



ANEXO 1

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

1. Título del proyecto

Modelo predictivo para la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el departamento de Puno.

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Manejo agronómico de cultivo	Manejo agronómico de cultivo	Ciencias agrícolas

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

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

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Edgar Gallegos Rojas
Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial
Celular	971457987
Correo Electrónico	edgallegosr@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Dewes Ramos Alata
Escuela Profesional	Ingeniería Agronómica
Celular	950000012
Correo Electrónico	dewesramos@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	Pablo Antonio Beltrán Barriga
Escuela Profesional	Ingeniería Agronómica
Celular	954686312
Correo Electrónico	pbeltran@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)



Modelo predictivo para la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el departamento 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 estudio tiene por objetivo a) modelar la función de producción para la predicción del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) tomando en cuenta el efecto de la temperatura, precipitación, superficie cosechada de temporal, en el periodo 2008 al año 2017 en el departamento de Puno y b) determinar la relación entre la producción de quinua con las variables agroclimáticas (temperatura media y precipitación pluvial), la superficie de cultivo, en la producción de quinua del departamento de Puno. El estudio se realizará en el Departamento de Puno, la metodología a utilizar será la función de producción. Para tal efecto, se empleará registros de producción de quinua durante el periodo 2008 al 2017 obtenidos del MINAGRI, y registros de datos meteorológicos del SENHAMI. La muestra a utilizar será de 100 unidades experimentales en la producción de quinua del departamento de Puno. Se realizó una revisión bibliográfica relevante al tema para los objetivos de investigación, y fueron la producción de quinua en el Perú, Modelamiento de funciones de producción, bases de datos de instituciones gubernamentales, de forma que se obtuvieran una comprensión clara para poder alcanzar los objetivos que ha propuesto.

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

modelamiento, factores agroclimáticos, producción de quinua, predicción.

- 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)

La quinua es uno de los principales cultivos andinos producidos y consumidos por los habitantes del altiplano del Perú, que ha demostrado ser una actividad económica de relevancia como generadora de riqueza, y desempeña un papel importante en el sector agrícola del país (MINAGRI, 2017). Sin embargo, la producción de quinua ha manifestado su evidente sensibilidad a las condiciones agroclimáticas (temperatura, precipitación, etc.), debido a que por un lado, las áreas de cultivo de quinua presenta suelos muy heterogéneos que no responden de la misma forma antes presencia de fenómenos meteorológicos (heladas, granizadas, veranillos, sequías, etc.), y por otro lado, las características particulares de los estados fenológicos de la quinua; determinan en gran medida su productividad, en función del clima predominante en los ecosistemas donde se estén desarrollando.

El Perú está considerado como el principal productor de quinua, seguido de Bolivia con una producción aproximada de 78 mil toneladas métricas (MINAGRI, 2017), que sitúa al país como el primer productor mundial de quinua; destacando como una de las principales actividades del sector agrícola nacional en captación de divisas, enfatizando los enormes servicios que ofrece al ecosistema y a la productividad agrícola.

En los últimos años, la puesta en vitrina mundial de este antiguo grano andino y la elevada presión de su demanda, permitió la mejora de sus precios y el incentivo para sembrar mayores áreas de quinua en especial en ciertas regiones de la costa donde antes no se había producido; tales como Arequipa (parte costa), Lambayeque, La Libertad, Tacna, Lima



e Ica. Asimismo, se amplió y consolidó su producción en regiones serranas como Ayacucho, Junín y Huánuco (MINAGRI, 2017).

En cuanto a Puno, primera región productora a nivel nacional también se ha expandido su cultivo, aunque en niveles moderados, pero le han permitido mantener su supremacía productora (INEI, 2012). El departamento de Puno tiene condiciones favorables para la producción de quinua, debido a sus características agroclimáticas. En los últimos años ha experimentado un crecimiento exponencial de la producción y exportación de quinua, superando a cualquier otro país. La quinua en el Perú cuenta con ventajas comparativas que otros países no poseen, por ejemplo, se cultiva y cosecha en la costa, a nivel del mar, lo que amplía la frontera agrícola para este cultivo ancestral. La quinua peruana a nivel nacional presenta una estacionalidad variable; siendo su producción estacional, el cual es determinado por las épocas de lluvia; la siembra se inicia en los meses de setiembre, octubre y noviembre y prolongándose en casos excepcionales hasta los primeros días de diciembre.

