

Conference Paper

# Utilization of Guarango (*Caesalpinia spinosa*) in the Province of Loja

## “Aprovechamiento del Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la Provincia de Loja”

H Cedeño\*, A Soto, and O Malagón

Dpto. de Química Facultad de Ciencias Exactas, UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA (UTPL), Loja, Ecuador.

IX CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN DE LA RED  
ECUATORIANA DE  
UNIVERSIDADES Y  
ESCUELAS POLITÉCNICAS Y  
IX CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
CIENCIA TECNOLOGÍA  
EMPRENDIMIENTO E  
INNOVACIÓN  
SECTEI-ESPOCH 2022

Corresponding Author: H  
Cedeño; email:  
hpcedeno@utpl.edu.ec

Published: 9 November 2023

Production and Hosting by  
Knowledge E

© Cedeño et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

### Abstract

Guarango (*Caesalpinia spinosa*) was studied in different parts of Loja province, mainly Loja, Catamayo, Gonzanamá, and Paltas, to use this species in the food and chemical industries because many studies in our country show that this species is not correctly used. It started with studies of the yields according to the place and time of recollection, after which the correct treatment was found, like the kind of grinding to optimize the handling of the sample, the chemical determination (tannins) in the pod, and its bromatological characteristics (moisture, fat, and protein). The chemical determination of tannins was done through titration of a macerated pod using carmine indigo and  $\text{KMnO}_4$  to 0,1 N, while bromatological determination with moisture, fat, and protein was applied using the standard methods of AOAC 7003, AOAC 7.056 y AOAC 47.021, respectively.

In these results, it was found that there is little variability in experiments of percent of integument, endosperm, and germ, while in experiments of moisture, the amount of pod and seeds had significant differences. In addition, the percentage of tannins was excellent for use in the leather industry. While the germen had qualities of a good food supplement due to its high fat and protein content and low moisture. Finally, a method of extraction of the guarango parts could be designed that can be easily replicable by farmers. Based on the results, we can conclude that it is possible to establish ventures with guarango (*C. spinosa*) due to the remarkable properties of this species in food, textiles, and other industries.

**Keywords:** *Caesalpinia spinosa*, guarango, pod, germ, used.

### Resumen

Se realizó un estudio sobre el guarango (*Caesalpinia spinosa*) de diferentes cantones de la provincia de Loja, principalmente: Loja, Catamayo, Gonzanamá y Paltas, con la finalidad de aprovechar esta especie ofreciendo alternativas de uso dentro de la industria química y alimentaria ya que, según estudios realizados, dentro de nuestro país no es aprovechada. Se partió desde el estudio de rendimientos según el lugar y tiempos de recolección, posterior a esto se buscó el tratamiento adecuado como molienda para el manejo óptimo de la muestra, la determinación química (taninos) en vaina y bromatológica (humedad grasa y proteína). Para la determinación química (taninos) se realizó titulación al macerado de la vaina usando índigo carmín y  $\text{KMnO}_4$  al 0,1 N, mientras que para determinación bromatológica como la humedad, grasa y proteína se aplicó métodos estandarizados de la AOAC 7003, AOAC 7.056 y AOAC 47.021, respectivamente. En los resultados se obtuvo ensayos que demostraron la poca variabilidad del porcentaje de tegumento, endospermo y germen, mientras que en los ensayos de humedad, cantidad de vainas y semillas, taninos, hay variabilidades significativas.

 OPEN ACCESS



Además, el porcentaje de taninos en promedio es excelente para emplearlo en curtiembres. Mientras que el germen posee cualidades que lo hacen excelente suplemento alimenticio por su contenido de grasa, proteínas y baja humedad. Finalmente se diseñó un método sencillo de extracción de los componentes y replicable para una gran cantidad de agricultores. Basados en los resultados podemos concluir que es posible realizar emprendimientos con el guarango en la industria alimenticia, textil, entre otras.

**Palabras Clave:** *Caesalpinia spinosa*, guarango, vaina, germen, aprovechamiento.

## 1. Introducción

El guarango o tara (*Caesalpinia spinosa*) es un árbol leguminoso nativo de América del Sur [1] con un rendimiento promedio de vainas de sus frutos de 20-40 kg por árbol por año [2], [3] siendo las vainas (sin semilla) el 65% (p/p) de la fruta aproximadamente [4]. Es considerada como una especie que crece en las provincias pertenecientes a la región sierra o interandina del Ecuador (368 toneladas en el año 2017), tasando una pérdida de cerca del 25% de la producción por falta de manejo técnico del cultivo, así como de maquinaria y equipos de cosecha adecuados [5].

Dentro de las aplicaciones o aprovechamiento que se le ha dado hasta la presente fecha a la planta son las infusiones las cuales han sido ampliamente utilizadas en la medicina para tratar amígdalas inflamadas, fiebre, resfriados y dolores de estómago debido a sus efectos como antibiótico para combatir enfermedades respiratorias e infecciones [6], [7]. Además, ha sido empleada como diluyente en la extracción de petróleo y en la producción de ácido gálico y pirogalol, como aditivo alimentario presenta características estabilizantes debido a su poder gelificante [8] así mismo como un ingrediente funcional debido al contenido rico en nutrientes como proteínas presentes en sus semillas. El aceite extraído de las semillas de *C. spinosa* contiene numerosos ácidos grasos en su mayoría insaturados [9] y una mezcla de terpenos, serquiterpenos y sustancias aromáticas, por lo que presenta actividad [10].

