



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANA Y
ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*), VARIEDAD INIAP-
199 RACIMO DE UVA, CULTIVADO EN LA ZONA AGROECOLÓGICA
DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.”**

DIRECTOR:

Ing. NELSON MONAR GAVILÁNEZ. M.Sc.

AUTOR:

DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS

Guaranda – Ecuador

2024

“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANA Y ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*), VARIEDAD INIAP-199 RACIMO DE UVA, CULTIVADO EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.”

REVISADO Y APROBADO POR:



ING. NELSON MONAR GAVILÁNEZ MSc.

DIRECTOR



ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

ÁREA DE BIOMETRÍA



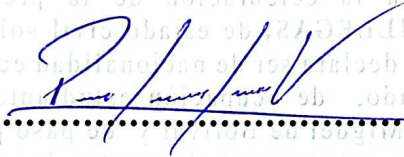
ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

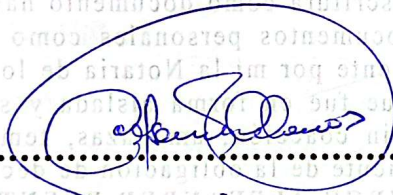
Yo, Diego Alexander Puente Villegas, con CI. 1750940163, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



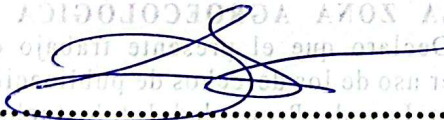
DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS

AUTOR



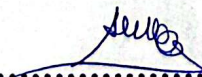
ING. NELSON MONAR GAVILÁNEZ MSc.

DIRECTOR



ING. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

ÁREA DE BIOMETRÍA



ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA

ESCRITURA N° 20240201004P00042

DECLARACIÓN JURAMENTADA


OTORGA:

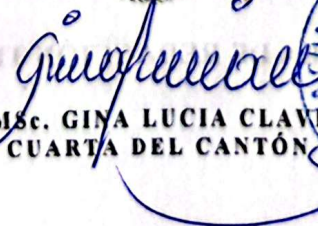
DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS.

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIA

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, a los veinticuatro días del mes de enero del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, el señor **DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS**, de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiante, domiciliado en la parroquia San Miguel de Bolívar, cantón Miguel de Bolívar y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho cuatro dos seis seis seis tres dos; y, con correo electrónico **alexander9353@live.com**, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a la cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, misma que agrego a esta escritura como documento habilitante, además por petición del compareciente agrego los documentos personales como son la cedula y papeleta de votación. Advertido el compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, advertido el compareciente de la obligación de decir la verdad y conocedor de la penas de perjurio declara: Yo, **DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS**, de estado civil soltero, portador de la cedula de ciudadanía número uno siete cinco cero nueve cuatro cero uno seis tres, declaro bajo juramento que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado **"DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ANTIBACTERIANA Y ANTIOXIDANTE DEL MAÍZ NEGRO (*Zea mays L.*), VARIEDAD INIAP-199, RACIMO DE UVA, CULTIVADO EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DEL CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR"**. Declaro que el presente trabajo es de mi autoría; la Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y Normativa Institucional vigente. En el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente; y, leída que le fue al compareciente íntegramente por mí la Notaria, aquel se afirma y ratifica en todas sus partes y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy fe.....


SR. **DIEGO ALEXANDER PUENTE VILLEGAS.**
C.C. 17 50 940163


DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS DIEGO PUENTE.docx

AUTOR

DIEGO PUENTE

RECUENTO DE PALABRAS

12675 Words

RECUENTO DE CARACTERES

72985 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

75 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

21.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 22, 2024 3:00 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 22, 2024 3:04 PM GMT-5

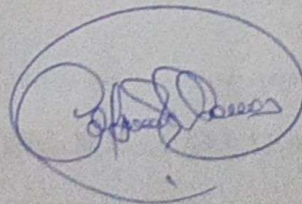
● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 4% Base de datos de Internet

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado
- Fuentes excluidas manualmente
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



DEDICATORIA

El Presente Trabajo se lo dedico a mi familia y a todos quienes siempre han estado pendientes de mí, apoyándome para que pueda conseguir esta meta.

A mi madre por sus cuidados, enseñanzas y consejos a lo largo de mi vida.

Diego

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, así como a la Carrera de Ingeniería Agronómica.

También quiero extender mi gratitud a los Laboratorios de Investigación y Vinculación, al grupo de Investigación AGROPROBIOPEP y en especial al Ing. Marcelo Vilcacundo, a la Ing. María Fernanda Quinteros y al Ing. Roberto Morán por su asesoramiento, esfuerzo y dedicación; sus conocimientos y orientación oportuna han sido fundamentales en mi desarrollo profesional. A cada uno de ellos, mi gratitud y admiración.

No puedo dejar de mencionar a todos los profesores de la Universidad Estatal de Bolívar que han dejado una huella en mi formación académica. En especial, quiero agradecer al Ing. Nelson Monar por su dirección, al Ing. David Silva por su asesoramiento en el campo de la biometría y la Ing. Sonia Salazar por su apoyo en la redacción técnica. Gracias a su enfoque, aliento y positividad, he logrado culminar exitosamente este trabajo de investigación.

Quiero también expresar mi sincero agradecimiento a mi familia por su constante apoyo durante mi carrera universitaria. Su respaldo incondicional ha sido un pilar fundamental para mi éxito académico y personal.

ÍNDICE GENERAL

Contenido Página

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROBLEMA	3
III. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Origen	5
3.2. Maíz	5
3.4. Composición nutricional.....	6
3.5. Descripción Botánica del Maíz Racimo de Uva.....	6
3.6. Variedad INIAP - 199	7
3.7. Usos	7
3.9.1. Actividad antioxidante	9
3.10. Polifenoles.....	10
3.11. Antocianinas.....	11
3.12. Actividad Antibacteriana de los hidrolizados	13
IV. MARCO METODOLÓGICO	18
4.1. Localización de la investigación.....	18
Localización.....	18

4.2. Zona de Vida.....	18
4.3. Materiales.....	18
4.3.1. Material experimental	18
4.3.3. Materiales de laboratorio.....	19
4.5. Diseño Experimental.....	22
4.6. Procedimiento del experimento	22
4.7. Tipos de análisis.....	22
4.7.1. Análisis estadístico.....	22
4.8. Métodos de Evaluación y Datos tomados.....	22
4.9. Manejo del Experimento.....	23
Colecta	23
Georreferenciación.....	23
Acondicionamiento de muestras	23
Análisis de laboratorio	24
Digestión gástrica:	24
Digestión duodenal:	24
Actividad antioxidante ABTS (3 – ethylbensoathiazoline- 6- sulfonic acid) diamonium salt.....	24
Principio del Método	24
Actividad antioxidante FRAP	28
Actividad antibacteriana por difusión en disco.....	28

Metodología de la actividad antibacteriana	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5.1. Actividad Antioxidante de hidrolizados de maíz negro.....	30
5.2. Actividad Antibacteriana	37
5.3. Zonas de cultivo de maíz negro en las zonas agroecológicas de Guaranda	38
5.3.1. Georreferenciación.....	38
Georreferenciación zona de cultivo de maíz negro Parroquia Santa Fe	38
VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	40
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Página
1	Actividad Antioxidante por el Método ABTS	30
2	Actividad Antioxidante por el Método FRAP	31
3	Actividad Antioxidante – DPPH	32
4	Concentración de Polifenoles	32
5	Resumen Estadístico	34
6	Correlación de las medias de Hidrolizados en SDG	35
7	Correlación de las medias de Hidrolizados en SDD	36
8	Georreferenciación de la zona de cultivo de maíz negro Parroquia Santa Fe	38
9	Georreferenciación de la zona de cultivo de maíz negro Parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla	38

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Página
1	Análisis de Concentración de Polifenoles SDG	33
2	Análisis de Concentración de Polifenoles SDD	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº

Anexo 1 Mapa de ubicación

Anexo 2 Base de datos

Anexo 3 Reporte de Análisis

Anexo 4 Fotografías

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo principal evaluar la bioactividad antibacteriana y antioxidante del maíz negro (*Zea mays L*) variedad INIAP-199 Racimo de Uva cultivado en la zona agroecológica del cantón Guaranda, provincia Bolívar. Se buscó demostrar que esta variedad podría ser una opción potencial para su industrialización como un producto bioactivo y superalimento. Los resultados mostraron que la producción de maíz negro era limitada en las zonas agroecológicas de las parroquias de Gabriel Ignacio de Veintimilla y Santa Fe, y prácticamente inexistente en la parroquia de San Lorenzo. Sin embargo, se determinó que la altitud, ubicación y prácticas culturales no afectaban las propiedades bioactivas del maíz negro, según pruebas de laboratorio realizadas bajo la metodología ABTS, FRAP y DPPH; en cuanto a los análisis de concentración de polifenoles, no se encontraron variaciones significativas numérica ni estadísticamente. Se observó una estrecha asociación entre las variables independientes y la variable respuesta Polifenoles Totales mg AG/g de muestra, indicando que un mayor contenido de polifenoles se correlacionaba con una mayor capacidad antioxidante en la muestra evaluada, con un P valor de 0,0000; Sin embargo, en las pruebas de actividad antibacteriana, los hidrolizados de maíz negro no mostraron capacidad para inhibir el crecimiento de la bacteria *E. coli*, lo que indica una respuesta negativa en las pruebas del halo de inhibición. Estos resultados proporcionaron una base de datos para futuras investigaciones en la agronomía, relacionada a la industria y destacando el potencial antioxidante del maíz negro, su posible aplicación en productos bioactivos y superalimentos.

Palabras Clave: ABTS, FRAP, DPPH, bioactivos, antioxidante, agroecológica.

SUMMARY

The research project aimed to evaluate the antibacterial and antioxidant bioactivity of black corn (*Zea mays L*) variety INIAP-199 Racimo de Uva cultivated in the agroecological zone of Guaranda canton, Bolivar province. The goal was to demonstrate that this variety could be a potential option for industrialization as a bioactive product and superfood. The results showed that black corn production was limited in the agroecological zones of the parishes of Gabriel Ignacio de Veintimilla and Santa Fe, and practically nonexistent in the parish of San Lorenzo. However, it was determined that altitude, location, and cultural practices did not affect the bioactive properties of black corn, according to laboratory tests conducted under the ABTS, FRAP, and DPPH methodologies; regarding the analysis of polyphenol concentration, no significant numerical or statistical variations were found. There was a close association observed between the independent variables and the response variable Total Polyphenols mg GAE/g of sample, indicating that a higher polyphenol content was correlated with increased antioxidant capacity in the evaluated sample, with a P-value of 0.0000; however, in the antibacterial activity tests, black corn hydrolysates did not show the ability to inhibit the growth of the *E. coli* bacteria, indicating a negative response in the inhibition halo tests. These results provided a database for future agronomy research industry related, highlighting the antioxidant potential of black corn and its possible application in bioactive products and superfoods.

Keywords: ABTS, FRAP, DPPH, bioactive, antioxidant, agroecological.

I. INTRODUCCIÓN

El (*Zea mays L.*) morado es un cereal oriundo del Perú el cual ya es considerado un super alimento (*superfood*); siendo su principal productor, logrando ubicarlo como un rubro con importantes cifras de exportación, tal como cita la Agencia Agraria de Noticias del mismo país con 798810 Kg exportados en 2019 por US\$ 1249588; además de promover el cultivo de variedades de maíz morado por su alto potencial de rendimiento y mayor valor biológico con el elevado contenido de antocianinas, llegando a producir 5200 Kg en mazorca y generar una rentabilidad adicional de US\$ 2700 por hectárea según la Revista de Red Agrícola en el 2022; datos que resultan promisorios al ser el Ecuador un país vecino con todas las características agroecológicas que permitan el emprendimiento y desarrollo de proyectos similares. (Revista de Red Agrícola , 2022)

Los trabajos de cultivo e investigaciones con el maíz negro lo ha liderado el INIAP en conjunto con instituciones de orden académico; la producción a nivel de campo según la misma entidad en cuanto a su rendimiento varía de acuerdo al manejo agronómico y a las condiciones ambientales entre 2 y 4 t/ha; además de ser una variedad semitardía con un ciclo de 240 a 260 días dependiendo de la altitud de siembra.

