

Deshidratación de Aceituna Negra (*Olea europaea. L*) Variedad Sevillana - Tacna

RESPONSABLE: MSc Ing. Enrique De Florio Ramirez

MIEMBRO: MSc. Liliana Lanchipa Bergamini

RESUMEN Se ha realizado la optimización del proceso de deshidratación con aire caliente de la aceituna negra sevillana o criolla (*Olea europaea. L*) Tacna, utilizando las temperaturas de 60 y 70 grados centígrados y una velocidad del aire de secado de 0,5 m/s a 1,5 m/s. Previamente al secado, la aceituna fue sometida a una inmersión en salmuera al 10% a una temperatura de 50 grados centígrados por espacio de 10 minutos para permeabilizar la piel.

Con la ayuda del software de Stagrafics 5.1 se encontró que los parámetros óptimos de secado estudiados en este trabajo son: 68 grados centígrados y una velocidad del aire de 0,5m/s, dándonos una velocidad de secado de 0,476 Kg de agua/kg de materia seca./hora.

La apariencia aceituna deshidratada con los diferentes fue muy similar en todos los casos.

ABSTRACT It has made the optimization of the process of dehydration with hot air from the Seville or Creole black olive (*Olea europaea. L*) Tacna, using temperatures of 60 and 70 degrees Celsius and a drying air velocity of 0.5 m/s 1.5 m/s. Previously to drying the olive was subjected to an immersion in 10% brine at 50 degrees Celsius for 10 minutes for skin permeability.

With the help of software Stagrafics found that 5.1 is optimal drying parameters studied in this work: 68 degrees Celsius and an air velocity of 0.5 m / s, giving us a drying rate of 0.476 kg water / kg of Curtly / hour.

The appearance with different dehydrated olives was very similar in all cases.

INTRODUCCIÓN El olivo es la especie frutícola más importante del departamento de Tacna, siendo considerado este como el primer productor de dicho cultivo (Agricultura,2008).

Se tiene también que el 15% a la producción se destina para la industria del aceite de oliva y el 85% para procesamiento en aceituna de botija (Díaz, 1988).

La alternancia en la producción primaria unida a los cambios climáticos hace una combinación tal que la aceituna producida varía en calidad y cantidad en diferentes campañas.

Este año 2008 la cosecha de aceitunas en Tacna, cuyo productor principal es La Yarada, sobrepasó las expectativas y algunos agricultores asumen que será de una altísima cantidad, cuyas consecuencias se presentan negativas para los precios debido a la excesiva oferta. Frente a este problema surgen varias soluciones para futuros eventos similares a este y entre las que puede ser considerada la deshidratación con aire caliente de las aceitunas producidas en Tacna; por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es encontrar una nueva forma de industrializar la aceituna de mesa optimizando los parámetros de deshidratación por aire caliente de la aceituna negra (*Olea europeae*).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en los Laboratorios de Análisis de Alimentos, Análisis Sensorial y el Laboratorio de Operaciones Unitaria ubicados en la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

Materia Prima

Materia prima es la aceituna negra (*Olea europeae L*) variedad sevillana o criolla producida en Tacna.

Equipos

Estufa, cocina. Equipo de deshidratador de bandejas con medidores de temperatura y de caudal de aire de secado. Bandejas de planchas de acero inoxidable. Manga de plástico par la recirculación de aire. Balanza analítica. Baño maría, ollas

Reactivos y material de vidrio.

Solución de Salmuera 10%. Otros reactivos termómetros, salinometro, material de vidrio en general.

MÉTODOS

Diagrama experimental

El diagrama experimental seguido en esta investigación se muestra en la Figura 3. El diagrama de flujo para la deshidratación se muestra en la Fig. 4.