Para la industria alimentaria el aprovechamiento de esta planta se ha realizado mediante la obtención de la goma de *C. spinosa*, la cual es considerada como una especie de polvo blanco o beige que se obtiene al moler el endospermo de la semilla del árbol *C. spinosa* [11]. Este polvo blanco es un polisacárido neutro y de reserva con un peso molecular (Mw) aproximado de  $1,0 \times 10^6$  g·mol<sup>-1</sup>, formado por una cadena mayoritaria de unidades de  $\beta$ -D-manosa unidas por enlaces glucosídicos con tipos 1-4, con ramificaciones formadas por unidades de  $\beta$ -D-galactosa, y unidas por enlaces de tipo  $\alpha$ -1,6 [12].



Dentro del área microbiológica se han realizado estudios de los efectos antimicrobiano que posee la vaina sobre cepas de *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*, empleando extracto en solventes como etanol combinado con acetona, y a partir de esto se realizaron los ensayos in vitro con difusión en discos [13], esta característica se debe a la presencia de los taninos los cuales son parte del sistema de defensa que posee esta planta frente a agentes patógenos con propiedades astringentes, antivirales, antitumorales, antibacterianas, antiparasitarias y antioxidantes [14], [15], [16]. El ácido gálico incluido en la estructura del tanino [17] de la *C. spinosa* ha sido considerado previamente como un posible material para la polimerización del formaldehído [18].

En el presente trabajo de investigación se muestra el porcentaje de vaina, semillas, tegumento, endospermo, germen, entre otros, así mismo se presenta la caracterización bromatológica como humedad, grasa y proteína de diferentes sectores de la provincia de Loja, con lo que se determinó una metodología simple y de gran eficiencia para la recuperación de todos los componentes del fruto de dicha especie, empleando únicamente métodos físicos y disolventes no tóxicos. Finalmente, todo este estudio que se ha realizado tiene como finalidad de darle un valor agregado a futuro a la especie en el desarrollo de diferentes prototipos de la industria química y alimentaria.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Recolección del material vegetal

La recolección del material vegetal se realizó en distintos sectores en tres fechas distintas que se mencionan a continuación (Tabla 1).

### 2.2. Determinación de parámetros de control de calidad necesarios dentro de la recolección de la materia prima (humedad, impurezas, etc.)

La humedad de las semillas fue evaluada mediante la trituration manual de las mismas con el fin de aumentar el área de contacto de las partes de la semilla con el aire ambiental, y evitar la pérdida de masa de esta. Inmediatamente se llevaron las muestras a una estufa por 12 horas a una temperatura de 35 °C, para luego ser pesadas. Los valores del pesaje se aprecian en los resultados en la (figura 7).

**Tabla 1**

*Datos de las muestras recolectadas.*

Muestra	Fecha de recolección	Sector de recolección	Altura	Norte	Sur	Peso (g)
1	30/6/2021	Cantón Loja, Parroquia Taquil; sector Macainuma, tras de la cruz	2131	690815	956329	1960
2		Cantón Loja, Parroquia Taquil; sector Macainuma Alto	2218	690925	9563177	2050
3		Cantón Paltas, Parroquia Lourdes; sector Puritaca	1929	660270	956022	1460
4		Cantón Paltas, Parroquia Lourdes; sector Puritaca	1893	660238	9560147	670
5		Cantón Paltas, Parroquia Lourdes; sector Puritaca	1998	660287	956034	4490
6	27/6/2021	Cantón Gonzanamá, Parroquia Nambacola; sector Canaloma	1810	678490	9543151	2250
7		Cantón Gonzanamá, Parroquia Nambacola; sector Pedregal	1900	677675	954353	2730
8		Cantón Gonzanamá, Parroquia Nambacola; sector El Faical	1982	676809	954415	83100
9		Cantón Gonzanamá, Parroquia Nambacola; sector Tierra Loma	2134	676518	954498	2820
10		Cantón Gonzanamá, Parroquia Nambacola; sector Palo Blanco	1998	679068	954166	22850
11	28/7/2021	Cantón Paltas, Parroquia Lourdes; sector Ningomine	1844	650824	954681	52160
12		Cantón Paltas, Parroquia Lourdes; sector Puritaca	2058	659888	956027	2230
13		Cantón Catamayo, sector Fueaca, finca Santiago	2147	666291	955883	2910
14		Cantón Catamayo, Parroquia San Pedro; sector San Vicente	1880	67312	956329	2610

### 2.3. Determinación de la cantidad de vaina y semilla del guarango

La separación de la vaina y semilla fue realizada de forma manual con cada una de las muestras receptadas. Para mejorar la separación se usó una corriente de aire para eliminar la vaina de la semilla, debido a su densidad, o bien mediante el proceso con tamices metálicos, ya que la semilla posee un tamaño de partícula diferente. Los valores son expuestos en el apartado de resultados en la (figura 8).