Por lo antes mencionado es de vital importancia además de resaltar su alto valor agronómico, indicar el potencial bioactivo del (*Zea mays L.*) racimo de uva; ya que posee metabolitos secundarios tales como: ácido salicílico, grasas, resinas, saponinas, sales de potasio y sodio, azufre y fósforo, y sus compuestos fenólicos que son sustancias químicas con múltiples beneficios cuya investigación se halla en pleno desarrollo con la tendencia a la alimentación sana. (BIOPAT, 2016)

Los principales metabolitos secundarios contenidos en el (*Zea mays L.*) racimo de uva son los compuestos fenólicos; que actúan como antioxidantes, secuestrando especies reactivas de oxígeno e inhibiendo las enzimas productoras de radicales libres (Guillén, Mori & Paucar, 2014)

Dentro de estos compuestos fenólicos, tenemos a las antocianinas las que ya hemos mencionado y que concretamente son pigmentos hidrosolubles ampliamente distribuidos en el reino vegetal que poseen propiedades farmacológicas y terapéuticas como la inhibición del crecimiento y proliferación de bacterias, contrarrestan los efectos nocivos de los radicales libres y estrés oxidativo, así como la carcinogénesis; las antocianinas se encuentran en mayor cantidad en la coronta o tusa, en el pericarpio que recubre al grano y en menor cantidad en el tallo. (Guillén, Mori & Paucar, 2014)

Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron:

Determinar las propiedades antibacteriana y antioxidante del maíz negro (*Zea mays L.*), variedad INIAP-199 Racimo de Uva, cultivado en la zona agroecológica del cantón Guaranda, provincia Bolívar.

Determinar y georreferenciar las zonas de cultivo con presencia de maíz negro Racimo de Uva en el cantón Guaranda.

Colectar diversas muestras de maíz negro Racimo de uva, en la zona Agroecológica del cantón Guaranda

Evaluar e identificar la actividad antibacteriana y antioxidante de hidrolizados de maíz racimo de uva.

II. PROBLEMA

La realidad del campo a nivel mundial es compleja debido a la competencia indiscriminada con la industrialización de productos vegetales de primer orden, siendo así que potencias como EEUU y China son los principales productores de maíz en el mundo, el cual se utiliza en su mayoría como grano para la nutrición animal y para generar biocombustibles; sin embargo a nivel de latino américa existen otras variedades que se han relegado por la industria, lo que conduce a la pérdida de prácticas tradicionales y a la no conservación de germoplasma nativo de vegetales como (*Zea mays L.*) , y entre ellos el racimo de uva originario de Sudamérica.

En el Ecuador el caso es similar; ya que el desconocimiento en la población ante los beneficios del maíz morado racimo de uva y sus bioactividades, generan decremento en su producción y consumo de este rubro.

La reducción del cultivo de maíz en general en nuestro país se debe en gran medida a la propagación de enfermedades, las cuales están provocando daños significativos en el sistema radicular y foliar de las plantas, generando una marcada disminución en los rendimientos y un uso excesivo en el uso de sustancias químicas para su tratamiento. Además, factores climáticos, como alteraciones en los patrones de lluvia y temperaturas extremas, agravan la situación al impactar de manera negativa en este cultivo altamente vulnerable a las variaciones ambientales.

La carencia de prácticas agronómicas adecuadas, como la falta de rotación de cultivos y el uso ineficaz de fertilizantes, está contribuyendo aún más a la problemática. Se ha convertido en un verdadero desafío producir eficientemente con una inversión moderada; por lo cual es imperativo implementar programas de investigación y extensión agrícola enfocados en el desarrollo de variedades nativas resistentes a enfermedades y en la adopción de estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades, con el propósito de revertir la tendencia negativa y garantizar la sostenibilidad de la producción de maíz morado en Ecuador.

El valor de esta investigación se enmarca en los múltiples aportes a la ciencia y sector agrícola; con el uso de tecnología de vanguardia para su desarrollo; sobre todo generar mayor interés en los productores y consumidores en el cultivo e industrialización del maíz morado, diversificando de esta manera la posibilidad de crear nuevos espacios de mercado para esta gramínea que ha sido relegada únicamente al consumo en épocas específicas de festividades religiosas como es la celebración del día de los fieles difuntos.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores entre 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (FAO, 2001).

Específicamente, el maíz morado (*Zea mays L.*), es una planta de América cuyo origen geográfico no se conoce con precisión, no obstante, existen indicios que lo sitúan al sur de México y Centroamérica con anterioridad al año 5000 A.C. y un origen secundario de pluralidad genética a los valles altos como: Perú, Bolivia y Ecuador. Actualmente tiene una extensa repartición geográfica, localizándolo a partir de las zonas este y sur este de EE.UU, México, América Central y del Sur (Castillo, 2015).

3.2. Maíz

Esta variedad de maíz pertenece a la familia Poaceae, cuyo nombre científico es (*Zea mays L.*), la raza de la cual proviene se conoce como racimo de uva. Es originario de los Andes Peruanos, única en el mundo (especie endémica) por poseer la coronta y los granos de un color morado característico, debido al pigmento que posee denominado antocianina. Sin embargo, a pesar del gran valor nutricional que presenta la variedad de maíz “racimo de uva”, su presencia comercial en los mercados es limitada y su frecuencia de consumo ha disminuido considerablemente en la población (Lizano, 2012).

3.3. Descripción taxonómica del maíz morado

Nombre científico	<i>Zea mays L.</i>
Variedad	INIAP 199
Ecotipo	racimo de uva
Grupo	Amilácea
Nombre común	maíz negro, maíz morado, maíz púrpura, racimo de uva

Fuente: (Yáñez, et al., 2016)

3.4. Composición nutricional

El maíz morado contiene un porcentaje de biomoléculas, agua, fibra y cenizas, el almidón (amilosa (25-30%) y amilopectina (70-75%)) constituyen hasta el 72-73% del peso del grano de maíz. Otros hidratos de carbono presentes son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3% del grano. (Yáñez, et al., 2016)

3.4.1. Composición nutricional del maíz racimo de uva (*Zea mays*)

Agua	12,0 %	Carbohidratos	74,5 %
Proteína	9,0 %	Fibra	1,0 %
Grasa	3,4 %	Cenizas	1,1 %
Almidón	80 %	Fibra	3,7 %
Azúcares	10 %	Minerales y vitaminas	2,0 %
Proteínas	11 %	Cenizas	1,4 %
Grasa	5,6 %		

Fuente: (Yáñez, et al., 2016)

3.5. Descripción Botánica del Maíz Racimo de Uva

Se puede observar que la raíz es de tipo adventicia que nace del tallo, con un volumen radicular mediano, el tallo erguido y macizo de color morado o purpura, glabro, hojas alternas, largas, estrechas, colgantes. La inflorescencia masculina es una panícula (panoja) de tipo abierta, formada por numerosas flores pequeñas (espículas) con glumas de color purpura que le dan su singular apariencia. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca de tipo cónico-cilíndrica, que crece envuelta en unas hojas modificadas, o

brácteas decolor morado o púrpura. El grano es una carióspside, redondeado, morado situado en hileras rectas a lo largo de toda la mazorca. El color del pericarpio es morado y del endospermo blanco, de tipo harinoso. (Yáñez, et al., 2016)

3.6. Variedad INIAP - 199

Dentro de las principales características cuantitativas de la variedad, siendo una variedad semitardía con un ciclo que va entre 240 a 260 días dependiendo de la altitud de siembra y su rendimiento varía de acuerdo al manejo agronómico y condiciones ambientales entre 2 y 4 t/ha; en cuanto a lo fenotípico esta variedad resalta por el color morado de la mazorca tendiendo a negro, así como por el tipo de grano redondo que se asemeja a la raza “Racimo de Uva” descrita por Timothy en el año de 1966 y que dio origen a la variedad mejorada INIAP- 199. (Yáñez, et al., 2016)

3.7. Usos

Esta variedad de maíz ha sido usada desde tiempos inmemorables por la población andina para dar color a los alimentos y bebidas; por ejemplo, el uso de la harina con la cual se prepara la denominada “colada morada”, muy popular en las fiestas de los difuntos del 2 de noviembre (Yanangómez, 2018).

Una de las ventajas que presenta el maíz es que es el único cereal que puede ser usado como alimento en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Por ejemplo, las espigas jóvenes del maíz que se cosechan antes de la floración de la planta tienen una buena utilidad como hortalizas. Las mazorcas jóvenes del maíz común son también usadas a gran escala, tanto asadas sobre carbón o hervidas en agua con sal o cal, o sin ella y cuando se cosechan, se obtiene un buen forraje (Sánchez, 2014).

Sin embargo, sobre el maíz morado, en diferentes países, “a partir de éste se logran bebidas no alcohólicas como el pinolate guatemalteco, el piloncillo costarricense u hondureño, el atole mexicano” y en el caso de nuestro país, la colada morada, donde contribuye con el color de la bebida por el que toma su nombre. Industrialmente, se usa en la fabricación de enlatados de pescado, mantequillas, grasas, confituras y

bebidas donde se extrae este pigmento del mencionado tipo de maíz. (Castillo, 2015)

3.8. Valor Nutricional del maíz

3.8.1. Proteínas

Las proteínas son biomoléculas formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos.

Pueden considerarse polímeros de unas pequeñas moléculas que reciben el nombre de aminoácidos y serían, por tanto, los monómeros unidad. Los aminoácidos están unidos mediante enlaces peptídicos. La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido; si el número de aminoácidos que forma la molécula no es mayor de 10, se denomina oligopéptido, si es superior a 10 se llama polipéptido y si el número es superior a 50 aminoácidos se habla ya de proteína. (Luque, 2023)

Las proteínas son la fuente más abundante de nitrógeno más abundante en la dieta y en el cuerpo. Son uno de los cuatro tipos de biomoléculas complejas presentes en las células y tejidos, junto a los ácidos nucleicos, los polisacáridos y los lípidos. Las se sintetizan por polimerización de los aminoácidos a través de enlaces peptídicos, y pueden contener más de una cadena polipeptídica (proteínas multiméricas) que se denominan subunidades. El crecimiento, la reparación y el mantenimiento del organismo dependen de las funciones de las proteínas y su valor biológico.

Por ejemplo, el valor biológico (VB), que se define como “la proporción de la proteína absorbida que es retenida y, por tanto, utilizada por el organismo. (Cardona, 2023)

3.8.2. Proteínas de origen vegetal

Las proteínas de origen vegetal son una fuente fundamental de nutrientes en la alimentación, especialmente para aquellos que siguen dietas vegetarianas o veganas. Estas proteínas se encuentran en alimentos como legumbres, frutos secos, granos enteros y vegetales, y proporcionan una amplia gama de aminoácidos

esenciales para el cuerpo humano. Además, su consumo se asocia con beneficios para la salud, como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y la mejora de la salud metabólica. Al incluir una variedad de fuentes de proteínas vegetales en la dieta, es posible obtener todos los aminoácidos necesarios para mantener una nutrición equilibrada. (Mangels, 2019)

3.9. Actividades biológicas de las proteínas.

Muchas proteínas contienen secuencias bioactivas que están inactivas hasta que son liberadas por alguna proteasa. Los fragmentos de péptidos activos son liberados de la proteína nativa solamente por digestión proteolítica, y una vez liberados puede actuar como compuestos nutraceuticos reguladores e inhibidores. La actividad de los péptidos bioactivos depende de la secuencia de aminoácidos, pudiendo tener actividad antimicrobiana, antioxidante, antitrombótica, antihipertensiva, anticancerígena, regular la saciedad, efecto inmuno-modulatorio y afectar los sistemas cardiovascular, inmune, nervioso y digestivo ante su consumo excesivo o también deficiencia. (Totosaus & Ariza Ortega, 2016).

3.9.1. Actividad antioxidante

De acuerdo a estudios epidemiológicos anteriores se destaca la importancia de los antioxidantes naturales (compuestos capaces de oxidarse en lugar de otros) en especial en la prevención del cáncer y de enfermedades cardiovasculares. Los antioxidantes de las plantas (polifenoles, carotenoides y vitaminas) son ampliamente aceptados como antioxidantes naturales, ya que, en la mayoría de los casos, la actividad antioxidante de estas plantas se debe principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, los cuales son potentes secuestradores de especies reactivas de oxígeno y además son capaces de inhibir a enzimas productoras de radicales. Dentro de los cuales se encuentran compuestos fitoquímicos, como los polifenoles, que han mostrado mayor efecto antioxidante que las vitaminas C, E o el β -caroteno (De la Rosa & otros, 2022)

Dentro de este ámbito, varios autores mencionan que, una vez ingeridos, estos compuestos bioactivos o sus metabolitos sobreviven al tránsito intestinal y se

transportan a través de la barrera intestinal para alcanzar sus órganos objetivo; estos péptidos antioxidantes pueden limitar también el daño oxidativo, tanto en alimentos preparados (usándolos como antioxidantes naturales), así como al proteger de la oxidación a las células del organismo cuando éstos sean ingeridos en la dieta. Por lo tanto, existe un creciente interés en la búsqueda de antioxidantes de origen natural, especialmente provenientes de plantas medicinales y/o alimenticias. (Corrochano, Yunus, & Arranz, 2019)

Los péptidos antioxidantes pueden obtenerse a partir de la digestión de proteínas de origen animal o vegetal, ya sea empleando enzimas endógenas o exógenas, fermentación microbiana, procesamiento y durante la digestión gastrointestinal. La hidrólisis con enzimas se ha utilizado ampliamente en la producción de péptidos antioxidantes a partir de proteínas alimentarias, debido a que, en productos alimentarios, los péptidos antioxidantes también pueden producirse por la acción de microorganismos o enzimas proteolíticas endógenas (Gallegos Tintoré, *et al.*, 2013).

