

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el departamento de La Paz – Bolivia.

El acopio de carne de Llama fue en el matadero para ganado camélido “TURCO MARKA”, ubicada en el departamento de Oruro - Bolivia, su estudio se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Del Altiplano Escuela Profesional De Ingeniería Agroindustrial, en el departamento de PUNO – PERU, con el objeto de determinar las propiedades térmicas de la carne de llama y el tiempo de congelación gráficamente. Se empleó como materia prima corte anatómicos (lomo, filete y solomillo) de carne de llama (*Lama glama*), los cuales se sometieron a congelación en las que con un sistema de adquisición de datos de tiempo vs temperatura, se registró la historia de su congelación, y con la metodología descrita por (Poulsen, 1982 y Gupta, 1986 para determinar difusividad) y (Sweat y Haugh, 1974 para determinar conductividad), se determinaron con precisión el inicio de la congelación y el tiempo total de congelación.

La difusividad termal de la carne de llama fue determinada por un equipo especialmente armado, este consiste de un cilindro hueco de cobre de 200 mm de longitud y 27.0 mm de diámetro, con un espesor de pared igual a 1 mm. En ambos extremos tiene tapones de teflón de 26.9 mm de diámetro y 10.5 mm de espesor hacia el interior del cilindro, el diámetro del tapón hacia el exterior es de 80 mm y 10.5 mm de altura. Ambos tapones son herméticos. Uno de los tapones tiene un agujero con hilo de tornillo en el centro, por donde se introduce y se sujeta la termocupla, cuyo extremo llega al centro geométrico del cilindro, y por donde se registra la temperatura de la muestra que es colocada en el interior del cilindro, que está al interior del congelador cuya temperatura de congelación es de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Al momento de introducir el cilindro en el congelador, se comenzó a registrar la variación de la temperatura del centro del cilindro y la temperatura del congelador en función del tiempo, en el termómetro de precisión y computadora para encontrar el valor  $F_c$ , se usaron las termocuplas tipo J fueron para registrar las temperaturas en el interior de los cilindros. La conductividad termal fue determinada utilizando el

principio de la teoría de la prueba de conductividad termal o técnica de la fuente lineal de calor. Una fuente lineal de calor (sonda o alambre caliente) es introducida en una muestra que tiene una temperatura constante. La fuente lineal es entonces calentada a una tasa constante y la temperatura adyacente a la fuente lineal de calor es registrada. Un gráfico de la temperatura en función del logaritmo natural del tiempo, muestra una tendencia lineal, y la pendiente de esa recta es utilizada para calcular la conductividad termal. La fuente lineal de calor es una aguja hipodérmica de 0.0502 m de longitud, y 0.00053 m de diámetro interno, la cual tiene colocada en el centro una termocupla tipo T (cobre constantano de 0.000127 m de diámetro). Se impide el contacto entre la termocupla y la pared interior de la aguja mediante una capa de epóxido. La aguja es energizada mediante un alambre de constantano que atraviesa su longitud y es soldada a la punta. La fuente de Poder ELECTRO-TECHNIC PRODUCTS Modelo N° 9230 entrega una corriente continua de 3 a 4 V.

La aguja es colocada al interior de la muestra de carne congelada de llama, se procede a energizarla y la variación de la temperatura en función del tiempo es registrada en el sistema de adquisición de datos Novus, mediante el módulo de expansión análoga de 8 canales, en la cual se colocó la tarjeta de termocuplas. La frecuencia de lecturas fue de 30 lecturas por segundo por un lapso de tiempo de 60 segundos. La intensidad y voltaje fueron leídos en dos multímetros marcas FUJITEC modelo DT - 830B.

Con los datos obtenidos de las propiedades térmicas se construyó la curva tiempo (minutos) y logaritmo de la variación de la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ).