



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Determinación del contenido de humedad y la curva de secado en granos andinos quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la ciudad de Puno

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Física y matemática	Física aplicada	

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	<input type="radio"/>
Multidisciplinario	<input type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Carcausto Quispe Carlos Ruth Achulli Ayala Ricardo Romero Loaiza
Escuela Profesional	Ciencias Físico Matemáticas
Celular	984202249 950750083 951997737
Correo Electrónico	ccarcausto@unap.edu.pe rachulli@unap.edu.pe rromero@unap.edu.pe

- I. **Título** (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Determinación del contenido de humedad y la curva de secado en granos andinos quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la ciudad de Puno

- II. **Resumen del Proyecto de Tesis** (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)





El presente trabajo de investigación tiene como objetivo en Determinación del contenido de humedad y la curva de secado en granos andinos quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en la ciudad de Puno, la metodología a utilizar será la cinética del secado que es la capacidad de obtener la cantidad de agua en granos de quinua y cañihua en determinados tiempos, los resultados esperados nos permitirán concluir verificación de las condiciones adecuadas de contenido de humedad que permitan conservar sus propiedades organolépticas.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Humedad de grano, quinua, cañihua, curva de secado, temperatura

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

Los granos de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) se cultivan por encima de los 3800 msnm, son una fuente muy rica en proteínas. Los granos andinos una vez cosechados, se someten a una etapa de secado para reducir su contenido de humedad, esto permite prolongar el periodo de vida útil de los granos antes de su comercialización y consumo. En el procesamiento de los granos andinos además de los controles tradicionales de humedad, temperatura y tiempos de proceso, la difusividad térmica, es un parámetro importante a considerar, debido a que nos permite establecer la capacidad de la transferencia de calor en estado no estacionario en operaciones como son: el secado, extrusión, expansión y tostado. Por tal razón, su determinación permitirá incrementar la eficiencia en un proceso productivo que relacione la transferencia de calor.

La investigación de granos andinos como la quinua y cañihua tiene deficientes estudios en propiedades organolépticas y humedad. El objetivo general será la determinación de del grado de humedad en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). Un objetivo específico a una de las soluciones para la determinación de grado de humedad será la terminación de curva de secado de estos granos andinos.





- V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

Modelo matemático que permita describir la cinética de secado de pastas libres de gluten (LG) y el efecto de variables operativas (temperatura y humedad del aire) sobre la velocidad del procesos y se concluyó que las velocidades de secado obtenidas en las pastas LG fueron más altas que para pastas de trigo en iguales condiciones, lo cual puede atribuirse a la menor interacción del agua en la matriz LG (Exactas & Plata, 2016), la determinación del grado de humedad en granos de café pergamino seco utilizando speckle dinámico, y concluyó que es una alternativa promisorio para el desarrollo de un sistema de medida de humedad de grano para uso en los sitios de compra de café. (Patiño Velasco, Pencue Fierro, & Vargas Cañas, 2016), el comportamiento de un nuevo diseño del secador solar tipo tendalero túnel activo con mayor longitud de los sectores colector-secadero y empleando otros materiales para su construcción. Se muestran las curvas de secado, la variación de la velocidad de secado, el ajuste de las curvas de secado empleando los modelos matemáticos de Newton y Henderson-Pabis y se calcula el coeficiente de difusión de la humedad.(Iriarte, Bistoni, & Luque, 2013).MODELADO DE LA CINETICA DE SECADO DEL AFRECHO DE YUCA (Manihot esculenta Crantz), El modelo que mejor describe el comportamiento de la cinética de secado del afrecho fue el modelo de Wang y Singh con un R2 entre 0.9996-0.9955 y valores de los residuos MAE < 0.0213 y RMSE < 0.0006. (Salcedo, Contreras, García, & Fernández, 2016), modelo matemático que permitiera determinar las condiciones de secado del Cilantro Cimarrón (*Eryngium foetidum*) a diferentes temperaturas. La predicción del modelo de Fornell presentó mejores ajustes (valores de R2 superior a 0,99) en las curvas de secado del cilantro cimarrón. La temperatura de secado óptima fue de 50 °C debido a que mostró los mejores resultados en los parámetros estudiados (a_w y humedad de equilibrio) con menor gasto energético.(Polvo, Sequera, Farfán, & Zambrano, 2019), uso de tecnologías combinadas de secado asistidas por ultrasonidos de potencia, para la obtención de hojuelas de carambola y se concluyó que el uso de ultrasonidos de potencia permite reducir considerablemente el tiempo del proceso de deshidratado de frutos.(Cruz & López, 2018). El estudio comparativo del secado solar de productos agrícolas realizado en un prototipo de secador solar. estableciendo además las propias para el equipo y frutas utilizadas, de manera que se puede describir el comportamiento de secado a través de los parámetros básicos de tiempo y humedad.(López, García, & Soto, 2017),la cinética del secado en tres modalidades en el cual se establecieron tres modelos matemáticos en el cual concluye son adecuados en el secado de zanahorias al aire libre son más adecuados porque presenta mayor circulación de flujo.(Cari, Carcausto, Surco, & Pumacahua, 2018). El secado solar de





