

SECADO SOLAR TÉCNICO DE LUCUMA (*Lúcuma obovata* H.P.K.)

Enrique De Florio Ramírez¹; Arturo Figueroa García²; Edgard Guido Calderón Copa³; Linley Vega Vega⁴

RESUMEN

El secado de alimentos es el proceso más utilizado en la conservación de alimentos consistiendo en la remoción de gran parte del agua inicial. El rendimiento de la lúcuma fue: peso total de Materia Prima 581 gr., peso de la cáscara más pepa 213 gr., peso de la Pulpa 368 gr. y el rendimiento de Materia Prima 63.33%, más bajo que el obtenido para la variedad giraldo, debido al pelado la fruta.

Las características organolépticas del producto final fueron que seguía teniendo el color, olor, sabor característico, textura dura, los realizados con un panel semi entrenado, dan que no existen diferencias significativas entre el sabor de las muestras obtenidas por secado solar tradicional y el secado solar técnico.

En operaciones preliminares para el secado, el sulfitado no es necesario, no presentó alteración de color. El porcentaje de humedad final (9.26%), obtenido para el secado solar técnico fue adecuado. En valores de humedad cercanos a la Humedad de Equilibrio del producto se establece una serie de estados de hidratación (noche) y deshidratación (día).

ABSTRACT

The drying of foods is the process more used in the conservation of foods consisting on the removal of great part of the initial water. The yield of the lúcuma was: I weigh total of Matter 581 gr Prevails., I weigh of the shell more pepa 213 gr., I weigh of the Pulp 368 gr. and the yield of Matter Prevails 63.33%, lower than the one obtained for the variety giraldo, due to the peeled one the fruit.

The characteristic organolépticas of the final product was that it continued having the color, scent, characteristic flavor, hard texture, those carried out with a panel trained semi, give that significant differences don't exist among the flavor of the samples obtained by drying traditional lot and the technical solar drying.

In preliminary operations for the drying the sulfitado is not necessary, it didn't present color alteration. The percentage of final humidity (9.26%), obtained for the technical solar drying it was adapted. In near values of humidity to the Humidity of Balance of the product a series of hydrate states settles down (night) and dehydration (day).

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con pocas tierras aptas para la agricultura y de baja productividad, principalmente en la zona andina, originándose la carencia del recurso alimentario y el empobrecimiento del poblador rural.

La infraestructura vial entre la sierra, la selva y la costa se encuentra en pésimo estado u otras veces es inexistente.

En muchas zonas rurales se carece de energía eléctrica y el acceso es difícil y costoso el suministro de combustible. Agregándose a esto la inexistencia de infraestructura de almacenamiento.

Asimismo, en países en vías de desarrollo se reporta una pérdida en el 50% de la cosecha en frutas y

hortalizas por efecto de la carencia de una infraestructura post-cosecha adecuada que vaya desde la cosecha hasta el consumidor (Salas, 1989).

El desarrollo de técnicas post cosecha, almacenamiento, conservación y la producción y mezclas de harinas y mezclas alimenticias serían un salto importante en el logro de mayor productividad y una política alimentaria adecuada (Carazo, 1986).

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de los productos agrícolas que tienen un potencial de industrialización alto, se encuentra la Lúcuma (*Lúcuma obovata* H.P.K.), según lo sostiene

(1) (2) Ingeniero en Industrias Alimentarias

(3) Químico Farmacéutico

(4) Bachiller en Industrias Alimentarias

Brenner en 1965, de está se elabora cierto tipo de harina que es utilizada como saborizante, principalmente en la industria del helado.

El fruto tiene una alta perecibilidad y tiende a descomponerse rápidamente, aún en las mejores condiciones después de madurarse, además tiene una piel muy delgada lo cuál la hace muy vulnerable a los esfuerzos mecánicos que se producen durante el manipuleo y transporte, desde la cosecha al consumidor.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La consistencia pastosa de la pulpa dificulta su utilización en fresco en industrias como pastelería, postres preparados de uso directo, aunque existe la investigación realizada por Aliaga en 1979, sobre Néctar, jalea, trozos de lúcuma en almíbar, los cuales reportan con resultados satisfactorios, pero indicando que el néctar tenía una consistencia áspera debido posiblemente a los almidones en suspensión.

