

Automatización de almazaras

Sistema de optimización SCAP y su aplicación

Por: Jesús González Delgado*, Jorge Blanco Avilés**, Manuel Hermoso Fernández* y Marino Uceda Ojeda*

I. INTRODUCCION

Un problema que siempre se ha planteado en el mundo almazarero, es la falta de información del proceso de molturación de la aceituna. Ni aún en la mejor de las situaciones, el responsable de la almazara dispone de información precisa sobre el ritmo de inyección, la cantidad molturada, agua consumida, etc.

Por otra parte y a lo largo de la campaña, la propia naturaleza de la aceituna, obliga a modificar las condiciones de trabajo. Estas modificaciones en la actualidad se realizan de forma aproximada, sin un conocimiento exacto de su cuantía.

Además el propio equipo de molturación puede tener variaciones en su funcionamiento, modificando las condiciones de trabajo.

Por tanto sería de gran utilidad disponer de una fuente de información, que nos de a conocer, con exactitud, las condiciones de trabajo al tiempo que permita mayor regularidad en el funcionamiento de los sistemas.

Toda esta problemática se ve acentuada, en los nuevos sistemas de molturación, conocidos como sistemas de 2 Fases, sin producción de alpechines o ecológicos, al carecer estos equipos de elementos de control visual (algunos autores los han llamado sistemas ciegos).

II. DESCRIPCION DEL SISTEMA SCAP

El objetivo del Sistema SCAP (Sistema de Control Adaptativo Predictivo), en su aplicación a almazaras, es la automatización, control y optimización de la extracción de aceite de oliva, al tiempo que registra, gestiona y calcula los datos varia-

bles y parámetros de control del proceso en cuestión y posibilita la conducción de estos hasta unos valores de operación óptimos.

En consecuencia, cuando trabaja de forma automática, genera órdenes para conseguir las condiciones de trabajo deseadas. En cualquier caso, tanto funcionando en automático como en manual, el sistema permite, de forma puntual y a lo largo del tiempo, tener conocimiento de lo acontecido en las operaciones básicas del proceso de molturación de la aceituna, mediante la monitorización del mismo ó la generación de informes.

El sistema de optimización SCAP, incluye:

- Un sistema de control adaptativo-predictivo.
- Un sistema de lógica digital y analógica.
- Un sistema de adquisición y análisis gráfico de datos y generación de informes.
- Un sistema experto gestor.

Los elementos fundamentales de que consta son los siguientes (Gráfico nº 1):

- Un centro de operación global, con un ordenador, teclado dedicado y demás periféricos.
- Un sistema de optimización local, con procesadores locales y tarjetas de interfase en la instrumentalización del proceso.

El instalado en la almazara experimental de la Estación de Olivicultura de Jaén permite el control de (Gráfico nº 2):

- Temperatura de la masa en la batidora.
- Temperatura del agua de adición, tanto en el Decánter como en la Centrifuga Vertical (C.V.).
- Caudal de masa inyectada en el Decánter.
- Caudal de agua inyectada en el Decánter.

Al tiempo que se reflejan otras variables como intensidad eléctrica consumida por el Decánter, en el molino, temperatura de caldera, cantidad de masa y agua inyectada, etc.

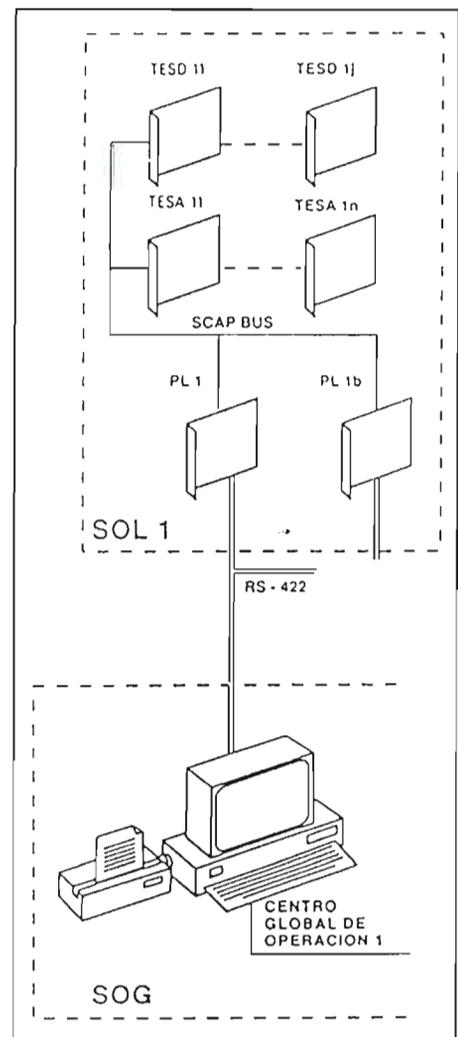


GRAFICO Nº 1
ESTRUCTURA DISTRIBUIDA DE LOS
ELEMENTOS DE QUE CONSTA EL
SCAP DE LA ESTACION DE
OLIVICULTURA

(*) Ingeniero Agrónomo. Estación de Olivicultura y Elaiotecnia. Finca "Venta del Llano". Mengibar (Jaén). Junta de Andalucía.

(**) Técnico de SCAP-Europa.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
ENESA

PLAN NACIONAL DE SEGUROS AGRARIOS 1993

PARA QUE NUESTRO CAMPO VIVA SEGURO

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, año tras año, ha venido elaborando un Plan de Seguros Agrarios, a través de ENESA, sólido y eficaz, hecho a tu medida. Para que todas las familias que viven del campo, como la tuya, cuenten con el mejor apoyo y estén más seguras.

Ayudando con más de 14 mil millones de ptas., para asegurar su trabajo, sus sueños. Para que nuestro campo viva seguro.



MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION
ENESA

**MÁS DE 14.000 MILLONES DE PTS.
PARA LA SUBVENCIÓN DEL SEGURO AGRARIO**

INFÓRMATE EN: ENESA, c/ Miguel Angel, 23 - 5º - 28010 Madrid

- Direcciones Provinciales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- Comunidades Autónomas
- Organizaciones Profesionales Agrarias
- Cooperativas Agrarias
- Entidades Aseguradoras
- Agroseguro



AQUI ESTA TU

METTA

4300 S-2/S-4

4400 S-2/S-4

4500 S-2/S-4

4600 S-2/S-4

Potencia Máxima KW/HP (DIN)	N.º Cilindros Cilindrada	N.º Marchas Frente/ Atrás	Capacidad de Elevación Kgr	Motor Tipo
61 CV	3/3.300 cm³	12 + 8	2,8	320 D
67 CV	3/3.300 cm³	12 + 8	2,8	320 DS Turbo
75 CV	3/3.300 cm³	12 + 8	2,8	320 DS Turbo
80 CV	4/4.400 cm³	12 + 8	2,8	320 D

LA INVERSIÓN DE MÁS FUTURO PARA EL AGRICULTOR ESPAÑOL

VALMET pone en tus manos un tractor específicamente desarrollado para conseguir los mejores frutos en cualquiera de nuestros cultivos. Con un equipamiento de primera y unas excelentes prestaciones que te aseguran un gran rendimiento en todos los campos. Siendo sus puntos fuertes la Ingeniería, Ergonomía y Economía.

TU METTA EN INGENIERÍA

Los motores son potentes, ecológicos, fiables y duraderos. La caja de cambios es totalmente sincronizada y hemos integrado de forma inteligente el depósito de combustible en el chasis para bajar su centro de gravedad y ganar en seguridad. Además, para aumentar la productividad, puedes trabajar con tracción simple o doble y el gran ángulo de oscilación te mantendrá siempre con las ruedas pegadas al suelo.

TU METTA EN ERGONOMÍA

Los distintos modelos de la serie Metta han adaptado sus dimensiones a las exigencias de nuestros cultivos. Cuando entres a la cabina disfrutarás de una visión panorámica, el volante lo podrás regular con la altura y la inclinación que tú quieras. Después, estira las piernas y sentirás unos suaves pedales, encontrando todos los mandos y palancas al alcance de tu mano. Haciendo más cómoda, la jornada de trabajo.

TU METTA EN ECONOMÍA

Sorpréndete con el bajo nivel de consumo, el fácil mantenimiento y gran reserva de par de potencia de los motores de la serie 20 de VALMET. Con 3 y 4 cilindros de aspiración natural o turboalimentados y de inyección directa. Además, son ecológicos, tienen un bajo índice de polución y están preparados para utilizar combustibles y lubricantes biológicos alternativos.

¡Ya lo sabes! Si quieres ganar, llega el primero a METTA.