frutas y verduras en el estado de Quintana Roo, México. Se logró reducir en todos los casos el contenido de humedad final de los productos a valores de entre 4 y 8 %, determine que su eficiencia máxima de operación fue del 32% cuando se realizaron las pruebas de secado de papaya.(López et al., 2017)

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

El contenido de humedad y la curva de secado en granos andinos de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) permitirán mejorar su calidad

VII. Objetivo general

Determinar el contenido de humedad en granos de quinua (*Chenopodium quinoa*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*)

VIII. Objetivos específicos

Determinar la humedad y las curvas de secado de los granos de quinua y cañihua
Determinar la temperatura de secado de granos de quinua y cañihua

IX. Metodología de investigación (Describir el método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

La metodología consiste en usar granos de quinua y cañihua seleccionados, luego serán introducidos en Moisture Analyzer HC103 MERTTLER TOLEDO que nos permitirá analizar las curvas de secado de estos granos y se utilizar un modelo matemático para su respectivos ajustes.



Tabla 1. Modelos matemáticos de secado (Ertekin y Yaldiz, 2004)

Modelo	Ecuación ¹	
Newton	$MR = \exp(-kt)$	Ec. 5
Exponencial de dos términos	$MR = \exp(-kt) + 1(1 - a)\exp(-kat)$	Ec. 6
Wang y Singh	$MR = 1 + at + bt^2$	Ec. 7
Difusión aproximada	$MR = a \exp(-kt) + 1(1 - a)\exp(-kbt)$	Ec. 8
Page	$MR = \exp(-kt^n)$	Ec. 9
Page modificado	$MR = \exp(-kt)^n$	Ec. 10
Henderson y Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	Ec. 11
Henderson y Pabis modificado	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-gt) + c \exp(-ht)$	Ec. 11
Logarítmico	$MR = a \exp(-kt) + c$	Ec. 12

¹ Donde MR es la razón de humedad; t es el tiempo de secado (horas) k, a, b, c, g, h y n son constantes derivadas del ajuste al modelo