La actividad antioxidante, consecuencia de la presencia y estructura química de los polifenoles, ha centrado interés en los posibles efectos beneficiosos para la salud de los alimentos y bebidas ricos en polifenoles. Dado que, los antioxidantes desactivan los radicales libres, minimizando el daño y protegiendo el organismo de este tipo de enfermedades. (Guamán & Masaquiza, 2018)

3.10. Polifenoles

Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal. Así mismo (Valencia, *et al.*, 2017), señalan que los compuestos fenólicos o polifenoles son moléculas naturales del metabolismo secundario de las plantas derivadas de las vías de shikimato y de los fenilpropanoides. Son objeto frecuente de investigación debido a sus diversas funciones como lo es la asimilación de nutrientes, síntesis proteica, actividad enzimática, fotosíntesis, formación de componentes estructurales y la defensa ante los factores adversos del ambiente como la agresión por patógenos e insectos. Y, además, son reconocidos por su remarcada capacidad antioxidante.

Esta capacidad de los polifenoles para modular la actividad de diferentes enzimas, y para interferir consecuentemente en mecanismos de señalización y en distintos procesos celulares, puede deberse, en parte, a las características fisicoquímicas de estos compuestos, que les permiten participar en distintas reacciones metabólicas celulares de óxido-reducción. (Quiñones & otros, 2012)

Los polifenoles son sustancias biológicamente activas y que existen numerosas evidencias, epidemiológicas, estudios *in vitro*, estudios en modelos animales e intervenciones en humanos, que indican que estos compuestos proporcionan un beneficio al organismo en contra diversas enfermedades. Entre las propiedades benéficas están la protección contra lesiones celulares y subcelulares, inhibición del crecimiento de tumores, activación de los sistemas de detoxificación hepáticos y bloqueo de las vías metabólicas que pueden ocasionar carcinogénesis. (Mercado & otros, 2013)

3.11. Antocianinas

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano. Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula. Las antocianinas poseen diferentes funciones en la planta como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana. Dentro de la investigación científica estos pigmentos antociánicos han ganado relevancia en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. (De la Rosa & otros, 2022)

3.11.1. Propiedades Funcionales de las Antocianinas

Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio, también llamado 2-fenilbenzopirilio que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B); el flavilio normalmente funciona como un catión. (Sánchez & Castro, 2023)

Las agliconas libres raramente existen en los alimentos, excepto posiblemente como componentes traza de las reacciones de degradación. De todas las antocianidinas que actualmente se conocen (aproximadamente 20), las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, nombres que derivan de la fuente vegetal de donde se aislaron por primera vez; la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la L-ramnosa, seguida de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa. El color de las antocianinas depende de varios factores intrínsecos, como son los sustituyentes químicos que contenga y la posición de los mismos en el grupo flavilio; por ejemplo, si se aumentan los radicales hidroxilos del anillo fenólico se intensifica el color azul, mientras que la introducción de metoxilos provoca la formación del color rojo. (De la Rosa & otros, 2022)

Las antocianinas son interesantes por dos razones. La primera por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, las cuales pueden influenciar su comportamiento tecnológico durante el procesamiento de alimentos, y la segunda, por su implicación en la salud humana a través de diferentes vías.

Las antocianinas son de interés particular para la industria de colorantes alimenticios debido a su capacidad para impartir colores atractivos. Recientemente, diversos materiales conteniendo antocianinas están siendo incorporados a productos alimenticios, donde tales productos requieren investigación a futuro para demostrar sus efectos fisiológicos. (Rabanal & Medina, 2022)

Actualmente, las antocianinas de maíz morado y azul están siendo usadas para la producción de tortillas azules coloreadas naturalmente. La incorporación de antocianinas como colorantes alimenticios, además de mejorar la apariencia total, son muy benéficas para nuestra salud. Diversos estudios presentan evidencia científica que los extractos ricos en antocianinas pueden mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante, atrapar radicales y actuar como agentes quimio protectores. Las antocianinas también juegan un papel en las propiedades antidiabéticas tales como control de lípidos, secreción de insulina y efectos vasoprotectivos (Aguilera, et al, 2011).

Las propiedades funcionales de las antocianinas abren una nueva perspectiva para la obtención de productos coloreados con valor agregado para el consumo humano. (De la Rosa & otros, 2022)

3.12. Actividad Antibacteriana de los hidrolizados

Según los antecedentes investigados de forma bibliográfica para este estudio, la evaluación antimicrobiana de antocianinas micro encapsuladas se ha analizado en tres matrices vegetales como el Maíz Morado (*Zea mays L.*), Papa Morada (*Solanum tuberosum*) y Mortiño (*Vaccinium floribundum Kunth*) frente a patógenos bacterianos (*Listeria monocytogenes* (ATCC® 19115™), *Bacillus cereus* (ATCC 10876), *Staphylococcus aureus subsp. aureus* Rosenbach (ATCC® 25923™), y Gram-negativas *Escherichia coli* (ATCC® 25922™) y *Pseudomonas aeruginosas* (ATCC 10145); los tratamientos se realizaron por triplicado y el conjunto de datos fueron analizados por análisis de varianza con un 95% de significancia.

La determinación de la capacidad antimicrobiana se realizó mediante el método de difusión en placa; debido a que se considera una técnica que concentra mayor cantidad de antocianinas o extractos facilitando la evaluación de la matriz testeada (Guamán & Masaquiza, 2018).

Para el control positivo los autores usaron Gentamicina, considerándose que es un antimicrobiano de amplio espectro y actúa inhibiendo la síntesis proteica de Gram

positivos y Gram negativos. Para diferenciar que antocianinas presentaron actividad antimicrobiana, se tomó como referencia el halo de inhibición del control positivo; métodos de análisis descritos por (Sacaquispe, R. & Velásquez, J., 2008)

Influencia antimicrobiana de 100 µL de antocianinas micro encapsuladas de maíz morado en cultivos de prueba.

	Concentración µg/ml	Tamaño de la zona de inhibición, mm				
		<i>S. aureus</i>	<i>L. monocytogenes</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>
C 1	534,1	20,00±0,00	27,67±1,53	19,67±0,58	25,67±1,15	28,33±0,58
C 2	400,58	15,67±0,58	23,67±0,58	17,67±0,58	23,00±1,00	20,00±0,00
C 3	267,05	14,00±0,00	17,00±1,00	15,67±0,58	18,00±0,00	13,67±1,15
C 4	138,52	12,00±0,00	0	14,33±1,15	0	11,67±0,58
C 5	53,4	10,00±0,00	0	12,33±0,58	0	0
Gentamicina	450	27,0±1,00	27,67±0,58	28,67±1,15	26,67±0,58	22,00±0,00
agua	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Guamán & Masaquiza, 2018)

3.13. Zonificación económica y ecológica de cultivos vegetales.

La Zonificación Ecológica-Económica, como una forma de planificación del uso de la tierra, se constituye en un instrumento técnico para la gestión del desarrollo sostenible, además de otros aspectos, proporciona información sobre la capacidad y fragilidad del territorio y sus recursos naturales en forma

sistematizada y localizada geográficamente, que ayuda a la toma de decisiones

sobre políticas de desarrollo, manejo y conservación de los ecosistemas. (Zonificación Ecológica y Económica , 2022)

La zonificación agroecológica es un trabajo especializado que reviste gran importancia en el desarrollo agrícola de un país, debido a que con los resultados obtenidos en estos estudios se puede definir las zonas más aptas para el establecimiento de cultivos, permite así diseñar estrategias para alcanzar una explotación racional, de acuerdo con la capacidad productiva de los recursos naturales y conservación de los ecosistemas. (Castro, 2012)

Al analizar la localización de las actividades agroeconómicas en los países en desarrollo se nota la existencia de un patrón muy irregular, pero guarda cierta concordancia con los mapas de los recursos naturales. Las actividades económicas se localizan en relación con los recursos naturales, clima, precipitación, ríos, suelos, etc., y todos los fenómenos naturales. Sin embargo, a menudo no se conoce el verdadero potencial de los recursos de todo el país y por lo tanto su subutilización.

La zona agrícola es un elemento del análisis agroeconómico espacial. Para lograr su determinación, el método consiste esencialmente en reagrupar en el espacio pequeñas unidades locales que presentan características parecidas, respecto a un atributo o conjunto de atributos analizados. En general, los índices que se toman en cuenta son la naturaleza de las producciones, las formas de cultivo y los tipos de tenencia de la tierra, la naturaleza del suelo, el clima, la hidrografía y la infraestructura. (Organization of American States, 2022)

3.14. Zonificación Agroecológica Económica del cultivo de

3.15. maíz (*Zea mays L.*) en el Ecuador Continental

En el Ecuador, el cultivo de maíz representa uno de los más importantes para salvaguardar la seguridad alimentaria de sus habitantes (tanto para el consumo humano, así como para el consumo animal a través de

balanceados). Además, el cultivo contribuye con el 2% del PIB agrícola nacional, involucrando alrededor de cien mil familias en la actividad productiva.

La producción de maíz duro se encuentra altamente polarizada en la costa ecuatoriana, en forma de monocultivo; según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), en el año 2012, se cosecharon

248424 ha, en contraste con las 38077 ha registradas en la región sierra. La producción del cultivo está concentrada en las provincias de: Los Ríos con 139156 ha, Manabí con 56009 ha, Guayas con 44817 ha y

Loja con 25733 ha cosechadas. La producción total a nivel nacional para el año 2012 fue de 1130522. (MAG, 2022)

Matriz de Zonificación de la variedad de maíz negro “Racimo de Uva” INIAP 199.

Provincia Bolívar		
Características Agroecológicas	Localidades (Parroquias) Guaranda(Guanujo, San Simón, Veintimilla, Cacha, Sta. Fe) ¹	Chillanes ²
Altitud msnm ³	2653 - 2903	2357
Temperatura °C ⁴	13,8	13,7
Humedad Relativa % ⁴	77	90
Pluviosidad mm ⁵	760,7	854
Heliofania (horas) ⁵	1672,3	

Nota: A continuación, se muestran el significado de los números exponentes de la tabla.

1 Datos tomados de la Estación meteorológica Laguacoto(M1107), periodo 2000-2015. INAMHI 2016

2 Datos tomados de la Estación meteorológica Chillanes (M0130), periodo 2000-2015. INAMHI 2016

3 Datos tomados con GPS, Programa de Maíz EESC-INIAP

4 Media Anual

5 Valor Anual

Fuente: (Yáñez, y otros, 2016)

3.16. Georreferenciación.

Es la técnica para posicionar espacialmente un elemento o entidad geográfica, que en el caso de la agricultura correspondería a una parcela en una localización geográfica única y con coordenadas precisas. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022)

La georreferenciación es un aspecto fundamental en el análisis de datos geoespaciales, pues es la base para la correcta localización de la información de mapa y, por ende, de la adecuada fusión y comparación de datos procedentes de diferentes sensores en diferentes localizaciones espaciales y temporales. Por ejemplo, dos entidades georeferenciadas en sistemas de coordenadas diferentes pueden ser combinables tras una apropiada transformación afín. (Campaña, J & Collay, L; Couto, 2017)

En el sector agrícola permite conocer dónde están los predios de los productores, cuánta superficie tienen, qué y cuánto producen, cuántos productores hay en el

país, cuántos predios, la cantidad de productos, los rendimientos, la producción y la calidad de los cultivos; así como ubicar si existen plagas y donde se concentran.

3.17. Colecta de material vegetal

El muestreo de granos es el procedimiento mediante el cual se obtiene de un lote o partida de granos (independiente del volumen y forma de almacenamiento), una porción representativa del grano (2Kg), la cual contiene todas las características de calidad de donde fue extraída.