## 2.4. Determinación de los componentes de la semilla (tegumento, endospermo y germen)

El proceso para la extracción de las partes de la semilla inició con el reblandecimiento de alrededor de 10 g de esta en agua, a una relación semilla: agua de 1:3 (w/v). Este proceso se lo realizó por 90 minutos en un rango de temperaturas de 150–200 °C, debido a la diferencia física en las semillas, condiciones de cosecha y estado de la semilla. Posteriormente, se eliminó la humedad empleando la estufa a una temperatura de 60 °C y se llevó a pesar. Los resultados se observan en la (figura 9).

## 2.5. Establecer la cantidad de taninos presentes en la vaina del guarango

El cálculo del porcentaje de taninos inició con la preparación de la muestra, pesando 0,6 g de muestra y se maceró con 50 ml de agua desionizada, usando agitación constante de 300 rpm a temperatura ambiente durante 4 horas y finalmente se filtró el macerado.

Para realizar la titulación se preparó el blanco y las muestras. El blanco constaba de 5 ml de solución de índigo carmín y 150 ml de agua desionizada; mientras que las muestras fueron preparadas colocando 5 ml del macerado y se aumentó en 150 ml de agua desionizada y se añadió 5 ml de índigo carmín. La titulación se la realizó usando  $\text{KMnO}_4$  al 0.1 N en agua desionizada, hasta conseguir que la muestra cambie de color azul a dorada, realizando un duplicado para cada muestra y empleando la siguiente ecuación:

$$\%T = \frac{(V - V_0) * 0,004157 * 150 * 100}{g * 5} \quad (1)$$

Donde:

%T = porcentaje de taninos presente en la muestra.

V = volumen gastado de  $\text{KMnO}_4$  en la titulación de la muestra.

$V_0$  = volumen gastado de  $\text{KMnO}_4$  en el blanco.

G = masa de la muestra tomada.

0,004157 = equivalente de taninos en 1 ml al 0,1 N.

150 = volumen del matraz aforado en ml.

5 = ml tomados del macerado para realizar la titulación.

100 = se emplea para transformar la fracción en porcentaje.

El índigo carmín fue preparado disolviendo 2 g de índigo carmín en 167 ml de agua desionizada, sometiénolo a calor y con agitación. Se dejó enfriar y se le añadió  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 95 %, para finalmente añadir 333 ml de agua desionizada.



## 2.6. Análisis de posibles productos obtenidos a partir de la goma y harina del guarango

La determinación del porcentaje de humedad se realizó mediante el método gravimétrico descrito por la AOAC el análisis de los realizó por duplicado, utilizando secado en estufa el cual se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. El principio de operación del método de humedad incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra según AOAC 7003 [19].

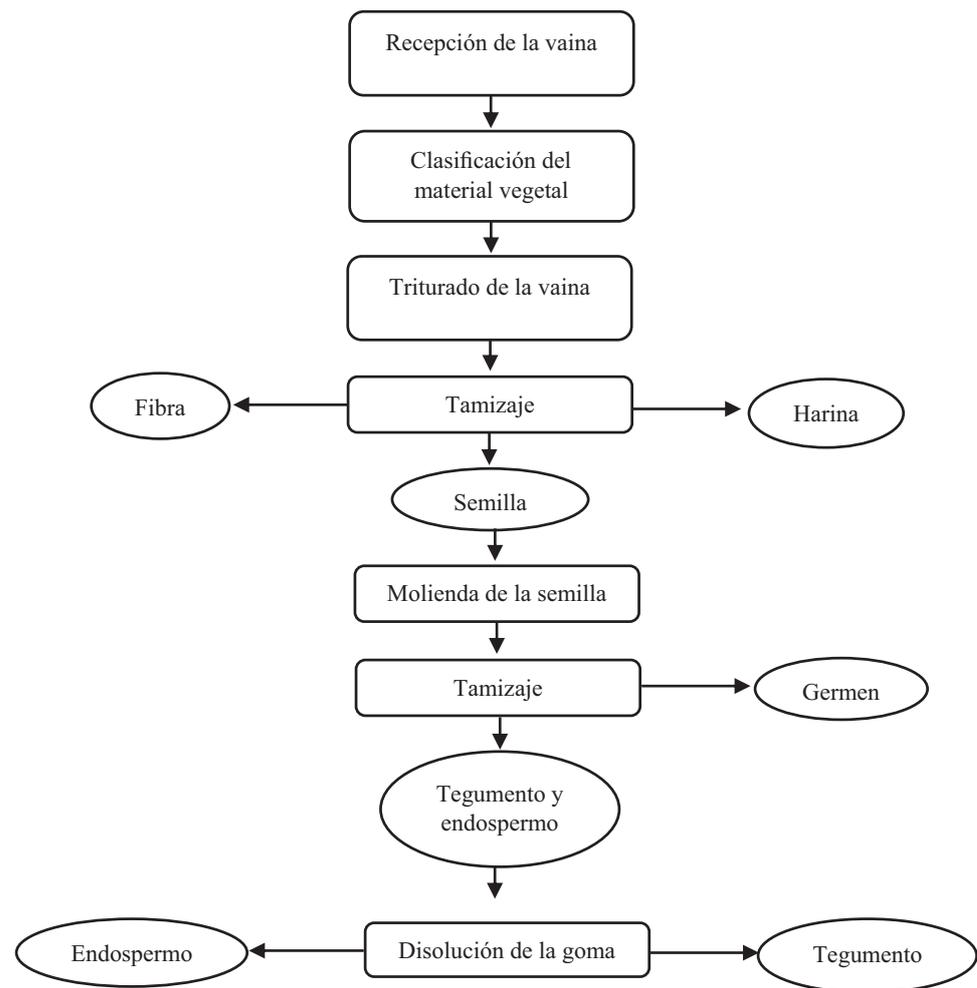
El porcentaje de grasa se lo realizó mediante la metodología de Soxhlet, descrita en la AOAC 7.056 [19] en la cual se usa como solvente de arrastre éter dietílico, empleando una manta de calentamiento a 90°C hasta llegar a un mínimo 4 sifonadas o cuando el solvente que recircula ya no se genere de color característico (amarillo). Posteriormente, el residuo obtenido rico en aceites se rotoevaporó, hasta eliminar completamente los residuos del solvente. Finalmente, se pesó el balón con las grasas y por diferencia se determinó el porcentaje de grasa contenido en la muestra. El análisis fue realizado por duplicado.