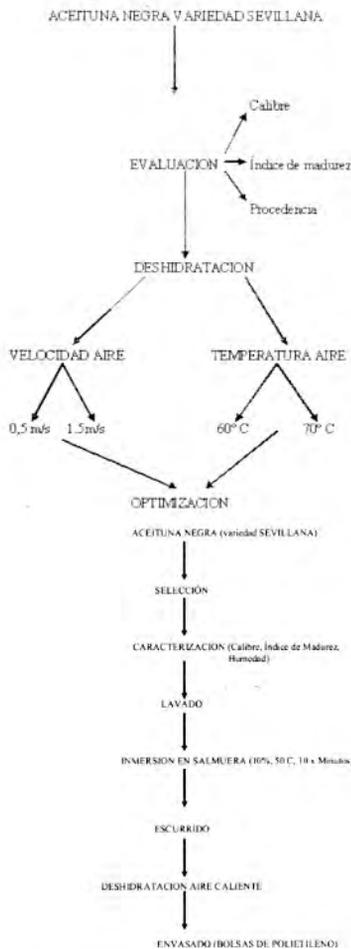


Figura 4.- Diagrama de flujo del proceso de secado

El diseño experimental para optimizar los parámetros de secado es el diseño experimental factorial de 22, con obtención de la superficie de respuesta, obteniendo la combinación de tratamientos, teniendo en cuenta lo siguiente:

Variables de entrada

- Velocidad de aire de secado:
Valor inferior 0,5
Valor superior 1,5
- Temperatura del aire de secado:
Valor inferior 60°C
Valor superior 70°C

Variables de Salida

- Velocidad de Secado (gr. / gr. ms. h.)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadros de Secado de Aceitunas.

Los resultados de la curva de secado se muestran a continuación:

Cuadro 1 Proceso de deshidratado

TEMPERATURA 60° C Y VELOCIDAD DEL AIRE 0.5 M/S							
FECHA	HORA	PESO (gr)	Peso	Peso	Peso	Tiempo	Tiempo
			Perdido	Perdido	Perdido	secado	secado.
		Gr	Acum	%	Hrs	Acumul.	
04/08/2008	10:10	476	0	0	0,00	0	0
	11:58	463	13	13	97,27	1,48	1,48
	15:00	440	23	36	92,44	3,02	4,5
05/08/2008	11:00	420	6	56	88,24	0,47	4,97
	12:00	418	2	58	87,82	1	5,97
	15:34	394	24	82	82,77	3,34	9,31
06/08/2008	11:08	371	8	105	77,94	2,38	11,69
	12:00	368	3	108	77,31	0,52	12,21
	12:55	364	4	112	76,47	0,55	12,76
07/08/2008	15:12	352	12	124	73,95	2,17	14,93
	12:18	321	11	155	67,44	2,18	17,11
	16:00	305	16	171	64,08	3,42	20,53
08/08/2008	11:00	281	15	195	59,03	2	22,53
	15:00	268	13	208	56,30	4	26,53
13/08/2008	10:05	253	15	223	53,15	0,6	27,13
	15:00	253	0	243	53,51	2,55	29,68
14/08/2008	10:49	233	1	243	48,95	1,19	30,87
	15:00	229	4	247	48,11	4,02	34,89

Calibre = 94 Índice de Madurez = 5,1
Humedad = 50,1

Cuadro 2.- Resultados del proceso de deshidratado temperatura 60° c y velocidad del aire 1.5 m/s

FECHA	HORA	PESO	Peso	Peso	Peso	Tiempo	Tiempo
			perdid.	perdid.	perdid.	Hrs	Acum
		gr	gr	Acum.	%	Hrs	Hrs
23/06/2008	12:20:00	508	0	0	0	0,00	0
	13:25:00	507	1	1	99,8	1,55	1,55
	14:10:00	499	8	9	98,23	0,50	2,05
24/09/2008	15:47:00	473	26	35	93,11	1,37	3,42
	9:32:00	472	1	36	92,91	1,27	4,69
	10:00:00	471	1	37	92,72	3,00	7,69
24/09/2008	12:00:00	462	9	46	90,94	1,00	8,69
	14:00:00	453	5	55	89,17	2,40	11,09
	16:20:00	420	33	88	82,68	2,00	13,09
25/09/2008	10:00:00	409	9	99	80,51	1,25	14,34
	11:30:00	395	14	113	77,76	1,35	15,69
	10:00:00	390	5	118	76,77	2,00	17,69
26/09/2008	11:00:00	387	3	121	76,18	1,30	18,99
	13:00:00	378	7	130	74,41	2,00	20,99
	14:40:00	368	10	140	72,44	1,40	22,39
	16:09:00	359	9	149	70,67	1,29	23,68
	10:20:00	346	2	162	68,11	2,00	25,68
27/09/2008	12:30:00	344	2	164	67,72	2,10	27,78
	15:00:00	344	0	164	67,72	2,30	30,08

