




ORIGINAL

De la investigación de moléculas fito-bioactivas a la producción industrial, el eslabón faltante es el potencial productivo

From the research of phyto-bioactive molecules to industrial production, the missing link is the productive potential

Genovevo Ramírez Jaramillo¹, David A. Betancur Ancona², Luis A. Chel Guerrero²,
Arturo F. Castellanos Ruelas²*

¹Centro de Investigación Regional del Sureste. INIFAP. SADER. Calle 15, Av. Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, Mérida, Yuc. CP. 97130. México.

²Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico de Mérida Lic. Manuel Berzunza 13615, Chuburná de Hidalgo. Mérida, Yuc, C.P. 97203. México.

*Autor para correspondencia.

Arturo F. Castellanos Ruelas Apartado postal 82. Cordemex, Yuc. México C.P. 97302. México. Email: cruelas@correo.uady.mx Telf. +52.999.9460989.

Recibido: 2 noviembre 2022. Aceptado 24 noviembre 2022.

Cómo citar este artículo:

Ramírez-Jaramillo G, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Castellanos-Ruelas AF. De la investigación de moléculas bioactivas a la producción industrial, el eslabón faltante es el potencial productivo. JONNPR. 2022;7(3):nnn-nn.DOI: 10.19230/jonnpr.4932.

How to cite this paper:

Ramírez-Jaramillo G, Betancur-Ancona DA, Chel-Guerrero LA, Castellanos-Ruelas AF. *From the research of phyto-bioactive molecules to industrial production, the missing link is the productive potential*. JONNPR. 2022;7(3):nnn-nn.DOI: 10.19230/jonnpr.4932.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

Resumen

Objetivo: Estimar el área agronómica susceptible al cultivo de *V. unguiculata* en el territorio mexicano para apoyar el establecimiento de una futura agroindustria orientada en la obtención de hidrolizados proteínicos con bioactividad obtenidos de la misma *V. unguiculata*.

Método: Para la determinación de áreas con aptitud agroclimática se consideraron tres aspectos fundamentales que son los siguientes: determinación de los requerimientos agroecológicos; obtención de información espacial y finalmente el procesamiento de los datos. Para esto último se utilizó el software QGIS 3.6.0 Noosa de licencia libre.

Resultados: Con base en lo planteado con el procesamiento de datos se observó que en la mayor parte del país se tienen condiciones óptimas de suelo, altitudes y horas luz por año, no así en el caso de la temperatura media anual y la precipitación media anual que están más localizadas en las áreas tropicales y subtropicales del país.

Conclusiones: Se detectaron más de trece millones de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con *V. unguiculata* en México. El cultivo en una fracción de esta enorme extensión, puede aportar materia prima para la obtención de hidrolizados proteínicos con bioactividad requeridos por una futura actividad industria.

Palabras clave: *Leguminosas tropicales, bioactividad, aptitud agroclimática*

Abstract

Objective: Estimate the agronomic area susceptible to the cultivation of *V. unguiculata* in the Mexican territory to support the establishment of a future agroindustry oriented towards obtaining protein hydrolysates with bioactivity obtained from *V. unguiculata*.

Methods: For the determination of areas with agroclimatic aptitude, three fundamental aspects were considered, which are the following: determination of the agroecological requirements; obtaining spatial information and finally data processing. For the latter, the free license QGIS 3.6.0 Noosa software was used.

Results-Discussion: Based on what was found with the data processing, it is clear that most areas of the country have optimal soil conditions, altitudes and hours of light per year; but this is not the case of the average annual temperature and the average annual rainfall required to cultivate *Vigna*; this areas are localized in the tropical and subtropical areas of the country.

Conclusions: More than thirteen million hectares susceptible to being cultivated with **V. unguiculata** where detected in Mexico. Cultivation in a fraction of this enormous extension could provide raw material to obtain protein hydrolysates with bioactivity required for a future industrial activity.