Para la determinación del porcentaje de proteína se empleó el método Kjeldahl con el uso de la mezcla de ácido sulfúrico y un catalizador comercial, se realizó la digestión y destilación con ácido bórico al 2% e hidróxido de sodio al 32% y finalmente se realizó la titulación con ácido clorhídrico 0.1 N, los resultados fueron obtenidos en porcentaje de nitrógeno presente en la muestra pero para su conversión a porcentaje de proteína este último fue multiplicado por un factor de conversión de 6.25 según AOAC 47.021 [19].

## 2.7. Pruebas in situ para la optimización de la metodología a requerir en el proceso de extracción de goma y harina del guarango

El proceso de la obtención de harina de vaina, fibra, tegumento, endospermo (goma) y harina de germen de trigo se lo realizó mediante el siguiente esquema:

El proceso inicia con la recepción y clasificación de la materia prima en donde se procedió a escoger el material vegetal que no presente ningún tipo de contaminación que pueda afectar la calidad. Inmediatamente se trituró la vaina, sin ningún tipo de malla, debido a que la vaina es muy blanda, mientras que la semilla posee una gran dureza, lo cual causará que la vaina se muele mientras que la semilla solo se fracture o se rompa.



**Figura 1**

*Diagrama de procesamiento de la guarango.*

Luego se procede a separar empleando tamices, debido a que el polvo de la vaina de guarango, la fibra de la vaina y la semilla fracturada o rota poseen tamaños de partículas diferentes. Aun así, si es que hubiera dificultades en separar por el tamaño, también se puede emplear un flujo de aire controlado para separar los componentes por sus densidades.

Posteriormente se llevará la semilla a un molino centrífugo, el cual basado en su flexibilidad molerá en su mayoría el germen dejando el endospermo y tegumento levemente troceado.

Las dos fracciones son tamizadas, logrando separar gran parte de germen, tegumento y endospermo.

Finalmente, la mezcla del endospermo y tegumento es separada empleando agua caliente, el cual disuelve el endospermo para finalmente con un filtrado poder separar estas dos fracciones.



**Figura 2**

*Molino de martillos.*

### **3. Resultados y discusión**

Los resultados sobre los parámetros de control de calidad necesarios dentro de la recolección de la materia prima (humedad, impurezas, etc.) se presentan a continuación.

En los resultados de la (figura 7) se evidencia un máximo del porcentaje de humedad de 11,14 % (muestra 8) y un mínimo del 6,31 % (muestra 12), con una media de 8,29 %, similar a lo reportado en bibliografía [20]. Dentro de ello tenemos coeficiente de



**Figura 3**

*Fracciones de la primera molienda.*

variación es de 23,99 % por lo cual podemos concluir que si hay diferencias significativas en la humedad. Aun así, el bajo porcentaje de humedad que presenta la semilla del guarango nos da un claro indicio que su tiempo de vida útil es idóneo para su conservación en la industria alimenticia (< 12 %) según bibliografía [21].

Los resultados de la cantidad vaina y semilla de guarango se muestran posteriormente.

En los resultados de la (figura 8) demuestran que en promedio tenemos un 64% de vaina con un coeficiente de variación del 22,57% y un 36% de vaina con un coeficiente de variación del 21,53%, muy similar con lo descrito en bibliografía (65% de vaina y 35% de semillas) [22]. Basados en el coeficiente de variación podemos concluir que si hay relevancia entre algunos sectores con respecto a otros, por ejemplo la muestra con mayor cantidad de vaina y menor cantidad de semilla es la 13 (72,59% de vaina y 27,41% de semilla) y la muestra con menor cantidad de vaina y mayor cantidad de semilla es la 7 (50,68% de vaina y 49,32% de semilla).

Los resultados de los ensayos para la determinación de los componentes de la semilla (tegumento, endospermo y germen) fueron los siguientes.