 **VALMET** Tractores
LABOR DE FUTURO

Valmet España Tractores, S.A. Ctra. de Canillas, 31-1.º A. Tels.: 388 18 02/388 17 62. Fax 388 23 82. 28043 MADRID

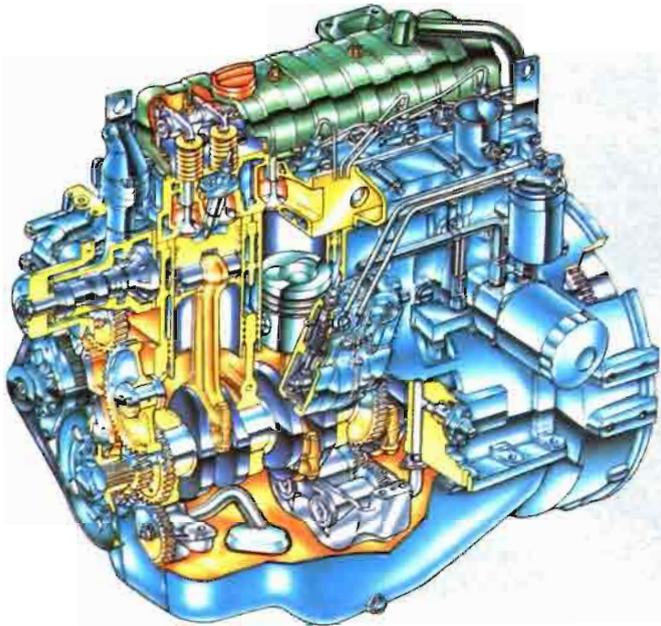


PREMIO

93



**LOS FINLANDESES:
EFICACES POR NATURALEZA.**



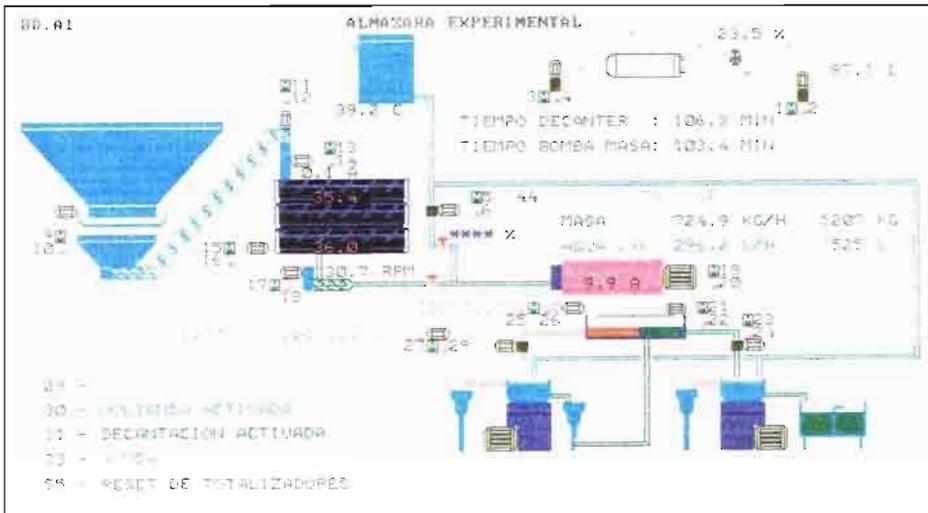
MOTIVA & GGT



AGROEXPO

Feria Oficial Internacional
del Suroeste Ibérico
3 - 6 febrero
1994

 **FEVAL**
INSTITUCION FERIA
DE EXTREMADURA



IV. RESULTADOS

En las condiciones en que se han realizado los ensayos, se han obtenido los siguientes resultados:

a) Estudio de la fiabilidad de la instrumentación instalada en la almazara:

Las sondas de temperatura, tanto de la masa como del agua de adición, tienen una perfecta fiabilidad con los valores reales.

