

# El paso del sistema de tres fases a dos fases

## UNA APROXIMACION A SU COSTE

por: Isaac Hurtado Parrilla\*

El proceso de extracción centrífuga de aceite de oliva llamado de dos fases («proceso 2F») es novedoso, y, como tal, ha suscitado la comparación con el proceso preexistente más extendido, el de tres fases o «proceso 3F». El presente artículo se propone contribuir a esa comparación.

El adoptar un proceso u otro es asunto de gran importancia para la actividad olivarera, base económica de grandes zonas del país.

La comparación que buscamos es monetaria; es decir, intentamos expresar en pesetas las diferencias entre ambos procesos.

Nuestro estudio pone el foco en los aspectos de mayor peso económico a priori: los rendimientos en aceite, orujo y residuos líquidos. Los demás aspectos, aunque no con tanta nitidez, se dejan ver suficientemente a lo largo del estudio.

Especial atención nos merece el rendimiento en aceite. Estando a 650 pts el kilo (precio de venta más subvención), conviene expresar este rendimiento con centésimas; hay también que plantear el balance de materias, no quedarse en el impreciso indicador grasa sobre seco del orujo (llamado «alpeorajo» en 2F).

El repertorio de informes disponible es escaso. Solo hemos encontrado uno que, a nuestro juicio, presenta en grado suficiente todos los títulos que la naturaleza del asunto exige: imparcialidad, representatividad, profesionalidad, detalle y publicidad. Nos referimos al informe siguiente:

«Procesos de elaboración: nuevas técnicas de extracción». José Alba Mendoza,

Instituto de la Grasa y sus Derivados, Sevilla. Mayor 1993.

Este informe-base del artículo reporta cinco ensayos, que referenciamos con las marcas A, B, C, D1, y D2; sus principales condiciones de trabajo se reseñan en el cuadro 1 y en el esquema.

El esquema contiene algunos detalles que no están en el informe. Así las recirculaciones de las sustancias  $n$  y  $q$  a los Tamices, que se han deducido de las relaciones de caudales  $h/o$  e  $(i+n)/r$ , respectivamente. Así también el Jamilero, por su incidencia en la captación de aceite.

El informe carece de datos sobre algunas sustancias menores de los procesos, imprescindibles de considerar para acercarse al nivel de exactitud que se precisa; hemos suplido estas carencias con estimaciones nuestras que nos parecen aceptables, y que se explicitan en su momento.

Para ahorrar espacio, hemos comprimido la exposición numérica, de modo que, en varios Cuadros, aparecen juntos los datos y las cifras calculadas a partir de ellos. Se ha recurrido a la tipografía para diferenciar ambos tipos de cifras, *subrayando las cifras-dato*. Las cifras calculadas en un cierto Cuadro, cuando las utilizados como datos en los cálculos de un Cuadro sucesivo, se presentan subrayadas en este segundo Cuadro.

Los datos aportados por el informe son de tres tipos: caudales, análisis y cantidades totales. Lo que ha permitido llegar a los rendimientos en aceite y subproductos por otros tantos modos distintos.

El modo A PARTIR DE CAUDALES ha sido aplicado en el cuadro 2.

El que unos caudales vinieran en kg/hora y otros en l/hora ha obligado a in-

troducir algunos pesos específicos estimados; hay otra estimación, relativa al caudal de Agua de lavado. Para homogeneizar los resultados de éste y los otros dos modos, se llega a la cifra de «aceite puro» (exactamente: grasa en aceite), que es el que se obtendría si la humedad y las impurezas del aceite se separaran totalmente en el prolongado reposo de la Bodega.

El modo A PARTIR DE ANÁLISIS ha sido aplicado en el cuadro 3.3. La mecánica de cálculo consiste en efectuar un balance de materias.

Este modo se basa en expresar numéricamente el hecho físico de que la humedad  $H$ , la grasa  $G$  y la materia seca  $MS$  que entran y que salen en cualquier tramo del proceso son, respectivamente, iguales. Dado un suficiente número de cantidades ó porcentajes  $H$ ,  $G$ ,  $MS$ , el álgebra permite calcular las demás cantidades y porcentajes.

Para mejorar la veracidad de los resultados, hemos tenido que adelantar las estimaciones del cuadro 3.1 -relativas a las descargas, el talco y el agua- y los cálculos del cuadro 3.2 -relativas al agua total de adición-.

No se presentan, por su longitud, los cálculos que han llevado a los resultados del Cuadro 3.3. Pero la corrección aritmética de los cálculos está garantizada por la coherencia de las cifras-resultado con las cifras-dato, que el Cuadro muestra, ya que se sabe que hay un sólo juego de cifras-resultado capaz de aportar dicha coherencia.

El modo A PARTIR DE CANTIDADES TOTALES es objetivo del cuadro 4, y, por falta de datos, se ha aplicado solamente a los ensayos C, D1 y D2.

Este modo parece definitorio, por

(\*) Ingeniero Agrónomo.



## USTED Y YO SABEMOS QUE PARA HACER BIEN UN TRABAJO, NADA COMO UN ESPECIALISTA.

Para compartir el negocio diario con el ocio del fin de semana, la Daily Family, no hay duda. Si se trata de recorrer



montes y parajes, nuestra Turbo Daily 4x4. ¿Que sus trayectos son de autopista y se quiere

ahorrar un buen pico en peajes?, ahí tiene la Daily Autopista. Pero si lo que necesita es una superpotencia sobre ruedas, la Daily 120 GTI es su modelo.



Y si su negocio es cualquier otro, de bombero a butanero o comerciante de congelados, con los Chasis Cabina

Daily hará negocio seguro. Antes de dar un paso, yo iría a ver las Furgonetas de Iveco Pegaso.