Keywords: *Tropical legumes, bioactivity, agroclimatic conditions*

Introducción

La desnutrición y el sedentarismo son las principales causas de la incidencia de enfermedades tales como la diabetes, hipertensión, hipercolesterolemia, etc. El envejecimiento por otra parte está asociado con la presencia de radicales libres que requieren de sustancias antioxidantes para su control ⁽¹⁾. La farmacología aporta soluciones a estas graves enfermedades. Empleando productos naturales, una nueva opción es el uso de hidrolizados proteínicos con bioactividad (HPB) ⁽²⁾ (antihipertensiva, antimicrobiana, anticolesterolemia, antioxidante, etc). El suministro de los HPB en la alimentación puede coadyuvar a prevenir, retrasar o atenuar la presencia de enfermedades anteriormente mencionadas.

Las materias primas de elección para obtener estos HPB son la caseína, el huevo, ciertos pescados y vegetales como la soya ⁽²⁾. Otras especies vegetales menos conocidas han demostrado ser un nuevo recurso para obtener esos hidrolizados. Tal es el caso de la chia ^(3,4). Menos conocidas son el Mata Ratón (*Jathropa curcas*) ⁽⁵⁾, el frijol lima (*Phaseolus lunatus*) ^(6,7), el Caupí (*Vigna unguiculata*) ⁽⁸⁾. Existen muchos otros recursos vegetales como por ejemplo la plantas que crecen en la zona desértica del norte de México ⁽⁹⁾. Para que la industria de la transformación pudiera interesarse en obtener estos HPB de origen vegetal, requieren de la certeza de disponer de grandes cantidades de materia prima, para poder alimentar una nueva industria. Tomando por ejemplo el Caupí o x'pelón como se le llama en Yucatán (*Vigna unguiculata*), se le ha encontrado en nuestro laboratorio, actividad antihipertensiva y antioxidante ^(10, 11, 12, 13). El inconveniente actual es que, en el año de 2019 se

cosecharon en México solamente 298 hectáreas (has) a razón de 3.4 toneladas (tons) por hectárea de producto en vaina⁽¹⁴⁾ equivalente aproximadamente a 0.5 tons/ha, de frijol seco. Esto representa una cosecha nacional de 149 tons. Sin duda esta cantidad es apenas suficiente para su venta directa a un mercado alimenticio muy limitado, pero es insuficiente para los requerimientos de una industria en expansión.

Por lo tanto, es necesario investigar la posibilidad de extender el área de siembra, sin embargo, se desconoce el potencial productivo agronómico de esta leguminosa en México; con este conocimiento se podría recomendar la siembra del Caupí. Lo mismo aplicaría para poder planear el establecimiento de una agroindustria beneficiaria de cualquier otro cultivo que resulte promisorio para obtener HPB. Tomando el caso del Caupí como ejemplo, el objetivo de este trabajo fue estimar el área agronómica susceptible al cultivo de *V. unguiculata* en el territorio mexicano para apoyar el establecimiento de una futura agroindustria orientada en la obtención de HPB.

Métodos

Para la determinación de áreas con aptitud agroclimática se consideraron tres aspectos fundamentales que son los siguientes:

Determinación de los requerimientos agroecológicos

La información agroecológica fue integrada en base a diferentes fuentes bibliográficas^(14, 15, 16). Por otro lado, también se tomó en consideración la experiencia de algunos expertos en el cultivo.

Obtención de información espacial

La información edáfica, fue tomada de la base de Referencia Mundial del Recurso Suelo, conocida por sus siglas en inglés como WRB, en formato vectorial. Los datos climáticos se tomaron de la base de WorldClim versión 2.0, específicamente temperatura y precipitación promedio durante el ciclo del cultivo. El Modelo Digital de Elevación (MDE), se obtuvo del Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía (INEGI), en formato raster con una resolución de 500 m². El mapa de pendiente, cuerpos de agua, manglar, áreas urbanas y rurales de México, así como áreas naturales protegidas, fueron recuperadas del Geoportal del sistema nacional de información para la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), a resolución de 1:1000000, en formato vectorial.