También, los caudalímetros tanto de agua como de masa inyectada en decánter tienen una buena fiabilidad. Particularmente, interesa la correspondencia entre la cantidad de aceituna pesada y la medición del totalizador del caudalímetro de masa. En el gráfico nº 5 se indican los valores obtenidos, así como el porcentaje de

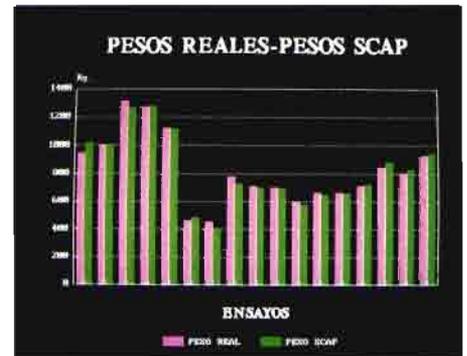


GRAFICO Nº 5
CORRELACION ENTRE LOS KG. DE ACEITUNA EN LA ENTRADA (PESOS REALES) Y LOS KG. CONTABILIZADOS POR EL SCAP (PESOS SCAP). LA DIFERENCIA APRECIADA ES EL 0,18%

GRAFICO Nº 2
ESQUEMA GENERAL EN PANTALLA DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACION SCAP, EN SU APLICACION A LAS ALMAZARAS

III. ENSAYOS REALIZADOS. MATERIAL Y METODOS

La finalidad de los ensayos realizados ha sido la comparación entre el sistema SCAP (automático) frente al no activado (manual), es decir, almazara tradicional frente a otra dotada con sistema SCAP, mediante la evaluación de los siguientes puntos:

- Fiabilidad de la instrumentación instalada en la almazara.
- Ajuste y medidas de dispersión de las variables de control. (Temperatura de la masa en la batidora. Temperatura de agua de adición en decánter y centrifuga vertical y caudales de masa y agua en el decánter).
- Cantidad de aceite obtenido y agotamiento de los subproductos.

Siendo las formas de trabajo las siguientes:

Almazara con Sistema SCAP-Activado (Automático): El Sistema se autorregula consiguiendo las formas de trabajo prefijadas (Gráfico nº 3).

Almazara con Sistema SCAP-No Activado (Manual): Mediante observación en el monitor, y posterior actuación manual, se consigue puntualmente un valor próximo a las formas de trabajo deseadas. La almazara con sistema SCAP no activado, es semejante a una almazara sin automatizar, con la diferencia de disponer de información del proceso. (Gráfico nº 4).

Almazara sin sistema SCAP: Se fija la forma de trabajo según experiencia del operario de la almazara, sin tener conocimiento preciso de los valores reales alcanzados.

Para ello y a lo largo de la campaña 92-93, se han realizado seis repeticiones de la comparación del sistema SCAP, frente al

manual, con distintas cantidades de masa procesada y caudales de agua. En todas ellas se han prefijado condiciones de trabajo similares (temperaturas, tiempo de batido, caudales, etc.). Obviamente, se pretendió que el tipo de aceituna en cada repetición, fuese similar en los dos tratamientos, efectuándose la determinación del rendimiento industrial y la extractabilidad, y por triplicado, análisis de humedad y riqueza grasa de aceituna, orujo y alpechín. (Sirva como ejemplo los gráficos nums. 3 y 4).

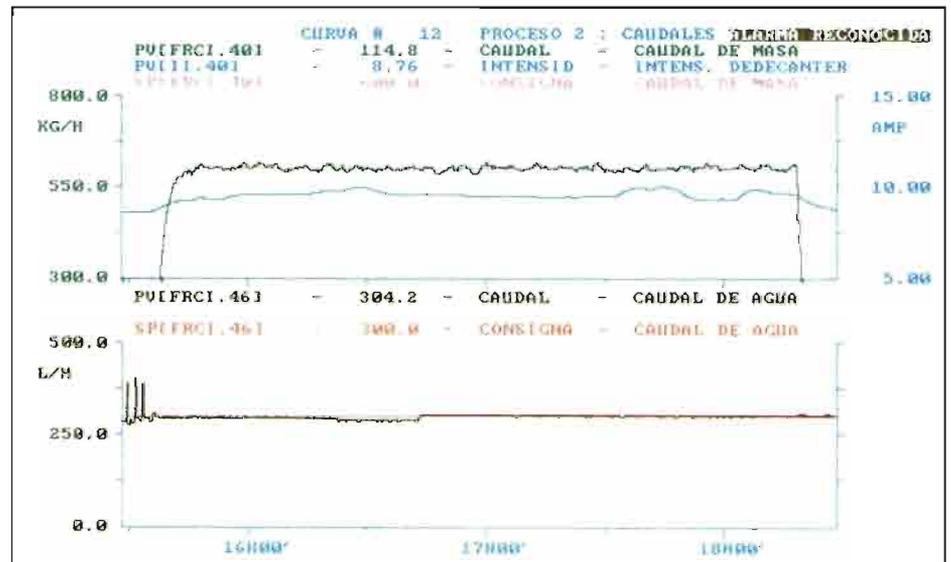


GRAFICO Nº 3
CAUDALES DE MASA Y AGUA ALCANZADOS DE LA INYECCION CON EL SISTEMA SCAP-ACTIVADO (FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO)