A partir del muestreo se obtiene las proporciones de grano necesarias para realizar los análisis requeridos; a lo que puede definirse como el conjunto de operaciones y procedimientos sistémicos por medio de los cuales se identifica la calidad de los granos. (DICONSA, 2022)

3.17.1. Recolección de los Recursos Fitogenéticos

El interés para la recolección de plantas de interés económico comienza en 1920 con N. Vavilov, en su búsqueda de cultivos y variedades adaptables a diferentes ecologías de la URSS, con viajes alrededor de todo el mundo.

La colecta de material genético sirve a diversos propósitos fundamentales en la gestión de recursos fitogenéticos. En primer lugar, representa el paso inicial crucial para la conservación de la diversidad genética, ya que se busca obtener material de una especie significativa para su almacenamiento en el banco de germoplasma. En segundo lugar, la colecta desempeña un papel esencial en la prevención de la erosión genética de especies y variedades nativas en su entorno natural. Además, se lleva a cabo con el objetivo de llenar posibles vacíos en colecciones ex situ ya existentes. Por último, la recolección de germoplasma también puede tener una aplicación inmediata, ya que el material recolectado se utiliza directamente. Estas acciones están respaldadas por razones justificadas, como la amenaza de extinción de estos recursos y la orientación hacia el mejoramiento genético para obtener cultivos con adaptabilidad amplia, productividad sólida y resistencia a plagas y enfermedades. (INIAP - DENAREF, 2018)

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Localización de la investigación

Localización

Ubicación	Localidad
País	Ecuador
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Sectores	Gabriel Ignacio de Veintimilla Santa Fe San Lorenzo.

Situación geográfica y climática

Parámetro	G.I. Veintimilla	San Lorenzo	Santa Fe
Altitud	2590 msnm	2434 msnm	2772 msnm
Latitud	01°34 '15 " S	01°25 '58 " S	01°36´ S
Longitud	70°0 '02" W	78° 16'30" W	79° 1´ W
Temperatura mínima	8°C	7 ° C	8°C
Temperatura media anual	13°C	14.4°C	15°C
Temperatura máxima	18°C	22°C	24°C
Humedad	75%	70%	75%
Heliófanía media anual	900/h/1/año	900/h/1/año	930 h/1/año

Fuente: (Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2022)

4.2. Zona de Vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida realizada por L. Holdridge. Las parroquias Gabriel Ignacio de Veintimilla. San Lorenzo y Santa Fe corresponden a la formación de Bosque Seco Montañoso Bajo (bs-MB). (Organization of American States, 2023)

4.3. Materiales

4.3.1. Material experimental

- Muestras de maíz negro

4.3.2. Materiales de Campo

- GPS
- Bolsas para colección de muestras
- Encuestas
- Libro de campo

4.3.3. Materiales de laboratorio

- Agitadores magnéticos
- Espátulas
- Magnetos
- Micro-pipetas
- Goteros, pisetas
- Tubos Eppendorf 1.5 y 2mL
- Tubo de centrifuga 50mL
- Envases herméticos de colecta universal.
- Varillas de agitación
- Probetas 50 y 100 mL
- Puntas para micro-pipetas
- Balones de aforo 5 y 10 mL
- Guantes de látex, mascarillas
- Vasos de precipitación 500 mL
- Mandil, cofia
- Consumibles y otros.
- TROLOX 6 –hidroxy-2,5,7,8- tetramethylcroman – 2- carbolxylic acid
- ABTS (3 – ethylbensoathiazoline- 6- sulfonic acid) diamonium salt)
- Persulfato de potasio

- Fosfato de sodio monobásico
- Fosfato de sodio dibásico
- Cloruro férrico
- Glicerol, $C_3H_8O_3$
- Hidróxido de sodio
- Ácido clorhídrico
- Agua destilada
- α -amilasa
- Pepsina
- Pancreatina
- Cloruro de sodio
- Fosfato de potasio monobásico
- carbonato de sodio
- tris hidroximetil aminometano
- Persulfato de amonio (PSA)
- Estándar de proteínas de 10 a 250 kDa
- Metanol, CH_3OH
- Glicina, $C_2H_5NO_2$
- β -mercaptoetanol
- Ácido acético, CH_3COOH
- Medios de cultivo
- Balanza analítica, Shimadzu, ATX224, Japón
- Centrifugadora, Eppendorf, 5804R, Alemania
- Liofilizadora Christ, alpha1-4Dplus, Alemania
- Termo agitador, Optic Ivymen, TR100, España

- Plancha de Agitación, Ika, CMAG HS7, EE.UU.
- Agitador de tubos, Vórtex mixer, VM-300, China
- Potenciómetro, Hach, HQ40dMulti Meter, EE.UU.
- Ultra congelador , Panasonic, MDF-U76UA-PA, Canadá
- Cámara de bioseguridad clase 2 Telstar
- Espectrofotómetro Nanodrop one
- Baño ultrasónico

4.3.4. Materiales de oficina

- Impresora
- Computadora
- Libreta de apuntes
- Lápices y esferográficos
- Resmas de papel bond tamaño A4
- Conexión a internet

4.4. Factores en estudio

Maíz negro colectado en la zona agroecológica de Guaranda en las Parroquias Gabriel Ignacio de Veintimilla y Santa Fe.

4.4.2. Tratamientos

Se considera como tratamiento a las muestras de maíz de cada localidad.

T1: Maíz Negro Gabriel Ignacio de Veintimilla

T2: Maíz negro Santa Fe

4.5. Diseño Experimental

Estadística descriptiva

4.6. Procedimiento del experimento

Número de localidades	2
Numero de tratamientos	2
Número de unidades experimentales	2
Número de colectas	2
Número de análisis Actividad Antioxidante	6
Número de análisis Actividad Bacteriana	6

4.7. Tipos de análisis.

4.7.1. Análisis estadístico.

- Frecuencias, Mínima, Máximo y Medias
- Prueba de TUKEY al 5% para comparación de medias
- Análisis de correlación y regresión simple

4.8. Métodos de Evaluación y Datos tomados

4.8.1. Actividad Antioxidante

Se realizó por los Métodos ABTS y FRAP que expresan su valor en μ moles según el patrón de Trolox /g de muestra de hidrolizado de maíz negro.

4.8.2. Actividad Antibacteriana

Se realizó por el método de difusión en disco que permitió evaluar las zonas de crecimiento o inhibición de la bacteria vs las muestras de hidrolizados de maíz negro.

4.8.3. Polifenoles

Los polifenoles se evaluaron con base de las lecturas de las absorbancias netas mediante espectrofotometría de masas; bajo los métodos ABTS, FRAP y DPPH; que con el cálculo de sus medias permiten a su vez calcular la concentración de AG /g de muestra evaluada; según la teoría a mayor cantidad de polifenoles existe una mejor actividad antioxidante.

4.9. Manejo del Experimento

Colecta

Mediante la búsqueda de información en las fuentes secundarias, visitas in situ en las zonas agroecológicas que se incluyen en este trabajo, se determinó que existen dos productores de esta variedad de maíz, a quienes se les aplicó la encuesta para conocer la extensión, rendimiento y usos del cultivo.

Se colectó 1 Kg de muestra de cada localidad de forma aleatoria del material vegetal disponible, posteriormente se hizo una selección y eliminación de impurezas.

Georreferenciación

Una vez localizados los productores se realizó la georreferenciación utilizando el GPSmap 62sc Marca GARMIN, marcando las coordenadas UTM de cada lote usado para el cultivo de maíz morado.

Acondicionamiento de muestras

Se realizó la selección de la semilla para proceder con el secado, obtención de harina, liofilización e hidrólisis; bajo estas condiciones químicas las muestras se procesaron con las metodologías que se detallan a continuación en esta investigación.

Análisis de laboratorio

Previo a la realización de la Actividades antioxidante y antibacteriana se llevó a cabo la digestión gástrica y duodenal de los hidrolizados de maíz, para que las muestras estén en condiciones biológicas para dichas actividades.

Digestión gástrica:

Se pesaron 10 mg de cada muestra. Se realizó un complejo enzima-sustrato en relación 1:1 v/v añadiendo 1 mL de SFG (Simulador de Fluido Gástrico) + 1 mL de agua destilada, se incubó en el termo agitador a 37°C y 500 rpm durante 2 h. Para detener la reacción se adicionan 200 µL de NaHCO₃ 1M.

Digestión duodenal:

Se tomó 1 mL del digerido gástrico y se mezcló con 1 mL de solución de pancreatina en concentración 100 U con pH 7, luego, se toma 1 mL de esta solución, se mezcló con 1 mL de SFD (Simulador de Fluido Duodenal) y se incubó con los parámetros anteriores. Posteriormente, se elevó la temperatura a 80°C durante 10 min, inactivando la enzima para detener la reacción. Una vez obtenidos los hidrolizados proteicos se congelaron a -80°C, se liofilizaron y almacenaron para el siguiente proceso.

Actividad antioxidante ABTS (3 – ethylbensoathiazoline- 6- sulfonic acid) diamonium salt

Principio del Método: Es un método indirecto que permitió medir la habilidad del antioxidante para estabilizar el catión radical ABTS^{+tranf.}. Dicha estabilización provoca disminución de la absorbancia del catión radical.

El radical catión ABTS una vez generado por medio de enzimas (peroxidasa, mioglobina) o químicamente (dióxido de manganeso, per sulfato sódico); presentó características con máximos de absorción a 414, 645, 734 y 815 nm; el que frente a un agente antioxidante dador de electrones, se redujo provocando decoloración de la disolución del radical que es determinado espectrofotométricamente. (Greffa, Barrionuevo, Vilcacundo, & Carrillo, 2018)

A) Preparación de reactivos

Solución amortiguadora de fosfatos 75 mmol/L (pH =7,00)

Solución A (0,2 mol/L): Pesaje de 1,037 g de fosfato de sodio monobásico y se llevó 100 mL con agua destilada en un balón aforado.

Solución B (0,02 mol/L): Pesaje de 5,338 g de fosfato de sodio dibásico y se llevó a 500 mL con agua destilada en un balón de aforo.

Mezclado 95 mL de solución A con 405 mL de solución B; llevar a 900 mL con agua destilada y medir el pH. Ajuste el pH con las soluciones A o B sobrantes de acuerdo a los necesario hasta alcanzar el pH 7,0 y llevar a 1 L en un balón aforado.

Envasado la dilución en una botella y almacenar a 4 °C por un periodo máximo de 1 mes.

Solución Stock ABTS

Solución ABTS (7Mm): Pesaje 0,0960 g de ABTS (548,68 mol), disolución en agua ultra pura completamente y aforar a un volumen de 25 mL. Almacenaje a temperatura de refrigeración (4 °C).

Solución de Persulfato de Potasio $K_2S_2O_8$ (2,45 Mm): pesaje 0,01655 g de $K_2S_2O_8$, disolución agua ultrapura y aforar a 25 mL. almacenamiento bajo refrigeración.

Solución Activada de ABTS,+

Mezclado en proporción 1:1 la solución ABTS (7mM) con la de $K_2S_2O_8$ (2,45 mM) y dejar reposando 16 horas antes del uso. Filtrado de la solución por un papel filtro Whatman 0,4 y envasado en un frasco ámbar. La solución se mantuvo estable 24 h, por lo que se recomienda realizarla el día del análisis.

Solución de trabajo ABTS

En un frasco ámbar se diluyó la solución activada de ABTS con buffer fosfato hasta obtener una lectura de absorbancia de $1,1 \pm 0,01$ a una longitud de onda de 734 nm.

Preparación de la Curva de Calibración

Solución madre de Trolox (6 -hidroxy-2,5,7,8- tetramethylcroman - 2-carboxylic acid)

Solución madre (2000 μ mol/L): Pesaje 0,050 g de Trolox (PM 250, 32 g/mol), adicionar de 15 a 20 gotas de etanol al 95% para disolver todos los cristales y llevar a 100 mL con la solución amortiguadora en un balón de foro ámbar. La preparación y manipulación de Trolox se realizó en oscuridad con la ayuda de luz amarilla para evitar su degradación. Envasado de la dilución en una botella ámbar; se debe usar el día de la preparación y luego descartarse.

Curva de Calibración (0-800 μ mol/L)

Preparado de las soluciones patrón como se indicó y dilución con la solución amortiguadora hasta un aforo de 25 mL.