Cisneros en 1959, sostiene que uno de los mayores inconvenientes que restringen su consumo es la dificultad de conservación en el mercado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares: Laboratorios de FAIA-UNJBG-Tacna, Laboratorio de Secado Solar de la UNJBG-Tacna y Laboratorio de Cómputo F.A.I.A.

MATERIALES

MATERIA PRIMA

Lúcuma (*Lúcuma obovata* H.P.K.), obtenida en el mercado local de procedencia de la Subregión Moquegua.

MATERIALES

Envases de polietileno transparente, cuchillos de Acero Inoxidable, espátula, Bandejas, Mesas de trabajo, reloj, Luna de reloj, Balanza analítica.

EQUIPO

Banco de Secado Solar del Técnico Centro de investigación de Energías no renovables de la UNJBG-Tacna.

Otros Equipos. Anemómetro digital marca POWER INSTRUMENTAL, Balanza de Pesa AHEWA Cap 5 kg., Termohidrómetro de cuerda, marca THIES - GOTTING Germany.

METODOLOGÍA

Los procedimientos a seguir consistió en las siguientes etapas:

EXPERIMENTO EN SECADO

El flujo de operaciones que se seguirán, se muestra en la fig. N° 5 y consta de las siguientes operaciones:

Selección: Se separarán los productos que presenten deterioro y el grado de madurez óptimo.

Lavado-desinfectado.- Utilizando una solución con detergente, para remover impurezas y eliminar contaminantes. Esta se realizará en forma manual con agua potable.

Pelado y Corte.- Se realizará en forma manual, se eliminarán cáscaras y pepas. La pulpa se cortará en pequeñas planchas de 5 mm de espesor.

Sulfitado.- Inmediatamente después de pelado a una de las muestras se le sumergirá en una solución de Bisulfato de sodio por espacio de 5 minutos, y (Saenz H, Carmen, et al) y a otra no, luego se llevarán por espacio de 24 horas al medio ambiente para determinar la presencia de pardeamiento enzimático, por la conservación visual del cambio de color.

Con la muestra que mejor resultado se obtenga se continuará el proceso.

Secado.- la muestra se lleva al secador solar técnico mixto de cabina.

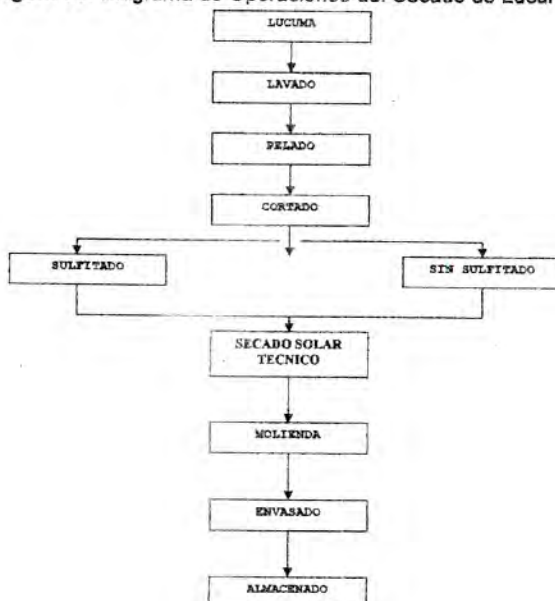
Durante el secado solar se tomarán los pesos la muestra durante las horas de sol, para así obtener las curvas de secado.

Asimismo, se colocará una muestra al medio ambiente para obtener una muestra a utilizarse en el análisis organoléptico.

Envasado.- Las muestras se colocarán en envases de plástico transparente herméticamente cerrados.

Almacenado.- Se almacenará a temperatura ambiente.

Figura 05: Diagrama de Operaciones del Secado de Lúcuma



III. ANÁLISIS EN EL PRODUCTO

- Humedad del producto: Método de A.D.A.C. (1980).
- Color (visual).

MEDICIONES DURANTE EL SECADO

En el Aire de Secado.-

Temperatura de Bulbo seco y bulbo húmedo del aire de entrada al secador serán obtenidas en la Estación Agrícola de los "Pichones" de SENAIM. Ubicada dentro del Perímetro de la Ciudad Universitaria de la UNJBG. Las coordenadas de estas son: Lat. 10°, log 70°15' altitud 425 msnm. Los valores promedios estimados de humedad, velocidad, dirección del viento, así como las horas de sol serán obtenidos de promedios de la serie histórica de 10 años para el presente mes, obtenidos de la Estación de Poliometeorología de Calana con las siguientes coordenadas: latitud 10° 10', longitud 70° 15', altitud 525 msnm.