En este trabajo de investigación se propone un modelo explicativo de la producción de quinua, en función de variables agroclimáticas incontrolables por el hombre, y de otras donde puede ejercer cierto control, para de esa manera contar con una herramienta de análisis que permita conocer, las posibilidades productivas para desarrollar la producción de quinua en otras regiones del país, y así los productores de quinua de Puno puedan realizar compromisos de venta con un grado mayor de certidumbre.

Planteamiento del problema

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un cultivo propio de la región alto andina del Perú y Bolivia, siendo uno de las principales especies de consumo del poblador por su alto valor nutricional. El departamento de Puno contribuye con 77 mil toneladas anuales, lo que representa 70.2 % del total que se produce a nivel nacional (INEI, 2012; MINAGRI, 2017).

Es importante destacar que, desde 1978, entre los primeros trabajos de investigación que se hicieron en nuestro país sobre el cultivo de quinua, se incluyeron los relativos a la producción de granos y biomasa en condiciones de secano en el altiplano de Puno (Tapia et al., 1980).

Por otra parte, cabe destacar la importancia que reviste el análisis bioeconómico como herramienta para la predicción, optimación y establecimiento de directrices en la investigación agropecuaria. No obstante, existen pocos trabajos relacionados con este tema en la producción de quinua.

Uno de los recientes trabajos sobre modelos bioeconómicos aplicados en la producción de quinua en Perú fue el realizado por Ramirez y Avila (2013). Dicho trabajo, constituye el único antecedente de análisis bioeconómico en esta especie. Sin embargo, en esta investigación se ha asumido muchos supuestos en la realidad no necesariamente se cumplen, Metodologías más robustas tales como funciones no lineales permitirían tomar en cuenta los factores adicionales para un mejor ajuste.

Tomando en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores, en el presente estudio se identifican, como problemas de investigación:

1.1. Pregunta General

¿Es factible la modelación predictiva del cultivo de quinua por medio de la función de producción, basada en el efecto de la temperatura, precipitación, en el periodo 2008 al año 2017 del departamento de Puno?

1.1. Preguntas Especificas

- ¿Con que precisión la variable precipitación, influirá directamente sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno?
- ¿Con que precisión la variable temperatura promedio anual, influirá directamente sobre la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno?

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)

En el Perú las zonas montañosas de los andes ocupan cerca de la tercera parte del territorio nacional, asimismo gran parte del territorio del departamento de Puno se distingue por estas características, en donde la disponibilidad de agua es estacional constituyendo un factor



limitante para la realización de actividades agrícolas de riego, y en los últimos años, la producción de quinua ha demostrado ser una actividad rentable para la región, dado que algunas de sus ventajas en zonas con tales ecosistemas son; en primer lugar, su mayor resistencia a las heladas, menor consumo de agua, generando un impacto ecológico positivo y en segundo lugar, la producción de quinua con características bromatológicas diferenciadas, propias de climas de la zona alto andina (IICA, 2015).

Diversos autores han demostrado la evidente relación que existe, entre los cambios del clima, con el comportamiento tanto de animales, como de plantas, y su respuesta se ha observado en función de las características fenológicas de cada especie (Hegland et al., 2009; Parmesan, 2006; Parmesan y Yohe, 2003; Root et al., 2005), razón por la cual, se han realizado trabajos de investigación enfocados a analizar, como tales cambios han incidido sobre la generación de riqueza, producto de la explotación de recursos naturales consistentes en seres vivos; como animales y plantas, adaptando funciones de producción al análisis de los rendimientos, no solo en función del capital y el trabajo invertidos, sino también en función de las variaciones del clima (Mjelde et al., 1998; Seo et al., 2005; Turvey, 1999, 2001).

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

Es factible llevar a cabo la modelación predictiva del cultivo de quinua haciendo uso de la función de producción, se utiliza como modelo predictivo en la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno

- La variable precipitación, influirá directamente sobre la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno.
- La variable temperatura promedio anual, influirá directamente sobre la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno.
-

VII. Objetivo general

Estimar la función de producción, como modelo predictivo en producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno

VIII. Objetivos específicos

Determinar la influencia que tiene la variable precipitación sobre la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno.