Curva de calibración Método ABTS

Concentración (uMTrolox)	Alícuota de solución de trabajo de Trolox (mL)
Blanco	9
200	2,5
300	3,75
400	5
500	6,25
600	7,5
700	8,75
800	10

Fuente: (Greffa, Barrionuevo, Vilcacundo, & Carrillo, 2018)

B) Determinación de la Capacidad Antioxidante

Transferido a un tubo de vidrio un volumen de 200 μL de la muestra debidamente diluida con buffer fosfato y adicionado de 3800 μL de la solución de trabajo de ABTS.+($A_{734} = 1,1 \pm 0,01$)

Del mismo modo se transfirió 200 μL de buffer fosfato y de las soluciones patrón de Trolox y adicionando 3800 μL de la solución diluida ABTS.+

Agitado de los tubos y dejar reposar por un tiempo de 45 min.

Medición de la absorbancia final de cada muestra por duplicado a una longitud de onda de 734 nm.

Para la curva de calibración se calculó la absorbancia neta como lo indica la

Curva de calibración para Actividad Antioxidante

Concentración (μM Trolox)	Absorbancia Neta
0	0,000
200	0,231
300	0,325
400	0,428
500	0,532
600	0,648
700	0,740
800	0,844
A	0,009438596
B	0,001049156

Fuente: (Greffa, Barrionuevo, Vilcacundo, & Carrillo, 2018)

- **Cálculos – Ecuación 1. Determinación de la absorbancia neta**

$$\text{ABS}_{\text{muestra y/o patrón trolox}} = \text{ABS}_{\text{solución trabajo inicial}} - \text{ABS}_{\text{muestra 45 min}} - \text{ABS}_{\text{blanco}}$$

El valor obtenido se interpoló en la curva de calibración. Expresando los resultados en μM Trolox/ML o μM Trolox/g muestra. (Henriquez, Aliaga, & Lissi, 2002)

Actividad antioxidante FRAP

El poder Reductor del hierro se determinó mediante la cuantificación de un complejo cloruro ferroso – ferrocianida de potasio, debido a la relación entre el antioxidante y el ión férrico provocando su reducción a Fe 2+.

A) Preparación de Reactivos

Preparación de Buffer Fosfato pH6,6

Solución A: Pesaje de 2,3998 g de fosfato de sodio dibásico $\text{Na}_2 \text{H}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y disolución con agua destilada y llevado a un aforo de 100 mL.

Solución B: Pesaje de 7,1035 g de fosfato de sodio monobásico $\text{Na H}_2\text{PO}_4$ y disolución en agua destilada y llevar a un volumen de 250 mL.

Adicionando a la solución A alrededor de 100 mL de la solución B y llevado a 220mL con agua destilada y ajustándose el pH A 6,6, aforar a 250 mL.

Preparación de la solución ferrocianida de Potasio 1%

Pesaje de 1 g de ferrocianida de potasio protegida debidamente de la luz, disolución con agua destilada y llevar a un volumen de aforo de 100 mL

Actividad antibacteriana por difusión en disco

• **Cepas Bacterianas:** medio de cultivo, condiciones de crecimiento y preservación.

Para la evaluación de actividad antibacteriana se usaron bacterias Gram- negativas *Escherichia coli* (ATCC® 25922™).

Para el repique de las bacterias se utilizó caldo Tripticasa de Soya (TSB), 2% (w/v) para estriado previo y los ensayos como control de pureza. Las cepas se preservaron en caldo TSB con un 20% de glicerol estéril (v/v) a -80 °C.

• **Resuspensión de hidrolizados**

A partir de los 50 mg de muestra de hidrolizados de maíz morado se realizó la Resuspensión de antocianinas con agua destilada estéril y agitación en VÓRTEX MIXER marca LABNET.

Metodología de la actividad antibacteriana

Se sembraron las bacterias en caldo Trypticase de Soya (TSB) al 1%, en tubos de ensayo estériles con 5 ml de caldo TSB, posteriormente se inocularon las bacterias indicadoras y se incubaron a 37 °C a 200 rpm de agitación MINI SHAKER marca IKA por 18 horas. Los cultivos se ajustaron a una densidad óptica (D.O.) a 600 nm de 0.1 (Hood et al., 2010), en solución salina 0.9% (w/v) que corresponde aproximadamente a 1×10^8 UFC/ml (Riverón-Rodríguez et al., 2012), luego cada cultivo se diluyó hasta 1×10^3 ó 1×10^5 UFC/ml.

Las suspensiones bacterianas se inocularon en agar Mueller Hilton (MH) utilizando la técnica de difusión con ayuda de un hisopo estéril. Una vez inoculadas las bacterias indicadoras se realizaron 7 pozos de 8 mm de diámetro en la placa de MH.

A cada pozo se adicionaron 100 μ l de solución de hidrolizados en las siguientes concentraciones C1: 100, C2: 75, C3: 50, C4: 25, C5: 10 (μ g/ml). Se utilizó agua destilada estéril como control negativo y gentamicina como control positivo; siendo este un antibiótico de amplio espectro a una concentración de 450 μ g/ml en cámara de flujo laminar marca ESCO ABC-4A2. Las placas se incuban durante 48 horas a 37 °C en incubadora ESCO, marca IFA-10T-8. Después de la incubación, se observaron las zonas de inhibición y el efecto se calculó como una media de 3 pruebas replicadas como indica la metodología. (Guamán & Masaquiza, 2018)

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Actividad Antioxidante de hidrolizados de maíz negro

Tabla 1

Actividad Antioxidante Método ABTS

Tipo de Digestión	Muestra	R1	R2	R3	Promedio	ABS Neta	µmoles Trolox/L	Vol. aforo (L)	peso (gramos)	µmoles Trolox/g
Hidrolizado Gástrico	T1	0,19	0,18	0,19	0,19	0,907	573,1034483	0,025	0,1009	142,00
	T2	0,39	0,35	0,31	0,35	0,743	433,9553753	0,025	0,1009	107,52
Hidrolizado Duodenal	T1	0,53	0,5	0,5	0,51	0,583	297,6470588	0,025	0,1004	74,12
	T2	0,48	0,51	0,5	0,50	0,597	309,0060852	0,025	0,1002	77,10

En la evaluación de la Actividad antioxidante por el método ABTS se llevaron a cabo dos simulaciones de digestión in vitro de las muestras; la primera es la Simulación de Digestión Gástrica (SDG) y posterior a ella la Simulación de Digestión Duodenal (SDD).

Este proceso se realizó con el fin de replicar las condiciones del metabolismo de las moléculas y degradación de este tipo de proteínas bioactivas bajo las condiciones del cuerpo humano.

En análisis de las muestras en la SDG; T1 correspondiente a la parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla y T2 correspondiente a la parroquia Santa Fe, se obtuvieron lecturas de 142,00 y 107, 52 µmoles/Trolox/g respectivamente; pudiendo inferir con base de estos resultados que la muestra de maíz negro colectada en la zona agroecológica en Santa Fe presenta mayor degradación y por ende mejor digestibilidad a nivel gástrico.

En cuanto al análisis de las muestras en la SDD, se obtuvieron lecturas para T1 de 74,12 y T2 de 77,10 µmoles/Trolox/g; siendo en este caso la muestra colectada en

la zona agroecológica de la Parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla la que presenta mayor degradación a nivel duodenal; estas lecturas de la absorbancia, su extrapolación con las curvas de calibración refiere una diferencia numérica más no estadística.

Tabla 2

Actividad Antioxidante Método FRAP

Tipo de Digestión	Muestra	R1	R2	R3	Promedio	µmoles Trolox/L	Vol. aforo (L)	peso (gramos)	µmoles Trolox/g
Hidrolizado Gástrico	T1	0,2	0,22	0,23	0,22	261,26	0,025	0,1009	64,73
	T2	0,15	0,1	0,11	0,12	217,50	0,025	0,1009	53,89
Hidrolizado Duodenal	T1	0,17	0,16	0,17	0,17	238,62	0,025	0,1004	59,42
	T2	0,18	0,15	0,16	0,16	237,12	0,025	0,1002	59,16

En cuanto a la Actividad FRAP con la lectura de las absorbancias y su extrapolación con la curva de calibración se obtuvieron resultados de 64,73 y 53,89 µmoles según el patrón de Trolox por gramo de muestra en la SDG respectivamente, mientras que en la SDD se obtuvieron en T1 59,42 y en T2 59,16 µmoles según el patrón de Trolox por gramo de muestra.

Por lo tanto, se puede deducir que la muestra T2 correspondiente al maíz negro cultivado en la zona agroecológica de Santa Fe presenta mayor degradación a nivel gástrico y duodenal.

El análisis de estos datos nos permite observar una diferencia numérica entre T1 y T2 en los diferentes procesos y métodos más no estadística.

Tabla 3**Actividad Antioxidante - DPPH**

TIPO DE DIGESTION	MUESTRA	Conc. uM/mL	Peso (g)	Vol. (L)	uM Trolox/g muestra
		Prom			
Hidrolizado Gástrico	T1 SDG	341,20	0,100	0,025	85,30
	T2 SDG	245,40	0,107	0,025	57,34
Hidrolizado Duodenal	T1 SDD	391,37	0,108	0,025	90,60
	T2SDD	281,89	0,105	0,025	67,12

Como podemos observar en la Tabla 3; las muestras de hidrolizados con SDG presentan concentraciones de 85,30 para T1 y 57,34 para T2; mientras que para la SDD se tienen concentraciones de 90,60 para T1 y 67,12 para T2; pudiendo deducir que existen diferencias numéricas más no estadísticas en cuanto a las concentraciones medidas en μ Moles de Trolox / g de muestra.

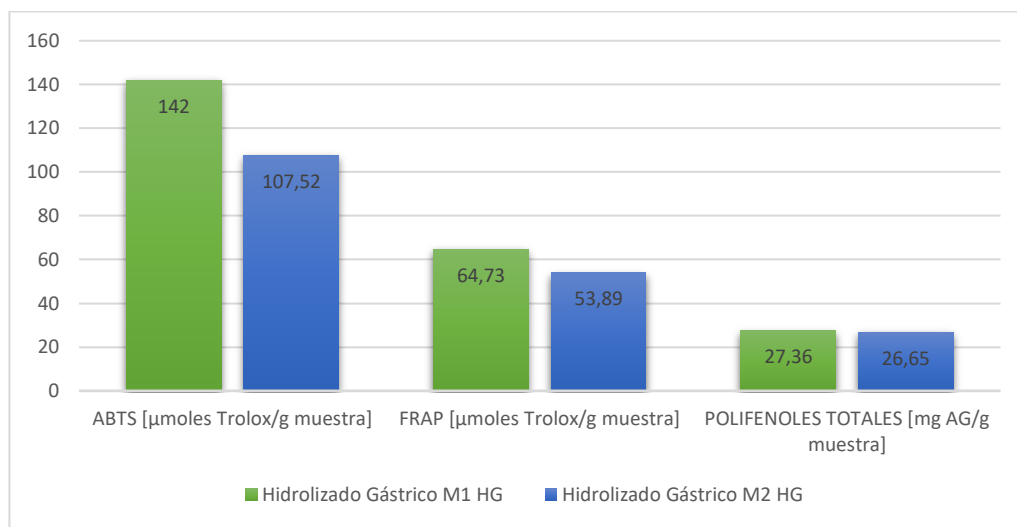
Con base de las medias de concentración analizadas se puede observar que la muestra T2 correspondiente al maíz colectado de la zona agroecológica de la parroquia Santa Fe presenta mayor degradación molecular.

