



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

**RESOLUCIÓN DE VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
N° 008-2025-UNTELS -VRI**

Villa El Salvador, 10 de febrero de 2025

VISTO:

Oficio N° 0058-2025-UNTELS-VRI-II, de fecha 31 de enero del 2025, la Dirección del Instituto de Investigación emite opinión favorable para **APROBAR el Cierre del proyecto de investigación: "Evaluación Ambiental de la Presencia de Organismos Modificados Genéticamente en Maíz Morado en Mercados de Lima Sur"**, (modalidad sin financiamiento), a cargo del docente investigador **MSc. Obert Marín Sánchez** y co-investigadores **Dr. Jacinto Joaquín Vértiz Osoreo**, **MSc. Alex Segundino Armas Blancas** y **Dr. Frank Edmundo Escobedo Bailón** y **Bach. Ruby Danixa Gomez Espinoza** y;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 18° de la Constitución Política del Perú, en su cuarto párrafo establece: Cada Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. Las Universidades se rigen por la Ley Universitaria N° 30220 y sus propios estatutos en el marco de la constitución y de las leyes;

Que, el artículo 56 y 57, numeral 57.5 de la Ley Universitaria N° 30220 y sus modificatorias, establece: "Artículo 56. La Asamblea universitaria es un órgano que representa a la comunidad universitaria, se encarga de dictar las políticas generales de la universidad (...)" asimismo el artículo 57 numeral 57.5 señala que tiene la siguiente atribución: "Elegir a los integrantes del Comité Electoral Universitario y Tribunal de Honor";

Que, mediante Resolución N° 0002-2023-CEU-UNTELS, de fecha 02 de mayo de 2023, el Comité Electoral de la UNTELS reconoce a la Dra. Gladys Marcionila Cruz Yupanqui como Rectora, Dra. Marina Vilca Cáceres como Vicerrectora Académica y Dr. Angel Fernando Navarro Raymundo como Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur;

Que, en el art. 50° de la Ley Universitaria Ley N° 30220, precisa que: "*El Vicerrectorado de Investigación, según sea el caso, es el organismo de más alto nivel en la universidad en el ámbito de la investigación*"; y el art. 65.2.1 señala que es atribución del Vicerrector de Investigación: "*Dirigir y ejecutar la política general de investigación de la universidad*";

Asimismo, mediante Resolución de Consejo Universitario N° 057-2023-UNTELS-CU-R, de fecha 31 de julio de 2023, se autorizó al Vicerrector de Investigación la emisión de actos resolutivos en el marco de sus atribuciones conferidas por la Ley Universitaria N° 30220 y mediante Resolución de Consejo Universitario N° 119-2024-UNTELS-CU, de fecha 28 de junio de 2024, el Consejo Universitario dispone el cumplimiento de la resolución precitada, precisando la emisión de actos resolutivos que comprenden asuntos de su competencia;

Que, en concordancia con la RCU N° 119-2024-UNTELS-CU, en el uso de sus atribuciones referido en el literal j) "*Aprobar cierres de proyecto de investigación*";

Que, con Resolución de Consejo Universitario N°109-2024-UNTELS, de fecha 19 de junio de 2024, se aprueba la Relación de Proyectos de Investigación Ganadores de la Convocatoria de Proyectos de Investigación Autofinanciados 2024 de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur;

Que, mediante Solicitud, de fecha 12 de diciembre del 2024, dirigida a la Directora del Instituto de Investigación, el investigador responsable, MSc. Obert Marín Sánchez, presenta el informe final del proyecto de investigación: "*Evaluación Ambiental de la Presencia de Organismos Modificados Genéticamente en Maíz Morado en Mercados de Lima Sur*", (modalidad sin financiamiento), solicitando su cierre;

...///



Firmado digitalmente por:
NAVARRO RAYMUNDO Angel
Fernando FAU 20502245032 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/02/2025 12:47:18-0500

... /// Ref. RESOLUCIÓN DE VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN N° 008-2025-UNTELS -VRI

Que, mediante Oficio N° 0058-2025-UNTELS-VRI-II, de fecha 31 de enero del 2025, la Directora del Instituto de Investigación remite al Vicerrector de Investigación, el informe final del Proyecto de Investigación: “Evaluación Ambiental de la Presencia de Organismos Modificados Genéticamente en Maíz Morado en Mercados de Lima Sur”, (modalidad sin financiamiento), presentado por el investigador responsable, MSc. Obert Marín Sánchez, otorgando opinión favorable para la aprobación de cierre del mencionado proyecto, mediante emisión del acto resolutivo correspondiente, habiendo cumplido con las disposiciones establecidas en las bases de la convocatoria;

