



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas

en jugo de tres variedades de granada (*Punica granatum L.*)

Antioxidant activity, total phenolic content and anthocyanins in three
varieties of pomegranate (*Punica granatum L.*) juice

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: Fuentes Dávila, Rober Gerson

ASESOR: MSc. Barraza Jáuregui, Gabriela del Carmen

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, se dedica en primer lugar a Dios, por brindarme su guía e iluminación, ser fuente de inspiración, además de darme fuerzas y sabiduría para lograr mis objetivos propuestos, a mis padres y familiares por apoyarme siempre e inculcarme que el éxito se consigue a base de dedicación y constancia.

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado:

**Actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas en
jugo de tres variedades de granada (*Punica granatum* L.)**

Presentado por:

Fuentes Dávila Rober Gerson

Aprobado por:

Dr. Mariano Wilmer Luján Corro

Presidente

Dr. Daniel José Salvador Rodríguez

Secretario

MSc. Antonio Alexander Castillo Ruiz

Miembro

MSc. Gabriela del Carmen Barraza Jáuregui

Asesor

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de investigación se empleó cierta dedicación y paciencia para la realización y conclusión del mismo por lo cual quisiera brindar mi agradecimiento a: Dios por darme la fuerza de fe para enfrentar las dificultades que se presentaron, a mis padres por su paciencia y apoyo incondicional para lograr el objetivo propuesto, a profesores de la Universidad Nacional de Trujillo y especialmente a mi asesora Ing. Gabriela Barraza Jáuregui por su paciencia, la motivación inspirada, tiempo, enseñanza, y su considerable apoyo en la asesoría durante el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. Material de estudio.....	4
2.2. Reactivos e insumos de experimentación	4
2.3. Materiales de laboratorio	4
2.4. Extracción del jugo de granada.....	5
2.5. Esquema experimental	7
2.6. Diseño experimental	8
2.7. Métodos de análisis.....	9
2.7.1. Determinación del pH.....	9
2.7.2. Determinación de sólidos solubles	9
2.7.3. Determinación de la acidez titulable	9
2.7.4. Determinación de la actividad antioxidante	9
2.7.5. Determinación de fenoles totales.....	9
2.7.6. Determinación de antocianinas.....	10
2.8. Análisis estadístico	10
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
IV. CONCLUSIONES	25
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXOS	

RESUMEN

La granada (*Punica granatum* L.) es una fruta que contiene diversos compuestos bioactivos, no obstante, los componentes en el jugo de granada son muy dependientes del estado de maduración, la variedad, las condiciones de almacenamiento y el método de extracción.

Es por ello que el objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad antioxidante, el contenido de fenoles totales y antocianinas del jugo de granada en tres variedades de granada: Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana.

En la cuantificación de la capacidad antioxidante se empleó el método DPPH en el que se encontraron valores de $88,55 \pm 0,99$; $93,10 \pm 0,13$ y $52,82 \pm 0,10$ %, expresados como porcentaje de inhibición de DPPH, para las variedades Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana respectivamente.

Para la cuantificación de los compuestos fenólicos se empleó el método de Folin-Ciocalteu en el que se encontraron valores de $762,01 \pm 10,18$; $828,32 \pm 16,43$ y $463,62 \pm 6,77$ mg AGE/100 mL para las variedades Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana respectivamente.

Para la cuantificación del contenido de antocianinas se empleó el método del pH diferencial en el que se encontraron valores de $8,14 \pm 0,36$; $32,82 \pm 2,10$ y $3,19 \pm 0,02$ mg cianidina 3-glucósido/100mL, para las variedades Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana respectivamente.

Palabras clave: granada, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, antocianinas.

ABSTRACT

The pomegranate (*Punica granatum* L.) is a fruit that contains various bioactive compounds, however the composition of the pomegranate juice is strongly influenced by the variety, the extraction method, the state of maturation, as well as the storage conditions. That is why the main goal of this research was to determine antioxidant capacity, total phenols content and anthocyanins of pomegranate juice in three pomegranate varieties: Mollar de Elche, Wonderful and Mollar Valenciana.

In the quantification of the antioxidant capacity, the DPPH method was used in which values of 88.56 ± 0.99 , 93.10 ± 0.13 and $52.82 \pm 0.10\%$ were found, expressed in inhibition percentage of DPPH, for the varieties Mollar de Elche, Wonderful and Mollar Valenciana respectively.

For the quantification of phenolic compounds, the Folin-Ciocalteu method was used, in which values of 762.01 ± 10.18 , 828.36 ± 16.43 and 463.62 ± 6.77 mg AGE / 100 mL were found for the varieties Mollar de Elche, Wonderful and Mollar Valenciana respectively. .

For the quantification of the anthocyanins content, the differential pH method was used in which values of 8.14 ± 0.36 , 32.83 ± 2.10 and 3.19 ± 0.02 mg cyanidin 3-glucoside/ 100mL were found for the varieties Mollar de Elche, Wonderful and Mollar Valenciana respectively.

Keywords: pomegranate, antioxidant capacity, phenolic compounds, anthocyanins.

I. INTRODUCCIÓN

La granada es la fruta de un árbol llamado granado (*Punica granatum* L.), árbol caducifolio perteneciente a la familia Punicaceae, el origen de esta fruta se atribuye a países del medio oriente. Asimismo, púnica viene del latín *pūnīcum* y es alusivo a los fenicios, a quienes se les atribuye como pioneros de su cultivo, y granatum deriva del adjetivo latino *grānātus*, cuyo significado es “con muchos granos”. Actualmente la granada tiene mucha importancia a nivel mundial por que tiene propiedades antioxidantes, que está incluido en la tendencia del consumo de los denominados “superalimentos”. Además, en este caso también se le atribuye propiedades del tipo farmacológico, anticancerígeno, antitumoral, antimicrobiano y hepaprotector. A aquello se le suma que contiene alto contenido de vitamina A, B5, C, E y minerales como el ácido fólico y el potasio los cuales brindan efectos saludables (Becerra, 2019).

Una de las sustancias presentes en la granada es el ácido elágico, este neutraliza los radicales libres, así como sustancias tóxicas y activa enzimas antioxidantes, los cuales ayudan a que se consolide las defensas del organismo humano. Asimismo, se ha encontrado diferentes propiedades para el ácido elágico y compuestos fenólicos, las cuales son antialérgicas, antimicrobianas y antiinflamatorias que han sido confirmados por varios científicos (Djuric et al., 2014).

Entre los componentes que están presente en la *Punica granatum* L. están los polifenoles, cuya hidrólisis produce monofenoles que son de mucha importancia médico-farmacéutico, industrial, agronómico y alimentario (Cruz et al., 2010; Djuric et al., 2014).

En general, la granada contiene muchos nutrientes en minerales como el potasio, además contiene fósforo, hierro, calcio, hierro y magnesio. Dentro de su grupo vitamínico están las vitaminas C, B1 Y B2 en pocas cantidades. Sin embargo, los compuestos bioactivos en el

jugo de granada no es constante y tiende a variar dependiendo de los manejos de cultivo, factores genéticos y grado de madurez del fruto (Gil et al., 1996; Miguel et al., 2004).

En la recolección de granadas se toma en cuenta el criterio de los productores quienes indican al cosechador bajo que parámetros deberán cosechar el fruto, para decidir el estado de madurez de la fruta los productores apelan a su experiencia cuando presionan el fruto muy suavemente notaran el sonido crujiente de los granos el cual será el indicativo de maduración (Pastor, 2015).

En el Perú, debido a los múltiples climas, la cosecha de granada se da en el lapso de Enero hasta Junio, en otras palabras se da en el lapso de seis meses, no obstante la mayor concentración de cosecha es de los meses entre marzo y mayo (Becerra, 2019).

Es importante destacar que el sabor de granada depende mucho de la variedad y madurez. Puede ser muy agrio, dulce o fuerte. Los componentes del jugo de granada dependen en su mayoría por factores como el estado de maduración, almacenamiento del fruto, la forma de extracción, así como la variedad de la granada. Todos estos factores anteriormente mencionados deben ser tomados en cuenta a la hora de realizar un proceso industrial con la granada (Fischer et al., 2013).

Se ha estimado la capacidad antioxidante del jugo de granada y su relación con los componentes fenólicos en un cultivo de Wonderful, donde también se cuantificó las antocianinas y el ácido elágico por métodos de cromatografía líquida en alta resolución (HPLC) que dio resultados de cantidades de capacidad antioxidante más altos para el jugo de granada comercial comparado con el té verde y el vino tinto (Mousavinejad et al., 2009).

En los componentes fenólicos se evidencia propiedades benéficas debido a que se neutralizan los radicales libres que son los originarios del daño oxidante, la importancia que toma la granada en la actualidad es muy relevante debido a su acción biológica. De esta

manera se señala la importante actividad antitumoral y antioxidante de los taninos en las cortezas de las granadas.