Índice de Madurez = 4,72 Calibre 152
Humedad 64,8%

Cuadro 3.- Proceso de Secado A una temperatura 65° c y velocidad del aire 1.0 m/s

FECHA	HORA	PESO	Peso	Peso	Peso	Tiempo	Tiempo	
			Perd.	Perd.	Perd.	Hrs	Acum.	
		gr	gr.	gr. Ac.	%	Hrs	Hrs	
23/10/2008	11:00	489	0	0	0	0	0	
	11:20	488	1	1	489	99,80	1,55	1,55
	13:30	469	19	20	489	95,91	0	1,55
24/10/2008	15:08	455	14	34	489	93,05	1,3	2,85
	09:00	409	46	80	489	83,64	3	5,85
	15:20	364	45	125	489	74,44	1	6,85
27/10/2008	08:00	358	6	131	489	73,21	0	6,85
	13:00	345	13	144	489	70,55	2,4	9,25
	15:40	292	53	197	489	59,71	2	11,25
28/10/2008	08:30	280	12	209	489	57,26	0	11,25
	11:40	265	15	224	489	54,19	1,25	12,5
	15:35	252	13	237	489	51,53	1,35	13,85

Humedad = 53,58 % Calibre = 152 unidades /Kg.
Índice de Madurez=4,72

Cuadro 4.- Resultados del proceso de deshidratado temperatura 70° c y velocidad del aire 0.5 m/s

FECHA	HORA	PESO gr	Peso Perd.		Peso gr. A.	Peso %	Tiempo	
			gr	gr. A.			Hrs	Acum.
30/06/2008	09:20	460	0	0	0	0.00	0	0
	09:51	458	2	2	99.57	0.31	0.31	
	10:20	458	0	2	99.57	0.29	0.6	
	10:50	458	0	2	99.57	0.3	0.9	
	11:20	456	2	4	99.13	0.3	1.2	
	12:30	450	6	10	97.83	1.1	2.3	
	13:00	445	5	15	96.74	0.3	2.6	
13:30	440	5	20	95.65	0.3	2.9		
14:00	437	3	23	95.00	0.3	3.2		
15:10	430	7	30	93.48	1.1	4.3		
01/07/2008	09:30	409	3	51	88.91	1.3	5.6	
	10:00	416	-7	44	90.43	0.3	5.9	
	11:00	414	2	46	90.00	1	6.9	
	11:25	414	0	46	90.00	0.25	7.15	
	12:00	408	6	52	88.70	0.35	7.5	
	12:30	408	0	52	88.70	0.3	7.8	
	13:00	407	1	53	88.48	0.3	8.1	
02/07/2008	09:20	358	12	102	77.83	1.2	9.3	
	10:50	358	0	102	77.83	1.3	10.6	
	11:30	356	2	104	77.39	0.4	11	
	12:00	353	3	107	76.74	0.3	11.3	
	12:30	350	3	110	76.09	0.3	11.6	
	13:30	346	4	114	75.22	1	12.6	
	15:37	333	13	127	72.39	2.07	14.67	
16:50	314	19	146	68.26	1.13	15.8		
03/07/2008	09:00	303	11	157	65.87	0	15.8	
	10:50	296	7	164	64.35	1.5	17.3	
	11:00	296	0	164	64.35	0.1	17.4	
	11:30	295	1	165	64.13	0.3	17.7	
	12:00	294	1	166	63.91	0.3	18	
13:00	286	8	174	62.17	1	19		
Indice de Madurez= 4,66		Humedad = 61,74 %						
calibre = 108/Kg								

PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO DE ACEITUNA NEGRA

Utilizando los parámetros presentados en el Cuadro 7 se ha realizado el análisis y su proceso de optimización del proceso de secado utilizando el Software Statgraphics 5.1

En la Figura 5 se observa que la temperatura del aire de secado tiene más impacto en el secado de la aceituna, con una menor significancia como se observa en la misma figura, la velocidad del aire

Gráfico de Pareto estandarizado para vel secado

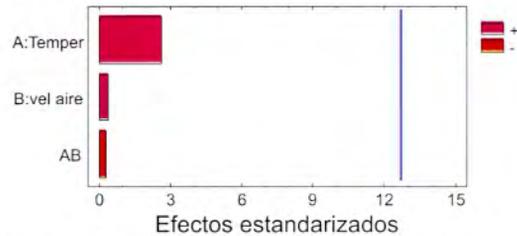


Figura 5 Grafico de Pareto estandarizado para velocidad de secado

La interacción entre ambos parámetros no tiene significancia o relevancia.

