

## SECADO SOLAR DE CARNE DE LLAMAS<sup>1</sup>

R. Echazú<sup>2</sup>, N. Iriarte, M. J. Morón<sup>3</sup>, M. Quiroga<sup>2</sup> y L. Saravia  
INENCO<sup>4</sup> - Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177 - 4400 Salta - República Argentina

FAX: 54 - 387 - 4255489 - email: [echazur@inenco.net](mailto:echazur@inenco.net), [Iriartenorma@latinmail.com](mailto:Iriartenorma@latinmail.com)

### RESUMEN

Se presenta el diseño y ensayos de un secadero solar pasivo, portátil y de bajo costo, adecuado para el secado de carne de llama. El equipo fue ensayado durante el otoño en Salta, midiéndose las variables climáticas, la evolución del peso de las muestras y determinándose las características químicas del producto.

Las curvas de secado obtenidas para distintas condiciones climáticas, muestran que un equipo con las características del ensayado es capaz de secar carne de llama en dos o tres días. Los análisis químicos realizados indican una calidad que supera los requerimientos establecidos por las normas.

**Palabras clave:** secado, energía solar, charqui, camélidos, llamas

### INTRODUCCIÓN

La llama es un camélido de origen americano, domesticado por los habitantes de la región andina, posiblemente hacia el siglo IV AC. Llamas y alpacas, sus parientes cercanos, fueron empleadas como animales de carga, además de aprovecharse su lana y su carne, ambas de excelente calidad.

La conquista española, introdujo en Sudamérica, vacunos, caprinos y ovinos, que se difundieron ampliamente por todo el continente, incluida la región andina, a pesar de no ser adecuados desde el punto de vista ambiental. En este sentido es de destacar que los camélidos, con sus patas almohadilladas que no alteran el suelo y sus hábitos de pastoreo no predador, a diferencia de los otros rumiantes, no pueden acusarse de contribuir a la erosión del suelo de la puna (Reboratti, 1994).

Las llamas obtienen su alimento de los magros pastos de la puna, a veces inservibles para otras especies, a pesar de lo cual, el factor de conversión, Kg. de carne/Kg de alimento es considerablemente mayor.

En la actualidad, la ganadería de camélidos, está desarrollada en Perú, Bolivia, el norte de Chile y el noroeste argentino, con una población total de unos 7 millones de cabezas. En la Argentina, se estima en ciento cincuenta mil cabezas la población de las cuatro provincias del NOA. Únicamente en la provincia de Jujuy está organizada la comercialización de la carne.

La cría y la mejora genética, están orientadas a la producción de lana y de carne, siendo la lana hilada y los tejidos ampliamente aceptados, no así la carne, que aún se comercializa en forma limitada y en general no es conocida por la población urbana. Si se considera el menor contenido de colesterol, el mayor contenido de proteínas, en comparación con la carne vacuna, sumado a las consideraciones ecológicas ya señaladas, puede preverse un incremento en la aceptación de este alimento, lo que se considera muy positivo para una reactivación económica y productiva de pequeñas y medianas empresas en las provincias del norte argentino con miras a un mercado nacional e internacional (bestweb.net, 2001); Los principales productos que se obtienen de la llama, son pieles, lana y carne en forma fresca y deshidratada (Rivera, 1996).

El charqui, se elabora con carne rebanada en filetes, desgrasada, salada y luego secada. La baja humedad del aire, habitual en la puna, favorece el proceso de secado que tradicionalmente se realiza a temperatura ambiente. No obstante el uso de secaderos solares permite acelerar el proceso, controlando las condiciones higiénicas del producto, con un costo moderado.

El charqui de llama obtenido en secador solar se caracteriza por tener un porcentaje elevado de proteínas, menor contenido de grasa, bajos niveles de colesterol, buena aceptabilidad y calidad higiénica (Iriarte, 2001), (Rivera, 1996), (Unidad Ejecutora. Proyecto Camélidos, 1996).