Existen muchos antioxidantes de origen natural originarios de plantas que fueron utilizados en varios campos en el comercio de farmacéuticos en forma de preservantes de alimentos y como productos médicos. Quercetina, α -tocoferol y β -caroteno, son algunos, los cuales presentan una actividad antioxidante comparable con los antioxidantes sintéticos como 2-terbutil-hidroxitolueno (BHT) y 2-terbutil-hidroxianisol (BHA); no obstante estos últimos tienen la desventaja de presentar un alto grado de toxicidad (Ito et al., 1983).

Es por eso que la *Punica Granatum* L. “granada” se convierte en una gran opción de consumo debido no solo por su gran capacidad antioxidante sino a que posee muchos compuestos bioactivos como ácido cítrico, polifenoles, taninos y muchos otros compuestos que son muy útiles para contribuir con la salud del ser humano.

Por lo expuesto anteriormente es importante desarrollar investigaciones sobre esta fruta que contiene una gran cantidad de antioxidantes en comparación con otras frutas para así dar a conocer acerca de sus características de esta fruta para su posterior consumo, así como fomentar la industria de medicina complementaria en productos naturales, que ayuden a servir como base para el desarrollo de investigaciones futuras más profundas sobre el tema de la capacidad antioxidante y otras propiedades en diversas variedades de granada .

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar los niveles de actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas en el jugo de tres variedades de granada (*Punica granatum* L.). Asimismo, tuvo como objetivos específicos:

- Caracterizar y comparar la actividad antioxidante, el contenido de fenoles totales y antocianinas del jugo de tres variedades de granada.
- Caracterizar y comparar los niveles de pH, sólidos solubles y acidez titulable del jugo de tres variedades de granada.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Material de Estudio

Se realizó el análisis del jugo de tres variedades de granada. Las variedades estudiadas fueron Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana procedentes de las ciudades de Casma, Virú e Ica respectivamente.

2.2. Reactivos e Insumos de Experimentación

- 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). Lab. Sigma-Aldrich
- Solución ácido gálico
- Etanol grado alimentario 96%
- Carbonato de Sodio al 20%
- Reactivo Folin-Ciocalteu. Lab. Merck
- Buffer PH 1.0 ácido clorhídrico/cloruro de potasio (0,025 M)
- Buffer PH 4.5 ácido acético/acetato sódico (0,4 M)
- Agua destilada.

2.3. Materiales de Laboratorio

- Materiales de vidrio: pipetas, fioles, vasos de precipitación, tubos falcon 15 y 50 ml
- Cocina eléctrica (marca Finezza, modelo FZ-203D3S)
- Refrigerador dos puertas (marca Samsung, modelo RS-21HKLMR)
- PH metro digital (marca SI ANALYTIS, modelo HANDYLAB 100)
- Espectrofotómetro (marca Thermo Scientific Orion, modelo AQ8000)
- Licuadora (marca Oster, modelo 4555-053)
- Refractómetro (marca HANNA, modelo H196801). Rango 0-30 °Brix
- Agitador magnético (marca SBS, modelo ANM)
- Centrífuga (Hettich, modelo EBA20)

- Termómetro (marca KYNTEL, modelo TP101)
- Balanza analítica (marca Radwag, modelo AS 82/220.X2)
- Balanza digital (marca SHS, modelo GX-6100)
- Estufa (MEMMER, modelo UF260 Plus).

2.4. Extracción del Jugo de Granada

En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo para la obtención de jugo de granada.

A continuación se describe cada operación.

Recepción. Las granadas variedad Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana procedentes de las provincias de Virú, Casma e Ica respectivamente, se seleccionaron limpias y evitando que puedan tener deterioro a algún tipo de podredumbre, sin plagas que puedan afectar la apariencia del producto final. También se seleccionó granadas que tengan un color y tamaño uniforme.

Lavado. Se lavo las granadas por medio de aspersion con agua con la finalidad de retirar toda la tierra y algún otro material extraño que podría estar adherido.

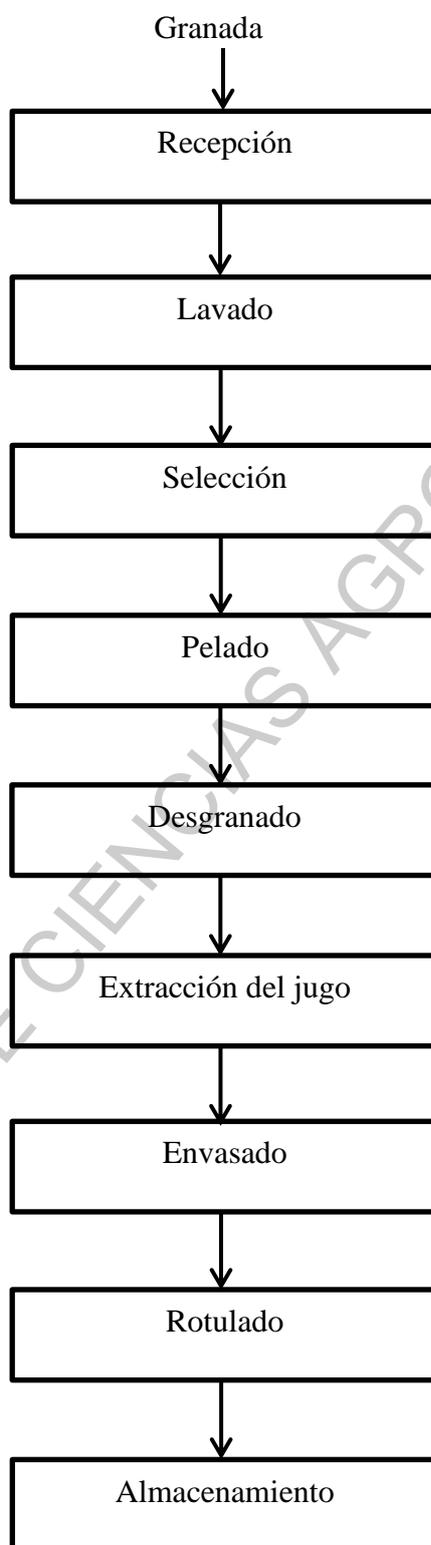
Selección. Se seleccionaron granadas con un estado de madurez óptimo para esta investigación, por lo tanto, se tuvo que comprobar con presionar muy suavemente el fruto con lo cual se llega a notar un sonido característico que indica que el fruto está maduro.

Pelado. Se realizo el pelado de forma Manual, para poder sacar la cascara y no tener daños en los arillos.

Desgranado. Manualmente se tuvo que desgranar los arillos de cada granada, con la finalidad de no tener daños en los arillos y que no se reventaran, para así tener un rendimiento optimo del jugo de granada.

Figura 1

Diagrama de Flujo de Extracción del Jugo de Granada



Extracción del jugo. Utilizando una licuadora, se procedió a licuar los arillos de granada por 25 segundos a velocidad media, en la cual solo se obtuvo el jugo de granada y las semillas quedaron en el sedimento. Seguidamente se procedió a filtrar con un colador en una jarra el jugo de las semillas, repitiéndose este procedimiento hasta haber extraído el jugo de la totalidad de los arillos.

Envasado. El jugo de granada extraído fue colocado en tubos falcon de 15 y 50 ml, previamente desinfectados y enjuagados con agua destilada.

Rotulado. Se colocó rótulos sobre los tubos para identificar y diferenciar las variedades de granadas.

