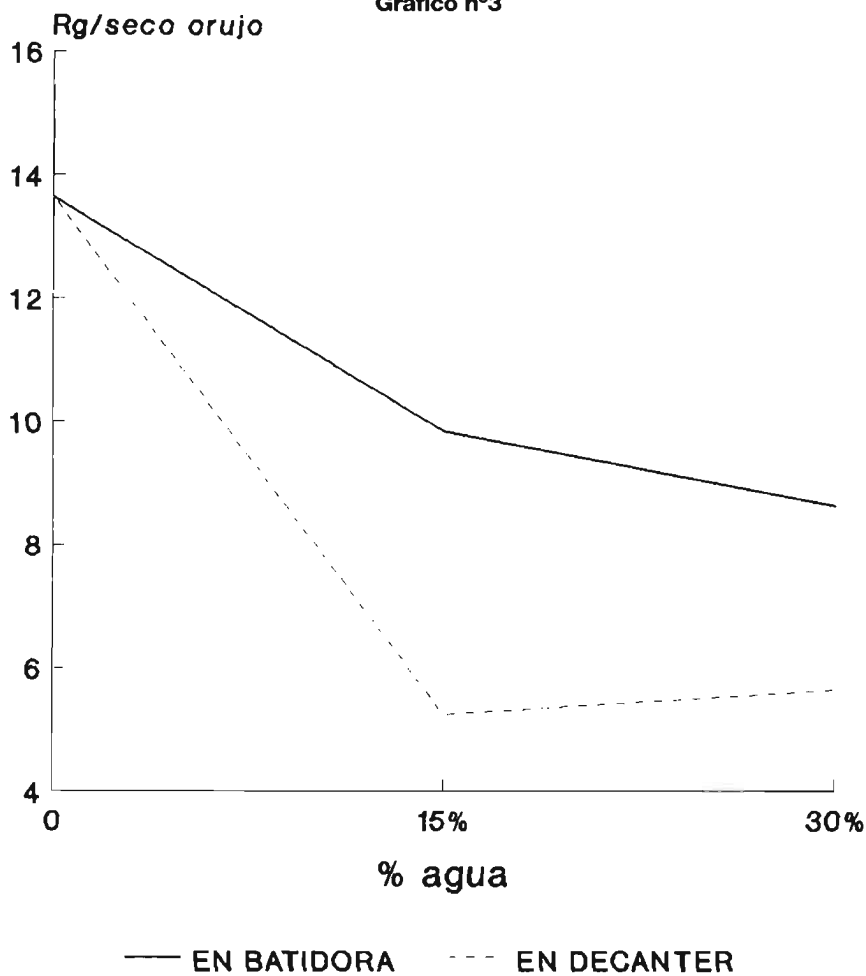
rendimiento industrial tiende a bajar. Sin embargo, mientras en el 3 fases el mayor incremento de pérdidas se produce en el alpechín, en el 2 fases, lógicamente, se produce en el orujo (4).

En el decánter de 2 fases, una de las regulaciones se refiere a las salidas de aceite. Parece lógico que sean de la suficiente amplitud para que los aceites vayan algo sucios, lo que podría indicar que prácticamente ninguna fracción de esta fase va en el orujo.

La inspección de los tamices vibratorios, que en el sistema de 3 fases era elemento clave de los controles visuales, en el nuevo sistema es poco significativa. Parece que los aceites del decánter deben salir algo sucios, pero no hemos podido establecer ni una correlación estadística, ni siquiera una correspondencia entre el contenido en humedad e impurezas de este aceite y el contenido graso de los orujos.

El último paso del proceso de elaboración es la limpieza de los aceites en la centrífuga vertical. No hemos apreciado ninguna diferencia respecto al sistema de

Gráfico nº3



tres fases, excepto que, en algunas ocasiones, es necesario adicionar un poco más de agua. El agua procede del lavado de estos aceites tiene un nivel de grasa y sólidos tan escaso que no merece la pena centrifugar (centrifugación cruzada). No obstante, puede disponerse una centrifuga, a compartir entre varias líneas, para centrifugar estas aguas de lavado a fin de evitar posibles fugas motivadas por accidentes o descuidos (bajada de la temperatura del agua, etc.).