Con el objeto de estudiar el proceso de secado y como alternativa a los sistemas existentes de secaderos solares, se diseñó y ensayó un secadero solar pasivo de muy bajo costo (Saravia et al, 1992), reportándose en este trabajo los primeros ensayos y resultados preliminares. Los datos que se presentan corresponden a ensayos realizados en Salta Capital, en condiciones climáticas diferentes a las de la puna y valles de altura, regiones donde se crían las llamas.

<sup>1</sup> Parcialmente financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta y por el FONCYT (CECYT)

<sup>2</sup> Personal del CIUNSa

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de Salta

<sup>4</sup> Instituto UNSa - CONICET

## EQUIPO EXPERIMENTAL

Se empleó un secadero pasivo que consta de un colector solar de 3 m<sup>2</sup> y una cámara de secado con dos bandejas de 0.20 m<sup>2</sup> cada una. El equipo es muy liviano, aproximadamente 12 Kg. y el costo de los materiales es solo \$35. El colector de 1 m de ancho, 3 m de largo y 0.15 m de altura total, se armó sobre un bastidor de malla sima de hierro de 4.2 mm en retícula de 0.15 x 0.15 m. El fondo es compuesto con una capa de poliestireno expandido de 20 mm y otra de espuma de polietileno recubierta en papel de aluminio. La placa colectora es de polietileno negro de 200 µ, plegada en zig zag como muestra la figura 1 y la cubierta de polietileno LDT de 150 µ. ( Saravia et al,1990 ). En el extremo inferior, por donde ingresa el aire desde el ambiente, se colocó un filtro de tul de nylon con aberturas de 0.3 mm para evitar la entrada de insectos.El volumen de aire del colector es de 0,33 m<sup>3</sup> y la sección de 0,11 m<sup>2</sup>.

La cámara de secado está formada por una estructura de hierro de 4.2 mm sobre la que se colocó una envolvente de polietileno LDT El acceso para la carga y descarga de las muestras se cubrió con una cortina de tul igual que el extremo inferior del colector solar. Las bandejas para el producto de malla de PVC se cosieron a la estructura de hierro, y su capacidad total de carga es aproximadamente 4 Kg. de material fresco.

Las temperaturas se midieron con termocuplas tipo K conectadas a un data logger Nudam 6018 y una PC.,La radiación solar global sobre plano horizontal, se midió con un pireliómetro LI-COR 250, y la humedad del aire con un psicrómetro a termocuplas con circulación forzada. La temperatura interna del material se tomó manualmente con termómetro.

Las muestras se pesaron con una balanza tipo granataria, con apreciación de 0,01 g

Para la medida de velocidad del aire en el colector, se inyectó humo en la parte inferior y se tomó con un cronómetro el tiempo empleado en el ascenso hasta la cámara de secado. ( Grupp, 1995)

Las medidas de control de calidad realizadas fueron:

Humedad: Secado en estufa a hasta peso constante, Método AOAC, (AOAC, 1970)

Proteínas: Método micro Kjeldhal.

Grasas. Método directo.

Cenizas: Método AOAC.

Minerales: Fe, Ca, Mg, Na por espectrofotometría de absorción atómica, Método AOAC.

Estas medidas se analizaron estadísticamente por t de student.

La figura 1 muestra una vista lateral del secadero y un corte transversal del colector solar.