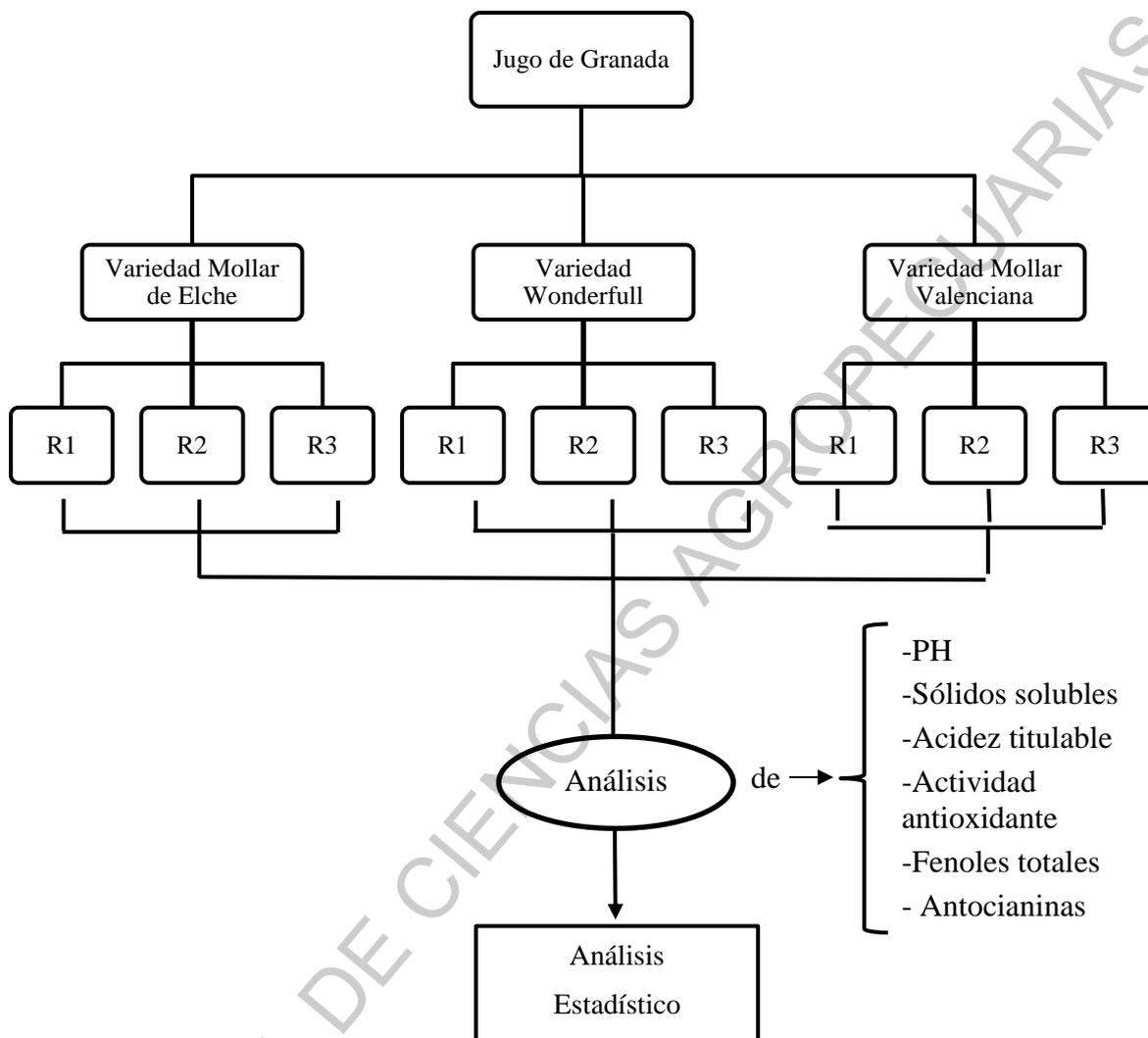
Almacenamiento. Una vez que el jugo de granada ya estuvo almacenado en tubos falcon se almaceno en congelación a $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ con la finalidad de poder analizarlo posteriormente (pH, sólidos solubles, acidez titulable, actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas).

2.5. Esquema Experimental

En la figura 2 se muestra el esquema experimental utilizado para llevar a cabo los análisis de pH, sólidos solubles, acidez titulable, actividad antioxidante, fenoles totales y antocianinas del jugo de granada previamente almacenado de las variedades a estudiar.

Figura 2

Esquema Experimental para el Análisis del Jugo de Granada



Nota. R1: Repetición 1, R2: Repetición dos, R3: Repetición 3.

2.6. Diseño Experimental

En la tabla 1 se muestra el diseño experimental usado en este trabajo, el cual consistió en determinar los niveles de pH, acidez, sólidos solubles, capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas en el jugo de granada en las tres variedades de granadas analizadas, realizando tres repeticiones de cada una.

Tabla 1*Diseño Experimental de los Distintos Parámetros Evaluados*

Variedad	Repetición	Ph	°Brix	A. Titulable	C. antioxidante	C. Fenólicos	Antocianinas
Mollar de Elche	R1						
	R2						
	R3						
Wonderful	R1						
	R2						
	R3						
Mollar Valenciana	R1						
	R2						
	R3						

2.7. Métodos de Análisis

2.7.1. Determinación del PH

Se utilizará un potenciómetro digital previamente calibrado (AOAC, 1997). (Ver anexo 3).

2.7.2. Determinación de Sólidos Solubles

Se utilizará un refractómetro calibrado de rango 0-30 °Brix (AOAC, 1997). (Ver anexo 4).

2.7.3. Determinación de la Acidez Titulable

Se utilizó el método volumétrico (AOAC, 1997). (Ver anexo 5).

2.7.4. Determinación de la Actividad Antioxidante

El método del DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidracilo) fue utilizado para hallar la capacidad antioxidante, el cual fue desarrollado por Brand-Williams et al. (1995) el fundamento del método. Asimismo fue descrito por Scibisz & Mitek (2009) este método. Los resultados se expresan en: porcentaje de inhibición de DPPH. (Ver anexo 6).

2.7.5. Determinación de Fenoles Totales

El método de Folin –Ciocalteu se usó para la determinación de la cantidad de fenoles totales, cuyo principio se basa en la capacidad de reaccionar de los fenoles con agentes

antioxidantes (Wu et al., 2010). Los resultados se expresan en: mg ácido gálico equivalente/100 mL de muestra. (Ver anexo 7).

2.7.6. Determinación De Antocianinas

El método de pH-diferencial fue utilizado, el cual fue descrito por Giusti & Wrolstad (2001). Los resultados se expresan en: mg de cianidina-3-glucósido/100 mL de muestra. (Ver anexo 8).

2.8. Análisis Estadístico

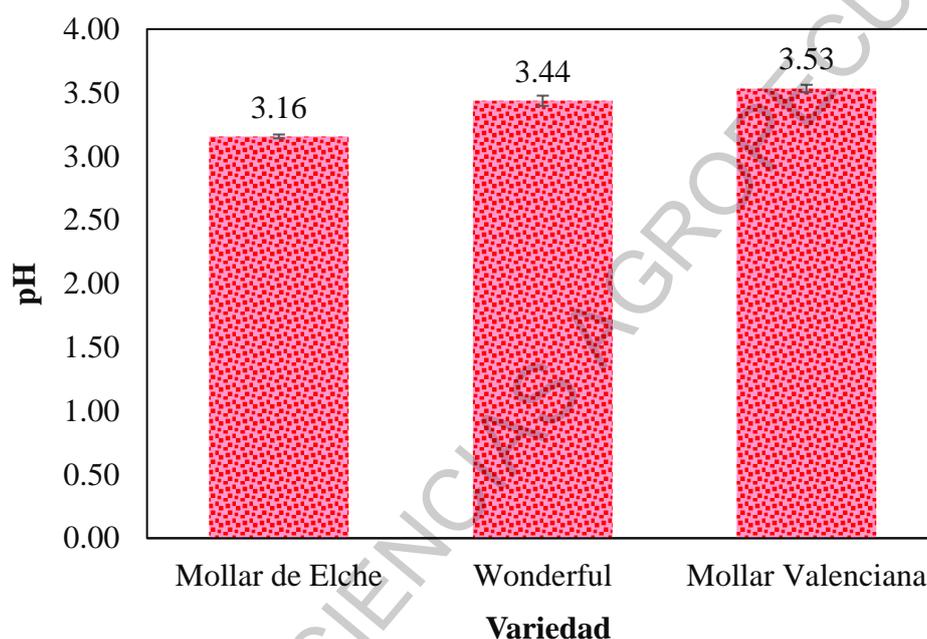
El método estadístico correspondió a un diseño de bloques completamente aleatorizado con un factor (variedad de granada), con 3 réplicas. Para las variables medidas en escala numérica: pH, °Brix, acidez titulable, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos y antocianinas, se evaluó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de residuales (para el uso de herramientas de análisis paramétricos) mediante las pruebas de Levene y de Shapiro-Wilk, respectivamente; posteriormente al cumplirse los supuestos, se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera la mejor variedad. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizó el software R 4.0.2 con los paquetes "agricolae" y "car".

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 3 se observa que la variedad de granada Mollar Valenciana presentó mayor valor de pH de 3,53, seguido de Wonderful con 3,44 y en menor cuantía Mollar de Elche con 3,16.

Figura 3

PH en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas



Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Según los niveles de pH mostrados no hubo mucha diferencia de pH entre las variedades evaluadas. Además concuerda con respecto al trabajo de investigación realizado por Mena et al. (2011) en el que los niveles de pH de las granadas varían en el rango de 3 a 4 de pH. Además concuerda a otro reporte donde se observa que las variedades dulces tienden a tener mayor pH que las variedades acidas (Díaz, 2014).

En la tabla 2, el análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en el pH. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 2*Análisis de Varianza para los Valores de pH de las Variedades de Granadas*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	0.230	0.115	333.323	0.000
Bloque	2	0.004	0.002	5.839	0.065
Residuales	4	0.001	0.000		
Total	8	0.235			

En el pH se obtuvo diferencia significativa entre las variedades estas diferencias también se comprobaron aplicando la prueba de Tukey.