Evaluar la influencia que tiene la variable temperatura promedio anual sobre la producción de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), en el departamento de Puno.

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) 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)

El presente estudio se realizará en el Departamento de Puno que cuenta con una superficie de 71,999 km², que representa el 6% del territorio nacional. Limita por el norte con la región Madre de Dios, por el este con la República de Bolivia, por el sur con la región Tacna y la República de Bolivia y por el oeste con las regiones de Moquegua, Arequipa y Cusco, se ubica entre los 13°00'00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; La región esta subdividida en 13 provincias y 109



distritos, distribuidos de la siguiente manera: Puno 15 distritos, Azángaro 15, Carabaya 10, Chucuito 7, El Collao 5, Huancané 8, Lampa 10, Melgar 9, Moho 4, San Antonio de Putina 5, San Román 4, Sandía 10 y Yunguyo 7. En general el clima de Puno varía entre frío y cálido. En las orillas del lago Titicaca y en los valles formados por sus afluentes hasta los 4 000 m.s.n.m. es frío, aunque, atemperado por la influencia del lago; a mayores alturas es muy frío y glacial; por otro lado, en la selva el clima es cálido con precipitaciones pluviales y temperaturas muy superiores a las de la sierra. La temperatura promedio máxima es de 22°C y la mínima de 1,4°C. Las precipitaciones pluviales en el altiplano obedecen a una periodicidad anual de cuatro meses (diciembre a marzo); sin embargo, esta periodicidad, a pesar de determinar las campañas agrícolas, puede variar según las características pluviales del año, originando inundaciones o sequías, así como la presencia de heladas y granizadas (INEI, 2012).

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

1. Bazile, D., Bertero, H. D., Nieto, C. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia). Página 59.
2. Cochran, W.G. (1977). *Sampling Techniques* (3rd ed.): Wiley.
3. GBD Network (2015). *Perspectivas 2015 y Balance 2014: Económico – Sectorial*. Lima, Perú: informe N° LXXXIII, enero 2015
4. Hegland, S.J., Nielsen, A., Lázaro, A., Bjerknes, A.-L., Totland, Ø. (2009). How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters*, **12(2)**, 184-195.
5. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. (1a ed.). Lima, Peru. 172 p.
6. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2012). *Encuesta Nacional de Hogares sobre condiciones de vida y pobreza 2006* [Internet]. Lima: INEI; 2012 [recuperado el 15 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://webinei.inei.gob.pe/anda/Nesstar/enaho2006/survey0/index.html>
7. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2017). *La Quinua: producción y comercio del Perú*. Boletín Perfil Técnico 2017-2. Lima, Perú, MINAGRI-DGPA. 8 p.
8. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2015a). *Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015*. Lima, Perú: Estudio Técnico N° 01-2015
9. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (2015b). *El avance de las siembras al mes de marzo 2015 se ha dado en las regiones de Puno, Ayacucho, Junín, en menor escala Arequipa, Cusco, Apurímac y La Libertad*. Lima, Perú: Estudio Técnico N°1-2015
10. Muñoz, J.M. (2013). *Año Internacional de la Quinua*. Lima, Perú: primera edición.
11. Mjelde, J.W., Hill, H. S.J., Griffiths, J.F. (1998). A Review of Current Evidence on Climate Forecasts and Their Economic Effects in Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, **80(5)**, 1089-1095.
12. Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **37**, 637-669.
13. Parmesan, C., Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, **421(6918)**, 37-42.
14. Ramirez, C., Avila L. 2013. Modelo para medir la rentabilidad de los cereales alto andinos en el departamento de puno caso quinua. *Revista de Investigación Altoandina*. **15**, 187 - 199.
15. Romero, A.C., Muñoz, C.J. (2015). *Quinua Peruana Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015*. Lima, Perú: Primera Edición – 2015.
16. Root, T.L., MacMynowski, D. P., Mastrandrea, M. D., & Schneider, S. H. (2005). Human-modified temperatures induce species changes: Joint attribution. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **102(21)**, 7465-7469.
17. Sánchez, F.B. (2013). *Factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua*. Recuperado en noviembre 30, 2015, de <http://www.sierraexportadora.gob.pe>
18. Scheaffer, R.L., Mendenhall, W., Ott, R.L., Gerow, K.G. (2011). *Elementary Survey Sampling* (7th ed.). Boston, USA: Cengage Learning, Inc.