Que, estando en uso de las atribuciones otorgadas al Vicerrector de Investigación, de acuerdo a lo dispuesto por la autoridad universitaria conferidas por las disposiciones citadas;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el cierre del proyecto de investigación titulado: “Evaluación Ambiental de la Presencia de Organismos Modificados Genéticamente en Maíz Morado en Mercados de Lima Sur”, (modalidad sin financiamiento), a cargo del investigador responsable MSc. Obert Marín Sánchez y co-investigadores **Dr. Jacinto Joaquín Vértiz Osore**s, **MSc. Alex Segundino Armas Blancas**, **Dr. Frank Edmundo Escobedo Bailón** y **Bach. Ruby Danixa Gomez Espinoza**, conforme al Anexo que en diez (10) folios forma parte de la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR la presente resolución a Rectorado, Secretaría General, Dirección de Instituto de Investigación, MSc. Obert Marín Sánchez, Dr. Jacinto Joaquín Vértiz Osores, **Alex Segundino Armas Blancas**, **Dr. Frank Edmundo Escobedo Bailón** y **Bach. Ruby Danixa Gomez Espinoza**.

ARTÍCULO TERCERO.- PUBLICAR la presente resolución y sus anexos en el Portal de Transparencia Estándar de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

ARTÍCULO CUARTO.- ENCARGAR el cumplimiento de la presente resolución a la Directora del Instituto de Investigación de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.

Regístrese, comuníquese, publíquese y archívese.



Firmado digitalmente por:
NAVARRO RAYMUNDO Angel
Fernando FAU 20502245032 hard
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/02/2025 12:47:18-0500

Dr. ANGEL FERNANDO NAVARRO RAYMUNDO
Vicerrector de Investigación
UNTELS



**ANEXO 6. FORMATO DE INFORME FINAL DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Título del proyecto de investigación: **EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA
PRESENCIA DE ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE EN
MAIZ MORADO EN MERCADOS DE LIMA SUR**

Escuela Profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL**
Línea de Investigación: **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Nombre de Investigador Principal: **MSc. OBERT MARÍN SÁNCHEZ**

Nombre de los demás miembros del equipo de Investigación:
Dr. JACINTO JOAQUÍN VÉRTIZ OSORES
MSc. ALEX SEGUNDINO ARMAS BLANCAS
Dr. FRANK EDMUNDO ESCOBEDO BAILÓN
Bach. RUBY DANIXA GOMEZ ESPINOZA

Fecha de presentación 10 de diciembre de 2024



RESUMEN

Este estudio analizó la presencia de Organismos Vivos Modificados (OVM) en maíz morado comercializado en Lima Sur, utilizando pruebas de inmunocromatografía rápida (QuickComb) y confirmación molecular mediante PCR en tiempo real. Se recolectaron 30 muestras de seis distritos representativos de Lima Sur. Los resultados preliminares del QuickComb indicaron un 50% de muestras positivas para proteínas transgénicas, destacando Vip3A como la más prevalente. Sin embargo, la PCR no detectó las secuencias genéticas P35S y T-NOS en ninguna muestra, lo que sugiere posibles interferencias debidas al contenido de antocianinas o contaminación cruzada en la cadena de comercialización. Este estudio resalta la necesidad de implementar medidas de control más estrictas en la producción y distribución de maíz morado para preservar su biodiversidad, garantizar la transparencia en el mercado y fortalecer la confianza de los consumidores en productos agrícolas locales.

Palabras clave: Organismos Genéticamente Modificados (OVM), Maíz morado, Bioseguridad alimentaria, Contaminación cruzada, Pruebas PCR en tiempo real

ABSTRACT

This study analyzed the presence of Genetically Modified Organisms (GMO) in purple corn traded in Lima Sur, using rapid immunochromatographic tests (QuickComb) and molecular confirmation through real-time PCR. A total of 30 samples were collected from six representative districts in Lima Sur. Preliminary QuickComb results indicated that 50% of the samples tested positive for transgenic proteins, with Vip3A being the most prevalent. However, PCR did not detect the genetic sequences P35S and T-NOS in any of the samples, suggesting potential interference from anthocyanin content or cross-contamination in the supply chain. This study highlights the need for stricter control measures in the production and distribution of purple corn to preserve its biodiversity, ensure transparency in the market, and strengthen consumer confidence in local agricultural products.