En la tabla 3, la prueba de Tukey indica que la variedad de granada Mollar Valenciana presentó mayor valor de pH de 3,53, seguido de Wonderful con 3,44 y en menor cuantía Mollar de Elche con 3.16, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

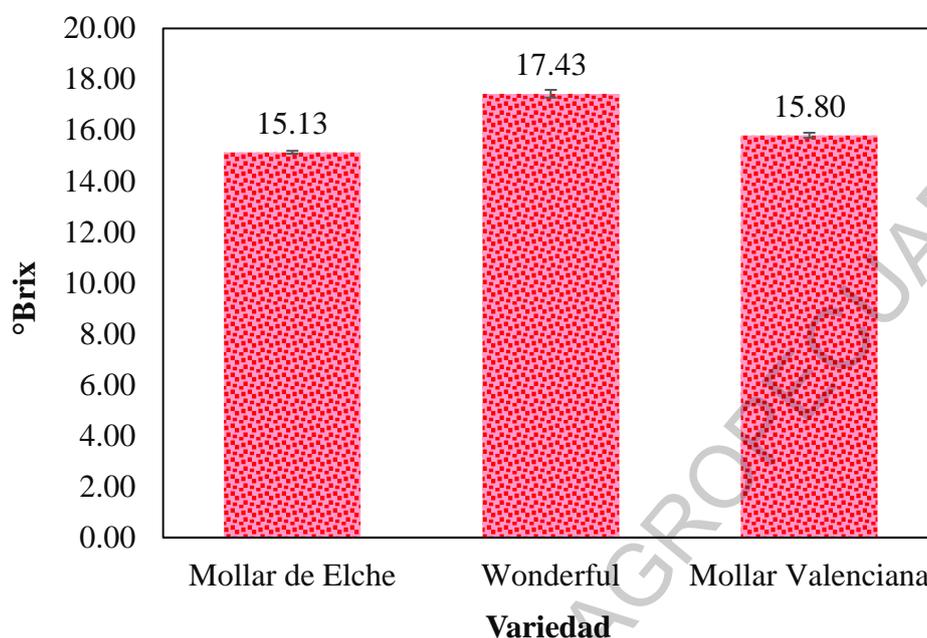
Tabla 3*Prueba de Tukey para los Valores de Ph de las Variedades de Granadas*

Variedad	pH	Agrupación
Mollar Valenciana	3.53 ± 0.03	a
Wonderful	3.44 ± 0.04	b
Mollar de Elche	3.16 ± 0.02	c

En la figura 4 se observa que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de °Brix de 17,43, seguido de Mollar Valenciana con 15,80 y en menor cuantía Mollar de Elche con 15,13.

Figura 4

°Brix en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas



Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Los resultados de sólidos solubles (SST) encontrados son similares a lo encontrado por Díaz (2014) que encontró valores en un rango de 14,9 a 17,2 °Brix en las variedades de granadas que analizó. Cabe destacar que los sólidos solubles no solo se componen del azúcar están presentes también los ácidos, sales entre otros compuestos que son solubles en agua; los cuales componen el jugo. De entre todos estos componentes la mayor parte lo conforman los azúcares y ácidos orgánicos que están en el interior de las frutas (Cazar, 2016).

En la tabla 4, el análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en los grados Brix. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 4*Análisis de Varianza para los Valores de °Brix de las Variedades de Granadas*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	8.402	4.201	444.824	0.000
Bloque	2	0.036	0.018	1.882	0.265
Residuales	4	0.038	0.009		
Total	8	8.476			

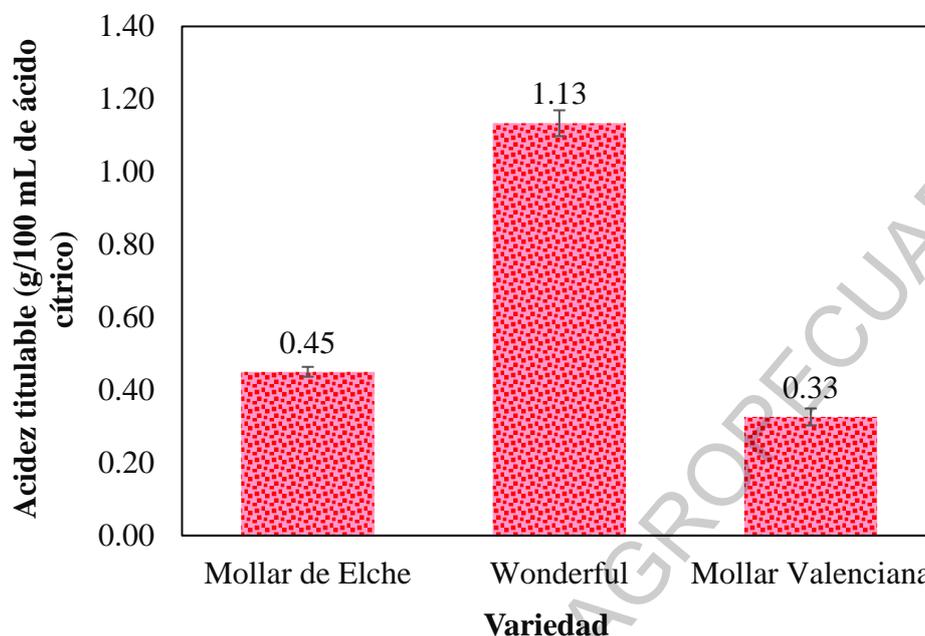
En los °Brix se obtuvo diferencia significativa entre las variedades de igual modo para las pruebas Tukey.

En la tabla 5, la prueba de Tukey indica que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de °Brix de 17,43, seguido de Mollar Valenciana con 15,80 y en menor cuantía Mollar de Elche con 15,13, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

Tabla 5*Prueba de Tukey para los Valores de °Brix de las Variedades de Granada*

Variedad	°Brix	Agrupación
Wonderful	17.43 ± 0.15	a
Mollar Valenciana	15.80 ± 0.10	b
Mollar de Elche	15.13 ± 0.06	c

En la figura 5 se observa que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de acidez titulable de 1,13 g/ 100 mL de ácido cítrico, seguido de Mollar de Elche con 0,45 g/ 100 mL de ácido cítrico y en menor cuantía Mollar Valenciana con 0,33 g/ 100 mL de ácido cítrico.

Figura 5*Acidez Titulable en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas*

Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Lo cual muestra que hay diferencia en la acidez entre las variedades encontradas, además concuerda con lo encontrado por Mena et al. (2011) que indica que los valores más bajos de AT fueron para las variedades dulces, mientras que para variedades más ácidas los niveles de AT aumentan. Domene y Segura (2014) afirma que esto ayuda a la conservación de las variedades con niveles altos de AT y que el sabor de los alimentos, así como su consistencia, color, inocuidad microbiana y la calidad de su conservación de los mismos están altamente influenciados por los ácidos presentes en los alimentos.

En la tabla 6, el análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en la acidez. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 6*Análisis de Varianza para Acidez Titulable de las Variedades de Granada*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	1.135	0.568	632.781	0.000
Bloque	2	0.000	0.000	0.205	0.823
Residuales	4	0.004	0.001		
Total	8	1.139			

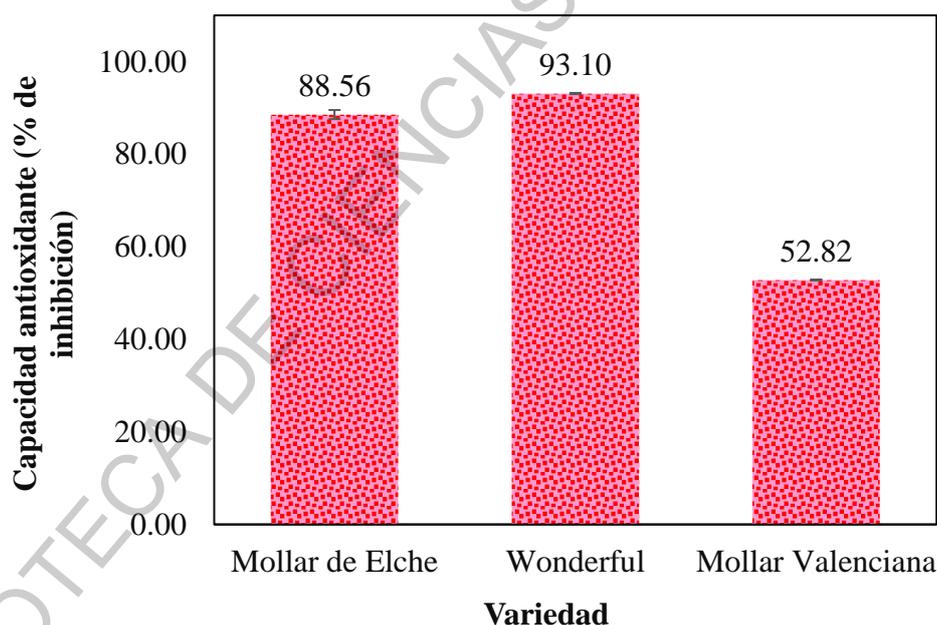
Del mismo modo en la acidez titulable se obtuvo diferencia significativa entre las variedades estas diferencias también se comprobaron aplicando la prueba de Tukey. Esto se debe a que probablemente las pequeñas diferencias ya sea en la zona de cultivo o entre las variedades físicas provocan una gran diferencia a nivel fisicoquímico incluso cuando salen nuevas variedades que pueden repercutir en la conservación de la fruta. Cada una de las nuevas variedades tiene una composición química ligeramente distinta que repercute en su conservación (Bartual et al., 2019).