OLIVAR: ACEITE DE OLIVA

la desviación. Las variaciones son muy reducidas, con una diferencia media del 0,18%. Sin embargo, al añadir agua en la batidora, se observan diferencias de mayor consideración, atribuibles a un cambio de las características físicas de la pasta.

b) Ajuste de medidas de dispersión de las variables de control (Cuadro nº 1).

1.- Temperatura de la masa en el batido: Los resultados obtenidos en forma automática y manual no difieren sensiblemente entre sí.

2.- Temperatura del tanque de agua de adición: Los valores reales obtenidos en automático frente a la consigna programada, han tenido un perfecto ajuste, presentando una variabilidad (σ n-1 y C.V.) muy escasa. En el sistema manual, la variabilidad (no cuantificada) es de valor muy superior.

3.- Caudal de masa: Frente al valor consignado, el sistema automático, tiene un ajuste muy superior al obtenido en el método manual. También, la variabilidad es inferior en el sistema automático.

4.- Caudal de agua: En automático, y debido a una sobredimensión del caudalímetro de agua, el control no tuvo la precisión deseada. En las dos primeras repeticiones, el coeficiente de variación de caudal de agua inyectada fue muy elevado. En las siguientes repeticiones se tomó la decisión de llevar esta variable a un valor constante.

5.- Intensidad de Decánter: (Puede ser un resumen de la regularidad de los flujos de entrada), en consecuencia, en las tres últimas repeticiones, con caudal estable de agua en la inyección, el sistema automático tiene menor variabilidad.

c) Cantidad de aceite obtenido y agotamiento de subproductos (Cuadro nº 2).

En las dos primeras repeticiones, el contenido graso de los orujos (tanto en húmedo como en seco) es superior en el sistema automático, ocurriendo lo contrario en los alpechines. Las diferencias en rendimientos (Rendimiento Industrial y Extractabilidad) son poco revelantes. Esto puede deberse a la deficiente regularidad en la inyección de agua en el sistema automático.

En la tercera repetición, el contenido graso de los subproductos no presenta diferencia estadística significativa, si bien parecen más satisfactorios en el sistema automático; este hecho está en contradicción con los datos de rendimiento industrial y extractabilidad obtenidos, lo que nos hace no tener en consideración dicho ensayo.

En la repetición nº 4, el agotamiento de los orujos y del alpechín es mejor en el sistema automático, aunque sin diferencias significativas. La extractabilidad es superior.

En la siguiente, se trabajó en dos fases. El

contenido graso de los orujos fue significativamente menor en el automático, siendo mayor la extractabilidad en este sistema.

En la número 6, las características reológicas de la pasta procesada fueron relativamente diferentes, produciéndose un despulpado en el sistema manual, lo que provocó diferencias significativas en el contenido graso de los orujos (menor en el manual) y de los alpechines (menor en el automático). La extractabilidad fue mayor en el sistema automático.

En resumen de las tres últimas repeticiones, los resultados con nivel de significación al 10%, han sido:

— Alpechines con un contenido graso significativamente menor en el sistema automático.

— Orujos con diferencias entre los dos sistemas.

— Extractabilidad significativamente mayor en el sistema automático.

V. CONCLUSIONES

— El sistema SCAP automático presenta mejor rendimiento en aceita y agotamiento de subproductos.

— Así mismo, proporciona una mejora sustancial en el control de la temperatura del agua de adición.

— La automatización, realiza un buen control de los caudales de masa inyectados, algo difícil de conseguir manualmente.

— La fiabilidad del sistema, para cuantificar la cantidad de aceituna molturada es buena.

— El sistema proporciona una información puntual y a lo largo del tiempo, del valor de las variables de trabajo, permitiendo un ajuste del proceso.

— Existe una mejora en el funciona-

miento y mantenimiento de los equipos, gracias a sus elementos de protección.