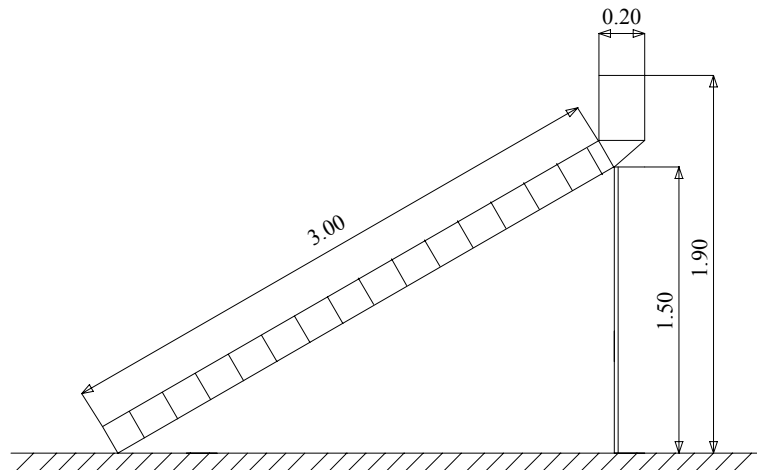


Figura 1: Dimensiones del secadero solar pasivo

En la figura 2 se muestra un corte transversal del colector y un detalle del fondo del mismo.

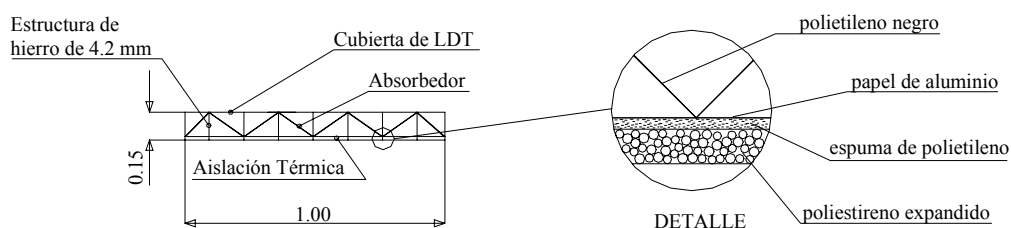


Figura 2: Vista en corte del colector y detalle del fondo

## ENSAYO DEL COLECTOR

Se ensayó el colector con circulación natural, midiéndose con termocuplas, las temperaturas de entrada y salida del aire, la radiación solar y la velocidad de circulación del aire tomando el tiempo de arrastre de humo inyectado en la boca de entrada.

Los tiempos de arrastre del humo, en los tres metros de largo del colector variaron entre 12 y 55 segundos, indicando velocidades de circulación de aire de 0,05 a 0,24 m/s

Los datos fueron tomados en dos días no consecutivos, en las horas cercanas al mediodía solar, con intervalos de 30 minutos y se descartaron los puntos correspondientes a los momentos en que hubo brisa.

Con los valores medidos de estas magnitudes, se calculó la eficiencia instantánea  $\eta$  y el parámetro  $(T_m - T_a) / I$ , siendo  $T_m$  la temperatura media en el colector,  $T_a$  la temperatura ambiente e  $I$  la radiación solar sobre el plano del colector. En la figura 3, se representaron algunos puntos tomados. Debe destacarse que las medidas de velocidad de aire están sujetas, por método, a un error considerable.