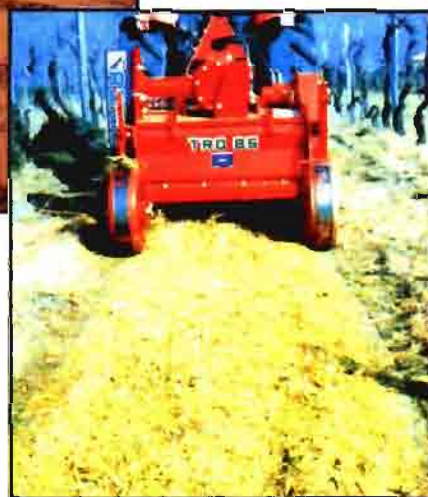


LA GAMA MAS AMPLIA DEL MERCADO

**TRANSMITANOS SU IDEA**

**AGRIC®**

**SE LA HACE REALIDAD**



**AGRIC da forma real a sus ideas, y para ello cuenta con la capacidad de diseño y fabricación que le permite construir cualquier tipo de máquina o implemento, que favorezca el desarrollo de la agricultura, incluso en las labores más especializadas para los cultivos más particulares.**



**AGRIC.S.A.**

MAQUINARIA AGRICOLA

Carretera N-152, Km. 80  
08519 MASÍAS DE VOLTREGÀ  
Barcelona - España  
Tel. (93) 850 27 00  
Fax (93) 857 08 93



**Cuadro 1. CONDICIONES PRINCIPALES DE LOS ENSAYOS**

	ENSAYO A	ENSAYO B	ENSAYO C	ENSAYO D1	ENSAYO D2
<b>MAQUINARIA</b>	Fuentes-Wesfalia	Pieralisi	Pieralisi	Pieralisi	Pieralisi
<b>LOCALIDAD</b>	Ubeda (Jaén)	Villanueva de Algaidas (Málaga)	Luque (Córdoba)	Instº de la Grasa (Sevilla)	Instº de la Grasa (Sevilla)
<b>VARIEDAD DE ACEITUNA</b>	Picual	Hojiblanca	Picual	Lechín	Lechín
<b>FECHA ENSAYO (madurez fruto)</b>	27/01/93 (mediana)	23/03/93 (mayor)	24/03/93 (mayor)	03/12/92 (menor)	03/12/92 (menor)
<b>COADYUVANTES</b>	Talco 1,5 %	Talco 1,5 %	Talco 1 %	Nada	Enzimas
<b>PRECAUCION DE COMPARABILIDAD</b>	El Decánter 2F y el Decánter 3F tomaban la masa de aceituna simultáneamente de la misma Batidora.				
<b>SISTEMA DE CONTROL Y OPTIMACION</b>	En D1 y D2, se ha usado el sistema informatizado SCAP				

cuanto el cociente entre el total de cualquier producto y el total de aceituna insumida es el rendimiento por definición; se discute más adelante esta apariencia.

El resumen de las cifras-resultado de los Cuadros 2, 3.3 y 4 está en el CUADRO 5. De su examen hay que sacar conclusiones sobre rendimientos 2F y 3F.

Salta a la vista la diversidad de los resultados.

La diversidad vertical no es de extrañar; es natural que las distintas condiciones de los ensayos (maquinaria, variedad, madurez, etc.) acarreen diferencias en los resultados. El espacio natural de discusión está en la diversidad horizontal; en que, para un mismo ensayo, difieran demasiado los rendimientos según el modo de cálculo empleado.

Es de rigor considerar el valor relativo de los distintos modos, en cuanto a la veracidad con que sus resultados se acercan a los de molturación.

Los factores de valor más importante son: el carácter muestral o total de las mediciones, la cantidad de muestras tomadas, su tamaño, la naturaleza de las operaciones de medida, los márgenes de error de dichas operaciones, y la introducción de estimaciones en los cálculos.

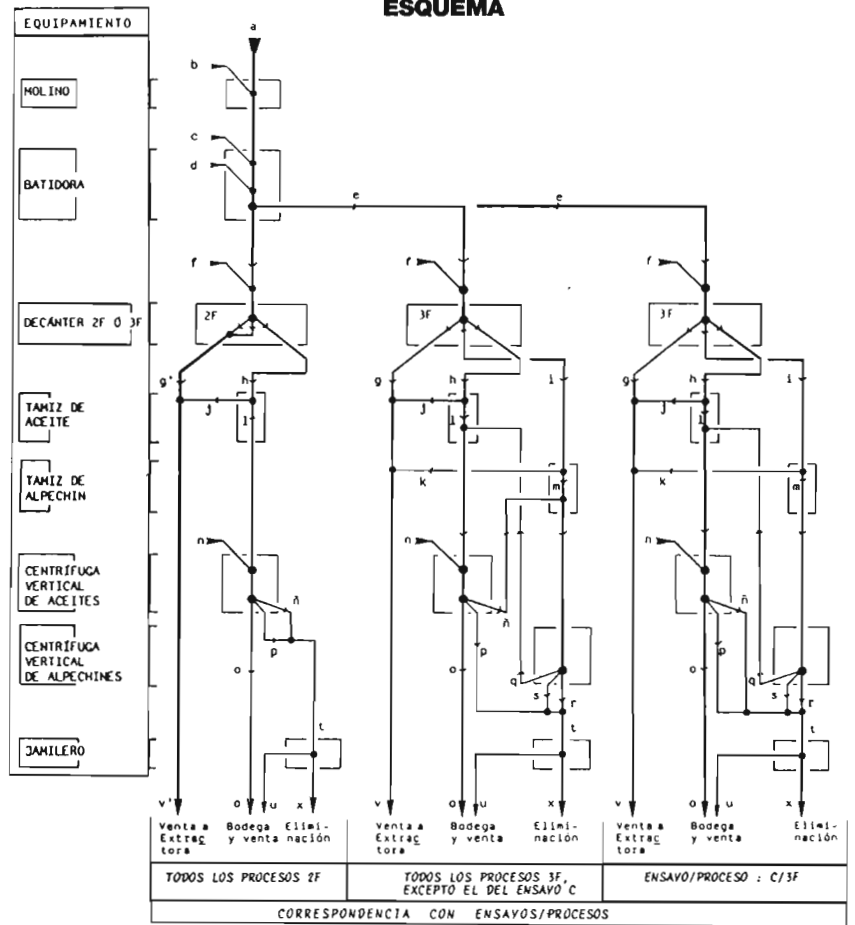
En nuestro caso, los modos «caudales» y «análisis» son muestrales, en tanto que el modo «cantidades totales» parece no serlo y tener mayor valor. En los párrafos siguientes profundizamos en las limitaciones de la representatividad de las muestras. Calcular rendimientos a partir de medidas de muestras es como inferir la carga total de un tren de mercancías muy largo inspeccionando al azar unos pocos vagones y unas pocas partes de vagón.

Un hecho a tener muy presente es la *heterogeneidad interna del montón de aceituna*. Por ella, en cada momento y en cada lugar del proceso estamos ante los productos de una porción de aceituna diferente en cuanto a humedad, grasa, etc.; estamos ante un vagón distinto.