Procesamiento de datos

Se entiende por álgebra de mapas al conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato raster, y/o vectorial, nos permiten obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Para este caso, los procedimientos que se aplicaron sobre la información geográfica en formato vectorial consistieron básicamente en clasificar los atributos climáticos y edáficos en los rangos agroecológicos establecidos para las condiciones de temporal. Los datos vectoriales son entidades asociadas a cada atributo, y tienen sus propias características espaciales, y la geometría que definen a cada atributo sirve por sí sola para llevar a cabo numerosos algunos geoprosesos como cortes e intersecciones. Estas operaciones geométricas sobre datos vectoriales consistieron en interceptar las capas edáficas y climáticas, para posteriormente eliminar las áreas que correspondían a manglar, áreas protegidas, y asentamientos urbanos y rurales. Todo el procesamiento y reclasificación de la información se realizó en el software QGIS 3.6.0 Noosa de licencia libre.

Resultados y Discusión

El crecimiento, desarrollo y producción de *V. unguiculata* están estrechamente relacionados con las condiciones de clima y suelo de la zona donde se cultiva. Los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo durante su periodo vegetativo como: la época de floración, brotes, fructificación y cosecha están regulados por los factores medioambientales. Los resultados se muestran en el Tabla 1, con las variables consideradas y sus condiciones para el desarrollo del cultivo.

Tabla 1. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de *Vigna unguiculata* (L.)

Criterio	Óptima	Subóptima	No apta
Temp. media anual. (°C).	25-30	18-24 30-35	Menor de 18 Mayor de 35.
Altitud (msnm)	0-1500	1500-2000	Mayor 2000
Suelo (tipos)	Fluvisoles, regosoles Luvisoles, Nitisoles Andosoles, Phaeozem Castañozems	Cambisoles	Solonchak's, Leptosoles, Vertisoles. Gleysoles Arenosoles. Calcisoles
Textura	Mediana	Ligera	Pesada
Profundidad (m)	Mayor de 1	De 1.0 a 0.5	> de 0.50
pH	5.5 a 6.5	5.0 a 5.4 6.5 a 7.5	< de 5.0 > de 7.5
Horas luz anual	Mayor de 3000	2500-3000	Menor de 2500
Drenaje	Bueno	Medio	Deficiente

Respecto a los criterios para la zonificación de la aptitud agroclimática para *V. unguiculata* bajo condiciones de temporal, se clasificaron como zonas de alto potencial (ZAP) y zonas de mediano potencial (ZMP) (Figura 1).

Las ZAP son aquellas en donde interaccionan todas las variables agroclimáticas en su condición óptima para que el cultivo se desarrolle en condiciones competitivas, en el mapa se observan de color verde. Las ZMP son aquellas en donde alguna de las variables agroclimáticas presenta alguna condición subóptima o no apta para que el cultivo se desarrolle con las menores limitantes posibles, están señaladas en el mapa con color anaranjado. Con base en lo planteado con el procesamiento de datos se observó que en la mayor parte del país se tienen condiciones óptimas de suelo, altitudes y horas luz por año, no así en el caso de la temperatura media anual y la precipitación media anual que están más localizadas en las áreas tropicales y subtropicales del país.