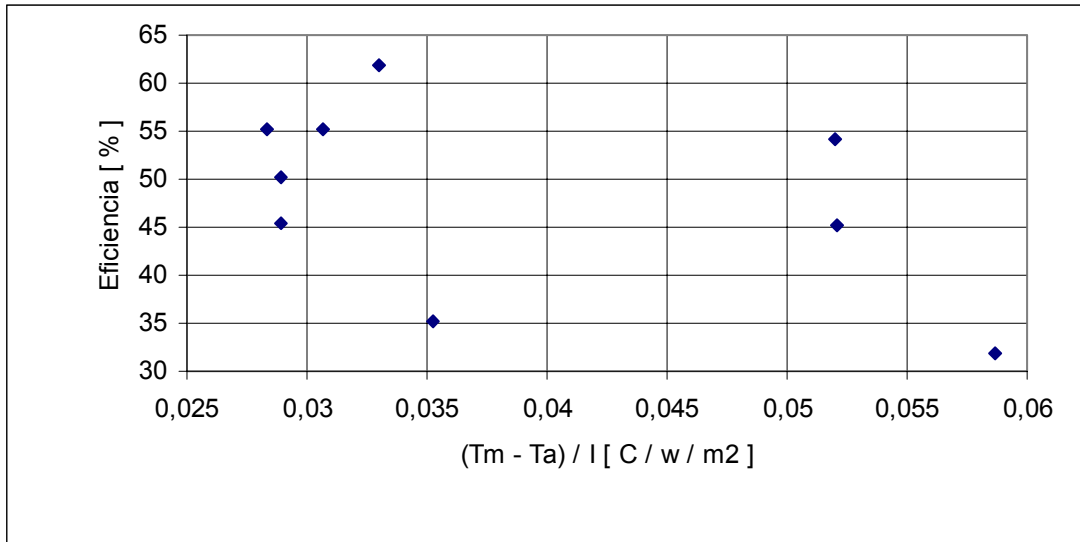


Figura 3: Algunos puntos de eficiencia del colector

## ENSAYOS DE SECADO

Se realizaron experiencias de secado desde abril a julio de 2001, con distintas condiciones climáticas y variando las técnicas de salado, concentración de sal y densidad de carga de la cámara de secado. Por razones de espacio se presentan solo los resultados más relevantes.

La figura 4 muestra la evolución de las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo del ambiente, junto a la temperatura de entrada del aire a la cámara de secado, durante un ensayo del mes de mayo. Se programó el data logger para tomar los datos cada 15 minutos. No pudo detectarse variación del contenido de humedad del aire al atravesar la cámara de secado.

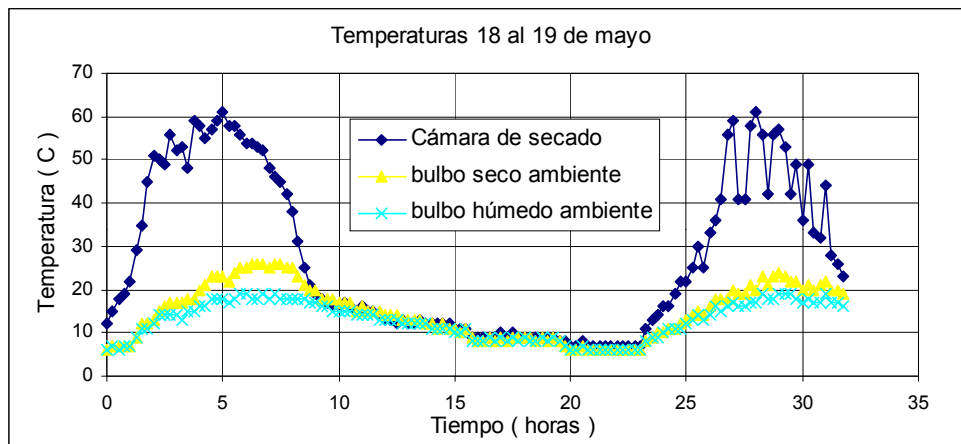


Figura 4: Temperaturas y humedad en función del tiempo para un ciclo de secado

En este ensayo, el secadero se cargó con 8 muestras de carne, de llama Kara Sullo (mejorada genéticamente) procedente del Departamento de Santa Catalina de la Provincia de Jujuy. Las mismas fueron adquiridas en un comercio local de S. S. de Jujuy. El corte empleado fue cuadrada, fileteada con un espesor de 10 mm

Las muestras se trataron previo al secado, por salazón seca: impregnado en sal, en una proporción de 18 y de 20% en peso. Posteriormente se colocaron en las bandejas de secado cambiando periódicamente su posición para obtener un secado uniforme.

Durante el secado se pesaron las muestras con una frecuencia de 30 minutos y al producto que se consideró terminado, se le determinó el contenido de materia seca. Con estos datos se calculó la evolución del contenido de humedad en base seca, como se presenta en la figura 5.