La velocidad, temperatura y humedad del aire de salida de cámara de secado, se controlará con el anemómetro y el termohidrómetro respectivamente, colocándolo en la boca interna de la chimenea de la cámara de secado.

En el Producto.-

Peso de la muestra cada hora para determinar la velocidad del secado y la pérdida de humedad a través del tiempo de duración del secado, el que se considerará cuando el valor del registro de peso se vuelva una cantidad constante. Humedad del producto al inicio y final operación de secado.

EXAMENES ORGANOLÉPTICOS

Con el producto seco se elaborará una harina la que se adicionará en una cantidad de 2 gr. A 100 gr. De yogurt natural previamente edulcorado. Se prepararán dos muestras a partir de la adición de las siguientes harinas.

A: Harina de lúcuma de la muestra colocada en el secador solar técnico de cabina.

B: Harina de lúcuma obtenida de la muestra colocada al medio ambiente.

Estas muestras serán presentadas a un panel semientrenado para su evaluación organoléptica del sabor mediante una escala Hedónica de 5 puntos. Esta última y el formato para el registro del análisis de cada panelista se encuentran respectivamente. El diseño estadístico que se utilizará será el de Bloques Completos al azar.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la lúcuma fue le siguientes:

Peso total de Materia Prima 581 gr.

Peso de la cáscara más pepa 213 gr.

Peso de la Pulpa (por diferencia) 368 gr.

Rendimiento de la Materia Prima 63.33%.

Este rendimiento es ligeramente más bajo que el obtenido para la variedad giraldo y se debe a que en pelado la fruta se adhería a la cáscara generando un alto porcentaje en pérdidas aproximado 37% que es más alto que el proporcionado por el INIDA (18%).

La humedad inicial del producto fue aproximadamente de 66.5% que es cercana a la que obtuvo Brenner (1965).

Las características externas del fruto son: Cáscara de la pulpa; color amarillo, sabor y olor característico, textura pastosa al tacto.

La temperatura de entrada del aire al secador se muestra en el cuadro N° 04 y la temperatura de salida del aire de la cámara del secador solar técnico, en el cuadro N° 5. Al respecto se puede decir que guardan una estrecha alcanzándose a las 13 hrs una temperatura del aire ambiental.

El valor más alto de temperatura dentro de la cámara del secado es 47°C (máxima alcanzada) y 30°C (mínima de trabajo), como se puede apreciar en ambos cuadros. En el medio ambiente la temperatura varía entre 25°C (max) y 14°C (min). Cuadro N° 4

Con respecto a la velocidad del aire en la Cámara de secado, es casi nula no registró valores (movimiento del aire por convección).

Día	Tiempo (Hrs)	Temperatura Bulbo Seco	Temperatura Bulbo Húmedo	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)
01	07	15.2	13.6	24.8	14.7
	13	25.2	18.6	-	-
	18	16.4	14.4	-	-
02	07	14.6	13.1	25	14.0
	13	24.9	17.3	-	-
	18	12.2	14.2	-	-
03	07	15.5	13.6	23	14.5
	13	21.8	16.2	-	-
	18	18.2	15.0	-	-

En relación a las operaciones preliminares al secado se puede decir que se presentó cierta dificultad en el pelado y cortado por la consistencia pastosa del producto, pegándose pulpa a la cáscara, la que también disminuyó el rendimiento de fruta en pulpa.

En cuanto a la operación de sulfitado no se presentó alteración de color en ambas muestras.

Los resultados de la evaluación de la operación de secado se muestran en el cuadro N° 6 y gráfico N° 6, 6a, 7, 8.

En el Cuadro N°6 se puede observar que las muestras se encontraron por espacio de 47 horas en el secador, pero realmente fueron 16 horas las que realizó el secado, donde no se consideran las horas de noche, ni los períodos de eliminación de agua absorbida por efecto de la rehidratación.