El software nos indica en cuanto a la maximización velocidad de secado lo siguiente
Valor Optimo = 0.0474055

Factor	Inferior	Mayor	Óptimo
Temperatura	60,0	70,0	70,0
Velocidad aire	0,5	1,5	1,5

Lo que indica óptimo inicialmente lo considera como 70 grados centígrados y una velocidad de 1.5 m/s

Para un mejor interpretación de resultados se realizó un análisis de varianza como se muestra a continuación en el Anexo 1.

Analizando el Cuadro 8, podemos indicar que existen diferencias entre las temperaturas utilizadas.

De Figura 6 nos muestra al impacto de cada variable de entrada al proceso de secado, por lo que podemos indicar que la temperatura tiene un mayor impacto en la velocidad de secado y la velocidad del aire un menor efecto en la velocidad de secado

Gráfico de Efectos principales para vel secado

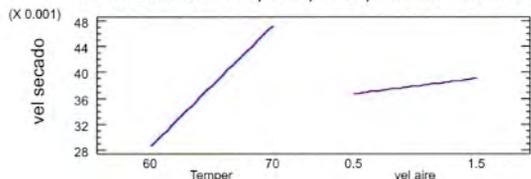


Figura 6 Efectos Principales para la velocidad secado.

Cuadro 5.- Resultados del proceso de deshidratado

Temperatura 70° C Y Velocidad Del Aire 1.5 M/s

FECHA	HORA	PESO gr	Peso Perd.		Peso gr. A.	Peso %	Tiempo	
			gr	gr. A.			Hrs	Acumul.
14/07/2008	11:00	493	0	0	493	0.00	0	0
	12:00	460	33	33	493	93.31	1	1
	13:00	453	7	40	493	91.89	1	2
	13:50	449	4	44	493	91.08	0.5	2.5
	15:04	427	22	66	493	86.61	0.4	2.9
15:17	420	7	73	493	85.19	1.14	4.04	
15/07/2008	10:00	407	8	86	493	82.56	2	6.04
	10:50	389	18	104	493	78.90	0.5	6.54
	13:30	376	13	117	493	76.27	1.6	8.14
	15:00	340	36	153	493	68.97	1.3	9.44
	09:00	330	5	163	493	66.94	1	10.44
16/07/2008	12:00	308	22	185	493	62.47	3.3	13.44
	03:30	283	25	210	493	57.40	3.3	16.74
	09:30	268	14	225	493	54.36	1.3	18.04
17/07/2008	12:14	263	5	230	493	53.35	2.44	20.48
	14:30	262	1	231	493	53.14	1.9	22.38
	15:00	257	5	236	493	52.13	0.3	22.68
18/07/2008	11:00	245	3	248	493	49.70	2	24.68
	12:15	243	2	250	493	49.29	1.5	26.18
	12:35	242	1	251	493	49.09	0.3	26.48
	15:10	240	2	253	493	48.68	2.35	28.83
Indice de madurez 4.52		Calibre=118						

A partir de los resultados de los cuadros de secado bajo diferentes condiciones se construyó el Cuadro 7

Cuadro N° 7 Resultados del Proceso de Secado de aceituna

Temperatura del aire (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Velocidad de secado (gr/gr. ms. h)
70	0.5	0.04516
60	1.5	0.02886
65	1	0.04421
60	0.5	0.02459
70	1.5	0.04578

El proceso de optimización de las variables que se utilizaron para desarrollar este proceso de secado se muestran en la Figura 7

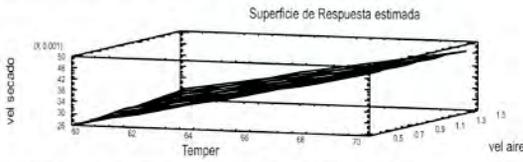


Gráfico 7 Superficie de respuesta estimada

Donde se visualiza lo anteriormente expresado en cuanto a la importancia de la temperatura del aire

Para obtener una mejor visión de la optimización se preparó el contorno de la superficie de repuesta, el mismo que se muestra en la figura 8, donde se puede delimitar el área donde se presentan los mejores resultados esa corresponde entre 69-69.5 grados centígrados y una velocidad del aire entre 0.5-1.5 m/s, lo que indica poca variabilidad con respecto al este parámetro.