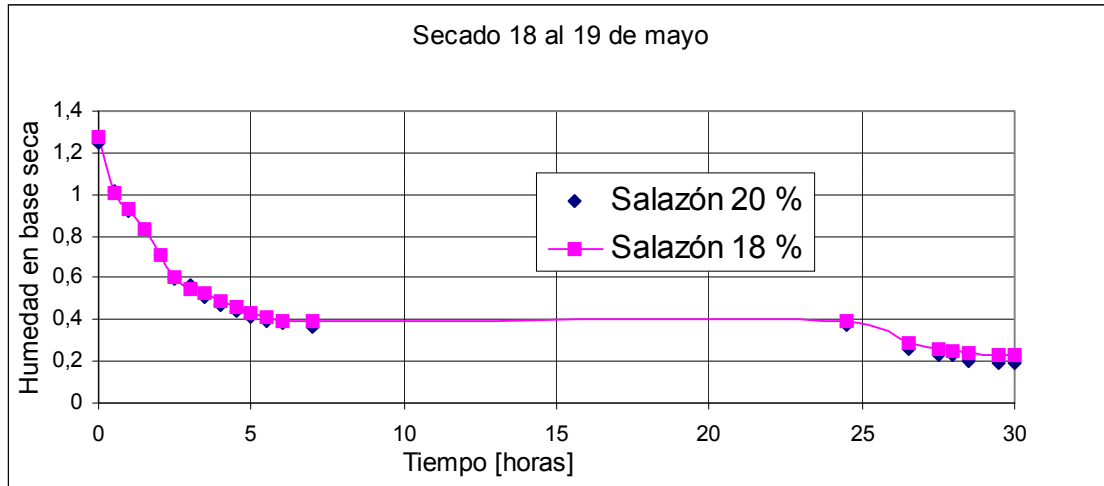


Figura 5: Curvas de secado de muestras preparadas con salmuera de diferentes concentraciones.

La curva superior representa el promedio de pesos de las 4 muestras preparadas con Na Cl al 18% Para estas muestras, el contenido final de agua fue de 18.7%

La curva inferior corresponde a las 4 muestras preparadas con 20% de sal. Para éstas el producto final alcanzó un contenido de agua de 16% No se detectó variación del peso entre la última medida de la tarde del 18 de mayo y la primera de la mañana del 19.

La figura 6 muestra la evolución de temperaturas y radiación solar durante un ensayo iniciado el 1 de julio. Por razones de claridad no se representó la temperatura interna del charqui, que alcanzó máximos de 50 C, 52 C y 57 C en los tres días de secado.