Tabla 4**Concentración de polifenoles Totales**

Tipo de Digestión	Muestras	ABTS [μ moles Trolox/g muestra]	FRAP [μ moles Trolox/g muestra]	DPPH [μ moles Trolox/g muestra]	POLIFENOLES TOTALES [mg AG/g muestra]
Hidrolizado Gástrico	T1	142,00	64,73	85,30	27,36
	T2	107,52	53,89	57,34	26,65
Hidrolizado Duodenal	T1	74,12	59,42	90,60	23,91
	T2	77,10	59,16	67,12	21,80

Figura 1

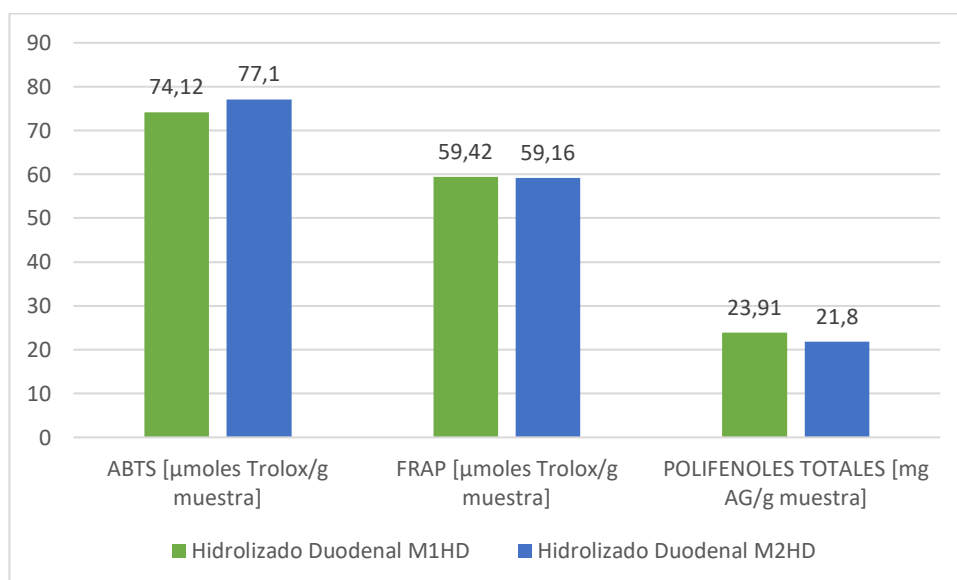
Análisis de Concentración de Polifenoles con SDG



Según la teoría a mayor concentración de polifenoles existe una mayor capacidad Antioxidante, por lo cual se puede determinar por las lecturas expresadas de 27, 36 y 26,65 mg AG/ g de muestra, en los hidrolizados con simulación de digestión gástrica de T1 y T2 respectivamente no refieren diferencia numérica ni estadística significativa.

Figura 2

Análisis de Concentración de Polifenoles con SDD



Con los resultados obtenidos en este experimento se pudo determinar por las lecturas expresadas que los hidrolizados con simulación de digestión duodenal que entre T1 y T2 no existe una diferencia numérica ni estadística significativa.

Tabla 5

Resumen estadístico

	<i>ABTS μmoles Trolox/g muestra]</i>	<i>FRAP μmoles Trolox/g muestra]</i>	<i>DPPH μmoles Trolox/g muestra]</i>	<i>POLIFENOLES TOTALES mgAG/g muestra</i>
Recuento	4	4	4	4
Promedio	100,185	59,3	75,09	24,93
Desviación Estándar	31,6996	4,4267	15,5283	2,56259
Coefficiente de Variación	31,6411%	7,46492%	20,6796%	10,2791%
Mínimo	74,12	53,89	57,34	21,8
Máximo	142,0	64,73	90,6	27,36
Rango	67,88	10,84	33,26	5,56
Sesgo Estandarizado	0,7433	0,0110541	-0,189452	-0,397477
Curtosis Estandarizada	-0,382498	0,605376	-1,48491	-1,07195

Esta tabla muestra el resumen estadístico para las variables de concentración de μ moles de Trolox/ gramo de muestra por método ABTS, FRAP, DPPH y mg de AG/ gramo de muestra en la variable Polifenoles Totales; incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés se tienen el sesgo y la curtosis estandarizada, los cuales nos permiten determinar que la muestra proviene de una distribución normal, puesto que los valores de estos estadísticos están dentro de los rangos de -2 a +2; por lo tanto, no hay desviaciones significativas y los datos tienen validez estadística.

Tabla 6**Análisis de Correlación de las medias de Hidrolizados en SDG**

Análisis de Correlación SDG	POLIFENOLES TOTALES [mg AG/g muestra]
ABTS [μ moles Trolox/g muestra]	1,0000
	(2)
	0,0000
FRAP [μ moles Trolox/g muestra]	1,0000
	(2)
	0,0000
DPPH [μ moles Trolox/g muestra]	1,0000
	(2)
	0,0000

En la tabla 6 se muestran las correlaciones producto de Pearson del análisis de las medias de concentración expresados en [μ moles Trolox/g muestra] en el proceso de SDG, entre las variables independientes y la variable dependiente o variable respuesta Polifenoles Totales.

El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es el valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas.

Con base de estos datos se observó que la variables ABTS; FRAP y DPPH expresadas en μ moles Trolox/g de muestra presentan un índice de correlación positivo siendo este igual a 1 en todos los casos, lo cual indica la fuerte relación entre las variables y el nivel de Influencia de una sobre la otra ; en cuanto al Valor – P en todas las variables se observan datos por debajo de 0,05 con respecto a la variable respuesta Polifenoles Totales expresada en mg AG/g muestra; con un nivel de confianza del 95% siendo datos muy significativos estadísticamente.

Tabla 7**Análisis de Correlación de las medias de Hidrolizados en SDD**

Análisis de Correlación SDD	POLIFENOLES TOTALES [mg AG/g muestra]
ABTS [μ moles Trolox/g muestra]	-1,0000
	(2)
	0,0000
FRAP [μ moles Trolox/g muestra]	1,0000
	(2)
	0,0000
DPPH [μ moles Trolox/g muestra]	1,0000
	(2)
	0,0000

En la tabla 7 se muestran las correlaciones producto de Pearson del análisis de las medias de concentración expresados en [μ moles Trolox/g muestra] en el proceso de SDD, entre las variables independientes y la variable dependiente o variable respuesta Polifenoles Totales.

El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es el valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas.

Con base de estos datos se observó que la variables ABTS; FRAP y DPPH expresadas en μ moles Trolox/g de muestra presentan un índice de correlación inverso negativo siendo este igual a -1 en ABTS vs Polifenoles Totales; mientras que en FRAP y DPPH se presenta un índice positivo igual a 1, lo cual indica la fuerte relación entre las variables y el nivel de Influencia de una sobre la otra ; en cuanto al Valor – P en todas las variables se observan datos por debajo de 0,05 con respecto a la variable respuesta Polifenoles Totales expresada en mg AG/g muestra; con un nivel de confianza del 95%, lo cual indica que los datos son muy significativos estadísticamente

Explicado químicamente el DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) propuesto por Blois -1958; consiste en la captación de radicales libres con el fin de determinar la actividad antioxidante de zumos de frutas, verduras, café, etc; proceso fundamentado en la captación de un electrón o átomo de hidrógeno por la molécula 1,1-difenil-2-picrilhidrazina, que en solución en metanol es de color violeta intenso, por lo cual a simple vista se puede considerar que las muestra que se tiñen de un violeta más intenso tendrán mayor concentración de polifenoles y por ende mayor actividad antioxidante. (Ruíz, 2020)

5.2. Actividad Antibacteriana

En el análisis de la muestra correspondiente al hidrolizado de maíz negro – parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla T1, se pudo verificar que el fármaco control (gentamicina) ubicado en el cuadrante superior derecho presentó un halo de inhibición del crecimiento de la bacteria *E. coli*; mientras que las tres repeticiones de la T2 en los cuadrantes superior izquierdo, inferior derecho e izquierdo no tienen halo de inhibición y se observa claramente el crecimiento bacteriano; por lo tanto el maíz negro cultivado en esta zona no tuvo actividad antibacteriana a estas concentraciones y bajo este método.

En cuanto al T2 correspondiente al hidrolizado de maíz negro - parroquia Santa Fe pudo verificar que el fármaco control (gentamicina) ubicado en el cuadrante superior derecho presenta un halo de inhibición del crecimiento de la bacteria *E. coli*; mientras que las tres repeticiones de la T2 ubicada en los cuadrantes superior izquierdo , inferior derecho e izquierdo no tienen halo de inhibición y se observa claramente el crecimiento bacteriano; por lo tanto el maíz negro cultivado en esta zona no tuvo actividad antibacteriana a estas concentraciones y bajo este método.

Investigaciones similares mencionan que a mayores concentraciones de antocianinas de maíz morado se obtuvieron mejores resultados en cuanto al halo de inhibición contra *E. coli* frente al control positivo gentamicina; mientras que no existió actividad antibacteriana contra bacterias como *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *B. cereus*. (Masaquiza, 2018)

5.3. Zonas de cultivo de maíz negro en las zonas agroecológicas de Guaranda

5.3.1. Georreferenciación

Tabla 8

Georreferenciación zona de cultivo de maíz negro Parroquia Santa Fe

Productor – Lugar	Coordenadas	Extensión	Altitud
Katherine Santamaría	X 0720515	660,24 m ²	2688 msnm
Provincia Bolívar	Y 9820882		
Cantón Guaranda			
Parroquia Santa Fe			

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proceso de visita y georreferenciación en las zonas agroecológicas determinadas en este proceso de Investigación se determinó que en la Parroquia de Santa Fe existen solamente dos productores, cuya ubicación es contigua, con una extensión total cultivada anualmente que corresponde a 660,24 m²; con una producción aproximada de 1000 Kg /ha

Tabla 9

Georreferenciación zona de cultivo de maíz negro Parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla

Productor – Lugar	Coordenadas	Extensión	Altitud
Proyecto de Semillas UEB	X 0722704	2499,46 m ²	2612 msnm
Provincia Bolívar	Y 9821443		
Cantón Guaranda			
Parroquia G.I. de Veintimilla			

Posterior al análisis de los resultados obtenidos en el de la visita y georreferenciación en la zona agroecológica correspondiente a la parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla en la Granja Laguacoto II, se determinó que esta contaba con una extensión cultivada de maíz negro correspondiente a 2449,46 m²; con una producción aproximada de 1800 Kg /ha.

VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados estadísticos, agronómicos y de laboratorio obtenidos en esta investigación, inferimos que los hidrolizados de maíz (*Zea maíz L.*) INIAP 199 Racimo de uva, colectados en la zona agro-ecológica del cantón Guaranda, tienen actividad antioxidante y no existe evidencia científica que demuestre que a estas concentraciones y con esta metodología tengan actividad antibacteriana.

Partiendo del análisis de los datos, existe evidencia estadística al 95% de confianza para aceptar la hipótesis alterna en cuanto a la actividad antioxidante, con una media en concentración de Polifenoles de 24,93 mg de AG/g de muestra, además de una estrecha asociación entre las variables independientes y la variable respuesta en los procesos de SDG y SDD, con un Valor - P de 0,0000 en todos los casos y un fuerte coeficiente de correlación con un índice igual +1 y -1 según el análisis de correlaciones de productos de Pearson.

Sin embargo, en cuanto a la Actividad Antibacteriana de forma independiente se aceptaría la Hipótesis nula, ya que no existe evidencia científica que permita afirmar lo contrario.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al analizar la concentración de polifenoles no se encontraron variaciones significativas numérica ni estadísticamente, obteniéndose valores de 27,36 y 26,65 mg AG/g de muestra con SDG (Simulación de Digestión Gástrica) en T1 y T2 respectivamente; de igual forma en SDD (Simulación de Digestión Duodenal) en la muestra uno 23,91 y en la muestra dos 21,8 mg AG/g de muestra.
- A partir de los datos analizados, se pudo evidenciar una estrecha asociación y la influencia de las variables independientes sobre la variable respuesta, Polifenoles Totales expresada en mg AG/g de muestra, con un Valor - P de 0,0000 en y un fuerte coeficiente de correlación de +1 y -1, según el análisis de los productos de Pearson al 95% de confianza. Estos resultados denotan solidez estadística, para establecer que el aumento en la cantidad de polifenoles totales se correlaciona con un incremento en la capacidad antioxidante de la muestra evaluada; estos hallazgos son relevantes para el campo de la agronomía en la obtención y propagación de variedades vegetales que aporten nutrición y la salud humana.
- Dentro de la actividad antibacteriana en las pruebas del halo de inhibición se tuvo una respuesta negativa, ya que los hidrolizados de maíz morado no inhibieron el crecimiento de la bacteria *E. coli* frente al control gentamicina.
- La extensión y volumen de producción de cultivo de maíz negro en las zonas agroecológicas que corresponden a las Parroquias de Gabriel Ignacio de Veintimilla y Santa Fe son bastante reducidas y en la Parroquia de San Lorenzo inexistente según los datos de fuentes secundarias de información como MAGAP; existiendo preferencia de otras variedades de maíz y otros rubros vegetales que tienen mayor y periódica salida comercial; mientras que el maíz negro solamente se siembra para el autoconsumo en forma de

harina, así como su venta en épocas tradicionales como finados y algunos usos medicinales en bebidas.