Keywords: Genetically Modified Organisms (GMO), Purple corn, Food biosafety, Cross-contamination, Real-time PCR testing



1. INTRODUCCIÓN

La biotecnología ha transformado el panorama de la agricultura al introducir Organismos Vivos Modificados (OVM), herramientas que han permitido optimizar cultivos frente a desafíos como el cambio climático y la seguridad alimentaria. Sin embargo, estos avances conllevan riesgos, como la introgresión genética en cultivos nativos, afectando su biodiversidad y sostenibilidad. En el caso de Perú, el maíz morado, una variedad nativa de alta relevancia cultural y económica, enfrenta amenazas potenciales debido al comercio creciente en mercados mayoristas y minoristas.

A pesar de las regulaciones establecidas, como la Ley de Moratoria N° 29811, la posibilidad de contaminación cruzada en la producción, transporte y comercialización de maíz morado genera preocupaciones en torno a su pureza genética y transparencia en el etiquetado. Este estudio tiene como objetivo identificar la presencia de OVM en el maíz morado comercializado en Lima Sur utilizando pruebas rápidas de inmunocromatografía y confirmación molecular mediante PCR en tiempo real. Los resultados contribuirán a reforzar las medidas de bioseguridad, garantizar la conservación de esta variedad y fomentar prácticas agrícolas sostenibles, alineándose con los objetivos nacionales de protección de la biodiversidad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La biotecnología en el campo de los Organismos Vivos Modificados (OVM) es una rama de biología que permite transferir características de organismos vivos a otros; por medio de procesos no naturales de producción. Dicho proceso por medio de la ingeniería genética donde el ADN o ARN se modifica para dar resultado en organismos con nuevas propiedades potenciadas al uso en los sectores la industriales, del ambiente, la salud, la agricultura y la alimentación (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2022).

Estos avances aportan beneficios para actualmente en cuanto a producción alimentaria y el desarrollo sustentable frente al contexto del cambio climático. No obstante, se tiene presente una preocupación latente pues su uso debe ser regulado a fin de prevenir, evitar o reducir posibles riesgos que se pueden dar para la diversidad biológica por medio de la introgresión en cultivos nativos de especies únicas que no han sido modificadas genéticamente y requieren un cuidado especializado (MINAM, 2022).

Dentro del panorama mundial del cultivo de maíz con presencia de OVM, México es un país con un interés cultural y ambiental para este cultivo. En el año 2021 la Suprema Corte de Justicia de la Nación en México invalidó cuatro amparos que habían interpuesto en el 2013 para que empresas puedan sembrar maíz transgénico en el país. Asimismo, en el 2023, el gobierno mexicano emitió un decreto para prohibir el uso de maíz OVM para la masa y la tortilla a base de maíz (Badillo, 2023).

En el Perú para el año 2011, se emitió la Ley 29811, donde se establece la moratoria de 10 años para liberación de OVM, ello con el objetivo de proteger la biodiversidad, a través del desarrollo de infraestructura, líneas de base y métodos de gestión para una progresiva incorporación de OVM. Para el año 2120 se extendió la moratoria hasta 2035. Sin embargo, en el 2024, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) dispuso iniciar del cultivo de transgénicos de maíz y el algodón para la costa peruana a fin de



aumentar la producción nacional y reducir la dependencia de las importaciones (ComexPerú, 2024).

En el caso de Lima Sur debido al crecimiento demográfico, se da una comercialización de maíz considerable, siendo el maíz morado uno de demanda debido a su uso para bebidas y alimentación dentro de mercados mayoristas, mixtos y minoristas. Esto genera que sea importante identificar la presencia de organismos vivos modificados (OVM) en la producción, venta y distribución de esta variedad de maíz que está regulada bajo la Ley Moratoria N° 29811 y la Ley N° 31111, donde se busca reforzar medidas de bioseguridad en el uso de estos OVM (MINAM, 2018).

Asimismo, la Ley N° 29571 demanda que los consumidores estén informados sobre los productos que consume y los posibles efectos que estos puedan tener en su salud. Pues es la posible presencia de OVM requiere atención a fin de que se garantice una conservación y preservación de la biodiversidad de esta variedad de maíz y su transparencia en el mercado alimentario (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos [MINJUS], 2020).

Existe esta problemática debido a una latente preocupación por un posible impacto negativo de los OVM en las razas nativas y únicas del Perú, como el maíz morado, por que ocasionaría una potencial introgresión en cultivos aledaños que no son modificados genéticamente, generando impactos en la adaptación de las variedades de maíz morado, en la agricultura orgánica y el acceso a mercados donde se restringe el uso de OVM, llegando a representar una amenaza la diversidad de este cultivo.