En la heterogeneidad de la aceituna reside la explicación final de que muchos cálculos aritméticos correctos nos den resultados no verosímiles. Esto ocurre porque el cálculo utiliza caudales y análisis de muestras correspondientes a porciones de aceituna distintas, y, sin embargo, opera con dichos caudales y análisis como si correspondieran a la misma porción.

También dicha heterogeneidad ha debido jugar fuerte en el alto valor «29,85» del rendimiento en aceite de C/3F-«caudales», del que proceden aritméticamente las llamativas diferencias «-3,79» y «-4,71». Todos los caudales del ensayo C son concordantes, lo que descarta que los errores de medida de caudales hayan sido decisivos, e inclina la explicación ha-

**ESQUEMA**



- Mezcla, ó separación.
- a Aceituna de entrada.
- b Agua adición en Molino.
- c Agua adición en Batidora.
- d Talco adición en Batidora.
- e Masa salida de Batidora entrada en Decánter.
- f Agua adición en Decánter.
- g Orujo salida de Decánter 3F.
- g' Alpeorjujo salida de Decánter 2F.
- h Aceite salida de Decánter.
- i Alpechín salida de Decánter 3F.
- j Finos de aceite separados por el Tamiz de Aceite.
- k Finos de alpechín separados por el Tamiz de Alpechín 3F.
- l Aceite de Decánter sin finos.
- m Alpechín de Decánter sin finos.
- n Agua adición en Centrifuga Vertical de Aceites.
- ñ Agua de lavado de aceite.
- o Aceite salida de Centrifuga Vertical de Aceites.
- p Descargas salida de Centrifuga Vert. de Aceites.
- q Aceite salida de Centrifuga Vert. de Alpechines.
- r Alpechín salida de Centrif. Vert. de Alpechines.
- s Descargas salida de Centrif. Vert. de Alpechines.
- t Vertido a Jamilero.
- u Aceite captado en Jamilero.
- v Orujo final 3F.
- v' Alpeorjujo final 2F.
- x Vertido final a Balsas, etc.

### Cuadro 2. CALCULO DE RENDIMIENTOS A PARTIR DE CAUDALES

Sustancia y su letra en ESQUEMA		Unidad*	A/2F	A/3F	B/2F	B/3F
Agua	entrada Molino&Batid.	b+c kg/h	0	0	0	0
Talco	entrada Batidora	d (1) kg/h	30,8	28,6	43,3	22,1
Masa	salida Batidora	e kg/h	2.083	1.937	2.928	1.494
Aceituna	salida Batidora	a (2) kg/h	2.052,2	1.908,4	2.884,7	1.471,9
<hr/>						
Aceite	salida Ctf.V.Ac.	o lt/h	490	457	558	299
Riqueza grasa de Aceite anterior	C (3) %	x	99,64	99,37	99,77	99,87
Aceite puro salida / 100 kg actna.	o (4) kg/Qm		21,79#	21,80#	17,68#	18,58#
<hr/>						
Masa	entrada Decánter	e kg/h	2.083	1.937	2.928	1.494
Agua	entrada Decánter	f kg/h	0	800	0	750
Aceite	salida Decánter	h (5) lt/h	492	458	560	302
Aceite	salida Decánter	h (5) kg/h	462,5	421,4	526,4	277,8
Alpechín	salida Decánter	i (6) lt/h	0	763	0	1.112
Alpechín	salida Decánter	i (6) kg/h	0	778,3	0	1.134,2
Orujo**	salida Decánter	g' g (7) kg/h	1.620,5	1.537,3	2.401,6	832,0
Orujo**	salida / 100 kg aceituna	g' g (8) kg/Qm	78,96#	80,55#	83,25#	56,53#
<hr/>						
Agua	entrada Ctf.V.Ac.	n kg/h	No cuenta	No cuenta	511	No cuenta
4 X Aceite	salida Decánter	h (9) kg/h	No cuenta	No cuenta	21,1	No cuenta
Agua lavado	salida Ctf.V.Ac	n (9) kg/h	208	No cuenta	532,1	No cuenta
Agua lav. salida / 100 kg aceituna	n (10) kg/Qm		10,14#	No cuenta	18,45#	No cuenta
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) lt/h	---	1.403	---	1.609
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) kg/h	---	1.417,0	---	1.625,1
Alpechín	salida / 100 kg aceituna	r (12) kg/Qm	---	74,25#	---	110,41#
<hr/>						
ENSAYO/PROCESO :			C/2F	C/2F+AGUA	C/3F	
Agua	entrada Molino&Batid.	b+c (13) kg/h	162	148	176	
Talco	entrada Batidora	d (1) kg/h	14,0	13,9	15,2	
Masa	salida Batidora	e kg/h	1.572	1.548	1.710	
Aceituna	salida Batidora	a (2) kg/h	1.396,0	1.386,1	1.518,8	
<hr/>						
Agua	entrada Decánter	f (14) kg/h	0	120	680	
Alpechín	salida Decánter	i (14) lt/h	0	0	990	
Aceite	salida Ctf.V.Ac.	o (1) lt/h	398	382	496	
Riqueza grasa de Aceite anterior	C (3) %	x	99,77	99,58	99,80	
Aceite puro salida / 100 kg actna.	o (4) kg/Qm		26,06#	25,14#	29,85#	
<hr/>						
Orujo**	salida Decánter	g' g (7) kg/h	1.135	1.218	897	
Orujo**	salida / 100 kg aceituna	g' g (8) kg/Qm	81,30#	87,87#	59,06#	
<hr/>						
Agua	entrada Ctf.V.Ac.	n kg/h	218	229	269	
Aceite	salida Decánter	h (5) lt/h	408	396	498	
Aceite	salida Decánter	h (5) kg/h	383,5	372,2	458,2	
4 X Aceite	salida Decánter	h (9) kg/h	15,3	14,9	18,3	
Agua lavado	salida Ctf.V.Ac	n (9) kg/h	233,3	243,9	287,3	
Agua lav. salida / 100 kg aceituna	n (10) kg/Qm		16,71#	17,60#	18,92#	
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) lt/h	---	---	994	
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) kg/h	---	---	1.003,9	
Alpechín	salida / 100 kg aceituna	r (12) kg/Qm	---	---	66,10#	

Ctf.V.Ac. = Centrifuga Vertical ("Separadora") de Aceites. Ctf.V.Ap. = Idem de Alpechines.  
 \* Se adjuntan algunos signos + - x : , para denotar el uso de la cifra en el cálculo.  
 # kg/Qm = kg de sustancia por 100 kg (Qm) de aceituna (rendimiento, por definición).  
 \*\* En 2F : Alpeorujo g'.  
 \* En este proceso se trabajó en 2F, pero -para contrarrestar la sequedad de la aceituna y relajando la norma 2F- se adicionaba algo de agua en el Decánter.  
 # Se han destacado con esta marca los rendimientos a cuyo cálculo se ha orientado el Cuadro.