RESUMEN

La falta de información, puntual y a lo largo del tiempo del proceso de molturación de la aceituna y las variaciones que pueden tener los distintos controles que regulan este proceso por parte de los equipos, son aspectos que preocupan al sector almazarero.

El sistema SCAP nos permite conocer con exactitud las condiciones en que se está trabajando, al tiempo que registra los valores de las variables y posibilita la conducción de estos a los valores deseados.

Durante la campaña de molturación de aceituna 92/93 se han realizado 6 repeticiones comparando el sistema SCAP (Automático) frente al no activado (Manual), controlando las siguientes variables:

— Temperatura de la masa en el batido.

— Temperatura de agua de adición tanto al decánter como a la centrífuga vertical.

— Caudal de masa inyectada en el Decánter.

— Caudal de agua inyectada en el Decánter.

De acuerdo con los ensayos realizados con el sistema SCAP (automático) se han obtenido las siguientes conclusiones:

— Un mejor rendimiento industrial y agotamiento de subproductos.

— Un perfecto control de la temperatura de agua de adición.

— Un buen control de los caudales de masa a inyectar.

— Una cuantificación satisfactoria de la cantidad de aceituna molturada.

— Una información puntual y a lo largo del tiempo de los valores de las variables de trabajo.

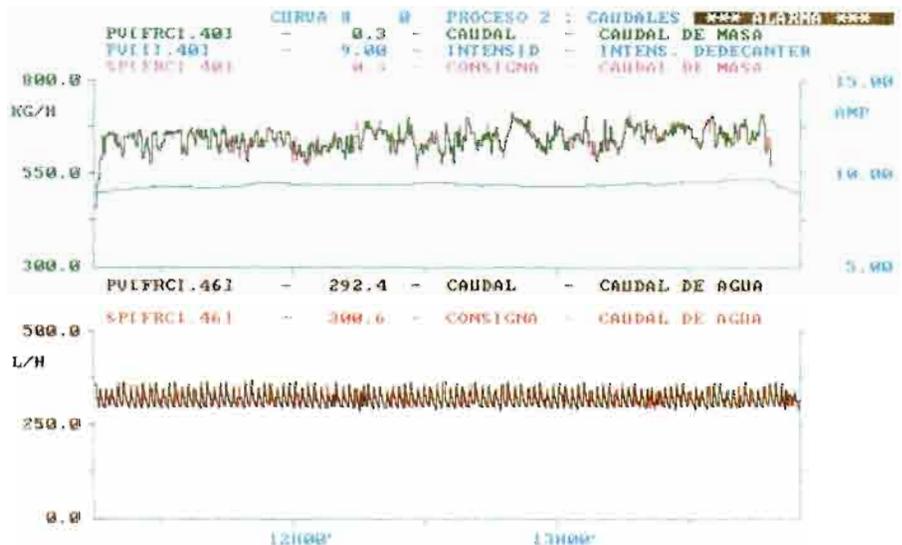


GRAFICO Nº 4
CAUDALES DE MASA Y AGUA ALCANZADOS EN LA INYECCION DE UNA
ALMAZARA SIN AUTOMATIZACION

CUADRO N° 1
AJUSTE Y MEDIDA DE DISPERSION DE LAS VARIABLES CONTROLADAS

REPETICION		TEM. BATIDORA V.1 (°C)		TEM. BATIDORA V.3 (°C)		TEM. TANQUE (°C)	CAUDAL MASA (kg/h)		CAUDAL AGUA (l/h)		INTENSIDAD DEC (AMP.)	
		AUTO	MANUAL	AUTO	MANUAL	AUTO	AUTO	MANUAL	AUTO	MANUAL	AUTO	MANUAL
22/23	CONSIGNA	28	—	—	—	37,00	600	—	250	—	—	—
XII	X	28,94	28,39	26,52	26,38	37,02	601,61	611,20	286,85	269,79	9,37	9,02
92	σ n-1	0,44	0,40	0,34	0,38	0,33	22,69	27,16	53,35	16,00	0,14	0,20
	C.V. (%)	1,51	1,41	1,27	1,43	0,91	3,77	4,44	18,60	5,93	1,48	2,23
28/29	CONSIGNA	28	—	—	—	35,00	600	—	250	—	—	—
XII	X	30,49	29,18	28,63	27,07	35,01	600,70	594,39	255,23	263,72	9,44	9,52
92	σ n-1	1,26	0,88	0,59	0,37	0,26	20,25	27,37	47,01	19,77	0,21	0,20
	C.V. (%)	4,14	3,01	2,07	1,35	0,75	3,37	4,60	18,41	7,50	2,32	2,10