En la tabla 7, la prueba de Tukey indica que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de acidez titulable de 1,13 g/ 100 mL de ácido cítrico, seguido de Mollar de Elche con 0,45 g/ 100 mL de ácido cítrico y en menor cuantía Mollar Valenciana con 0,33 g/ 100 mL de ácido cítrico, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

Tabla 7*Prueba de Tukey para Acidez Titulable de las Variedades de Granada*

Variedad	°Brix	Agrupación
Wonderful	17.43 ± 0.15	a
Mollar Valenciana	15.80 ± 0.10	b
Mollar de Elche	15.13 ± 0.06	c

En la figura 6 se observa que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de capacidad antioxidante de 93,10%, seguido de Mollar de Elche con 88,56% y en menor cuantía Mollar Valenciana con 52,82%.

Figura 6*Capacidad Antioxidante en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas*

Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Esto concuerda con lo encontrado por Mena et al., (2011) que encontró que la variedad Wonderful tenía mayor nivel de capacidad antioxidante que otras variedades que analizó.

Sin embargo Díaz (2014) encontró que la capacidad antioxidante del jugo de granada de

las variedades que analizó no hubo diferencia significativa y que las granadas analizadas con todo y cascara arrojaban un nivel muy superior de capacidad inhibitoria.

En la tabla 8, el análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en la capacidad antioxidante. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 8

Análisis de Varianza para la Capacidad Antioxidante de las Variedades de Granada

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	2919.570	1459.790	4630.959	0.000
Bloque	2	0.740	0.370	1.177	0.396
Residuales	4	1.260	0.320		
Total	8	2921.570			

En cuanto a la capacidad antioxidante se obtuvo diferencia significativa entre las variedades, estas diferencias también se comprobaron aplicando la prueba de Tukey.

En la tabla 9, la prueba de Tukey indica que la variedad de granada Wonderful presentó mayor valor de capacidad antioxidante de 93,10%, seguido de Mollar de Elche con 88,56% y en menor cuantía Mollar Valenciana con 52,82%, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

Tabla 9

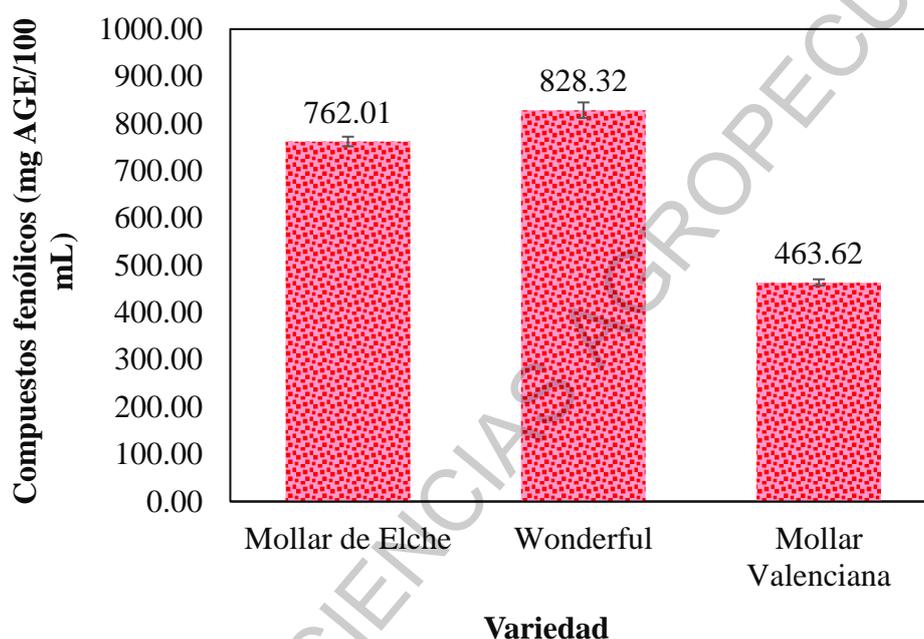
Prueba de Tukey para Capacidad Antioxidante de las Variedades de Granada

Variedad	Capacidad antioxidante (% de inhibición)	Agrupación
Wonderful	93.10 ± 0.13	a
Mollar de Elche	88.56 ± 0.99	b
Mollar Valenciana	52.82 ± 0.10	c

En la figura 7 se observa que la variedad de granada Wonderful presentó mayor contenido de compuestos fenólicos con 828,32 mg AGE/100 mL, seguido de Mollar de Elche con 762,01 mg AGE/100 mL y en menor cuantía Mollar Valenciana con 463,62 mg AGE/100 mL.

Figura 7

Compuestos Fenólicos en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas



Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Se obtuvieron valores similares a los encontrados por Díaz (2014) y García (2016) que encontraron que las variedades de granadas catalogadas como dulces tenían menos compuestos fenólicos que las variedades catalogadas más ácidas en este caso sería la variedad Wonderful la más ácida, seguida por la variedad Mollar de Elche y seguida por la Mollar Valenciana, en contraste con lo reportado por Mena et al. (2011) el cual halló que en los valores de compuestos fenólicos en la variedad Mollar de Elche (156 a 235) mg AGE/100 mL tenía menos concentración de compuestos fenólicos que en la variedad Mollar Valenciana (200 a 250) mg AGE/100 mL de muestra, mientras que los valores más

elevados de compuestos fenólicos fue la variedad Wonderful (200 a 450) mg AGE /100 mL de muestra.

Es muy común encontrar que el contenido de fenoles totales es mayor en plantas o flores que en frutos lo cual puede observarse en distintas investigaciones como en Moreno et al.(2014) que analizó 6 tipos de frutos en Colombia: *Passiflora tripartita* (tumbo), *Passiflora edulis* (maracuya), *Persea America* (aguacate), *Solanum quitoense* (lulo) , *Cyphomandra betacea* (cocona) y *Physalis peruviana* (aguaymanto) los cuales reportaron diferentes valores que estuvieron en el rango de 250 a 700 mg AGE /100 g de muestra, y fue el extracto de tumbo el que presentó mayor concentración con el valor de $638,48 \pm 18,48$ mg AGE/100 g de muestra y el aguacate que presentó un valor de $582,96 \pm 18,83$ mg AGE/100 g de muestra. Al igual que Doroteo et al. (2013) que estudió a seis plantas que crecen en el Perú : *Smallanthus sonchifolius* (yacón), *Krameria triandra* (ratania), *Lepidium meyenii* (maca), *Zea mays* (maíz morado), *Physalis peruviana* (aguaymanto) y *Uncaria tomentosa* (uña de gato), con el fin de desarrollar fitocosméticos y/o nutraceuticos, encontraron que los compuestos fenólicos totales de la corteza de dichas plantas estaban en el rango de 930 a 3320 mg AGE/100 g de muestra, siendo los mayores valores en los extractos de la corteza de maíz morado con 3320 ± 340 mg AGE/100 g de muestra y la corteza de ratania con 3010 ± 20 mg AGE/100 g de muestra.

Es importante mencionar que para la cuantificación de fenoles totales o compuestos fenólicos de la granada solo se analizó el jugo específicamente el extracto de los arillos de la granada sin contar la pepa, la cual fue separada al momento de colar para obtener el jugo de granada, por su parte Díaz (2014) estudió el contenido de fenoles totales en el jugo de granada incluyendo la cascara y los arillos y encontró que un mayor nivel de fenoles totales dependiendo de la variedad cuya lectura de fenoles totales estaba en el rango de 1252 a 1464 mg AGE/100 g de muestra, a diferencia de la lectura del jugo donde se incluyen solo

los arillos sin semilla 160 a 215 mg AGE/100 g de muestra, en otras palabras en un extracto hecho a base del fruto completo se encuentra un nivel más elevado en compuestos fenólicos, como consecuencia el consumo del extracto del fruto de la granada completa traería mejores propiedades benéficas.

En la tabla 10, El análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en el contenido de compuestos fenólicos. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 10

Análisis de Varianza para los Compuestos Fenólicos de las Variedades de Granada

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	226434	113217	687.818	0.000
Bloque	2	180	90	0.546	0.617
Residuales	4	658	165		
Total	8	227272			

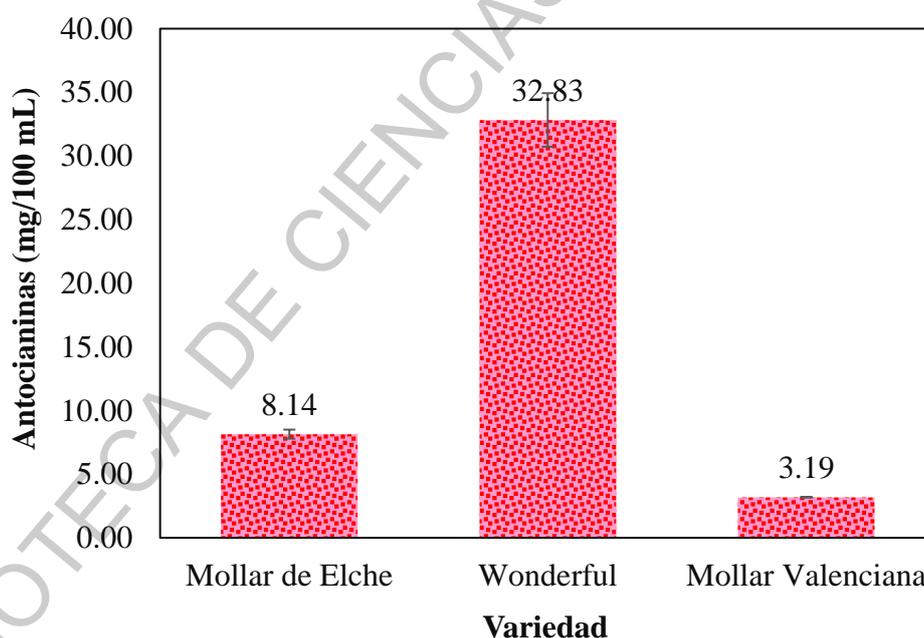
Del mismo modo en el contenido de fenoles totales se obtuvo diferencia significativa entre las variedades, estas diferencias se comprobaron aplicando la prueba de Tukey. Se observa una diferencia marcada entre las variedades en los niveles de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, esto se debería a diversos factores además de ser variedades distintas y de proceder de distintos lugares del Perú. Las variaciones en los niveles en los ensayos se deben a diferencias entre cultivares, temporadas de cultivo, prácticas agrícolas y variaciones en los ensayos (Çam et al., 2009; Tehranifar et al., 2010).