En la Figura 9 se observa el resultado del proceso de escalamiento optimización del presente software, donde ese puede observar que el óptimo se encuentra en el área de 69 grados centígrados y luego se mantiene constante y respecto a la velocidad del aire se muestra estable y sin mucha variación.

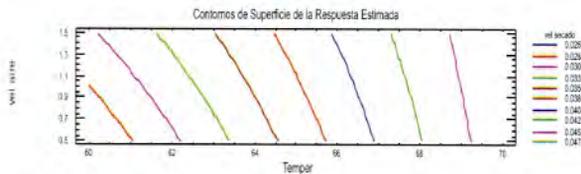


Figura 8 Contorno de superficie de la repuesta estimada.

Superficie de Respuesta estimada

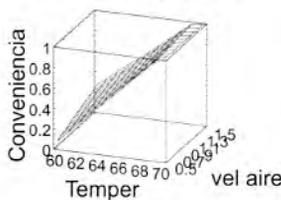


Figura 9 Superficie de respuesta estimada

CONCLUSIONES

1. La temperatura del aire de secado resultó el parámetro mas importante en el proceso de deshidratación de la aceituna, y se consideró el valor óptimo de 68 grados centígrados, para los valores de índice de madurez entre 4,52-5, con un calibre entre 94-152
2. La velocidad del aire tuvo un valor poco importante y se consideró como la óptima 0,5 m/s.
3. La velocidad de secado óptima fue 0,476 kg agua/kg de materia seca .h

4. La interacción de estos parámetros velocidad del aire y temperatura no fue de importancia relevante.
5. La apariencia de las aceitunas secas fue de características muy similares .

RECOMENDACIONES

1. Realizar ensayos a distintos niveles de madurez.
2. Determinar los parámetros óptimos para el secado utilizando sal en la primera parte del secado.
3. Determinar el coeficiente de difusibilidad del agua durante el secado de la aceituna. deshidratación

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANPEAP (1988). “Estructura competitiva en aceituna”, obtenido de www.mincetur.gob.pe.el 04 de marzo de 2009.

Boskou, D (1998).*Química y Tecnología de aceite de oliva*. Editorial Mundi.

Brennam ; etal. (1980) *Las operaciones en la ingeniería de los alimentos*. Editorial Acribia, Zaragoza España.

Casilla, Barman (2006). “Situación actual y perspectivas de mercado de aceitunas y aceite de oliva”. Presentación Power Point.

CODEX ALIMENTARIUS (1981). “Norma CODEX para aceituna de mesa, bajado de www.codexalimentarius.net

Cabieses, Fernando: 100 años de pan.

Charm S. Food Engineering .AVI.Wesport.

Díaz, A. (1988). Diagnóstico de la producción de aceitunas de mesa en el Perú.

Earle R, L. (1968). Ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Gambilla, et al. (2000). Effect of different on drying of green tables olives (Ascolana tenera var). *Revista Grasas y Aceite* Vol. 51, Fac. 3 173.

Infante, Isabel (2008). IPAFA. Diseño y desarrollo de producto comercial en base a aceitunas prietas”, bajado de www.juntadeandalucia.es

Ministerio de Agricultura (20089. Bajado de www.portalagrario.com.pe

“Olivar super intensivo”. (2009), obtenido en www.olivar.superintensivo.com , el día 26 de marzo del 2009.

Savarredi Eugenio(1988). *Manual de preparación de aceitunas*. Fondo de Cooperación Técnica Peruano-Argentina.

Single,R; Heldman,D(1993). Introducción a la ingeniería de alimentos. .Editorial Acribia, Zaragoza,. España.