### Cuadro 2. CALCULO DE RENDIMIENTOS A PARTIR DE CAUDALES (Conclusión)

Sustancia y su letra en ESQUEMA		Unidad*	D1/2F	D1/3F	D2/2F	D2/3F
Agua	entrada Molino&Batid.	b+c kg/h	0	0	0	0
Talco	entrada Batidora	d (1) kg/h	0	0	0	0
Masa	salida Batidora	e kg/h	720	480	730	470
Aceituna	salida Batidora	a (2) kg/h	720	480	730	470
<hr/>						
Aceite	salida Ctf.V.Ac.	o lt/h	150	98	155	194
Riqueza grasa de Aceite anterior	C (3) %	x	99,76	99,81	99,79	99,79
Aceite puro salida / 100 kg actna.	o (4) kg/Qm		17,77#	18,67#	19,41#	20,23#
<hr/>						
Masa	entrada Decánter	e kg/h	720	480	730	470
Agua	entrada Decánter	f kg/h	0	240	0	260
Aceite	salida Decánter	h (5) lt/h	147	95	156	102
Aceite	salida Decánter	h (5) kg/h	138,2	87,4	146,6	93,8
Alpechín	salida Decánter	i (6) lt/h	0	338	0	452
Alpechín	salida Decánter	i (6) kg/h	0	344,8	0	419,0
Orujo**	salida Decánter	g' g (7) kg/h	581,8	287,8	583,4	226,2
Orujo**	salida / 100 kg aceituna	g' g (8) kg/Qm	80,81#	59,96#	79,92#	48,13#
<hr/>						
Agua	entrada Ctf.V.Ac.	n kg/h	78	No cuenta	73	No cuenta
4 X Aceite	salida Decánter	h (9) kg/h	5,5	No cuenta	5,9	No cuenta
Agua lavado	salida Ctf.V.Ac	n (9) kg/h	83,5	No cuenta	78,9	No cuenta
Agua lav. salida / 100 kg aceituna	n (10) kg/Qm		11,60#	No cuenta	10,81#	No cuenta
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) lt/h	---	414	---	459
Alpechín	salida Ctf.V.Ap.	r (11) kg/h	---	418,1	---	473,7
Alpechín	salida / 100 kg aceituna	r (12) kg/Qm	---	87,10#	---	100,79#

- Hay adición de talco en los ensayos A (d = 1,5 % de a), B (d = 1,5 % de a) y C (d = 1 % de a). Los caudales de d y a han sido simultáneos, según (2).
- La igualdad de entradas y salidas de la Batidora (a+b+c+d = e) permite calcular a y d = b, c y e son datos, y d es un % conocido de a. El cálculo queda oculto, pero se puede comprobar en el Cuadro que d = (0,015 ó 0,01 ó 0,00, a/ ensayos) x a , y que a = e - (b+c) - d .
- Son datos los % de humedad e impurezas del aceite. Están en el informe-base. Se ha calculado: Riqueza-grasa C = 100 - % humedad - % impurezas ; y se ha subrayado como dato.
- Cálculo :- Aceite puro o kg/Qm = Aceite o lt/h x G x 0,916 / a .  
(0,916 kg/litro = peso específico de la grasa).
- Para pasar de lt/h a kg/h, se ha estimado para todos los aceites h salida del Decánter un peso específico de 0,94 kg/lt en 2F y de 0,92 kg/lt en 3F .
- Se ha estimado para todos los alpechines i salida del Decánter un peso específico 1,02 kg/lt.
- El informe-base dice que las muestras se toman "inmediatamente a la salida del decánter" (sustancias g y g' del ESQUEMA) "o a la salida del transportador helicoidal" (sustancias v' = g''i), y v = g'jk). En el cálculo, se ha supuesto que los caudales medidos eran de g y g' ; el posible error es pequeño, dada la pequeñez de los caudales de j y de k.  
Cálculo :- Orujo\*\* g' g = e + f - h - i , expresados en kg/h.  
Excepto en el ensayo C, en el que los caudales de orujo han sido medidos empíricamente.
- Cálculo :- Orujo g' g kg/Qm = Orujo g' g kg/h x 100 / a .
- Se ha estimado que las aguas de lavado de aceite incorporan el agua de adición n más el 4 X (la humedad y las impurezas) del aceite h de Decánter. Dicho numéricamente, se ha supuesto que A = n + 0,04 h . Excepción : el informe da directamente el caudal de h para A/2F.
- Cálculo :- Agua lavado kg/Qm = Agua lavado kg/h x 100 / a
- Se ha estimado para todos los alpechines r salida de la Centrif. Vert. de Alpechines un peso específico 1,01 kg/lt.
- Cálculo :- Alpechín r kg/Qm = Alpechín r kg/h x 100 / a .
- Estas cifras-dato exigen cierta justificación. No nos parecen empíricas sino calculadas a partir de los dos caudales de masa efluentes de la Batidora (ver discusión sobre la muestra-lidad de la cifra de "aceituna total" en la prosa del artículo).
- Estas cifras no intervienen en los cálculos de este Cuadro. Se tiran para que el lector pueda comprobar la concordancia de los caudales del ensayo C, en términos de : "sumas de caudales afluentes y efluentes del Decánter casi iguales" y de "caudales de alpechín de Decánter y de Ctf.V.Ap casi iguales" ; la concordancia "caudales de aceite de Decánter y de Ctf.V.Ac casi iguales" puede ser comprobada en las cifras comunes del Cuadro. Dichas concordancias son invocadas en la prosa del artículo.

cia la heterogeneidad de la aceituna.

También merece la pena discutir si la cantidad total de aceituna que juega como dato en el modo «cantidades totales» no fue una cantidad medida, sino calculada por el ensayista a partir de medidas muestrales.

En efecto, cuando los dos chorros de masa 2F y 3F salen simultáneamente de una única Batidora, nos parece imposible medir empíricamente las cantidades totales de masa que van a uno y otro proceso; tendríamos que verter los chorros de principio a fin en sendos recipientes y pesar los vertidos, con lo que no nos quedaría materia que procesar. A nuestro juicio, el total de aceituna que salió por cada chorro es una cifra calculada de alguna manera a partir de medidas muestrales: las de caudales de los chorros de masa.