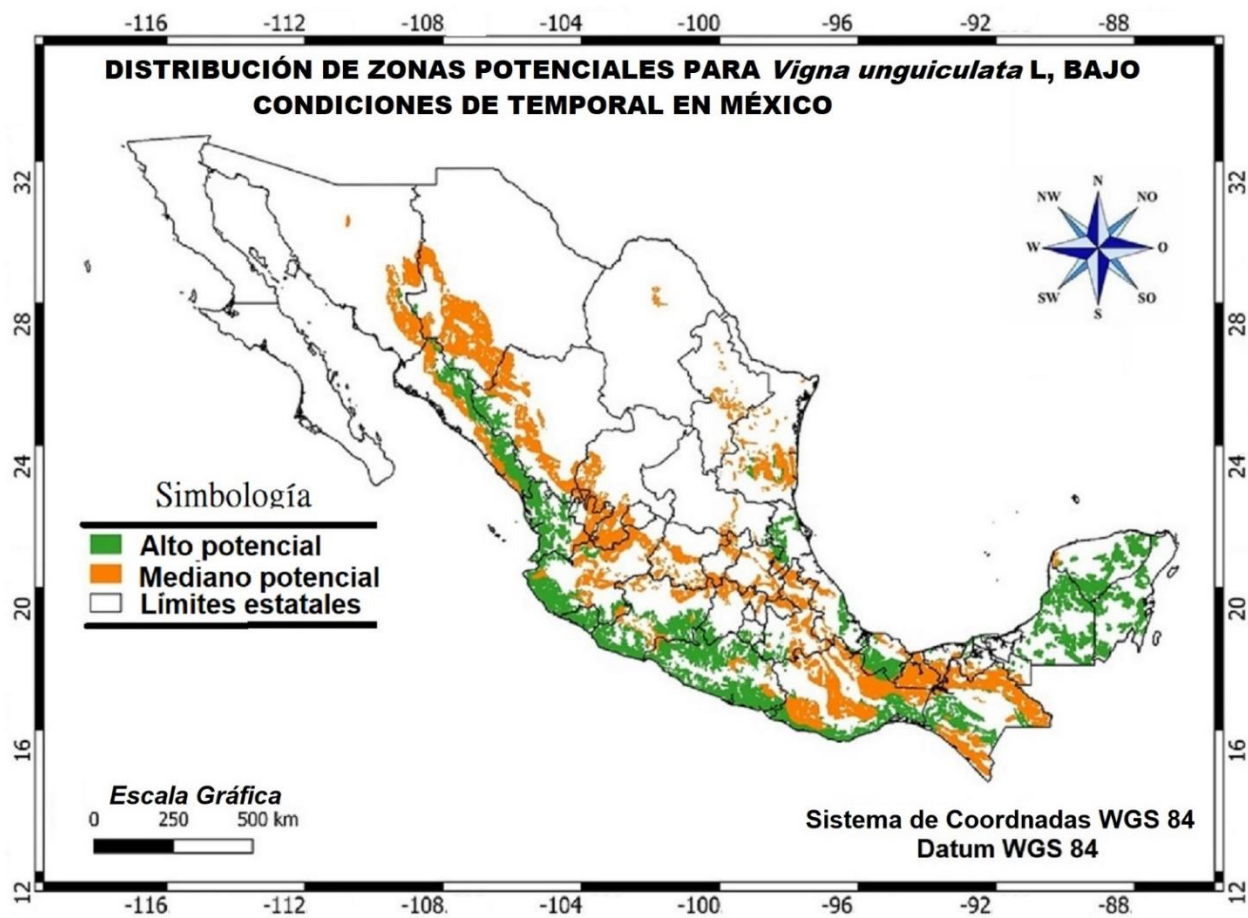


Figura 1. Distribución de las zonas de alto y mediano potencial para producir *V. unguiculata* L. bajo condiciones de temporal en México.

Existen muy pocos estudios sobre zonificación de la aptitud agroclimática para el desarrollo productivo de *V. unguiculata*. Con la metodología utilizada se determinaron que existen más de 13 millones de hectáreas de alto potencial bajo condiciones de temporal distribuidas en 25 entidades. Entre los estados que sobresalen por su superficie en hectáreas de alto potencial se tiene a Guerrero, seguido de Campeche, Michoacán, Jalisco, Sinaloa, Nayarit, Veracruz, Yucatán y Quintana Roo entre los más importantes (Figura 2).

Basados en los datos anteriores, el cálculo arrojó que existen más de 13 millones de hectáreas, de alto potencial productivo para *V. unguiculada* en condiciones de temporal. Un número similar se encontró como áreas de potencial productivo medio. Esta información es alentadora para establecer las bases de la creación de una industria basada en este caso, en el cultivo del Caupí con la finalidad de obtener HPB. La cadena productiva se va completando: producción agronómica-obtención de hidrolizados patentados-industrialización-comercialización. Muchas especies vegetales promisorias para la obtención de HPB actualmente soslayadas como resultados no positivos, pudieran adquirir más relevancia asegurando su productividad transformándose en el inicio de una historia de éxito mediante estudios similares al presente. Al poder garantizar cosechas abundantes se nutrirá la agroindustria con fines nutraceúticos ⁽¹⁸⁾.