Cuadro N° 5: Temperatura, humedad y velocidad del aire en la cabina del secador solar técnico de cabina mixto

Día	Tiempo (H rs)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del aire (Pie/min)
01	11.30	44	34	S/R
	12.30	43	35	Idem
	13.30	43	35	Idem
	14.30	40	38	Idem
	15.30	39	40	Idem
	16.30	32	45	Idem
	09.00	43.5	80	Idem
10.00	43.5	38	Idem	
11.00	46	35	Idem	
12.00	46.5	32	Idem	
02	13.00	80	31	Idem
	14.00	46	33	Idem
	15.00	45	35	Idem
	16.00	32	38	Idem
	17.00	30	44	Idem
	08.30	20	80	Idem
	09.30	43	38	Idem
03	10.30	45	35	Idem
	11.30	46	35	Idem

En los gráficos 6 y 6A se observa que muestra una tendencia típica. En el cuadro 6, indica una disminución gradual de la humedad. Si se observa el eje de las "X" se notará que está seccionado a horas de los casos se una recta en partes iniciales de equilibrio se rehidrata, por acción de diferencias de presiones de vapor del producto y el medio circundante y se reinician a las 8 hrs.

Una vez llegado a la humedad de equilibrio se establece ciclos de hidratación (noche) y deshidratación (día), llegándose a tener velocidades de secado negativas (Cuadros N° 07 y 08).

GRAFICO N°06

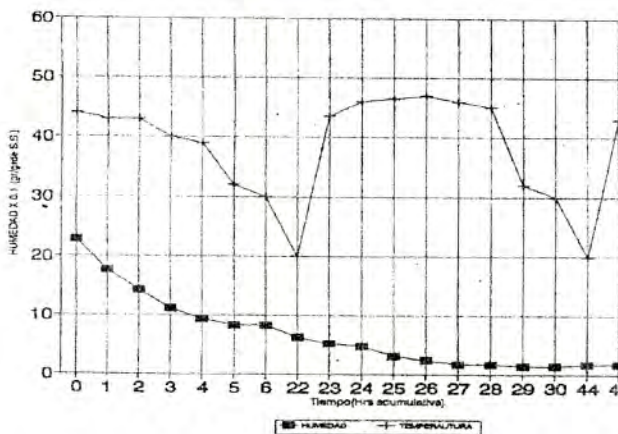
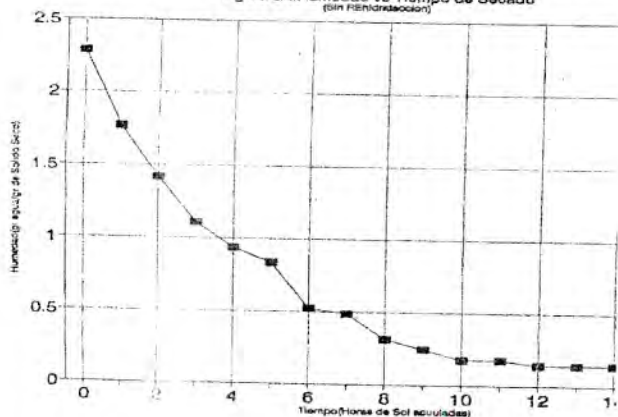
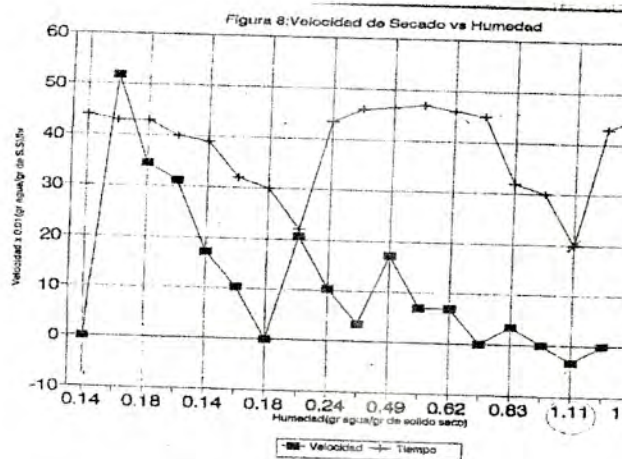
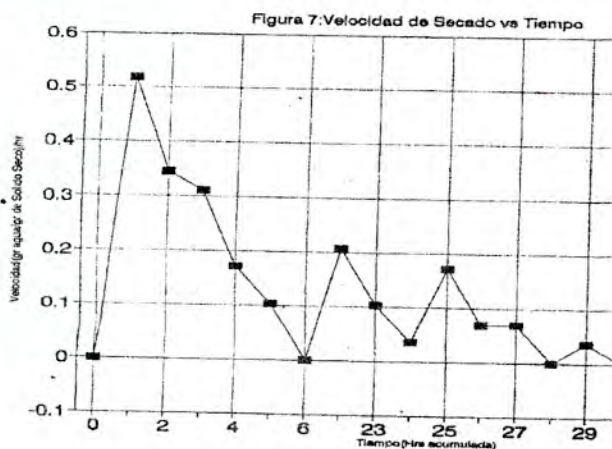