Téngase en cuenta al respecto que las bombas impulsoras de masa son volumétricas, es decir, aseguran la constancia del caudal en volumen; no pueden asegurar el caudal en peso, que es el que inter-



Balsa de evaporación de alpechín.

**Cuadro 3.1 (Auxiliar del Cuadro 3.3)  
ESTIMACIONES SOBRE LAS DESCARGAS, EL TALCO  
Y EL AGUA DE ADICION**

Sustancia y su letra en ESQUEMA	Cantidad total. H*G*MS	Componentes de la sustancia					
		Humedad H		Grasa C		Materia seca MS	
		Egn	Análisis B1	Egn	Análisis B2	Egn	Análisis B3
<b>POR 100 KG (Qm) DE ACEITUNA</b>							
2F : DESCARGAS de CVac p	0,50	70,00 %	0,35	18,00 %	0,09	12,00 %	0,06
3F : DESCARGAS de CVac p	0,30	70,00 %	0,21	18,00 %	0,05	12,00 %	0,04
3F : DESCARGAS de CVap a	1,50	70,00 %	1,05	15,00 %	0,22	15,00 %	0,23
Total DESCARGAS 3F pva	1,80	1,26	1,26	0,27			0,27
TALCO d		0,00 %		0,00 %		100,00 %	
AGUA DE ADICION b c f n		100,00 %		0,00 %		0,00 %	

CVac = Centrifuga Vertical ("Separadora") de Aceites ; CVap = Idem de Alpechines.

**Cuadro 3.2 (Auxiliar del Cuadro 3.3)  
CALCULO DEL AGUA ADICIONADA TOTAL POR 100 KG  
DE ACEITUNA**

Sustancia y su letra en ESQUEMA	Unidad*	ENSAYO/PROCESO :			
		A/2F	A/3F	B/2F	B/3F
Agua entrada Molino&Batid. brc	kg/h	0	0	0	0
Agua entrada Decanter DCM f	kg/h	0	800	0	750
Agua entrada Cif.V.Ac. n	kg/h	205	635	511	511
Aceituna salida Batidora a (1)	kg/h	2.052,2	1.908,4	2.884,7	1.471,9
Agua total entrada / 100 kgs aceituna	kg/Qm	9,99	75,19	17,71	85,67

Cif.V.Ac. = Centrifuga Vertical ("Separadora") de Aceites.

(1) Calculada en el Cuadro 2.

(2) Ver Nota (13) del Cuadro 2.

Los signos + / - denotan las operaciones. Cálculo = Agua total kg/Qm = [(b+c)+f] x 100 / a

**Cuadro 3.3 CALCULO DE RENDIMIENTOS A PARTIR DE ANALISIS**

ENSA TO/PRO-CESO	Sustancia y su letra en ESQUEMA	Cantidad total. H*G*MS	Componentes de la sustancia					
			Humedad H		Grasa C		Materia seca MS	
			Egn	Análisis B1	Egn	Análisis B2	Egn	Análisis B3
<b>A/2F</b>								
ACEITUNA d	100,00	42,82 %	0,00	27,45 %	27,45	29,83 %	29,83	
TALCO d	1,50	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,50	
AGUA ADICION b c f n	9,99	100,00 %	9,99	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	111,49	52,61	27,45	27,45	31,43			
ALPBRUJO v'	77,788	58,69 %	44,08	3,13 %	2,43	40,18 %	31,25	
ACEITE o	25,00	0,30 %	0,06	99,84 %	24,918	0,13 %	0,03	
AGUA LAVADO A	8,218	98,73 %	8,11	0,24 %	0,02	1,03 %	0,09	
DESCARGAS p	0,50	0,00 %	0,35	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	111,49	52,61	27,45	31,43				
<b>A/3F</b>								
ACEITUNA a	100,00	42,82 %	42,82	27,45 %	27,45	29,83 %	29,83	
TALCO d	1,50	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,50	
AGUA ADICION b c f n	75,19	100,00 %	75,19	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	176,69	117,81	27,45	31,43				
ORUJO v	54,948	31,01 %	28,02	2,99 %	1,84	46,00 %	25,27	
ACEITE o	25,55	0,30 %	0,13	99,37 %	25,398	0,13 %	0,03	
ALPECHIN r	94,408	93,84 %	88,40	0,16 %	0,13	5,20 %	5,85	
DESCARGAS pva	1,80	1,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Total SALIDAS	176,69	117,81	27,45	31,43				
<b>B/2F</b>								
ACEITUNA a	100,00	49,76 %	49,76	23,17 %	23,17	27,07 %	27,07	
TALCO d	1,50	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,50	
AGUA ADICION b c f n	17,71	100,00 %	17,71	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	119,21	67,47	23,17	23,17	28,57			
ALPBRUJO v'	76,948	59,04 %	45,43	4,06 %	3,12	36,90 %	28,39	
ACEITE o	19,96	0,13 %	0,03	99,77 %	19,918	0,10 %	0,02	
AGUA LAVADO A	21,818	99,35 %	21,67	0,19 %	0,04	0,46 %	0,10	
DESCARGAS p	0,50	0,35	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	119,21	67,47	23,17	23,17	28,57			
<b>B/3F</b>								
ACEITUNA a	100,00	49,76 %	49,76	23,17 %	23,17	27,07 %	27,07	
TALCO d	1,50	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,50	
AGUA ADICION b c f n	85,67	100,00 %	85,67	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	187,17	135,43	23,17	23,17	28,57			
ORUJO v	50,598	50,83 %	25,71	3,43 %	1,74	45,74 %	23,14	
ACEITE o	21,03	0,09 %	0,02	99,87 %	21,008	0,04 %	0,01	
ALPECHIN r	113,758	95,33 %	108,44	0,14 %	0,16	4,53 %	5,15	
DESCARGAS pva	1,80	1,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Total SALIDAS	187,17	135,43	23,17	23,17	28,57			
<b>C/2F</b>								
ACEITUNA a	100,00	39,90 %	39,90	28,94 %	28,94	31,16 %	31,16	
TALCO d	1,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,00	
AGUA ADICION b c f n	27,22	100,00 %	27,22	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	128,22	67,12	28,94	28,94	32,16			
ALPBRUJO v'	75,688	54,21 %	41,40	3,25 %	2,46	42,04 %	31,82	
ACEITE o	26,30	0,11 %	0,03	99,37 %	26,248	0,12 %	0,03	
AGUA LAVADO A	25,748	98,42 %	25,33	0,60 %	0,15	0,98 %	0,23	
DESCARGAS p	0,50	0,35	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	128,22	67,12	28,94	28,94	32,16			
<b>C/2F +AGUA</b>								
ACEITUNA a	100,00	39,90 %	39,90	28,94 %	28,94	31,16 %	31,16	
TALCO d	1,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,00	
AGUA ADICION b c f n	35,86	100,00 %	35,86	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	136,86	75,76	28,94	28,94	32,16			
ALPBRUJO v'	78,278	58,05 %	45,44	3,12 %	2,44	38,83 %	30,39	
ACEITE o	26,30	0,29 %	0,08	99,38 %	26,288	0,13 %	0,03	
AGUA LAVADO A	31,708	94,37 %	29,90	0,40 %	0,13	1,87 %	1,87	
DESCARGAS p	0,50	0,35	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	136,86	75,76	28,94	28,94	32,16			