En la tabla 11, la prueba de Tukey indica que la variedad de granada Wonderful presentó mayor contenido de compuestos fenólicos con 828,32 mg AGE/100 mL, seguido de Mollar de Elche con 762,01 mg AGE/100 mL y en menor cuantía Mollar Valenciana con 463,62 mg AGE/100 mL, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

Tabla 11*Prueba de Tukey para Compuestos Fenólicos de las Variedades de Granada*

Variedad	Compuestos fenólicos (mg AGE/100 mL)	Agrupación
Wonderful	828.32 ± 16.43	a
Mollar de Elche	762.01 ± 10.18	b
Mollar Valenciana	463.62 ± 6.77	c

En la figura 8 se observa que la variedad de granada Wonderful presentó mayor contenido de antocianinas con 32,83 mg/100 mL, seguido de Mollar de Elche con 8,14 mg/100 mL y en menor cuantía Mollar Valenciana con 3,19 mg/100 mL.

Figura 8*Antocianinas en el Jugo de las Variedades de Granadas Analizadas*

Nota. Las barras de error que están como marcadores sobre los gráficos representan la desviación estándar en las muestras.

Es similar a lo reportado por García (2016) que investigó el nivel de antocianinas en las variedades Wonderful y Mollar Elche además de otras frutas y encontró que las frutas tales

como el arándano, la mora y la grosella negra poseían un nivel elevado de antocianinas totales en el rango de 300 a 400 mg/100g, seguido de otros frutos como uva Sweet Enchantment, la granada Wonderfull y la grosella cuyos valores de antocianinas estaban en torno a los 50 mg/100g, y en niveles más bajos se encontraban la fresa, la frambuesa y la granada Mollar Elche los cuales tenían concentraciones inferiores a 50 mg/100g de antocianinas totales.

También concuerda con lo encontrado por Mena et al. (2011) quienes indican que se las antocianinas son los responsables del color de la granada, además encontraron que los niveles de antocianinas totales estaban en el orden que muestra la figura 8 por cada variedad analizada.

Se puede apreciar que la tonalidad del color de los arillos variaban entre las variedades desde un color transparente al rojo, color que está regulado por las antocianinas, las cuales son parte de los compuestos fenólicos, así como que se les atribuye la capacidad de dar los colores azul, rojo y violeta a las flores, frutos y hojas en las plantas (Leguizamon *et al.*, 2005).

Cabe resaltar que la medición de las antocianinas se hizo en base a las unidades cianidina 3- glucósido que es un tipo de antocianina (Ccaccya et al., 2019) y la antocianina mayoritaria en las granadas es la delfinidina (Bueno *et al.*, 2012).

En la tabla 12, El análisis de varianza indica que las variedades de granada presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en el contenido de antocianinas. No se evidencia diferencias entre bloques ($p \geq 0,05$).

Tabla 12*Análisis de Varianza para las Antocianinas de las Variedades de Granada*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Variedad	2	1512.480	756.240	602.187	0.000
Bloque	2	4.080	2.040	1.623	0.305
Residuales	4	5.020	1.260		
Total	8	1521.580			

Del mismo modo en el contenido de antocianinas se obtuvo diferencia significativa entre las variedades, estas diferencias también se comprobaron aplicando la prueba de Tukey.

En la tabla 13, La prueba de Tukey indica que la variedad de granada Wonderful presentó mayor contenido de antocianinas con 32,83 mg/100 mL, seguido de Mollar de Elche con 8,14 mg/100 mL y en menor cuantía Mollar Valenciana con 3,19 mg/100 mL, siendo estadísticamente diferentes al presentar distintas letras.

Tabla 13*Prueba de Tukey Para Antocianinas de las Variedades de Granada*

Variedad	Antocianinas (mg/100 mL)	Agrupación
Wonderful	32.83 ± 0.04	a
Mollar de Elche	8.14 ± 0.03	b
Mollar Valenciana	3.19 ± 0.02	c

IV. CONCLUSIONES

Los valores encontrados para la actividad antioxidante, expresada como porcentaje de inhibición de DPPH, en las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron $88,56 \pm 0,99$; $93,10 \pm 0,13$ y $52,82 \pm 0,10$ % respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

Los valores encontrados para el contenido de compuestos fenólicos las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron de $762,01 \pm 10,18$; $828,32 \pm 16,43$ y $463,62 \pm 6,77$ mg AGE/100 mL respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

Los valores encontrados para el contenido de antocianinas en las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron de $8,14 \pm 0,36$; $32,83 \pm 2,10$ y $3,19 \pm 0,02$ mg cianidina 3-glucósido/100mL respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

Los valores encontrados para el pH en las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron $3,16 \pm 0,02$; $3,44 \pm 0,04$ y $3,53 \pm 0,03$ % respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

Los valores encontrados para el contenido de sólidos solubles en las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron de $762,01 \pm 10,18$; $828,32 \pm 16,43$ y $463,62 \pm 6,77$ mg AGE/100 mL respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

Los valores encontrados para la acidez titulable en las variedades de granada Mollar de Elche, Wonderful y Mollar Valenciana fueron de $8,14 \pm 0,36$; $32,83 \pm 2,10$ y $3,19 \pm 0,02$ mg cianidina 3-glucósido/100mL respectivamente, siendo estadísticamente diferentes.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (1997). *Official methods of analysis of AOAC International* (16.^a ed.). AOAC International.
- Bartual, J., Cano, M., & Molina, M. (2019). La DOP Granada Mollar de Elche. Diferenciación en el contexto internacional. *Distribución y Consumo*, 3, 6. 13 de setiembre de 2021.
- Becerra, J. (2019). *LA GRANADA:Nueva Estrella de las Agroexportaciones Peruanas* (Informe técnico de granada). MINAGRI. <https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2019?download=14861:informe-tecnico-de-la-granada&start=20>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bueno, J., Sáez, P., Ramos, F., Jiménez, A., Fett, R., & Asuero, A. (2012). Analysis and Antioxidant Capacity of Anthocyanin Pigments. Part II: Chemical Structure, Color, and Intake of Anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 42(2), 126-151. <https://doi.org/10.1080/10408347.2011.632314>
- Çam, M., Hışıl, Y., & Durmaz, G. (2009). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry*, 112(3), 721-726. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.009>
- Cazar, I. (2016). *Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas* [Tesis de pregrado]. Pontificia universidad católica del Ecuador.
- Ccaccya, A., Soberón, M., & Arnao, I. (2019). Estudio comparativo del contenido de compuestos bioactivos y cianidina-3- glucósido del maíz morado (*Zea mays* L.) de tres regiones del Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 206-215.

- Cruz, F., Saucedo, S., & Martínez, G. (2010). Propiedades químicas e Industriales del ácido eláxico. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 2(3), 1-12.
- Díaz, A. (2014). *Calidad nutracéutica de extractos de granada dulce y ácida y bioaccesibilidad de sus compuestos fenólicos en un modelo in vivo* [Tesis de pregrado]. Universidad autónoma de Queretano.
- Djuric, M., Maskovic, P., Murtic, S., Veljkovic, B., Ćurčić, S., Paunovic, G., & Rakočević, L. B. (2014). Quantitation of ellagic acid in blackberries. *Hemijaska Industrija*, 68(2), 241-245. <https://doi.org/10.2298/HEMIND130306048D>
- Domene, M., & Segura, M. (2014). *Parametros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria*. 5. <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Doroteo, V. H., Díaz, C., Terry, C., & Rojas, R. (2013). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 13-20.
- Fischer, U. A., Jaksch, A. V., Carle, R., & Kammerer, D. R. (2013). Influence of origin source, different fruit tissue and juice extraction methods on anthocyanin, phenolic acid, hydrolysable tannin and isolariciresinol contents of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits and juices. *European Food Research and Technology*, 237(2), 209-221. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1981-2>
- García, M. (2016). *Contenido de antocianos y compuestos fenolicos en diferentes frutos frescos y deshidratados* [Trabajo de maestria]. Universidad Miguel Hernandez de Elche.
- Gil, M., Sanchez, R., Marin, J., & Artés, F. (1996). Quality changes in pomegranates during ripening and cold storage. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung Volume*, 202, 481-485. <https://doi.org/10.1007/BF01197269>

- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1), F1.2.1-F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Ito, N., Fukushima, S., Haqlwara, A., Shibata, M., & Ogiso, T. (1983). Carcinogenicity of Butylated Hydroxyanisole in F344 Rats234. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 70(2), 343-352. <https://doi.org/10.1093/jnci/70.2.343>
- Leguizamon, G. susy, Gonzalez, A., & Baez, R. (2005). Antocianinas en uva (*Vitis vinifera* L.) y su relación con el color. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(4).
- Mena, P., García, C., Navarro, J., Moreno, D., Bartual, J., Saura, D., & Martí, N. (2011). Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1893-1906. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4411>
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A., & Martins, D. (2004). Anthocyanin Concentration of “Assaria” Pomegranate Fruits During Different Cold Storage Conditions. *Journal of biomedicine & biotechnology*, 2004, 338-342. <https://doi.org/10.1155/S1110724304403076>
- Moreno, E., Ortiz, B., & Restrepo, L. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista colombiana de química*, 43(3), 41-48.
- Mousavinejad, G., Emam-Djomeh, Z., Rezaei, K., & Khodaparast, M. (2009). Identification and quantification of phenolic compounds and their effects on antioxidant activity in pomegranate juices of eight Iranian cultivars. *Food Chemistry*, 115(4), 1274-1278. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.044>
- Pastor, F. (2015). *Incremento de la calidad con dos tipos de cobertura en frutos de granado (punica granatum) var. Wonderful para exportación en zonas áridas de Arequipa*

[Tesis de pregrado]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.

Scibisz, I., & Mitek, M. (2009). Effect of processing and storage conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of highbush blueberry jams. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59(1), 45-52.

TehraniFar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., & Vazifeshenas, M. R. (2010). Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 126(2), 180-185. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.001>

Wu, R., Frei, B., Kennedy, J. A., & Zhao, Y. (2010). Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. *LWT - Food Science and Technology*, 43(8), 1253-1264. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.002>

ANEXOS

BIBLIOTECA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Anexo 1*Datos Recopilados de la Experimentación en las Variedades de Granadas Analizadas*

Variedad	pH	°Brix	Acidez titulable (g/100 mL de ácido cítrico)	Capacidad antioxidante (% de inhibición)	Compuestos fenólicos (mg AGE/100 mL)	Antocianinas (mg/100 mL)	Bloque
Mollar de Elche	3.170	15.200	0.443	87.580	773.656	7.765	1
Mollar de Elche	3.140	15.100	0.443	88.535	757.527	8.182	2
Mollar de Elche	3.160	15.100	0.466	89.554	754.839	8.475	3
<i>Promedio</i>	<i>3.157</i>	<i>15.133</i>	<i>0.450</i>	<i>88.556</i>	<i>762.007</i>	<i>8.141</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0.015</i>	<i>0.058</i>	<i>0.013</i>	<i>0.987</i>	<i>10.177</i>	<i>0.357</i>	
Wonderful	3.430	17.400	1.095	93.057	813.978	30.475	1
Wonderful	3.400	17.300	1.142	93.248	846.237	33.481	2
Wonderful	3.480	17.600	1.165	92.994	824.731	34.525	3
<i>Promedio</i>	<i>3.437</i>	<i>17.433</i>	<i>1.134</i>	<i>93.100</i>	<i>828.315</i>	<i>32.827</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0.040</i>	<i>0.153</i>	<i>0.036</i>	<i>0.133</i>	<i>16.425</i>	<i>2.102</i>	
Mollar Valenciana	3.550	15.900	0.349	52.739	469.892	3.173	1
Mollar Valenciana	3.500	15.700	0.326	52.803	464.516	3.173	2
Mollar Valenciana	3.550	15.800	0.303	52.930	456.452	3.215	3
<i>Promedio</i>	<i>3.533</i>	<i>15.800</i>	<i>0.326</i>	<i>52.824</i>	<i>463.620</i>	<i>3.187</i>	
<i>Desviación estándar</i>	<i>0.029</i>	<i>0.100</i>	<i>0.023</i>	<i>0.097</i>	<i>6.765</i>	<i>0.024</i>	

Anexo 2*Análisis del Cumplimiento de Supuestos*

Ho:	Cumple con el supuesto de homogeneidad de varianzas y normalidad de residuales	$p \geq 0,05$
Ha:	No cumple con el supuesto de homogeneidad de varianzas y normalidad de residuales	$p < 0,05$

Variable	Levene	p	Shapiro-Wilk	p
pH	0.404	0.684	0.964	0.841
°Brix	0.600	0.579	0.927	0.453
Acidez titulable (g/100 mL de ácido cítrico)	0.610	0.574	0.932	0.504
Capacidad antioxidante (% de inhibición)	3.017	0.124	0.985	0.985
Compuestos fenólicos (mg AGE/100 mL)	0.454	0.656	0.979	0.959
Antocianinas (mg/100 mL)	1.941	0.224	0.952	0.717

Se presenta el análisis de cumplimiento de supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de residuales; donde la prueba de Levene indica homogeneidad de varianzas y la prueba de Shapiro-Wilk indica que los residuales están normalmente distribuidos ($p \geq 0,05$) para todas las variables respuesta; por lo que se cumple con estos supuestos estadísticos para el uso de herramientas paramétricas como el análisis de varianza y la post-prueba de Tukey.

Anexo 3

Determinación del pH

El pH es el indicativo del nivel de iones de hidrógenos presentes en un alimento. En su medición se usa una escala que es del 1-14; si el nivel de pH es inferior a 7 se le considera ácido, mientras más bajo es el nivel de pH más ácido es el alimento. Por el contrario, si el nivel de pH es superior a 7 se le considera alcalino, mientras más alto es el nivel de pH más alcalino es el alimento.

Procedimiento:

- En vaso de precipitación se coloca la muestra.
- Sumergir la membrana de vidrio del pHmetro en la muestra.
- Esperar a que se fije la medida en el pHmetro y tomar la lectura.

Anexo 4

Determinación de Sólidos Solubles

El porcentaje de sólidos solubles también conocido como grados Brix mide la cantidad de sólidos solubles en una sustancia. En el caso de las frutas el valor de grados Brix o sólidos solubles esta referido a la cantidad de azúcar que se encuentra en la fruta. No obstante, se usan ambas formas para representar la cantidad de sólidos solubles presentes en algún alimento (g sólidos solubles/100 g de producto o °Brix) en la industria de alimentos.

Procedimiento:

- Colocar la muestra sobre el prisma del refractómetro cerrar con el cubre objetos
- Tomar la lectura que indica en el ocular del refractómetro.

Anexo 5

Determinación de la Acidez Titulable

Para la estimación del grado de madurez y el estado de acidez en el sabor de una fruta se toma frecuentemente la acidez titulable como principal indicativo. Los ácidos málicos, tartárico, y cítrico son algunos de los ácidos predominante en las frutas. En el caso de la granada se utiliza el ácido cítrico como ácido predominante. De esta manera la acidez titulable en las frutas se presenta en g/100 mL del ácido predominante o como porcentaje del ácido predominante.

Procedimiento:

- Coger 10 mL de muestra seguidamente aforar hasta 50 mL con agua destilada.
- Titular la solución con NaOH 0,1 N y dos gotas de fenolftaleína, como elemento indicador, hasta alcanzar el color rosa tenue en la alícuota.
- El cálculo de la acidez titulable se hizo empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_1 * N * \text{meq del ácido} * V_3}{A * V_2} * 100 \quad (1)$$

Donde:

V₃: mL de NaOH gastados en titulación.

V₂: Volumen de alícuota (mL)

V₁: Volumen de la disolución (mL)

N: Normalidad de NaOH

A: mL de la muestra.

Anexo 6

Determinación de la Actividad Antioxidante

El método del DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidracilo) fue utilizado para hallar la capacidad antioxidante, el cual fue desarrollado por Brand-Williams et al. (1995) el fundamento del método. Asimismo fue descrito por Scibisz & Mitek (2009) este método.

Preparación de la solución patrón:

Disolver 0.004 g de DPPH en etanol 80° y aforar en una fiola de 50 mL. Leer la absorbancia de la solución luego de 30 minutos. El resultado de la absorbancia deberá marcar siempre un valor cercano a 1. Caso contrario repetir la preparación de la solución.

Preparación de la muestra:

Colocar 3 mL de jugo de granada previamente filtrada y aforar la fiola de 10 mL de capacidad con el alcohol etílico de 80°, dejar reposar la solución durante 30 minutos y se centrifuga con 4200 rpm durante 15 minutos. Teniendo la solución ya centrifugada coger una alícuota de 50 µL y verter 950 µL de solución patrón. Por último, dejar reposar por 30 minutos y leer la absorbancia a 512 nm.