Figura 6A: Humedad vs Tiempo de Secado (sin Rehidratación)



Cuadro N° 06: Evaluación del Secado de Lúcumá

1	11.30	0	0	95	2.2844	0.0000	0.0000	0.0000
	12.30	1	1	80	1.7658	0.5186	1.0000	0.5186
	13.30	2	2	70	1.4201	0.3457	1.0000	0.3457
	14.30	3	3	61	1.1089	0.3111	1.0000	0.3111
	15.30	4	4	56	0.9360	0.1729	1.0000	0.1729
	16.30	5	5	53	0.8323	0.1037	1.0000	0.1037
	17.30	6	6	53	0.8323	0.0000	1.0000	0.0000
2	9.00	22	7	47	0.6249	0.2074	1.0000	0.6249
	10.00	23	8	44	0.5212	0.1037	1.0000	0.5212
	11.00	24	9	43	0.4866	0.0346	1.0000	0.4866
	12.00	25	10	38	0.3137	0.1729	1.0000	0.3137
	13.00	26	11	36	0.2446	0.0691	1.0000	0.2446
	14.00	27	12	34	0.1755	0.0691	1.0000	0.1755
	15.00	28	13	34	0.1755	0.0000	1.0000	0.1755
	16.00	29	14	33	0.1409	0.0346	1.0000	0.1409
	17.00	30	15	33	0.1409	0.0000	1.0000	0.1409
3	8.30	44	16	34	0.1755	-0.0346	1.0000	0.1755
	9.30	45		34	0.1755	0.0000	1.0000	0.1755
	10.30	46		34	0.1755	0.0000	1.0000	0.1755
	11.30	47		33	0.1409	0.0346	1.0000	0.1409



Observando puntos de la curva de velocidad de secado vs tiempo de secado (figura N° 8) se nota que es muy difícil determinar en que punto de la curva se dan diferentes tipos de velocidades: Constante, decrecientes debido en partes a características de la dada por la aleatoriedad de los factores del secado y la complejidad de la composición de lúcuma.

Se ha adicionado a la figura N° 7, la curva de temperaturas en la cámara de secado, observándose, que para la eliminación del agua de la rehidratación se alcanza velocidades de secado mas altas que para la misma temperatura a la misma hora del día.

Cuadro N° 7: Resultados del Examen Organoléptico

Muestra A: Muestra de harina de lúcuma secada sin adición de antioxidante.

Muestra B: Muestra obtenida por secado tradicional.

Panelista N°	Muestras		Total
	A	B	
1	4	3	7
2	4	3	7
3	4	4	8
4	1	4	5
5	4	4	8
6	4	3	7
7	4	3	7
8	3	2	5
9	4	3	7
Total Promedio	32	29	61
	3.5556	3.2222	

En cuanto a las características organolépticas del producto final se observó que seguía teniendo el color, olor, sabor característico, pero la textura era dura.

El porcentaje de humedad final alcanzado fue de 9,26% (base húmeda) lo que comparándolo con los valores que Bergeret (1952) señala para algunas frutas (20-24%), se puede indicar como un valor excedente.

Evaluando el rendimiento de la materia prima en harina se tiene los siguiente:

$$\%R = (33/ 95) \times 1 \text{ kg} = 3,47 \text{ kg} \times 100 = 34.7\%$$

Los resultados de la evaluación organoléptica realizada por el panel semi entrenado, y el análisis de varianza se muestra en el cuadro 7 y 8 respectivamente e indican que no existen diferencias significativas entre el sabor de las muestras obtenidas por secado solar tradicional y el secado solar técnico a un nivel de significancia del 0,05%.

Cuadro N° 8: Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft
Tratamientos	1	0.5000	0.5000	0.5714	5.32
Panelistas	8	4.7780	0.5965	0.684	3.44
Error	8	6.9998			
Total	17	12.2778			

V. CONCLUSIONES

En las operaciones preliminares para el secado de Lúcuma, el sulfitado no es necesario.