- Según la georreferenciación realizada para determinar las zonas agroecológicas de cultivo de maíz negro, el Punto 1 correspondiente a la Parroquia Santa Fe, en el lote propiedad de la Ing. Katherine Santamaría ubicado en las coordenadas X 0720515; Y 9820882 con una extensión de 660,24 m², una altitud 2688 msnm y una producción aproximada de 1000 kg de maíz negro/ha; mientras que la Parroquia Gabriel Ignacio de Veintimilla georreferenciada como Punto 2 está ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Granja Laguacoto II- Proyecto de Semillas UEB-cantón Guaranda con las coordenadas X 0722704; Y 9821443, con una extensión 2499,46 m², con una altitud 2612 msnm y una producción de 1800 Kg/ha de maíz negro.
- Después de haber determinado los datos agroecológicos de las Parroquias se puede concluir que las altitudes varían en apenas 76 m, por lo cual la altitud y la ubicación, así como las prácticas culturales no son factores influyentes en las propiedades bioactivas, sin embargo, si se diferenciaron datos de extensiones y de rendimiento del maíz negro /ha cultivado en estas zonas agroecológicas.

Recomendaciones

- Establecer una línea base sólida de productores de maíz negro y llevar a cabo una investigación integral basada en métodos agronómicos. En primer lugar, se debe realizar un levantamiento bibliográfico exhaustivo para identificar las zonas geográficas que se destacan como las mayores productoras de maíz negro. Esto permitirá focalizar los esfuerzos en áreas con mayor potencial y oportunidades para impulsar la producción y promoción del maíz negro.
- En cuanto a las actividades antioxidante y antibacteriana se recomienda probar las metodologías de Determinación de Actividad Antioxidante ABTS y FRAP con nuevas concentraciones de hidrolizados de maíz negro para lograr determinar si las mismas dependen o no de este factor.
- Difundir la importancia de la sostenibilidad de la biodiversidad vegetal y el uso de variedades como la del maíz negro en la zona andina del Ecuador, especies que se encuentran en riesgo de extinción y se consideran un recurso nativo de gran importancia para las zonas maiceras.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, N. (2013). *EcuRed*. (U. Noris, Editor) Recuperado el 26 de diciembre de 2019, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Prote%C3%ADna_vegetal

Aguilera, et al. (2011). *PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS*:

https://www.researchgate.net/publication/283361581_Propiedades_funcionales_de_e_las_antocianinas

Aguilera, M. & otros. (agosto de 2011). *Revista Biotecnia, Revista Sonora; PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS*, Revista Sonora; PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS ANTOCIANINAS:

<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/download/81/75/0>

ANOVE. (2019). *Asociación Nacional de Obtentores Vegetales*. Obtenido de Asociación Nacional de Obtentores Vegetales: <https://www.anove.es/obtencion-vegetal/que-es-una-variedad-vegetal/>

Beitia Leiva, A. (2014). *Proteínas de origen vegetal y su interés nutricional*. Grupo de Alimentación y Nutrición. Recuperado el 22 de abril de 2020, de <http://zahartzaroa.artematiconorte.com/pdf/alimentacion/PROTEINAS%20VEGETALES%20.pdf>.

BIOPAT. (Febrero de 2016). *Comisión Nacional contra la Biopiratería - Maíz morado*. <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/369580/Bolet%C3%ADn+N%C2%BA+2+Tema+MA%C3%8DZ+MORADO/26d8fe5c-e027-42d6-8a30-c4fb4b441782>

Campaña, J & Collay,L; Couto. (2017). *Zonificación digital del territorio de la comunidad de Verdepamba, cantón Guaranda, provincia Bolívar*. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1752>

Carbajal Azcona, Á. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*. Manual, Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Nutrición, Madrid, España. Recuperado el 21 de abril de 2020

Cardona, F. (2023). *Aminoácidos y proteínas en alimentos, necesidades nutricionales y valor nutritivo*. (U. P. Valencia, Ed.) Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/147157/Cardona%20%20PROTE%20%20C3%8DNAS%20Y%20AMINO%20%20C3%81CIDOS%20EN%20ALIMENTOS.%20Necesidades%20y%20valor%20nutritivo..pdf?sequence=1>

Castillo, M. (2015). *Elaboración de una bebida a partir del maíz morado (Zea mays L.) como alternativa para el consumo diario*. TRABAJO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 23 de mayo de 2019

Castro, H. (2012). *ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA BASADA EN UN PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL EN LA COMUNIDAD LA PACÍFICA, PARROQUIA TIXÁN, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2199/1/13T0744%20.pdf>

Clausen, A; et al. (2017). Conservación, utilización y acceso a los recursos fitogenéticos de importancia para la agricultura y alimentación. http://www2.mdp.edu.ar/images/publicaciones/nexos/pdf/Recursos_Fitogenicosba ja.pdf

Corrochano, A. R., Yunus, S., & Arranz, E. (2019). Comparison of antioxidant activities of bovine whey proteins before and after simulated gastrointestinal digestion. (ELSEVIER, Ed.) *Journal of Dairy Science*, 3. doi:doi.org/10.3168/jds.2018-14581

De la Rosa & otros. (2022). Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas. *Revista Boliviana de Química*. doi:<https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.5.1>

DICONSA. (2022). *Instructivo para el muestreo y análisis de maíz, frijol y arroz*. http://www.diconsa.gob.mx/normateca/images/pdfs/documentos_apoyo/muestreo_y_analisis.pdf

FAO. (2001). *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN*. (R. L. Paliwal, Productor) ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN: <http://www.fao.org/3/x7650s00.htm#toc>

FAO. (2009). *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*.

https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/tratado_recursos_fitogeneticos_sp.pdf

Garzón, G. (2008). *LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN*. Universidad Nacional de Colombia.: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>

Greffa, J., Barrionuevo, A., Vilcacundo, E., & Carrillo, W. (2018). GASTROINTESTINAL DIGESTION OF KAHAI PROTEIN CONCENTRATE (CARYODENDRON ORINOCENSE KARST). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 397-400.

Guamán & Masaquiza. (Marzo de 2018). *Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado (Zea mays L.), papa morada (Solanum Tuberosum L.) y mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27559>

Guillén, Mori & Paucar. (2014). *Características y propiedades funcionales del maíz morado (Zea mays L.) var. subnigroviolaceo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v5n4/a05v5n4.pdf>

Henriquez, Aliaga, & Lissi. (2002). *Formation and Decay of de ABTS Derived Radical Cation: A comparison of Different*. Wiley Periodicals.

INIAP - DENAREF. (2018). *Guía para el manejo y conservación de los recursos fitogenéticos en Ecuador*.

https://www.researchgate.net/publication/323943836_Guia_para_el_manejo_y_conservacion_de_los_recurso_fitogeneticos_en_Ecuador_Protocolos

Konczack I. & Zhang W. (2004). *Anthocyanins-more than Nature's Colours. Journal*. Obtenido de Anthocyanins-more than Nature's Colours. Journal: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2010/62959%20V%C1ZQUEZ%20L%D3PEZ,%20BERSAIN%20%20T20213.pdf?sequence=1>

Lizano, A. L. (2012). *Efecto del proceso de fritura en el contenido de antocianinas en empanadas elaboradas con mezclas de harina de trigo-maíz morado (Zea mays L.)*. Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Quito, Ecuador. Recuperado el 25 de abril de 2020

Luque, V. (2023). *Estructura y Propiedades de las Proteínas*. Obtenido de https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

MAG. (2022). *ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO DE ECUADOR CONTINENTAL*. Obtenido de http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/zonificaciones/maiz_amarillo_duro_2014.pdf

Masaquiza, I. (2018). *Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de antocianinas microencapsuladas de maíz morado (Zea mays l.), papa morada (Solanum tuberosum L.) y mortiño (Vaccinium floribundum Kunth)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27559/4/AL%20664.pdf>

Mercado & otros. (febrero de 2013). *Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México*. Obtenido de Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000100005

Organization of American States. (2022). *Importancia de la zonificación*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea34s/ch039.htm>

Organization of American States. (2023). *Zonas de Vida*. Obtenido de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea02s/ch21.htm#TopOfPage>

Padilla, F., Rincón, A., & Bou-Rached, L. (19 de septiembre de 2008). Polyphenol content and antioxidant activity of several seeds and nuts. *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 58(3). Recuperado el 11 de agosto de 2020, de Unidad de Análisis de Alimentos

PCM. (2004). *Aprueban el Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE)*. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/143F9316A2FD266105257B83007572AA/\\$FILE/DS_087_2004_PCM.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/143F9316A2FD266105257B83007572AA/$FILE/DS_087_2004_PCM.pdf)

Polo, H. (2014). “*Efecto Antibacteriano y Antifúngico comparativo de los extractos acuosos del Zea Mays L. (maíz morado), Rubus glaucus (mora andina); Opuntia soherensii (ayrampo) y Diseño de un gel de limpieza cutánea*”. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3888/Soto_hh.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PRENSA Agro 2.0; FAO. (2012). <http://www.agro20.com/group/agricultura-america-latina-y-caribe/forum/topics/ecuador-sus-principales-cultivos-y-zonas-agroecologicas>

Puente, D. (2020). *Investigación propia realizada en los laboratorios del Departamento de Investigación*. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar.

Quiñones & otros. (febrero de 2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. Obtenido de Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009

Rabanal & Medina. (01 de abril de 2022). Cultivares de maíz morado de alto rendimiento y contenido de antocianinas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. doi:10.29312/remexca.v13i3.2850

Re et al. (1998). *Determinación de la capacidad antioxidante por el método de decoloración del catión radical ABTS +*.

Revista de Red Agrícola . (2022). *Red agrícola*. Obtenido de <https://redagricola.com/>

Ruíz, M. (2020). *Determinación de Actividad Antioxidante*. Obtenido de <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/7986/Gu%C3%ADa%20de%20Determinaci%C3%B3n%20de%20la%20actividad%20antioxidante.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sacsquispe, R. & Velásquez, J. (2008). *Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/417394/439893732843877347520191106-32001-1v6txak.pdf>

Sánchez & Castro. (enero de 2023). Extracción y cuantificación de Antocianinas de maíz morado (zea mays l.) utilizando dos solventes a diferentes temperaturas y tiempos de extracción. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 48-80. doi:<https://doi.org/10.38186/difcie.58.04>

Sánchez, I. (2014). Maíz I (Zea mays). *Reduca*, 7(2), 151-171. Recuperado el 25 de abril de 2020

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Georreferenciación. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mexico-potencia-en-georreferenciacion>

Yáñez, et al. (2016). *Ficha Técnica de la variedad maíz negro INIAP-199 "Racimo de uva"*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador. Recuperado el 24 de julio de 2019

Zonificación Ecológica y Económica . (2022). *ZEE Cantón Ibarra*.
https://info.napo.gob.ec/wpcontent/uploads/2022/06/Zonificacion_Ecologica_Economica_Provincia-Napo.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Mapa de ubicación



Punto 1. Georreferenciación Zona cultivada con maíz negro -Parroquia Santa Fe



Punto 2. Zona de cultivo de maíz negro – Parroquia G.I. de Veintimilla.