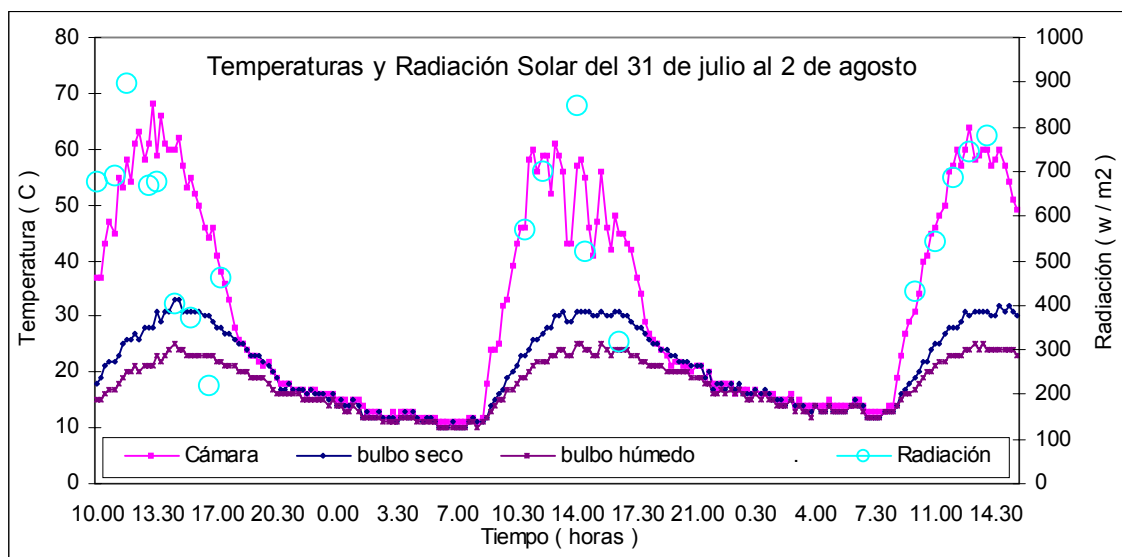


Figura 6: Temperaturas y radiación solar para un ciclo de secado

La figura 7 representa la evolución promedio del peso de las muestras. El ensayo se terminó el tercer día a las 17 horas.

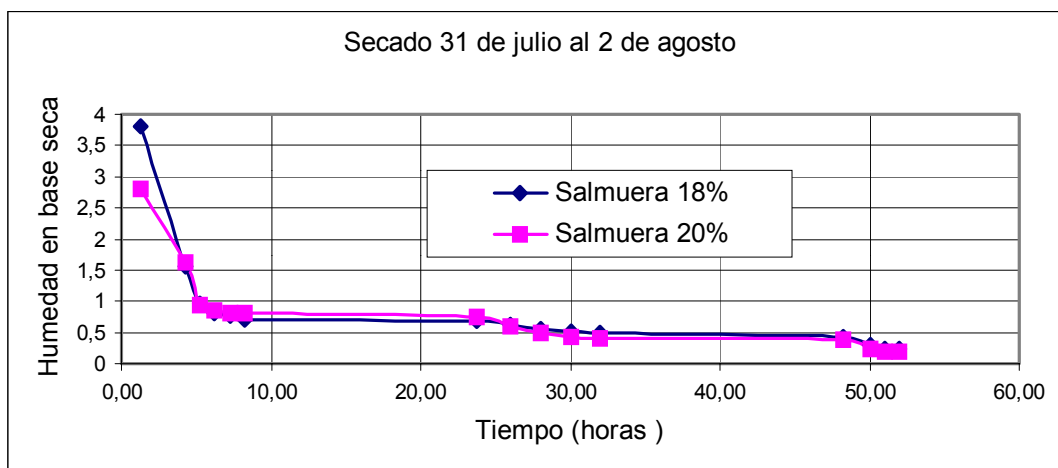


Figura 7: Curvas de secado de muestras preparadas con salmuera de diferentes concentraciones.

En este ensayo, los pesos de las muestras continuaron bajando durante la noche, a pesar del descenso de temperatura.

### ANÁLISIS QUÍMICOS

Se determinó el contenido de agua de las muestras, por secado en estufa a 100 C, hasta peso constante, cenizas, lípidos y minerales, presentándose en las tablas 1 y 2 los valores obtenidos

	Salazón seca		Salazón húmeda	
	18%	20%	18%	20%
Humedad (g/100g)	18. 6360.05	16. 0360.05	16. 9460.03	13. 2660.02
Cenizas(g/100g) °	25. 8260.05	30. 3260.04	23. 3560.07	25. 0260.03
Sodio (mg/100g) °	95935.1261.41	10660. 5661.42	8653. 5160. 95	9092. 2960. 65

° Base húmeda - \*X ± D.E - P [ 0,01.

Tabla 1: Comparación de los contenidos de humedad, cenizas y sodio del charqui de llama elaborado en diferentes tipos de salazón en secador solar.

En la tabla 2 se presentan los análisis del charqui obtenido, en comparación con resultados de los trabajos de las referencias: (Saavedra et al, (1993) y (Rivera, 1996)

Charqui	Valor Determinado	Referencia
Humedad (g/100g)	16. 0360.05	23.80 %
Proteínas (g/100g)°	55.1960.12	60.27 %
Grasas (g/100g)°	4.5360.19	5.96 %
Cenizas (g/100g)°	30.3260.04	3.1 %
Hierro (mg/100g)	6.7660. 02+	3.2
Calcio (mg/100g)	88. 3360. 08+	11.63
Magnesio (mg/100g)	58.0160.30+	--
Sodio (mg/100g)	10660. 5661.40+	10.03 %

\*Concentración de sal 20%. - ° Base húmeda - \*X ± D.E - P [ 0,01.