En los valores anteriormente expuestos en la (figura 9) se observa que poseemos en promedio un porcentaje de 35,98 % de tegumento, 28,30 % de endospermo y 28,96 % de germen con coeficiente de variación del 3,77 %, 7,43 % y 6,50 % respectivamente, demostrándonos que no existen diferencias significativas en las proporciones de tegumento, endospermo y germen, lo cual difiere levemente a lo que se expone



**Figura 4**

*Molino centrífugo.*

en literatura (38% a 40% de germen, 20% a 22% de endospermo y alrededor del 40% de tegumento) ya que en nuestras muestras presentan menor cantidad de germen y mayor cantidad de endospermo [23].

Los experimentos realizados para establecer la cantidad taninos presentes en la vaina del guarango arrojaron los siguientes resultados.

Los resultados expuestos en la (figura 10) revelaron un promedio de porcentaje de taninos del 48,46% con un coeficiente de variación de 10,72%, lo cual demuestra una leve relevancia de algunas muestras; siendo la muestra 5 la que presenta mayor cantidad de taninos (56,72%) y la muestra 1 la que posee menor cantidad de taninos (41,94%). Estos datos se encuentran en el rango que se suele mostrar en bibliografía (40% al 60%), siendo que en caso excepcionales se han reportado cantidades del 65% [20].



**Figura 5**

*Fracciones de la segunda molienda..*

Para establecer posibles usos productos obtenidos a partir de la harina del germen de guarango se hicieron ensayos de porcentaje de humedad, grasa, proteína y análisis microbiológicos en germen (Tabla 2).

**Tabla 2**

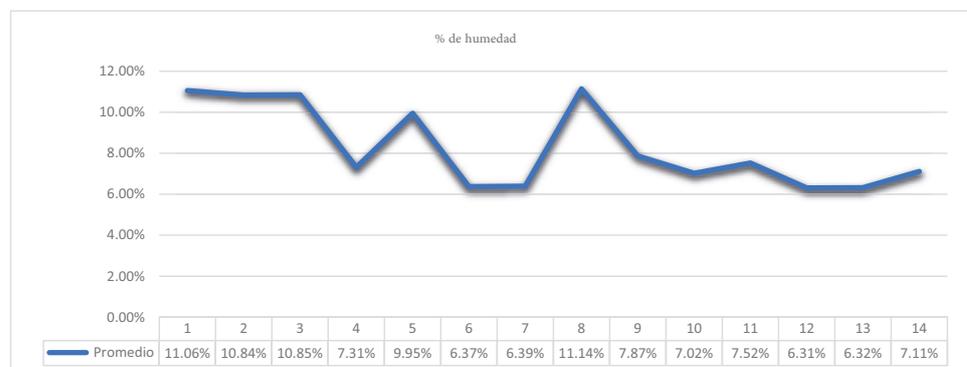
*Porcentaje de grasa, humedad y proteína en el germen.*

Muestra	Humedad %	Grasa %	Proteína %
1	5,13	8,26	41,80
2	4,45	10,23	44,91
3	5,54	6,50	38,99
4	2,82	2,29	39,80
5	4,41	11,09	41,03
6	7,55	9,84	38,89
7	4,45	11,11	42,97
8	4,91	10,85	39,81
9	3,12	7,72	40,50
10	4,12	10,67	41,30
11	5,04	9,63	44,20
12	4,28	7,88	41,67
13	1,79	8,71	40,50
14	3,26	6,82	46,51

Como se puede observar en la (tabla 2), las muestras que han sido recolectadas presentan un valor nutricional alto si hablamos del porcentaje de proteína, obteniendo un promedio de entre las muestras de 41,68%, según datos bibliográficos considerando que la *C. spinosa*, este dentro de la familia de las leguminosas presentan una valor