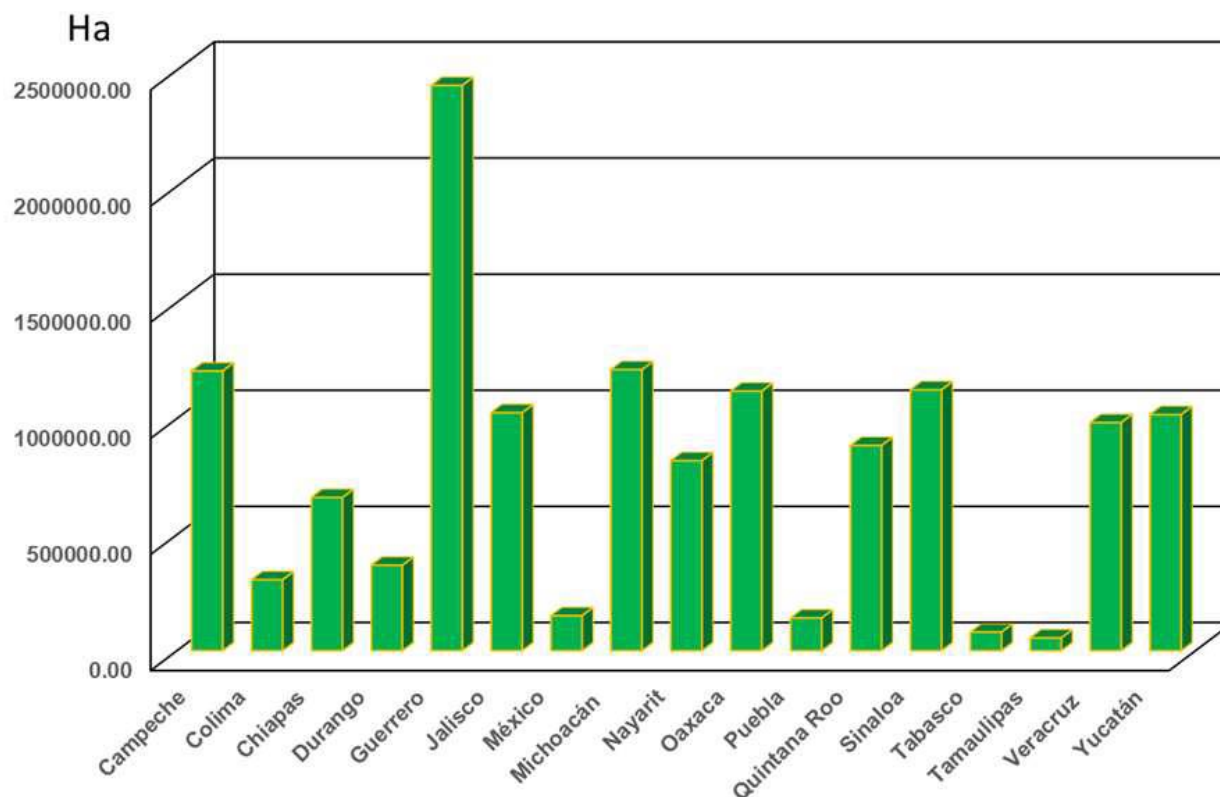


Figura 2. Superficies Potenciales en Hectáreas para producir *Vigna unguiculata* L, bajo condiciones de temporal en México.

Conclusiones

Se detectaron más de trece millones de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con *V. unguiculata* en México. El cultivo en una fracción de esta enorme extensión, puede aportar materia prima para la obtención de hidrolizados proteínicos requeridos por una futura actividad industrial. La literatura internacional da cuenta de múltiples recursos de origen vegetal a partir de los cuales se pueden obtener HPB. Pero se hace necesario conocer con certeza que esos recursos se pueden obtener en abundancia como para ser el eje del establecimiento de una agroindustria exitosa. De esta manera un resultado sobre bioactividad obtenido en el laboratorio, aunado al conocimiento del potencial productivo del recurso vegetal, convertirá dicho dato aislado y negativo, en un resultado positivo.

Declaración de Autoría

- GRJ diseño del trabajo, recogida de datos y su análisis.
- DBA. y LCG. La escritura del artículo y su revisión crítica con importantes contribuciones intelectuales. Búsqueda de financiamiento.
- ACR. Interpretación de datos. Gestión de la publicación. La aprobación de la versión final para su publicación.