Los signos + / - denotan las operaciones aritméticas.

**Cuadro 3.3 CALCULO DE RENDIMIENTOS A PARTIR DE ANALISIS (Conclusión)**

ENSA TO/PRO-CESO	Sustancia y su letra en ESQUEMA	Cantidad total. H*G*MS	Componentes de la sustancia					
			Humedad H		Grasa C		Materia seca MS	
			Egn	Análisis B1	Egn	Análisis B2	Egn	Análisis B3
<b>C/3F</b>								
ACEITUNA a	100,00	39,90 %	39,90	28,94 %	28,94	31,16 %	31,16	
TALCO d	1,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	100,00 %	1,00	
AGUA ADICION b c f n	27,22	100,00 %	27,22	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	128,22	67,12	28,94	28,94	32,16			
ORUJO v	57,308	48,79 %	27,96	3,89 %	2,23	47,32 %	27,11	
ACEITE o	26,34	0,10 %	0,03	99,80 %	26,298	0,10 %	0,03	
AGUA LAVADO A	18,928	98,92 %	18,72	0,35 %	0,07	0,73 %	0,14	
ALPECHIN r	70,708	93,36 %	66,01	0,12 %	0,05	6,52 %	4,61	
DESCARGAS pva	1,80	1,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Total SALIDAS	128,22	67,12	28,94	28,94	32,16			
<b>D1/2F</b>								
ACEITUNA a	100,00	46,26 %	46,26	23,24 %	23,24	30,50 %	30,50	
AGUA ADICION b c f n	10,83	100,00 %	10,83	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	110,83	57,09	23,24	23,24	30,50			
ALPBRUJO v'	79,318	57,89 %	45,91	3,02 %	3,03	38,29 %	30,37	
ACEITE o	20,14	0,19 %	0,04	99,76 %	20,098	0,05 %	0,01	
AGUA LAVADO A	10,888	99,15 %	10,79	0,27 %	0,03	0,58 %	0,06	
DESCARGAS p	0,50	0,35	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	110,83	57,09	23,24	23,24	30,50			
<b>D1/3F</b>								
ACEITUNA a	100,00	46,26 %	46,26	23,24 %	23,24	30,50 %	30,50	
AGUA ADICION b c f n	69,58	100,00 %	69,58	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	169,58	115,84	23,24	23,24	30,50			
ORUJO v	53,968	54,74 %	29,54	3,83 %	2,07	41,43 %	22,36	
ACEITE o	20,66	0,13 %	0,02	99,81 %	20,628	0,06 %	0,01	
ALPECHIN r	93,168	91,26 %	85,02	0,30 %	0,28	8,44 %	7,86	
DESCARGAS pva	1,80	1,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Total SALIDAS	169,58	115,84	23,24	23,24	30,50			
<b>D2/2F</b>								
ACEITUNA a	100,00	46,26 %	46,26	23,24 %	23,24	30,50 %	30,50	
AGUA ADICION b c f n	10,00	100,00 %	10,00	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	110,00	56,26	23,24	23,24	30,50			
ALPBRUJO v'	82,998	60,35 %	50,08	3,03 %	2,52	36,62 %	30,39	
ACEITE o	20,66	0,16 %	0,03	99,79 %	20,628	0,05 %	0,01	
AGUA LAVADO A	5,858	99,07 %	5,80	0,24 %	0,01	0,69 %	0,04	
DESCARGAS p	0,50	0,35	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	
Total SALIDAS	110,00	56,26	23,24	23,24	30,50			
<b>D2/3F</b>								
ACEITUNA a	100,00	46,26 %	46,26	23,24 %	23,24	30,50 %	30,50	
AGUA ADICION b c f n	68,30	100,00 %	68,30	0,00 %	0,00	0,00 %	0,00	
Total ENTRADAS	168,30	114,56	23,24	23,24	30,50			
ORUJO v	47,598	50,10 %	23,84	3,21 %	1,77	45,19 %	21,98	
ACEITE o	21,10	0,15 %	0,03	99,79 %	21,068	0,06 %	0,01	
ALPECHIN r	97,818	91,43 %	89,43	0,15 %	0,15	8,42 %	8,23	
DESCARGAS pva	1,80	1,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	
Total SALIDAS	168,30	114,56	23,24	23,24	30,49			

\* En el ensayo/proceso C/3F (ver Esquema), el alpechin r no incorporará el agua de lavado A.  
El causal relativo de H (kg por 100 kg de aceituna) se ha estimado a partir de los datos, según la pauta de la nota (9) del Cuadro 2.  
Cálculo =  $H \text{ kg/Qm} = (n \text{ kg/h} + 0,04 \times h \text{ t/h} \times 0,92 \text{ kg/l}) \times 100 / a \text{ kg/h} = (269 + 0,04 \times 498 \times 0,92) \times 100 / 1.519,8 = 18,92 \text{ kg/Qm}$ .

Se han destacado con esta marca los rendimientos a cuyo cálculo se ha orientado el Cuadro 3.  
Se deja ver que vienen expresados en kg de sustancia por 100 kg de aceituna ("kg/Qm", rendimiento).

**Cuadro 4. CALCULO DE RENDIMIENTOS A PARTIR DE CANTIDADES TOTALES (Ensayos C, D1 y D2)**

Sustancia y su letra en ESQUEMA	Unidad*	ENSAYO/PROCESO						
		C/2F	C/2F+AGUA	C/3F	D1/2F	D2/2F	D2/3F	
Aceite total o	kg	802	722	870	329,9	326,9	352,1	346,9
Aceituna total a	kg	2.216	2.913	3.500	1.654	1.632	1.653	1.594
Riqueza grasa G %	%	99,77	99,38	99,90	99,79	99,81	99,79	99,79
Aceite puro o	kg/Qm	24,888	24,686	24,811	19,924	19,999	21,268	21,728

resa. El caudal en peso depende del peso específico de la masa, que es variable en el tiempo a causa de la dicha heterogeneidad interna del montón de aceituna.