En la fecha realizada el presente trabajo de Investigación, las temperaturas ambientales iban desde 24,9°C (máxima) a 13.1°C (mínima) y en la cámara de secado va desde 47°C (máxima) y 20°C (mínima) durante las horas de sol; pero, la temperatura mínima de trabajo se consideró como 30°C.

La velocidad del aire de secado a la salida del secador fue casi nula.

La duración del proceso de secado de Lúcuma en esta época (primavera) fue de aproximadamente de 30 hrs o dos días o 15 horas de exposición solar.

El producto obtenido por el método de secado solar técnico conservó las características organolépticas del producto fresco, excepto que la textura de pastosa de fruta pasa a dura.

De los resultados de la evaluación organoléptica se puede concluir que no existe diferencia significativa del sabor entre la muestra obtenida por Secado Solar Tradicional y Secado Solar Técnico.

El porcentaje de humedad final obtenido para el secado solar técnico fue adecuado.

Las diferentes velocidades de secado son difíciles de determinar por las características de la complejidad de los alimentos y aleatoriedad de los factores de

secado.

En valores de humedad cercanos a la Humedad de Equilibrio del producto se establece una serie de estados de hidratación (noche) y deshidratación (día).

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Salas W. (1990), copias del curso de envases y empaque de alimentos, FIAL UNALM.
2. Caraso Inés (1990), La necesidad del Secado de Productos agrícolas y la alimentación en la Política Nacional del Perú, II Seminario de secado solar del Perú, Cuzco. PSS.
3. Aliaga O., Jorge. Néctar, jalea, trozos de lúcuma en almíbar T.A.P.A. U.N.A.L.M.- Perú.
4. Álvarez y Legues (1983), Informe Técnico del Proyecto: Desarrollo de Modelo de Deshidratación de Agroproductos, N° 75-83, Fondecyt, Chile.
5. A.O.A.C. (1980). Official Methods of analysis. USA.
6. Brennan et al (1980), Las operaciones en la ingeniería de Alimentos, Ed. Acribia S.A. Zaragoza España.
7. Brenner K., Manuel (1965), Ensayo de deshidratación de lúcuma (*Lúcuma obovata* H.P.K.), Tesis UNALM
8. Broker Donald, et al. *Drying Cereal Grains* (1972). The AVI Publishing Company Inc. USA.
9. Bsoman Daniela. *Deshidratación Solar de Melocotón*. Tesis UNALM.
10. Calzada Benza (1980), 143 Frutales nativos Distribuidora el Estudiante. Lima Perú.
11. Cobo Bernabé (1891), *Historia del Nuevo Mundo*, Tomo II, Sevilla España.
12. Cisneros V. Fausto (1959), *Contribución al Estudio de la Biología y propagación de la lúcuma (*Lúcuma obovata*) H.P.K.*, Escuela de Agricultura, La Molina.
13. Fortes, M. & Olmos, M.R. (1980), *Drying Theories: their basis and limitations as applied to food and grains*. In: *advices in Drying A.A. Mujumar*, Hemisphere Publishing Corporations: 1980.
14. Geankopolis C. (1986). *Procesos de transporte y Operaciones unitarias*. Editorial Continental S.A. México.
15. INIDA. (¿??), *Informe del Proyecto Lúcuma*.
16. Proyecto de secado solar (PSS), (i)(&), *informe técnico N°2* I.G.-UNI, Perú.
17. Proyecto de secado solar (PSS) (1986) *Informe técnico N°4 Teoría Básica del secado solar* I.G.I.-UNI-Lima, Perú.
18. Rebhole Thomas (1988), *datos sobre Procesos físicos y químicos durante el proceso de secado de alimentos taller de secado de productos agrícolas*, PSS, La Molina.
19. Rossi Silvio & Roa Gonzalo (1980), *Instituto de Física Unicamp*, Brasil.
20. SENAIM (1992), *Planillas de Información tecnológica*, Dirección Regional SENAIM - Tacna-Moquegua. Estación Calana, Estación "Los Fichones".
21. Saenz Carmen, et al (1988), *Obtención de Manzanas deshidratadas tipo "Crocante" en Alimentos* vol. 12 N° 2. Chile.
22. Babilón V. *The Origin, variation, immunity and bending of cultivated plant*. *Charm botanicals*. Vol 13. Wathman.