En otros aspectos del proceso de fabricación (grado de molienda, temperatura de la masa, etc.) no hemos apreciado diferencias notables entre los dos sistemas.

### PRODUCCION Y CALIDAD DE ACEITE

Una vez descritas, brevemente, las diferencias apreciadas en el funcionamiento del sistema de centrifugación de dos fases, respecto al de 3, las siguientes preguntas serían:

Entre los dos sistemas ¿hay diferencia de pérdidas de aceite? ¿y de calidad?

Para responder a la primera pregunta, hay que analizar las pérdidas que se producen en un sistema de 3 fases. En una aceituna tipo de la variedad Picual (45% Humedad y 24% de contenido graso), siempre y cuando se trabaje con cierto esmero, puede estimarse la producción y características medias de los subproductos como sigue:

— **Orujo:** Producción: 49-52 kg por 100 kg aceituna.

Humedad: 48-52%

Grasa sobre húmedo: 2,9-3,3%

Rg/Seco: 5,57-6,87

— **Alpechin:** Producción: 100-110 kg por 100 kg de aceituna.

Humedad: 90-92%

Grasa: 0,25-0,50%

Ello nos llevaría a unas pérdidas de grasa, por 100 kg de aceituna, de 1,70 a 2,30 kg. A esto habría que añadir las pérdidas producidas en las descargas de las centrifugas verticales, lo que elevaría las pérdidas a 2-2,60 kg por 100 kg de aceituna (no se han considerado otras pérdidas debidas al lavado de la aceituna, atrojado, etc.).

En el sistema de 2 fases, en base a los datos que tenemos, la producción y características medias del agua de lavado son:

— **Agua de lavado:** Producción: 20-25 l por 100 kg de aceituna.

Humedad: 99-99,8%

Grasa: 0,02-0,10%

Ello, unido a la pérdida de aceite que se produce en la descarga de la centrifuga vertical de aceite, nos daría unas pérdidas de 0,20 a 0,30 kg de aceite por cada 100 kg de aceituna.

En consecuencia, para que el sistema de 2 fases sea neutral, las pérdidas que podrían producirse en el orujo deberían ser de 1,80 a 2,30 kg de aceite por cada 100 kg de aceituna, lo que referido a la materia seca del orujo nos daría 5,60 a 6,90%.

Este intervalo de 5,6-6,90% de Rg/Seco del orujo es el que nos debe servir de referencia en el contenido graso de este subproducto (nótese que es aproximadamente el mismo que el Rg/Seco del orujo de 3 fases).

En el cuadro nº 1, pueden verse que los resultados analíticos de los orujos obtenidos en las dos almazaras a que antes nos hemos referido (se incluyen los datos por períodos medios y campaña), entran dentro del intervalo establecido.

Respecto a la segunda pregunta, calidad del aceite, se han efectuado las correspondientes determinaciones de aceites de la variedad Picual a lo largo de la campaña 92/93 que, en general, y respecto a otros años, se ha caracterizado por ser aceites suaves, poco amargos y

**Cuadro nº 1:**  
**DATOS ANALITICOS DE ORUJOS OBTENIDOS EN CENTRIFUGA HORIZONTAL DE 2 FASES EN DOS ALMAZARAS. VARIEDAD PICUAL**

	<u>% HUMEDAD</u>	<u>Rg/Hdo</u>	<u>Rg/Seco</u>
<b>ALMAZARA 1</b>			
Período 1-21 Diciembre .....	61,07	2,33	6,04
Período 26 Dic-8 Enero .....	55,73	2,75	6,21
Período 8-31 Enero .....	51,08	3,34	6,82
M E D I A .....	55,99	2,81	6,38
<b>ALMAZARA 2</b>			
Período 19 Dic-10 Enero .....	56,83	2,76	6,39
Período 11-31 Enero .....	54,25	3,21	7,02
M E D I A .....	55,83	2,93	6,64

**Cuadro nº 2:**  
**INDICES FISICOQUIMICOS DE LOS ACEITES DE 2 Y 3 FASES OBTENIDOS A LO LARGO DE LA CAMPAÑA 92/93. (Media de 4 muestras)**