La relatividad muestral de la cifra total de aceituna se traslada aritméticamente a todos los rendimientos del modo «cantidades totales».

En el lado de los productos, dicho modo presenta una cifra de aceite total muy veraz, pues la medición consiste en un acopio a pie de Centrífuga y una pesada. En cuanto a la cifra de orujo total, la pesada después del acopio en tolva adolece de mermas inciertas por evaporación y escurridos.

En razón de todo lo expuesto, nos permitimos estimar la siguiente escala de valor: el modo «cantidades totales» no tiene el valor definitorio que su título sugiere, pero es algo más valioso que el modo «caudales»; y ambos modos son más valiosos que el modo «análisis», que incluye más estimaciones y cuyas muestras son más pequeñas y de medida más artificiosa; el sistema SCAP, con su presunta mayor cantidad de medidas muestrales, aportaría valor adicional a los resultados de los ensayos D1 y D2. Sería muy aventurado asignar valores numéricos a modos y ensayos; nos quedamos en esta apreciación cualitativa

Con lo discutido hasta ahora, hemos tratado de mostrar el fuerte relativismo que aqueja a las cifras del Cuadro 5; relativismo inevitable, porque está en la naturaleza de las cosas. No obstante, hay que sacar impresiones, por relativas que sean; estamos ante el informe más atendible sobre el asunto más importante de la técnica almazarera actual.

Anotamos los rasgos más generales de la nube de cifras del Cuadro 5:

- En rendimiento en aceite, el proceso 3F supera al 2F en quince resultados, y el 2F supera al 3F en un sólo resultado. En ocho de aquellos quince resultados, la superioridad del 3F sobre el 2F está en el intervalo 0,40 - 1,10 puntos.

- El rendimiento en alpeorajo del proceso 2F está bastante agrupado en torno al 80 %. El rendimiento en orujo del proceso 3F está bastante agrupado en torno al 55 %.

- El rendimiento en agua de lavado de aceite del proceso 2F es parecido al porcentaje de agua de adición a la Centrífuga V. Aceites, en el modo «caudales», porque así lo hemos impuesto en el cálculo; en el modo «análisis», el rendimiento en agua de lavado es bastante errático. El rendimiento en alpechín (más agua de lavado en el ensayo C) del proceso 3F oscila entre el 85 % y el 115 %, a compás del porcentaje de agua de adición.

Finalmente, hacemos balance económico.

Nos planteamos el caso común de



una almazara 3F que tiene problemas (disponibilidad de agua, eliminación de alpechín) que el proceso 2F mitiga en alto grado, y quiere estimar el costo de pasar a este proceso.

La almazara tiene presentes los rendimientos que hemos visto antes, y algunas noticias que traemos directamente ahora. Y examina uno a uno los elementos de dicho costo, expresándolos en pesetas por 100 kilos de aceituna.

### 1. Rendimiento en aceite normal.-

La almazara piensa que el costo por este concepto depende mucho de la combinación de marca de maquinaria, variedad y madurez del fruto, empleo de coadyuvantes, etc., y estima prudente contemplar una pérdida de rendimiento de 0,75 puntos. Si en 3F extrae 21 kg de aceite de 100 kg de aceituna, en 2F extraería 20,25 kg de aceite.

El informe anota una mejor calidad del aceite 2F, pero el mercado premia poco la calidad hasta el momento. Incluyendo la subvención, el aceite 2F obtendría un precio de 665 pts/kg, y el 3F 650 pts/kg.

Costo por este concepto:  $21 \times 650 - 20,25 \times 665 = 386 \text{ pts}$

### 2. Rendimiento en aceite de Jamilero.-

El Jamilero 3F recibe residuos con mucha más grasa recuperable que el Jamilero 2F, como se puede observar en el Cuadro 3.3. La experiencia permite esperar que en el Jamilero 3F se recuperan 0,25 puntos de aceite más que en el Jamilero 2F. Este aceite es de mala calidad y obtendría un precio con subvención de 600 pts/kg.

Costo por este concepto:  $0,25 \times 600 = 150 \text{ pts}$

### 3. Rendimiento en orujo.-

Restando en evaporación durante el acopio y el transporte, en 3F llegan a la Extractora 50 kg de orujo por 100 kg de aceituna, y se obtiene un precio que excede al costo del transporte en 2,6 pts/kg. En 2F, esas cantidades son 75 kg y 0,25 pts/kg.

Costo por este concepto:  $50 \times 2,6 - 75 \times 0,25 = 111 \text{ pts}$

### 4. Costo de la maquinaria.-

Este costo varía mucho según que se pase a 2F adquiriendo un Decánter específico o reformado el Decánter 3F preexistente (con la posibilidad de regresar a 3F si las cosas van mal en 2F).

En el primer caso, el costo podría ser de: 15 millones pts / 30 millones kg de aceituna en diez años = 0,5 pts/kg; en el segundo caso podría ser de 0,1 pts/kg. Aunque de difícil significado, tomemos le medida:  $0,3 \text{ pts/kg} \times 100 \text{ kg} = 30 \text{ pts}$

### 5. Consumo de agua, orujillo, electricidad y mano de obra.-

El proceso 2F es menos costoso que el 3F en estos conceptos; consume menos agua, tiene que calentar menos agua, tiene menos máquinas y el personal tiene menos trabajo en las máquinas y en el Jamilero. Estimamos esta minoría, por tonelada de aceituna, en: 0,6 m<sup>3</sup> de agua, 20 kg de orujillo, 8 kilovatios-hora eléctricos y 150 pts de operario; total, unas 450 pts/Tm ó 45 pts/100 kg.