Fuente: <https://earth.google.com/web/@-1.61700881,79.00805895,2594.34717761a,1774.53190331d,30y,0h,0t,0r>

Anexo 2 Base de datos

Método ABTS										
Muestra	Tratamiento	R1	R2	R3	promedio	ABS Neta	µmoles Trolox/L	Vol. aforo (L)	peso (gramos)	µmoles Trolox/g
Hidrolizado Gástrico	T1SDG	0,19	0,18	0,19	0,19	0,907	573,1034483	0,025	0,1009	142,00
	T2SDD	0,39	0,35	0,31	0,35	0,743	433,9553753	0,025	0,1009	107,52
Hidrolizado Duodenal	T1SDG	0,53	0,5	0,5	0,51	0,583	297,6470588	0,025	0,1004	74,12
	T2SDD	0,48	0,51	0,5	0,50	0,597	309,0060852	0,025	0,1002	77,10
Método FRAP										
Muestra	Tratamiento	R1	R2	R3	promedio	µmoles Trolox/L	Vol. aforo (L)	peso (gramos)	µmoles Trolox/g	
Hidrolizado Gástrico	T1SDG	0,2	0,22	0,23	0,22	261,26	0,025	0,1009	64,73	
	T2SDD	0,15	0,1	0,11	0,12	217,50	0,025	0,1009	53,89	
Hidrolizado Duodenal	T1SDG	0,17	0,16	0,17	0,17	238,62	0,025	0,1004	59,42	
	T2SDD	0,18	0,15	0,16	0,16	237,12	0,025	0,1002	59,16	


Método DPPH

	Abs $\lambda=515\text{nm}$			Abs $\lambda=515\text{nm}$ (NETA)			%Actividad				Conc. $\mu\text{M}/\text{mL}$				Peso (g)	Vol (L)	μM trolox/g muestra
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	Prom.	R1	R2	R3	Prom			
Concentrado	0,69	0,68	0,68	0,19	0,20	0,20	21,59	22,73	22,73	22,35	304,70	318,39	318,39	313,83	0,105	0,025	74,72
Hidrolizado Gástrico	0,67	0,66	0,66	0,21	0,22	0,22	23,86	25,00	25,00	24,62	332,07	345,76	345,76	341,20	0,100	0,025	85,30
Hidrolizado Duodenal	0,61	0,64	0,63	0,27	0,24	0,25	30,68	27,27	28,41	28,79	414,18	373,13	386,81	391,37	0,108	0,025	90,60
Concentrado	0,66	0,65	0,64	0,22	0,23	0,24	25,00	26,14	27,27	26,14	345,76	359,44	373,13	359,44	0,107	0,025	83,98
Hidrolizado Gástrico	0,74	0,73	0,73	0,14	0,15	0,15	15,91	17,05	17,05	16,67	236,28	249,96	249,96	245,40	0,107	0,025	57,34
Hidrolizado Duodenal	0,70	0,71	0,71	0,18	0,17	0,17	20,45	19,32	19,32	19,70	291,02	277,33	277,33	281,89	0,105	0,025	67,12
Ácido gálico 2mg/mL	0,08	0,09	0,08	0,80	0,79	0,80	90,91	89,77	90,91	90,53	1139,50	1125,81	1139,50	1134,94	0,002	0,001	567,47

Polifenoles Totales


Muestra	Tratamiento	R1	R2	R3	promedio	Concentración (mg/L)	Vol. aforo (L)	peso (gramos)	meqGAE/g muestra
Hidrolizado Gástrico	T1SDG	0,08	0,08	0,07	0,08	110,43	0,025	0,1009	27,36
	T2SDD	0,07	0,07	0,08	0,07	107,54	0,025	0,1009	26,65
Hidrolizado Duodenal	T1SDG	0,06	0,06	0,06	0,06	96,02	0,025	0,1004	23,91
	T2SDD	0,05	0,05	0,05	0,05	87,38	0,025	0,1002	21,80

Anexo 3 Análisis

	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguarda s. No 1 102, No 9 San Juan, Centro Universitario, Provincia Badajoz, España</small>	Código IR-AA
		INFORME DE RESULTADOS	Versión 1
			Año 2022
			Página Página 1 de 2

INFORME DE EN SAYOS Nº 224


DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
Solicitante	Diego Puente			
Muestra	Hidrolizados de proteína de maíz negro			
Estado de la muestra	Liofilizado			
Envase de recepción	Frasco plástico con 1 g de muestra aproximadamente			
Análisis requerido(s)	Actividad Antioxidante y polifenoles totales			
Fecha de recepción	2022			
Fecha de análisis	2022			
Fecha de Informe	05 de septiembre de 2023			
Técnico (s) asignado	MFGM - RCMR			
RESULTADOS OBTENIDOS				
Muestra	Análisis	Método de análisis	Unidad	Resultado
Hidrolizado gástrico M1 SDG	Actividad Antioxidante	ABTS (Acido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina)-6-sulfónico)	µmol ET/g muestra	142,00
Hidrolizado gástrico M2 SDG				107,52
Hidrolizado duodenal M1 SDG				74,12
Hidrolizado duodenal M2 SDG				77,10
Hidrolizado gástrico M1 SDG	Actividad Antioxidante	DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)	µmol ET/g muestra	85,30
Hidrolizado gástrico M2 SDG				28,65
Hidrolizado duodenal M1 SDG				23,91
Hidrolizado duodenal M2 SDG				21,80
Hidrolizado gástrico M1 SDG	Actividad Antioxidante	FRAP (poder antioxidante reductor férrico)	µmol ET/g muestra	64,73
Hidrolizado gástrico M2 SDG				53,69
Hidrolizado duodenal M1 SDG				58,42
Hidrolizado duodenal M2 SDG				58,18
Hidrolizado gástrico M1 SDG	Polifenoles Totales	Folin Ciocalteu	mg GAE/g muestra	27,36
Hidrolizado gástrico M2 SDG				26,65
Hidrolizado duodenal M1 SDG				23,91

 UNIVERSIDAD ESTADUAL CÓCACA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunillas 8, Km 1 1/2, vía a San Sebastián, Cantón Guano, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	III-AA
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 2 de 2
Hidrolizado duodenal M2 SDG				21,80

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

 UNIVERSIDAD ESTADUAL CÓCACA	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunillas 8, Km 1 1/2, vía a San Sebastián, Cantón Guano, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	III-AA
		INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
			Año	2023
			Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N° 227

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
Solicitante	Diego Puente		
Muestra	Hidrolizados de proteína de maíz negro		
Estado de la muestra	Liofilizado		
Envase de recepción	Frasco plástico con 1 g de muestra aproximadamente		
Análisis requerido(s)	Actividad Antimicrobiana		
Fecha de recepción	2022		
Fecha de análisis	2022		
Fecha de Informe	06 de septiembre de 2023		
Técnico (s) asignado	MFQM - RCMR		
RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestra	Análisis	Método de Análisis	Resultado
Hidrolizado gástrico M1 SDG	Actividad Antimicrobiana	Difusión en disco	Negativo
Hidrolizado gástrico M2 SDG			Negativo
Hidrolizado duodenal M1 SDG			Negativo
Hidrolizado duodenal M2 SDG			Negativo

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

Ing. Favian Bayas PhD.
Director DIVIUEB

Anexo 4 Fotografías

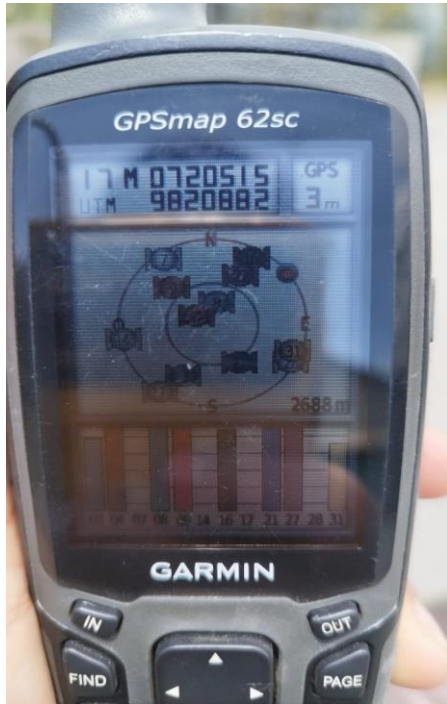
Recolección de Información MAGAP Recolectión de Información Agrocalidad



Realización de Encuestas y visita de predios



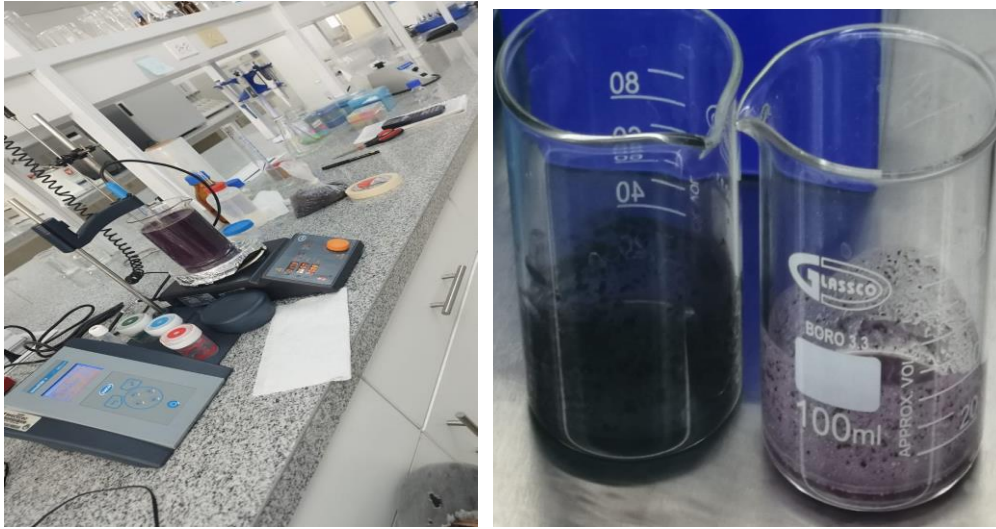
Georreferenciación de los puntos



Colecta de maíz Negro Pesaje de harina de maíz negro



Obtención de Hidrolizados de maíz negro en laboratorio



Simulaciones de Digestión de los hidrolizados de maíz negro



Actividad Antioxidante

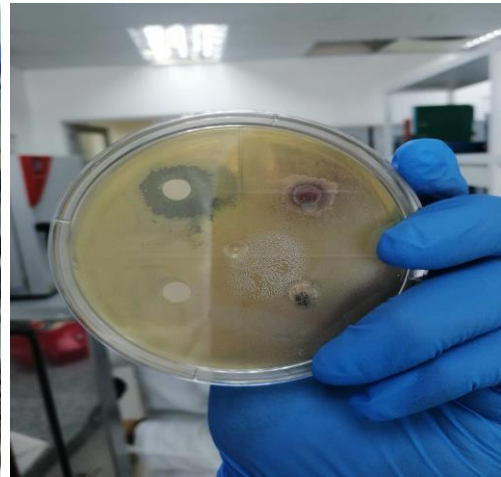


Actividad Antibacteriana

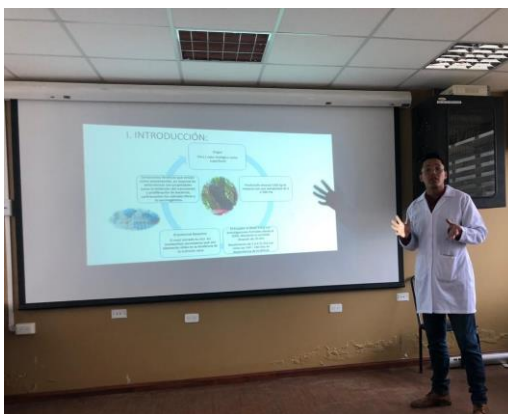
Cámara de Flujo Laminar Mufla Memmert- Incubación



Siembra del patógeno (*E. coli*) Evaluación del Halo de Inhibición



Visita de Campo



Anexo 4 Glosario

ABS. – Absorbancia, cantidad retenida de un elemento y se puede medir mediante espectrofotometría.

ABTS. - 3 – ethylbensoathiazoline- 6- sulfonic acid) diamonium salt

Amilasa. - Es una enzima que ayuda a digerir los carbohidratos. Se produce en el páncreas y en las glándulas salivales.

Actividad Antibacteriana. - Es la capacidad que presenta un compuesto para inhibir el aumento de una población bacteriana o para eliminarla, y que se puede expresar cuantitativamente con pruebas in vitro. Se puede medir en CIM o en CBM, y permite comparar diferentes compuestos

Actividad Antioxidante. - Es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres.

Bioactivo. - Sustancia química que se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites y granos integrales). Los compuestos bioactivos cumplen funciones en el cuerpo que pueden promover la buena salud. Están en estudio para la prevención del cáncer, las enfermedades del corazón y otras enfermedades.

DPPH: (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo)

FRAP. - Reductor del hierro se determina mediante la cuantificación de un complejo cloruro ferroso – ferrocianida de potasio.

Mac Farland. - En microbiología, los estándares de turbidez de McFarland se usan como referencia en suspensiones bacteriológicas para saber que el número de bacterias por mililitro, o más bien en UFC según una escala que va de 0.5 a 10. Estos estándares son creados al mezclar soluciones de cloruro de bario al 1% con

ácido sulfúrico al 1% en volúmenes específicos, para asegurar la densidad correcta se puede controlar usando espectofotómetros..

Pancreatina. - Extracto pancreático de mamífero compuesto por enzimas con actividades de proteasa, amilasa y lipasa

Pepsina. - Es una enzima digestiva que se crea en el estómago y que hidroliza las proteínas en el estómago. Es, por lo tanto, una peptidasa. Es una de las tres peptidasas principales del aparato digestivo humano, junto con la tripsina y la quimotripsina.

SDG. – Simulación de Digestión Gástrica.

SDD. - Simulación de Digestión Duodenal.

T1.- Tratamiento 1,

T2.- Tratamiento 2

TPTZ. - 2, 4, 6-tripyridyl-1, 3, 5-triazine) se utiliza como reactivo cromogénico para formar un complejo azul (pH = 5,0), que se fija y concentra en la muestra en evaluación, a mayor coloración se considera mayor capacidad antioxidante.

TROLOX. - 6-hidroxy-2,5,7,8-tetramethylroman – 2-carboxylic acid.