<u>I N D I C E</u>	<u>2 FASES</u>	<u>3 FASES</u>
Grado de Acidez (°) *	0,29 a	0,39 a
I. Peróxidos (meq. O <sub>2</sub> /Kg) .....	9,39	8,62
K <sub>270</sub> .....	0,10	0,09
K <sub>232</sub> .....	1,35	1,42
Polifenoles (ppm.ac.cafeico) *	202 b	132 a
K <sub>225</sub> *	0,19 b	0,13 a
Estabilidad (h) *	61,25 b	46,73 a
Humedad (%) .....	0,16	0,17
Impurezas (%) .....	0,01	0,01

\* Medias con distinta letra, significan diferencia al 5%.

con un bajo contenido en polifenoles y estabilidad.

Los datos medios de las determinaciones fisicoquímicas de cuatro épocas analizadas se reflejan en el cuadro nº 2. Cabe destacar que el sistema de 2 fases, al no hacerse la fluidificación de la pasta, proporciona aceites con un mayor contenido en polifenoles y por, tanto (5), mayor  $K_{225}$  (relacionado con el amargor) y también una mayor estabilidad (resistencia al enranciamiento). Así mismo, estos aceites tienen un grado de acidez ligeramente menor.

La valoración organoléptica, realizada con el método del Panel Test, de los aceites producidos con el sistema de 2 fases, tienen una puntuación media de 7,37 frente a 6,65 de los correspondientes de 3 fases. En el gráfico nº 4 muestran la intensidad media alcanzadas en cada uno de los atributos. En todos ellos excepto en el sabor dulce, los aceites de 2 fases alcanzan una mayor intensidad. En las pruebas de diferencia-preferencia, han sido significativas en todos los casos, y los catadores los han preferido sistemáticamente frente a los de 3 fases obtenidos en análogas condiciones. Evidentemente, estas pruebas de preferencia pueden variar según campañas (6).

## SUBPRODUCTOS

En el sistema que estamos describiendo, los subproductos resultantes son el agua del lavado del aceite y el orujo.

El agua del lavado, que representa

menos de la cuarta parte del alpechín producido en el sistema de 3 fases, tiene un nivel de grasa y sólidos muy escaso, como hemos comentado. Aunque, tanto el alpechín (3 fases) y el agua de lavado (2 fases) tienen una composición muy variable, en los datos del cuadro nº 3 pueden apreciarse las grandes diferencias entre estos dos líquidos obtenidos en condiciones análogas. (En otros trabajos (1), los contenidos son más elevados, pero las diferencias son de parecido rango). Puede pensarse en la posibilidad de utilizar este agua, en el lavado de la aceituna procedente del suelo, e incluso, como de adición, en caso de tener que incorporar a la pasta, si bien, este último debería ser objeto de un estudio preciso de la calidad

del aceite obtenido. En cualquier caso, su eliminación, depuración o utilización agrícola en riego no debe representar un problema importante.

El sistema de centrifugación de dos fases produce un 50% más de orujo, por dos razones:

- 1) En él se incluye la casi totalidad de la materia seca de la aceituna y
- 2) Tiene, como media, 5-7 puntos más de humedad.

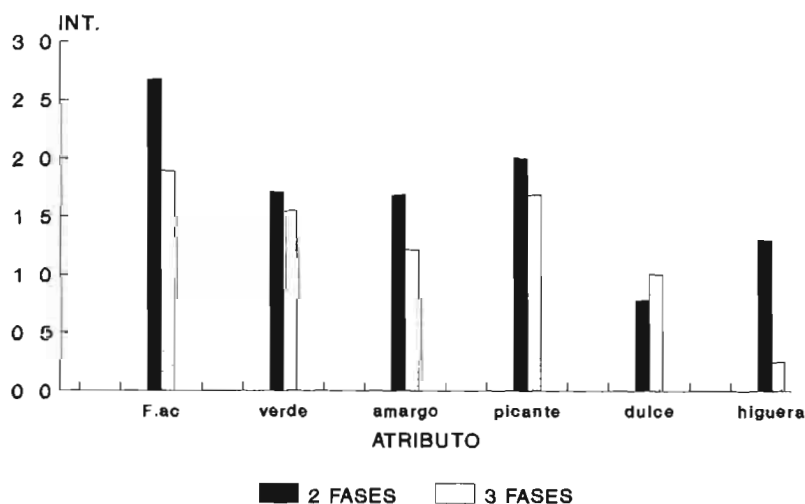
Sin embargo, el mayor problema que plantea este orujo no lo constituye la humedad, sino su consistencia y estructura, debida a la incorporación de los sólidos finos y otras sustancias disueltas (azúcares, etc.) que se eliminaban en el alpechín. El efecto más aparente es la tenden-