19. Seo, S.-N.N., Mendelsohn, R., Munasinghe, M. (2005). Climate change and agriculture in Sri Lanka: a Ricardian valuation. *Environment and Development Economics*, **10(05)**, 581-596.
20. Sierra Exportadora (2013). Factibilidad de inversión privada para la instalación de un semillero de quinua. Recuperado en noviembre 30, 2015, de <http://www.sierraexportadora.gob.pe>
21. Tapia, M.E., Mujica, A., Canahua, A. (1980). Origin, geographic distribution and production system of quinoa (*Chenopodium quinoa*). Publicación-Universidad Nacional Técnica del Altiplano (Peru).
22. Turvey, C.G. (1999). Weather Insurance, Crop Production And Specific Event Risk (pp. 23). Guelph, Canadá: University of Guelph, Department of Food, Agricultural and Resource Economics.
23. Turvey, C. G. (2001). Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture. *Review of Agricultural Economics*, **23(2)**, 333-351.

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

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

El presente trabajo de investigación motivara a los productores de la quinua en el departamento de Puno tomar en consideración los aspectos agroclimáticos como temperatura y precipitación a través de un modelamiento de la producción.

ii. Impactos económicos

Los factores agroclimáticos como la temperatura y precipitación sobre la producción de quinua afectan significativamente en la economía y si controlamos los factores seguramente la economía del productor correrá menos riesgo en la producción de quinua. Por parte del productor.

iii. Impactos sociales

Este proyecto tendrá un alto impacto social debido a los beneficios del modelamiento que se obtendrán en el presenté trabajo de investigación, beneficiándose los productores de quinua en el departamento de Puno.

iv. Impactos ambientales

Este tipo de tecnología es posible evitar sobre la producción y productividad de la quinua en el ambiente ni en la sustentabilidad de los sistemas productivos, al contrario, esto favorecerá a los productores de ovinos al considerar su metodología no invasiva y sin daños a los animales.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso)



relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

<p>Materiales de campo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de datos MINAGRI - Recopilación de datos SENHAMI - Internet <p>Materiales de gabinete</p> <ul style="list-style-type: none"> - Laptop - Impresora - Internet - Calculadora - Hojas de papel bond - Lápiz - Bolígrafo - Libreta decampo
--

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

Se realizará en el departamento de Puno. Por tanto, es conveniente señalar que las 13 provincias que conforman, solo se toman en cuenta 10 provincias dedicadas a la producción de quinua.
Se tomarán las observaciones de las campañas agrícolas registradas en la base de datos de MINAGRI y SENAMHI, de las variables independientes y dependientes de las 10 provincias del departamento de Puno, durante 10 años consecutivos, es decir desde el año 2008 al 2017.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Elaboración de proyecto	X												
Presentación de proyecto	X												
Búsqueda de información	X	X											
Trabajo de campo			X	X									
Acceso a campo				X	X	X							
Fase analítica							X	X	X				
Fase informativa										X	X	X	
Redacción informe final													X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Material y equipos				
Adquisición de datos MINAGRI	Unidad/año	100.00	10	1000.00
Adquisición de datos SENHAMI	Unidad/año	100.00	10	1000.00
Uso de internet	Unidad/mes	120.00/80mb	4	480.00
GPS	Unidad/mes alquiler	160	2	320.00



Materiales de escritorio				
Laptop	Unidad/mes	150	03	450.00
Impresora	Unidad/mes	100	01	100.00
Memoria USB	Unidad	70	01	50.00
Calculadora	Unidad	170	01	170.00
Hojas de papel bond	Paquetes	17.00	04	68.00
lápiz	Unidad	5	04	20.00
Bolígrafo	Unidad	5	04	20.00
Libreta de campo	Unidad	18.00	02	36.00
Fotocopias	Unidad/	0.20	450	90.00
Imprevistos	Unidad	800.00	800	700.00
COSTO TOTAL			s/.	4504.00