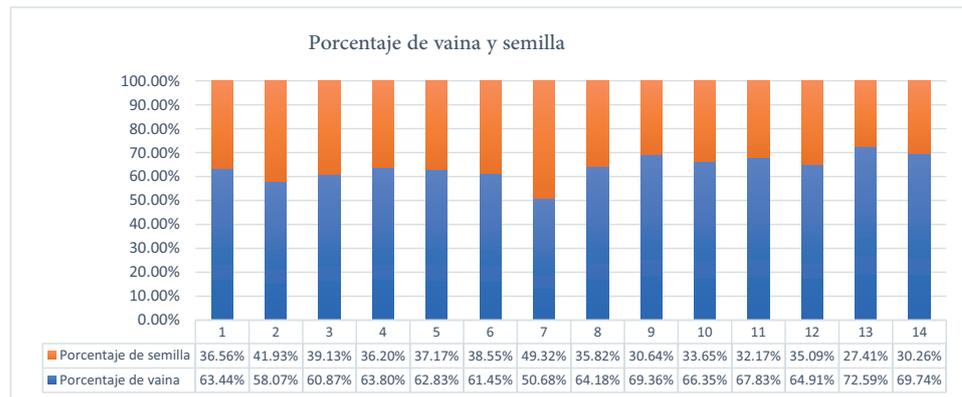


**Figura 6**  
*Endospermo.*



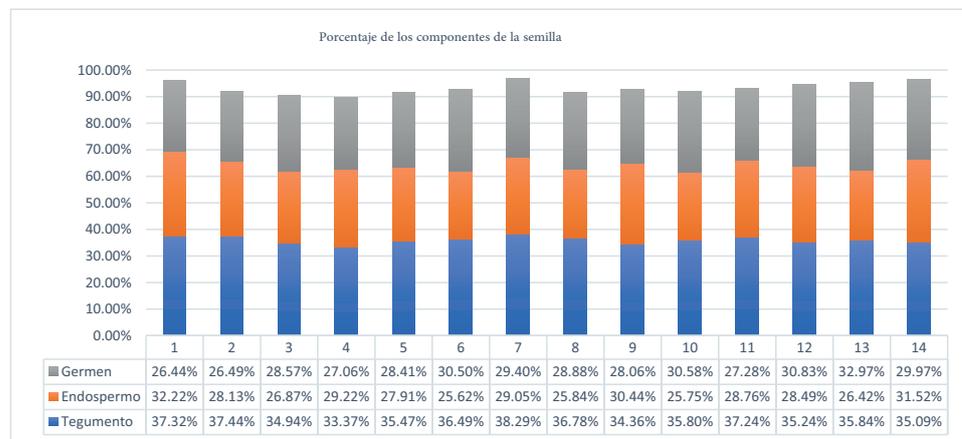
**Figura 7**  
*Porcentaje de humedad presente en la vaina.*

superior a alimentos similares como la soja la cual presenta un porcentaje de 36,5%



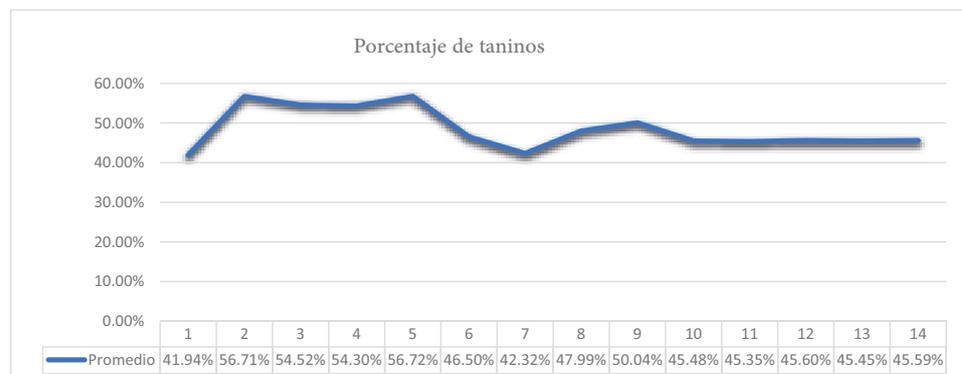
**Figura 8**

*Porcentaje de vaina y semilla presente en el guarango.*



**Figura 9**

*Porcentaje de tegumento, endospermo y germen presentes en las semillas del guarango.*



**Figura 10**

*Porcentaje de taninos presentes en la vaina.*

de proteína tomando en cuenta lo descrito en la NTE INEN 1334-3:2011 [24] para que



un alimento sea considerado como un alimento alto en proteína debe superar el 20% cumpliendo así la *C. spinosa* este rango establecido y validado.

En cuanto al porcentaje de grasa, el valor promedio que presentan de entre las muestras analizadas es de 8,69% tomando en cuenta que según estudios realizados la fuente de grasa de este tipo de especie son grasas insaturadas, estaríamos hablando que la *C. spinosa* es una fuente rica en grasas insaturadas, comparándola con legumbres secas que poseen una cantidad de 0,8% de grasa total [25].

Finalmente sobre el porcentaje de humedad que presentaron las muestras esta entre el 4,35% considerando de esta manera que la *C. spinosa*, es un alimento de humedad baja, esto es muy beneficioso si hablamos de estabilidad frente a contaminación microbiana, “Inungaray y Reyes (2013), mencionan que uno de los factores principalmente que afectan a la estabilidad o vida útil de un alimento es su contenido de agua y actividad de agua, creando una fuente óptima para el crecimiento de microorganismos principalmente mohos y levaduras” [21].

Con los antecedentes nutricionales encontrados y que se han mencionado anteriormente se puede decir con seguridad que la *C. spinosa*, puede llegar a ser considerada como una materia prima óptima para el desarrollo de productos alimentarios saludables, basándonos en su contenido de proteína y grasas saludables. En el presente trabajo se realizaron como ensayos de prototipos no validados, galletas a partir de la harina de germen de la *C. spinosa* y una bebida de tomate de árbol en la cual se empleó como estabilizante goma *C. spinosa*.