Conflicto de interés

Ninguno.

Referencias

1. Vertuani S, Augusti A, Manfredini S. The antioxidants and proantioxidants network, and overview. *Current Pharmaceutical Desing.* 2004; 10:1677-1694.
2. Iwaniak A, Minkiewicz P. Proteins as a source of physiologically and functionally active peptides. *Acta Scientiarum Polonorum Tech Aliment.* 2007; 6(3):5-15.
3. Segura CM, Salazar I, Chel GLA, Betancur ADA. Biological potential of chia (*Salvia hispanica* L.) protein hydrolysates and their incorporation into functional foods. *LWT - Food Sci and Tech.* 2013;50(2):723-731.
4. Sosa CI, Espinosa MA, Chel GLA, Laviada M, Betancur ADA. Postprandial glycaemic effect of a peptide fraction of *Salvia Hispanica* in Patients with Insulin Resistance. *J. Biologically Act. Prod. Nat.* 2021; 11. On Line.
5. Gallegos T, Torres FC, Martínez AL, Solorza FJM, Alaiz J, Girón C, Vioque J. Antioxidant and chelating activity of *Jatropha curcas* L. protein hydrolysates. *J. Sci. Food Agric.* 2011;(91):1618–1624.
6. Chel GLA, Domínguez MM, Martínez AA, Dávila OG, Betancur AD. Lima bean (*Phaseolus lunatus*) protein hydrolysates with ACE-I inhibitory activity. *Food and Nutrition Sciences*, 2012;3:511-521
7. Torruco UJ, Chel GLA, Martínez AA, Dávila OG, Betancur ADA. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory and antioxidant activities of protein hydrolysates from *Phaseolus lunatus* and *Phaseolus vulgaris* seeds. *LWT - Food Sci and Tech.* 2009;(42):1597-1604.
8. Chel GLA, Maldonado HM, Burgos PA, Castellanos RAF, Betancur ADA. Functional and some nutritional properties of an isoelectric protein isolate from Mexican cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *J. of Food and Nutr. Res.* 2011; 50(4): 210–220.
9. Heredia C *et al* (twelve authors). Perfil fitoquímico, actividad antimicrobiana y antioxidante de extractos de *Gnaphalium oxyphyllum* y *Euphorbia maculata* nativas de Sonora, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2022;13(4):928-942.
10. Segura CM, Chel GL, Betancur ADA. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory and antioxidant activities of peptide fractions extracted by ultrafiltration of cowpea *Vigna unguiculata* hydrolysates. *J. Sci. Food Agric.* 2010; 90:2512-2518.
11. Segura CM, Chel GD, Betancur ADA, Hernández EV. Bioavailability of bioactive peptides. *Food Rev. Int.* 2011; 27(3):213-226.
12. Segura CM, Chel GLA, Betancur ADA. *Vigna unguiculata* as source of angiotensin-I converting enzyme inhibitory and antioxidant peptides. *Bioactive Food Peptides in Health and Disease*. 1a Edición. London UK. B. Ed Intech Open. 2013.
13. Segura CM, Ruiz RJ, Chel GL, Betancur ADA. Antioxidant activity of *Vigna unguiculata* L. walp and hard-to-cook *Phaseolus vulgaris* L. protein hydrolysates, CyTA – *J. of Food*, 2013; 11(3): 208-215.
14. SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Consultado el 24 de sept de 2022. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
15. Enciso GCR. *et al.* 2019. Cultivo de Poroto. Guía Técnica. Proyecto Paquetes Tecnológicos. JICA-Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.
16. FAO. ECOCROP. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Version 1.0. AGLS. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). 2018. Rome, Italy.
17. Saldariaga GMA. Tesis para obtener el título d Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Piura. Perú.
18. Espinoza GL. Chel GLA, Gallegos TS, Castellanos RAF, Betancur ADA. Modificación enzimática del concentrado proteínico de *Vigna unguiculata* para su incorporación en un alimento para régimen especial. En: *Propiedades Funcionales de Hoy*. OmniaScience ed. Ramírez OME. (ed). Barcelona, España. 2016.