Costo por estos conceptos: - **45 pts**

Costo estimado de pasar de 3F a 2F, por 100 kg de aceituna, ..... **632 pts**

La almazara estima, con la prudencia del caso, que pasar de 3F a 2F le costaría 6,32 pts por kilo de aceituna. El proceso 2F mitiga los problemas de provisión de

**Cuadro 5. RESUMEN DE RENDIMIENTOS (Kg por 100 Kg de Aceituna)**

ENSA- YO	Sustancia y le- tra en ESQUEMA	PROCESO	MODO DE CALCULO		
			A PARTIR DE CAUDALES	A PARTIR DE ANALISIS	A PARTIR DE CANTIDS. TOTALES
A	Aceite puro	o 2F	21,798	24,918	
	Aceite puro	o 3F	21,808	25,398	
	Aceite puro	o 2F - 3F	- 0,01 - 0,01	- 0,48 - 0,48	
	Alpeorujos	g' 2F	78,968	77,788	
	Orujos	g 3F	80,558	54,948	
	Agua lavado	ñ 2F	10,148	8,218	
	Alpechín	r 3F	74,258	94,408	
	Aceite puro	o 2F	17,688	19,918	
	Aceite puro	o 3F	18,588	21,008	
	Aceite puro	o 2F - 3F	- 0,90 - 0,90	- 1,09 - 1,09	
B	Alpeorujos	g' 2F	83,258	76,948	
	Orujos	g 3F	56,538	50,598	
	Agua lavado	ñ 2F	18,458	21,818	
	Alpechín	r 3F	110,418	113,758	
	Aceite puro	o 2F	26,068	26,248	24,888
	Aceite puro	o 2F+ACUA	25,148	26,288	24,688
	Aceite puro	o 3F	29,858	26,298	24,818
	Aceite puro	o 2F - 3F	- 3,79 - 3,79	- 0,05 - 0,05	+ 0,07 + 0,07
	Aceite puro	o 2F+ACUA - 3F	- 4,71 - 4,71	- 0,01 - 0,01	- 0,13 - 0,13
	Alpeorujos	g' 2F	81,308	75,698	76,498(1)
Alpeorujos	g' 2F+ACUA	87,878	78,278	83,628(1)	
Orujos	g 3F	58,068	57,308	55,548(1)	
Agua lavado	ñ 2F	16,718	25,748		
Agua lavado	ñ 2F+ACUA	17,608	31,708		
Agua lavado	ñ 3F	18,928	18,928		
Alpechín	r 3F	66,108	70,708		
D1	Aceite puro	o 2F	17,778	20,098	19,928
	Aceite puro	o 3F	18,678	20,828	19,998
	Aceite puro	o 2F - 3F	- 0,90 - 0,90	- 0,53 - 0,53	- 0,07 - 0,07
	Alpeorujos	g' 2F	80,818	79,318	
	Orujos	g 3F	59,988	53,988	
	Agua lavado	ñ 2F	11,608	10,888	
	Alpechín	r 3F	87,108	93,188	
	Aceite puro	o 2F	19,418	20,828	21,268
	Aceite puro	o 3F	20,238	21,068	21,728
	Aceite puro	o 2F - 3F	- 0,82 - 0,82	- 0,44 - 0,44	- 0,46 - 0,46
Alpeorujos	g' 2F	79,928	82,998		
Orujos	g 3F	48,138	47,598		
Agua lavado	ñ 2F	10,818	5,858		
Alpechín	r 3F	100,798	97,818		

(1) Estas cifras son de alpeorujos v' y orujos v.

# Marca para encontrar más fácilmente la cifra en el Cuadro de origen.

Se han resaltado, repitiéndolas en columna aparte, las diferencias de rendimiento en aceite, por su mayor importancia económica.

agua y eliminación de residuos líquidos, en cuantías de 0,6 y 0,8 litros por kilo de aceituna, respectivamente. La almazara, si molutra 3 millones de kilos de aceituna al año, debe examinar si mitigar sus problemas de agua y residuos líquidos por medios distintos del paso a 2F le costaría menos de 18,96 millones de pesetas anuales.

El 61 % del costo debido al menor rendimiento en aceite normal parece bastante elástico a las condiciones de trabajo; en el Cuadro 5 vemos que esta minoría varía desde la insignificancia hasta cerca de los cinco puntos, según ensayos. El restante 39 % del costo opinamos que es bastante rígido, o sea, independiente de las condiciones de trabajo.

Entre esos «medios distintos del paso a 2F» podemos citar: la recirculación del agua de lavado de aceites, la reducción del agua de adición mediante un manejo más cuidadoso del proceso, la captación de aguas subterráneas, la mejora de las balsas de alpechín preexistentes y la construcción de otras nuevas, el removido del líquido de balsas para acelerar la evaporación, y el esparcido de alpechín y de balsa sobre terrenos de culti-

vo. Muchas de estas operaciones aportarían dinero, fertilizantes y empleo a la localidad de la almazara.

Como apéndice, dedicamos algunas líneas a una operación que el proceso 2F está presentando recientemente y que no hemos contemplado en lo dicho ni en el Esquema. Nos referimos a la CENTRIFUGACIÓN DEL ALPEORUJO para extraerle aceite. Se precisa un segundo Decánter, que trabaja en 2F ó en 3F.

El informe del Instituto de la Grasa en que nos estamos basando trae algunas experiencias de esta operación.

Los datos del informe apuntan a que, con esta segunda centrifugación, se extraen alrededor de 0,6 - 0,8 kg de aceite adicionales por 100 kg de aceituna; del proceso 2F que hemos contemplado en el Balance. La calidad de este aceite es baja, con parámetros más cercanos a los del aceite crudo de orujo de Extractora que a los del lampante de oliva de Almazara.

No hacemos Balance del costo del paso del proceso 3F al 2F que incluyera esta centrifugación del alpeorujos, por las razones siguientes:

- La cantidad de ensayos es muy es-

casa: solamente tres.

-Las condiciones de los ensayos no están del todo explicitadas. Falta, por ejemplo, el caudal y el análisis del agua de lavado-

-Por lo reciente de la innovación, no tenemos noticias consistentes del precio del alpeorujos agotado efluente del segundo Decánter. Es de esperar un precio extremadamente bajo.

-Tampoco tenemos noticias del precio alcanzado por el aceite que efluye junto a ese alpeorujos. Es de esperar un precio cercano al del crudo de orujo.

-La comparación con el proceso 3F, fluidificado con algo de alpechín. No tenemos noticias de ensayos de este tipo.

Con arreglo a lo que sabemos, y sin mayor detalle, nos aventuramos a estimar que la centrifugación del alpeorujos reduce la parte elástica del costo de pasar a 2F, y aumenta -en menor grado- la parte rígida de dicho costo; y que mitiga menos los problemas de agua y alpechín, porque precisa agua para lavar el aceite adicional extraído y la emite como agua de lavado (si el segundo Decánter trabaja en 3F, hay, además, una importante emisión de alpechín).