**Cuadro nº 3:**  
**ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALPECHIN (3 FASES) Y AGUA DE LAVADO DE ACEITE (2 FASES)**

PARA METRO	ALPECHIN	AGUA DE LAVADO
Densidad (gr./l) .....	1.021	1.002
pH .....	5,07	5,90
Conductividad (micro S/cm.) .....	9.960	1.490
M. Orgánica Total (mg/l) .....	29.260	140
M. Inorgánica Total (mg/l) .....	271	10
Sol.Tot.disueltos (mg./l) .....	4.000	668
Sol.Suspensión (mg/l) .....	27.350	125
D.B.O. (mg/l) .....	32.850	265
D.Q.O. (mg/l) .....	98.500	740

**Gráfico nº4**

## COMPARACION ACEITES SISTEMAS 2-3 FASES PERFIL MEDIO DE ATRIBUTOS



cia a expandirse, a no formar "montón", siendo difícil que alcance una altura superior a 40-50 cm.

La diferente estructura, falta de consistencia y mayor humedad ocasiona algunos problemas, unos fácilmente y otros de solución más cara y compleja.

El movimiento del orujo en la almazara hay que hacerlo mediante tornillos helicoidales o cintas de cangilones, eliminando las cintas convencionales, al tiempo que se deben convertir en estancas las tolvas de almacenamiento. El transporte de este tipo de orujo es conveniente realizarlo en remolque tipo bañera, preferiblemente cubiertos y con rompeolas. Esto puede significar un encarecimiento de este concepto, al tiempo que la cantidad de agua transportada es mayor.

El secado del orujo y la extracción de su aceite plantea problemas que pueden ser más complejos. Sintetizándolos, podemos apuntar:

- a) Necesidad de disponer de fosos, piscinas, etc., para recepcionar este tipo de orujos, dada su dificultad para amontonarlo.



b) Necesidad de ampliar la capacidad de secado. Para la misma producción de aceituna, se produce un 50% más de orujo con un 5-7% más de humedad. En definitiva, la cantidad de agua a evaporar aumenta un 70-75%. Estas cifras, que son importantes, lo son menos, porcentualmente, que el campo que significó el paso de las prensas a los sistemas continuos convencionales.

c) Necesidad de ampliar la capacidad de extracción. La cantidad de orujo seco (8% de humedad) a extraer aumentará en un 25%.

El punto más conflictivo se presenta en los secaderos tradicionales. En una prueba que controlamos, en este tipo de secaderos, el orujo pasó del 51,64% de humedad al 41,78% lo que revela su escasa eficacia, debido, creemos, a la formación de bolas que se secan solo superficialmente. Por otro lado, el tiempo de permanencia del orujo en el secadero fue más del doble que con orujo de 3 fases, elevándose, considerablemente, la temperatura al final del secadero, con el consiguiente peligro de incendio.

Los fabricantes de maquinaria están introduciendo modelos que parecen más eficientes. En unos de estos nuevos secaderos, hemos comprobado que el orujo

pasó del 63,32% al 12,47% de humedad.

Por último, es conveniente indicar que la elevación de la acidez del aceite del orujo, sin secar, es aproximadamente la mitad que en los orujos de 2 fases, conforme puede verse en el gráfico nº 5.