13	CONSIGNA	28	—	—	—	37,00	600	—	300	—	—	—
I	X	30,04	32,70	29,65	29,46	36,98	601,99	650,48	299,60	315,71	9,55	9,39
93	σ n-1	1,60	2,16	0,19	1,56	0,25	18,24	26,08	5,89	19,23	0,24	0,14
	C.V. (%)	5,35	6,60	0,65	5,31	0,66	3,03	4,01	1,76	6,09	2,60	1,53
18/19	CONSIGNA	30	—	—	—	40,00	675	—	500	—	—	—
I	X	32,40	32,59	31,32	30,44	39,97	673,74	673,26	499,71	527,04	9,75	9,72
	σ n-1	2,40	1,24	1,47	1,046	0,38	18,61	26,52	25,45	35,43	0,15	0,28
93	C.V. (%)	7,65	3,82	4,69	3,43	0,96	2,76	3,94	5,09	6,72	1,62	2,89
27	CONSIGNA	30	—	—	—	40,00	650	—	—	—	—	—
I	X	31,98	29,07	29,48	28,53	40,02	654,80	695,20	—	—	9,31	9,52
93	σ n-1	1,00	1,01	0,52	0,63	0,31	20,56	33,30	—	—	0,17	0,17
	C.V. (%)	3,13	3,50	1,78	2,21	0,76	3,14	4,79	—	—	1,89	1,84
4	CONSIGNA	30	—	—	—	40,00	650	—	450	—	—	—
II	X	31,90	30,96	31,11	30,29	39,19	651,03	680,70	450,09	440,05	9,70	9,67
93	σ n-1	1,48	0,95	0,32	0,12	1,07	19,10	20,18	2,43	32,43	0,12	0,27
	C.V. (%)	4,66	3,06	1,04	0,42	2,75	2,93	2,96	0,54	7,36	1,31	2,79

CUADRO N° 2
CANTIDADES DE ACEITE Y AGOTAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS EN LAS TRES ULTIMAS REPETICIONES

	REPETICION 4 18-19 ENERO		REPETICION 5 27 ENERO		REPETICION 6 4-5 FEBRERO		MEDIAS REP. 4, 5 Y 6	
	AUTO	MAN	AUTO	MAN	AUTO	MAN	AUTO	MAN
DETERMINACION MODO								
HUMEDAD ACEITUNA	40,99	40,70	38,81	37,62	37,97	40,42	39,26	39,58
ACEITE DE HUMEDO ACEITUNA	24,22*	25,08*	22,58*	24,03	23,46	24,42	23,42*	24,52
ACEITE EN SECO ACEITUNA	41,06*	42,30	36,91*	38,52	37,96	41,20	38,64*	40,68
HUMEDAD ORUJO	51,14	51,86	52,33*	49,97	53,06*	39,19	52,18*	47,01
ACEITE EN HUMEDO DEL ORUJO	3,16	3,39	4,37*	5,44	2,72*	2,01	3,42	3,61
ACEITE EN SECO DEL ORUJO	6,50	7,03	9,18*	10,87	5,80*	3,29	7,16	7,06
HUMEDAD ALPECHIN	92,79	93,12	—	—	93,82*	90,38	93,31*	91,75
ACEITE EN HUMEDO ALPECHIN	0,56	0,59	—	—	0,36*	0,95	0,46*	0,77
ACEITE EN SECO ALPECHIN	7,77	8,60	—	—	5,88*	9,93	6,83*	9,26
RENDIMIENTO INDUSTRIAL	23,10	22,43	19,25	19,57	22,16	22,46	21,50	21,49
EXTRACTABILIDAD	95,37	89,43	85,25	81,43	94,45	91,89	91,69*	87,58

* Diferencia significativa al 10%.

La repetición n° 5 se realizó en 2 fases, sin adición alguna.



OLEOESTEPA

Agrupación de Productores Agrarios
de Aceites de Oliva Virgen

Avda. de Andalucía, 14 Tel. 95 - 482 13 75
Fax 95 - 482 05 37 - 41560 Estepa - Sevilla