**Tabla 3**

*Análisis microbiológicos del germen.*

Muestra	Microorganismos		
	Aerobios mesófilos	Coliformes totales Escherichia coli	Mohos y levaduras
1	TNTC	TNTC	1,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC
2	7,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC	< 1.0 x 10 <sup>1</sup>	2,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC
3	3,85 x 10 <sup>2</sup> SPC	< 1.0 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC
5	TNTC	TNTC	7,0 x 10 <sup>1</sup> SPC
6	2,8 x 10 <sup>1</sup> ESPC	6,5 x 10 <sup>1</sup>	5,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC
9	TNTC	TNTC	5,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC
11	2,75 x 10 <sup>2</sup> SPC	7,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC	4,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC
12	3,65 x 10 <sup>2</sup> SPC	1,2 x 10 <sup>2</sup> ESPC	4,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC
13	1,9 x 10 <sup>2</sup> SPC	3,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC	6,5 x 10 <sup>1</sup> ESPC
14	2,2 x 10 <sup>2</sup> ESPC	1,7 x 10 <sup>1</sup> ESPC	3,0 x 10 <sup>1</sup> ESPC

ESPC= Estimado de placa estándar

SPC = Contaje estándar de placas

TNTC = Incontables



Se puede visualizar en la (tabla 2), existe presencia de microorganismos en la mayoría de muestras, sin embargo las muestras 2 y 3 presentan un crecimiento considerable de microorganismos refiriéndonos a aerobios mesófilos, mismos que se caracterizan por desarrollarse en presencia de oxígeno a temperaturas de entre 20 y 45°C, es decir que gran parte de muestras a analizar siempre estarán expuestas a este medio de contaminación por naturaleza, en cuanto a coliformes y *Escherichia coli*, no hay presencia de estos microorganismos en estas muestras, por lo que se puede decir que comparándolas con el resto, estas muestras si presentan una inocuidad significativa ya que la fuente de crecimiento de estos microorganismos, son medios con aguas residuales con presencia de heces fecales animales o humanas, finalmente hablando del crecimiento de mohos y levaduras, existe presencia de estos microorganismos en todas las muestras, se podría asumir que este tipo de leguminosa, presentan estos microorganismos de forma natural debido a su medio de crecimiento el cual no es tratado con fungicidas u otro tipo de químicos los cuales permitan controlar este tipo de contaminación, de manera periódica [26].

Dentro de la Planta de Bioproducto de la UTPL se realizaron pruebas in situ a escala piloto para la optimización de la metodología a requerir en el proceso de extracción de goma y harina de guarango, dándonos los siguientes resultados:

**Tabla 4**

*Resultados de las molindas.*

<b>Molienda 1</b>		
	<b>Peso en kilogramos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Alimentación (Fruto)</b>	7,80	100,00%
<b>Fino (vaina)</b>	5,90	75,64%
<b>Grueso (semilla)</b>	1,80	23,08%
<b>Molienda 2</b>		
	<b>Peso en kilogramos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Alimentación (Semilla)</b>	1,80	100,00%
<b>Fino (germen)</b>	0,45	25,00%
<b>Grueso (goma)</b>	1,35	75,00%

Como se observa en la (tabla 4), los finos al igual que los gruesos de la primera molienda son muy similares en porcentaje a la proporción de vaina y semilla determinados a escala laboratorio, mientras que en la segunda molienda el fino es muy parecido en su proporción a la proporción de germen que se determinó en los análisis de laboratorio. Siguiendo la metodología mencionada anteriormente podemos separar los componentes del guarango empleando solo métodos físicos y solventes amigables, y reduciendo todo el proceso a solo el uso de 4 equipos (Fig 1).



## 4. Conclusiones

Basándonos en el presente trabajo y la relevancia de la variabilidad que existe entre individuos de diferentes sectores en variados parámetros como son porcentaje de humedad, grasa, componentes de los frutos y presencia de microorganismos, podemos concluir que contamos con materia prima optima para realizar productos de valor agregado con el guarango, empleando tanto su harina de vaina como las partes que componen la semilla (tegumento, endospermo y germen); ya que la vaina posee un porcentaje de taninos (48%) que se encuentra en los individuos estudiados está dentro del rango promedio reportado (40% al 60%), el porcentaje de endospermo es alto (28,96%) según comparaciones bibliográficas y el germen a pesar de encontrarse en una menor cantidad (28,96%) de lo que se reporta en bibliografía (entre 38% a 40%), presenta cualidades muy útiles como una gran cantidad de proteínas (41,68%) y grasas (8,61%) y baja humedad (4,35%) dentro de la industria alimenticia.

El método empleado para la extracción de los distintos componentes del fruto del guarango demostró ser eficiente, simple y sin producción o utilización de disolventes tóxicos, debido a que solo se emplearían 4 equipos y como disolventes etanol y agua, haciendo que este proceso sea factible de realizar en muchas localidades, principalmente en la zona rural, con el fin de ayudar a la economía de los agricultores.

## Agradecimientos

Agradecemos a la prefectura de Loja por la colecta de las muestras de *Caesalpinia spinosa*.

## References

- [1] De la Cruz P. Aprovechamiento Integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. 2004; Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficasR. del Instituto de Investigación FIGMMG: 64-73.
- [2] Cordero I, Jiménez M, Delgado J, Villegas L, Balaguer L. Spatial and demographic structure of tara stands (*Caesalpinia spinosa*) in Peru: influence of present and past forest management. *Forest Ecology and Management*. 2016;377:71–82.
- [3] Bellottia N, del Amo B, Romagnoli R. *Caesalpinia spinosa* tannin derivatives for antifouling formulations. *Procedia Mater Sci*. 2012;1:259–265.