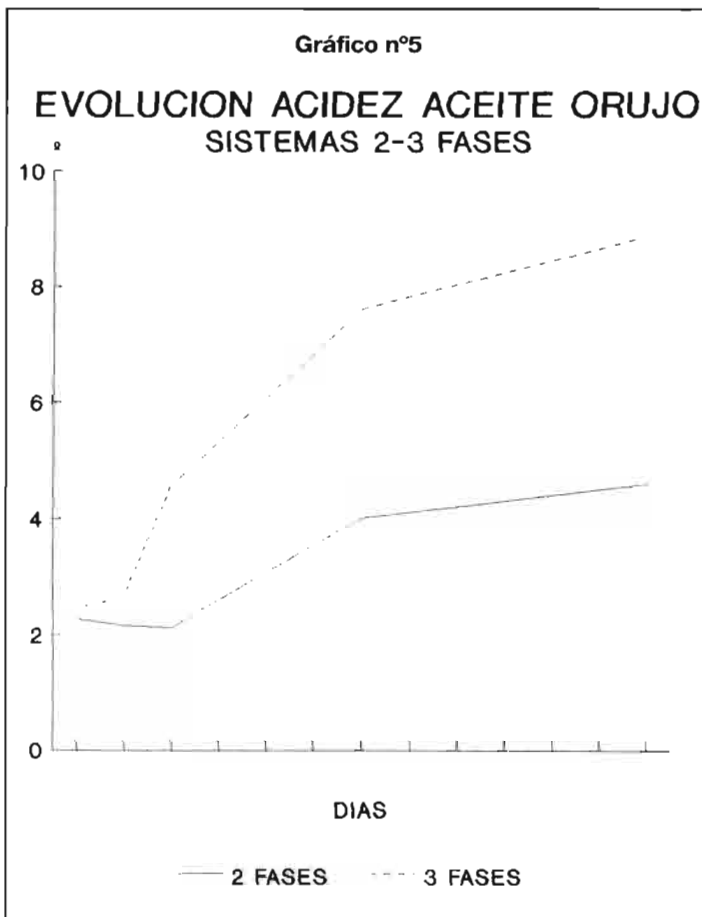
La solución a los problemas anunciados la tendrá que dar, conjuntamente, el sector almazarero con el extractor de aceite de orujo, y quizás la fórmula no sea única, sino que dependerá del tamaño de la almazara, ubicación, distancia a la extractora, etc. En cualquier caso, habrá una disminución del precio del orujo, que deberá ser justa para todos los sectores implicados.

#### AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los directivos y personal de las almazaras, extractoras de orujo y fabricantes de maquinaria oleícola, no sólo por su colaboración sino también por sus sugerencias y contrastes de ideas. Así mismo, nuestro agradecimiento al personal de la Estación por su dedicación y esfuerzo.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Alba Mendoza, José; Ruiz Gómez, Amparo; Hidalgo Casado, Francisco. "Control de Elaboración y características analíticas de los productos obtenidos en una línea continua ecológica". Montoro. Mayo 1992.
2. Hermoso Fernández, Manuel; García-Ortiz Rodríguez, Angel; Morales Bernardino, Juan; Frías Ruiz, Luisa; Fernández García, Angel. "Elaboración de aceite de oliva de calidad". Serie Apuntes 5/91. Consejería Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
3. Hermoso Fernández, Manuel; Uceda Ojeda, Marino; González Delgado, Jesús. "Influencia de la adición de agua en la extracción de aceite de oliva mediante la centrifugación de dos fases". Expoliva. Mayo, 1993.
4. Morales Bernardino, Juan; Frías Ruiz, Luisa. "Influencia de la cantidad de masa inyectada en la centrifuga horizontal en sistemas de Dos y Tres fases".
5. Gutiérrez González-Quijano, R. "Relación entre polifenoles y calidad y estabilidad del aceite". Grasas y Aceites, 1977. Págs. 101-106.
6. Uceda Ojeda, Marino; Hermoso Fernández, Manuel; González Delgado, Jesús. "Comparación de la calidad del aceite obtenido con sistemas de Dos y Tres fases". Expoliva. Mayo 1993.



*Los orujos procedentes del sistema de dos fases plantean problemas en los secaderos tradicionales.*