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

- Cari, M., Carcausto, F., Surco, M., & Pumacahua, A. (2018). Modelado matemático del secador solar de zanahoria (*Daucus carota*) a 2 832 m de altitud. *ÑAWPARISUN - Revista de Investigación Científica*, Vol. 1, pp. 35–42.
- Cruz, Á. De, & López, C. O. (2018). *ULTRASONIDOS DE POTENCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE CARAMBOLA (Averrhoa carambola L.)*. RESUMEN: *ABSTRACT*: 3(February 2018), 270–276.
- Exactas, C., & Plata, L. (2016). Modelado matemático del secado de pastas libres de gluten en relación a la temperatura y humedad relativa del aire. *Innotec*, 11(11), 54–58. <https://doi.org/10.26461/innotec.v1i11>
- Iriarte, A., Bistoni, S., & Luque, V. (2013). *Evaluación de un secadero solar tendalero túnel: estudio de secado de manzanas*. 17, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.coph.2014.08.006>
- López, M. J. H., García, M. T. M., & Soto, J. del Á. (2017). Implementación De Un Prototipo Didáctico Para El Secado Solar De Frutas Y Hortalizas. Estudio Comparativo Para La Determinación De Condiciones De Operación Óptimas En El Municipio De Guanajuato. *Jóvenes En La Ciencia*, 3(2), 2521–2525. Retrieved from <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2044>





- Patiño Velasco, M. M., Pencue Fierro, E. L., & Vargas Cañas, R. (2016). Determinación Del Contenido De Humedad En Granos De Café Pergamino Seco Utilizando Speckle Dinámico. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 84. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)84-91](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)84-91)
- Polvo, E. N., Sequera, E., Farfán, C., & Zambrano, W. (2019). *Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.* 103–115.
- Salcedo, J., Contreras, K., García, A., & Fernández, A. (2016). Modelo de la cinetica de secado del afrecho de yuca (Manihot esculenta Crantz). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 15(3), 883–891. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/620/62048168018.pdf>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)

Los resultados podrán contribuir en el mejor manejo de los granos andinos en su preservación, consumo nacional y exportación.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Conociendo la humedad y las curvas de secado de la quinua y cañihua permitirá mejorar la calidad en su consume, preservación y exportacion de dichos granos andinos

ii. Impactos económicos

Conociendo la humedad y las curvas de secado de la quinua y cañihua permitirá mejorar la economía y la salud pública de la de Puno.

iii. Impactos sociales

Conociendo la humedad y las curvas de secado de la quinua y cañihua se puede recomendar





para el consumo.

iv. Impactos ambientales

Conociendo la humedad y las curvas de secado de la quinua y cañihua no tiene un impacto negativo en el medio ambiente

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

El proyecto de investigación se realizará en el laboratorio de ciencias básicas de la escuela profesional de Cs. Físico Matemáticas: programa Física, se utilizará el equipo "Equipo Moisture Analyzer HC103 MERTTLER TOLEDO" para la determinación de la humedad y las curvas de secado de los granos quinua y cañihua, para el análisis de datos se realizará con la estadística descriptiva y programas estadísticos que relacionen las variables medidas.

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

el proyecto de investigación se localiza en la ciudad de Puno

XV. Cronograma de actividades

Actividad	TRIMESTRES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
selección de equipo de investigación	x											
Elaboración del plan de proyecto de Investigación	x	x	X									
Elaboración de instrumentos de Investigación			X	x								
Recolección de datos				x	x	x	x	x				
Procesamiento de datos							x	x				





Análisis de datos										X	X		
Elaboración de borrador de informe											X		
Elaboración de Informe Final												X	X
Presentación de informe final													X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Investigador	meses	140	12	1680
Asistente de campo	meses	60	12	720
pasajes a puntos de muestreo	transporte	8	40	320
alquiler de equipos de medicion	unidad	70	10	700
Material de escritorio	unidad	20	10	200
Medios de información (texto)	unidad	400	1	400
Frascos de recolección	500ml	400	1	400
internet	horas	100	1	100





Fotocopias	medida	0.1	1000	200
Papel bond	millar	9	24	216
digitador	informe	1	500	500
Impresión	unidad	0.2	1500	300
Materiales de bioseguridad	Guarda polvo	80	3	240
Material de bioseguridad	guantes caja	20	3	80
Material de bioseguridad	Barbijos caja	40	3	80
material de ioseguridad	gorras caja	20	3	60
Material de bioseguridad	pares botas	50	3	150
TOTAL				6370