- [4] Dávalos J, Romero V, Sánchez J, Chávez J, Valderrama A. Caracterización, mediante espectrometría de masas de alta resolución MALDI/FT-ICR, de taninos hidrolizables de la tara (*Caesalpinia spinosa*). Sociedad de Química de Perú. 2017;83:106–114.
- [5] Prefectura de Loja. Implementación de una Planta de extracción y comercialización de harina y goma de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en la provincia de Loja. Loja. 2019.
- [6] Ballesteros-Ramírez R, Durán MI, Fiorentino S. Genotoxicity and mutagenicity assessment of a standardized extract (P2Et) obtained from *Caesalpinia spinosa*. Toxicol Rep. 2020 Dec;8:258–263.
- [7] Santander SP, Aoki M, Hernandez JF, Pombo M, Moins-Teisserenc H, Mooney N, et al. Galactomannan from *Caesalpinia spinosa* induces phenotypic and functional maturation of human dendritic cells. Int Immunopharmacol. 2011 Jun;11(6):652–660.
- [8] Skowyra M, Falguera V, Gallego G, Peiró S, Almajano M. Antioxidant properties of aqueous and ethanolic extracts of tara (*Caesalpinia spinosa*) pods in vitro and in model food emulsions. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014;911-918.
- [9] Zhan-jun L, Feng-jian Y, Lei Y, Yuan-Ga Z. Ultrasonic Extraction of Oil from *Caesalpinia spinosa* (Tara) Seeds. Journal of Chemistry. 2016;;1–6.
- [10] Americo J, Ramos J, Juarez J, Choquesillo J, Ponce O, Santa María A, et al. Composición química del aceite esencial de *Caesalpinia spinosa* “Tara”, evaluación antioxidante y efecto antibacteriano frente a *Streptococcus mutans*. Cienc Invest. 2016;19:89–94.
- [11] Wu Y, Ding W, Jia L, He Q. The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). Food Chemistry. 2015 Feb;168:366–371.
- [12] Santos MB, Dos Santos CH, de Carvalho MG, de Carvalho CW, Garcia-Rojas EE. Physicochemical, thermal and rheological properties of synthesized carboxymethyl tara gum (*Caesalpinia spinosa*). International Journal of Biological Macromolecules. 2019 Aug;134:595–603.
- [13] Centurión K. Universidad Privada Antenor Orrego. Efecto antibacteriano in vitro de diferentes concentraciones de extracto etanólico de *Caesalpinia spinosa* (tara) frente a *Streptococcus mutans* ATCC 35668. 2015; Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/972>
- [14] Valachová K, Topol'ská D, Nagy M, Gaidau C, Niculescu M, Matyašovský J, et al. Radical scavenging activity of *Caesalpinia spinosa*. Neuroendocrinology Letters. 2014;35 Suppl 2:197–200.
- [15] Aguilar-Galvez A, Noratto G, Chambi F, Debaste F, Campos D. Potential of tara (*Caesalpinia spinosa*) gallotannins and hydrolysates as natural antibacterial compounds. Food Chemistry. 2014 Aug;156:301–304.



- [16] Castañeda DM, Pombo LM, Urueña CP, Hernandez JF, Fiorentino S. A gallotannin-rich fraction from *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze displays cytotoxic activity and raises sensitivity to doxorubicin in a leukemia cell line. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. *BMC Complement Altern Med*. 2012 Apr;12(1):38.
- [17] Rigano L, Deola M, Zaccariotto F, Colleoni T, Lionetti N. A New Gelling Agent and Rheology Modifier in Cosmetics: *caesalpinia spinosa* Gum. *Cosmetics*. 2019;6(2):1–13.
- [18] Sánchez-Martín J, Beltrán-Heredia J, Gragera-Carvajal J. *Caesalpinia spinosa* and *Castanea sativa* tannins: A new source of biopolymers with adsorbent capacity. Preliminary assessment on cationic dye removal. *Industrial Crops and Products*. 2011;34(1):1238–1240.
- [19] Official methods of analysis of the AOAC. 15. Arlington; 1980.
- [20] Ibieta G, Peñarrieta JM. Caracterización química y cuantificación de taninos del polvo de *Caesalpinia spinosa*: tara boliviana. *Revista Boliviana de Química*. 2021;38(1):26–35.
- [21] Inungaray M, Reyes A. Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*. 2. 2013.
- [22] Pedreschi F, Saavedra I, Bunger A, Zuñiga R, Pedreschi R, Chirinos R, et al. Tara pod (*Caesalpinia spinosa*) extract mitigates neo-contaminant formation in Chilean bread preserving their sensory attributes. *Journal of Food Science and Technology*. (Campinas). 2018;95:116–122.
- [23] Mukherjee K, Dutta P, Ramachandra H, Saha A, Das A, Kumar T. Food industry applications of Tara gum and its modified forms. *Food Hydrocoll Health*. 2023;3:15.
- [24] «Rotulado de productos alimenticio para consumo humano. Parte 3. Requisitos para las declaraciones nutricionales y declaraciones saludables.» de Servicio ecuatoriano de normalización INEN. Quito; 2011.
- [25] Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. *Tabla de composición de alimento*. Madrid; 2019.
- [26] Ray B, Bhunia A, Sánchez R, Pineda D. *Fundamento de microbiología de los alimentos*. España; 2010.