Tabla 2: Cuadro comparativo de composición química del charqui de llama estudiado y de otros autores

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El secadero diseñado permite elaborar charqui de calidad, en solo dos o tres días, con las condiciones climáticas del otoño en Salta. Es de esperar que el tiempo empleado sea menor en La Puna. Asimismo la humedad final del producto, en equilibrio con la del aire será menor, pudiendo alcanzarse el 10 % citado por las normas bolivianas para este producto, ( IBNORCA, 1997).

La densidad de carga en los ensayos fue de menos de 1 Kg de producto fresco por metro cuadrado de colector, mientras que los secaderos de tipo invernadero usados en el altiplano de Bolivia son cargados con 7 Kg/m<sup>2</sup>. Debemos destacar que el tiempo de secado en estos equipos es de 5 a 6 días en condiciones climáticas más favorables.

En todos los ensayos la temperatura de la cámara de secado descendió durante la noche hasta el nivel de la temperatura ambiente, lo que no causó daños al material, como lo demuestran los ensayos de calidad.

Las temperaturas internas alcanzadas por el material, algo mayores a las deseables, no alteraron la calidad, como lo indican los contenidos de proteínas determinados.

En la actualidad se trabaja en una modificación del diseño para aumentar la capacidad de carga. Posteriormente se ensayará el equipo en la puna.

**Agradecimiento: A Héctor González, y Enrique Soria, analistas químicos del Instituto de Beneficio de Minerales, INBEMI de Salta.**

## **REFERENCIAS**

Association of Official Agricultural Chemists, 1970. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 11 th. Ed. Washington. D.C.

Grupp M. et. al. (1995) " Convective flat plate collectors and their applications " Solar Energy Vol 55 N. 3

IBNORCA, ( 1997), Norma Boliviana NB 851

Iriarte, Norma. S., (2001) Determinación Química, Microbiológica y Aceptabilidad del Charqui de Llama. Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Salta.

Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de Camélidos Sudamericanos,(1999) " Camélidos, La Ganadería del Futuro " IICA-FIDA-CAMÉLIDOS.

Reboratti C., (1994), " La Naturaleza y el Hombre en La Puna ", proyecto GTZ Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del NOA, Salta

Rivera G. Et Al, Ed.,(1996) " Manual de Elaboración del Charque " Centro Canadiense de Estudios y de Cooperación Internacional, La Paz, Bolivia.

Saavedra F. , Antezana A., 1993, " Deshidratado Solar Técnico de Carne de Llama " Proyecto Energía Solar U.M.S.S. Oruro, Bolivia.

Saravia L. Et. al. , (1990) " Características Ópticas de Materiales de Cubierta de Invernaderos. Actas de la 14a. Reunión de Trabajo de ASADES, Mendoza.

Saravia L. Horn M. Et al.(1992) " Ingeniería del Secado Solar " Edición del programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Santiago de Chile.

Unidad Ejecutora. Proyecto Camélidos. FOC. (UNEPCA), (1996). " Manual de: Matanza, Sangría, Elaboración de Charque, Conservación de Pieles y Comercialización de la Transformación del Ganado Camélido ". Oruro, Bolivia.

www. ( 2001 ), [bestweb.net/goyzueta/qosqoes/camelidos.html](http://bestweb.net/goyzueta/qosqoes/camelidos.html).

## **ABSTRACT**

A low cost, portable, passive solar dryer was design to dry " llama´s meat " The device was tested at fall time in Salta City measuring climate conditions, sample´s weight and chemical quality.

The tested device can dry " llama´s meat "at 2 or 3 days deadline as show drying curves.

Obtained quality is better than standard as seen in chemical analysis reports.

**Keywords:** solar dryer, solar energy, meat.