Luego se utiliza la lectura de la absorbancia para hacer el cálculo de porcentaje de inhibición del radical DPPH:

$$\% \text{ inhibición}_{DPPH} = 100 - \left[\frac{Abs_{muestra}}{Abs_{DPPH}} \right] * 100 \quad (2)$$

Dónde:

$Abs_{muestra}$: Absorbancia de muestra

Abs_{DPPH} : Absorbancia de solución de DPPH.

El porcentaje de inhibición ($\% \text{ inhibición}_{DPPH}$) indica la cantidad reducida de la muestra con respecto a la concentración original de DPPH por el agente antioxidante.

Anexo 7

Determinación de Compuestos Fenólicos Totales

En la determinación de compuestos fenólicos, los cuales son compuestos que tienen una presencia muy importante en la naturaleza como en el caso de los flavonoides, se utilizó el método de Folin-Ciocalteu para lo cual se utiliza una curva de calibración de ácido gálico.

Procedimiento:

Solución de carbonato de sodio:

Preparar la solución de carbonato de sodio disolviendo 20 g de carbonato de sodio (Na_2CO_3) en 80 mL de agua destilada, luego calentar la solución (cuando la solución llegue a los 50 °C, remover la solución para que quede disuelto), después dejar enfriar la solución y aforar en una fiola de 100 mL con agua destilada.

Preparación de la muestra

En una fiola de 10 mL colocar 3 mL de jugo de fruta ya filtrada con anterioridad, aforar la fiola de 10 mL con alcohol etílico de 80°, finalmente se agita la muestra por 30 minutos y se centrifuga a 4200 rpm durante 15 minutos.

Procedimiento para determinar los compuestos fenólicos totales

Colocar 40 μL de muestra en un tubo de ensayo, luego se añade 3160 μL de agua destilada, para luego ser agitada en el tubo de ensayo con la mezcla, después se adiciona 200 μL de Folin–Ciocalteu de 2 N de concentración, posteriormente se deja en reposo por 15 minutos. Adicionar 600 μL de solución de carbonato, se mezcla bien y se incuba por 2 horas en temperatura ambiente. Por último, se lee en el espectrofotómetro a 760 nm

Anexo 8

Determinación de Antocianinas por Ph Diferencial

La antocianina sufre un cambio reversible con las variaciones del pH, el cual se ve reflejado con el cambio en su absorbancia.

Procedimiento

La preparación se realiza colocando 4 mL de jugo de granada previamente filtrado, luego adicionar etanol de 80° aforando a 10 mL con el etanol, el etanol ha de haber sido acidificado previamente con una solución de HCL hasta que tenga pH 2, después centrifugar la mezcla a 4200 rpm durante 15 minutos.

Se usa dos soluciones tampón una de ácido acético/acetato sódico de pH 4,5 de 0,4M y otra solución de ácido clorhídrico/cloruro de potasio de pH 1 de 0,025M. Entonces se coge 1 mL de muestra líquida y se añade 9 mL de solución tampón de pH 1, la misma cantidad con la otra muestra líquida y la solución tampón pH de 4,5. Se utiliza un blanco para medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 512 y 700 nm. La absorbancia se calcula:

$$(A_{515\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{\text{pH } 1} - (A_{515\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{\text{pH } 4.5} = A$$

La concentración de pigmentos monoméricos se expresa en unidades de mg cianidina 3-glucósido/100 mL de muestra.

$$\text{Antocianinas monoméricas (mg/100 mg)} = \frac{A * PM * FD * 100}{\epsilon} \quad (3)$$

Donde:

A: Absorbancia

PM: Peso molecular (PM: 449.2 g/mol)

FD: Factor de dilución

ϵ : Absortividad molar (26900 L/mol.cm)

Anexo 9

Almacenamiento de Jugo de Granada en Tubos Falcon Variedad Mollar de Elche



BIBLIOTECA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Anexo 10

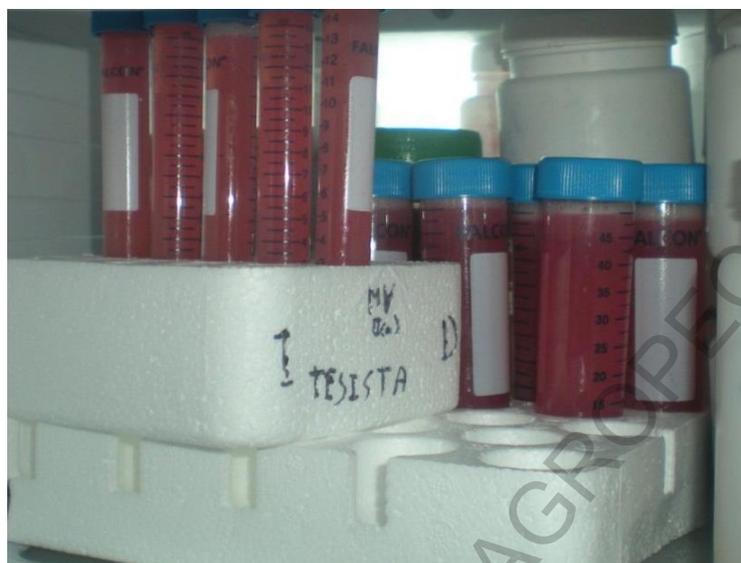
Almacenamiento de Jugo de Granada en Tubos Falcon Variedad Wonderful



BIBLIOTECA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Anexo 11

Almacenamiento de Jugo de Granada en Tubos Falcon Variedad Mollar Valenciana



Anexo 12

Toma de las Lecturas de la Absorbancia para la Prueba de DPPH



BIBLIOTECA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

DECLARACIÓN JURADA

Los AUTORES suscritos en el presente documento DECLARAMOS BAJO JURAMENTO que somos los responsables legales de la calidad y originalidad del contenido del Proyecto de Investigación Científica, así como, del Informe de la Investigación Científica realizado.

TITULO:

Actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas en jugo de tres variedades de granada (*Punica granatum* L.)

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

INFORME FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

PROY DE TRABAJO DE INVESTIGACION (PREGRADO)

()

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

()

PROYECTO DE TESIS PREGRADO

()

TESIS PREGRADO

(X)

PROYECTO DE TESIS MAESTRÍA

()

TESIS MAESTRÍA

()

PROYECTO DE TESIS DOCTORADO

()

TESIS DOCTORADO

()

Equipo Investigador Integrado por:

Nº	Apellidos y Nombres	Facultad	Departamento Académico	Categoría Docente Asesor	Código Docente Asesor Número Matrícula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Fuentes Dávila Rober Gerson	Ciencias Agropecuarias	Ciencias Agroindustriales	----	512400609	Autor
02	Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen	Ciencias Agropecuarias	Ciencias Agroindustriales	Auxiliar	5577	Asesora
03						

Trujillo, 23 de Enero de 2023

.....
Fuentes Dávila Rober Gerson

.....
DNI 46849588

.....
Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen

.....
DNI 08715119

.....
FIRMA

.....
DNI

.....
FIRMA

.....
DNI

Este formato debe ser llenado, firmado, adjuntado al final del documento del PIC, del Informe de Tesis, Trabajo de Investigación respectivamente.

Av. Juan Pablo II S/N – Trujillo – Perú.

e-mail: agroindustrial@unitru.edu.pe
www.unitru.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

UNT

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACION EN REPOSITORIO DIGITAL RENATI-SUNEDU

Trujillo, 23 de Enero de 2023

Los autores suscritos del INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN CIENTIFICA

Titulado:

Actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antocianinas en jugo de tres variedades de granada (*Punica granatum* L.)

AUTORIZAMOS SU PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL, REPOSITORIO RENATI-SUNEDU, ALICIA-CONCYTEC, CON EL SIGUIENTE TIPO DE ACCESO:

- A. Acceso Abierto: (datos del autor y resumen del trabajo)
 B. Acceso Restringido
 C. No autorizo su Publicación

Si eligió la opción restringido o NO autoriza su publicación sírvase justificar: _____

ESTUDIANTES DE PREGRADO: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TESIS
 ESTUDIANTES DE POSTGRADO: TESIS MAESTRIA TESIS DOCTORADO
 DOCENTES: INFORME DE INVESTIGACION OTROS

El equipo investigador Integrado por:

Nº	Apellidos y Nombres	Facultad	CONDICIÓN (NOMBRADO, CONTRATADO, EMÉRITO, estudiante, OTROS)	Código Docente Número Matricula del Estudiante	Autor Coautor asesor
01	Fuentes Dávila Rober Gerson	Ciencias Agropecuarias	----	512400609	Autor
02	Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen	Ciencias Agropecuarias	Nombrado	5577	Asesora
03					

.....
 Fuentes Dávila Rober Gerson

DNI 46849588

.....
 Barraza Jáuregui Gabriela del Carmen

DNI 08715119

Firma

DNI

*Este formato debe ser llenado, firmado y adjuntado en el Informe de Tesis y/o Trabajo de Investigación respectivamente 'Este formato en el caso de Informe de investigación científica docente debe ser llenado, firmado, scaneado y adjuntado en el sistema de www.picfedu.unitru.edu.pe

Av. Juan Pablo II S/N – Trujillo – Perú.

e-mail: agroindustrial@unitru.edu.pe
www.unitru.edu.pe