Esta investigación tiene como objetivo identificar la presencia de OVM en el maíz morado que se comercializa en mercados de Lima Sur a través de tiras reactivas de flujo lateral (kit QuickComb de Envirologix Inc) para detectar la presencia de proteínas transgénicas, cuyo resultado preliminar fue confirmado por medio de una prueba molecular de Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR) en tiempo real donde se identificaron las secuencias P35S y T-nos.

Por lo cual se brindará información relevante acerca de esta problemática para la comunidad científica, los consumidores y los encargados de afianzar bases en cuanto a la toma de decisiones informadas sobre implementación de medidas de bioseguridad y fomentación de prácticas agrícolas sostenibles en Lima Sur. Lo cual se vincula con los objetivos del propósito de la Ley N° 29811, para equilibrar ventajas y desventajas del uso de OVM en caso de que se detecten OVM para el maíz morado, siendo este una especie nativa peruana con creciente demanda. (MINAM, 2018).

3. ANTECEDENTES

Chaparro-Giraldo et. al. (2015), en “Evidence of gene flow between transgenic and non transgenic maize in Colombia”, evaluaron los procesos de flujo de genes del maíz en 60 parcelas de plantaciones del Valle de San Juan en Colombia, por lo cual usaron ImmunoStrip®, PCR y ELISA en muestras de hojas y semillas. Los resultados obtenidos fueron positivos con un alto nivel de secuencias transgénicas en flujo de genes, destacando la falta de una normativa legal que sea eficiente para adoptar medidas sobre bioseguridad en cultivo de maíz transgénicos.

García y Toscana (2016) en su artículo titulado “Presencia de maíz transgénico en la Sierra Norte de Oaxaca. Un estudio desde la mirada de las comunidades” evaluaron la importancia del conocimiento y percepción de las comunidades Oaxaca sobre los OVM



en cultivo del maíz con respecto a los cultivos tradicionales libres de estos, realizando entrevistas y revisando información sobre posibles antecedentes de la interacción del maíz transgénico con la población. Concluyeron que la introducción del maíz OVM se percibe como un peligro para el maíz criollo y la milpa originario de esta región.

Pastor (2017) en su artículo “Bioseguridad en el Perú: Moratoria a los OVM, a mitad de camino de una decisión importante en un centro de origen” del libro “Domesticación en el Continente Americano” realiza una descripción de la situación de la ley moratoria de uso de OVM en el Perú, sus limitaciones problemas para implementar un sistema de bioseguridad en el Perú y una fiscalización continua de los OVM. Dichos aspectos fueron mencionadas debido a un monitoreo de campos de maíz de Piura donde de 59 muestras que se analizaron cerca del 70% dieron un resultado positivo a la presencia de OVM.

Carrero-Ramirez et. al. (2022), en el estudio titulado “Impacto del maíz transgénico sobre las comunidades microbianas del suelo y plantas: Una revisión sistemática”, revisaron información sobre el uso de maíz transgénico y maíz nativo o salvaje. Los autores concluyeron que las diferencias entre ambos se debían a cambios adaptativos de microorganismos en la rizosfera y endosfera además de ser estos mininos, aun así recalco que se deben tener normativas adecuadas para la protección de las especies no transgénicas.

Vergaray et. al. (2023), en su estudio titulado “Determinación de transgenicidad y verificación en el etiquetado de alimentos industrializados de maíz en centros de expendio de Lima metropolitana”, se encargaron de detectar el promotor 35S y de verificar el etiquetado de presentarse transgénicos. Este proceso se realizó usando 30 muestras (consumo humano) y 10 (consumo animales) por medio del método Real Time-PCR con un kit Mericon Screen 35S y el kit Mericon Quant Mon 810. Los resultados fueron positivos para presencia de transgénicos en un 66,66% de maíz para consumo humano y 90% para consumo animal; mientras que para el etiquetado se presentó un 100% de ausencia de estos.

4. METODOLOGÍA

Para la identificación de Organismos Vivos Modificados (OVM) en el maíz morado, se realizó gracias a una técnica de inmunocromatográfica rápida que se basan en tiras de flujo lateral provenientes del *kit Quick Comb* de *Envirologix Inc*, los cuales son herramientas que detectan de forma rápida de proteínas transgénicas.

Las cuales se deben su funcionamiento a una reacción antígeno-anticuerpo, donde se introduce la tira del *Quick Comb* en la muestra, los resultados se interpretan de acorde a la coloración condicional que se presenta o no en la tira (línea de prueba) luego de 5 minutos si es que se cuenta con la proteína transgénica. Brindando resultados cualitativos de los OVM, siendo un método con un costo bajo, elevada especificidad, sin requerimientos de laboratorio, validez y fácil uso por lo cual no se requiere de personal cualificado.

Posteriormente se hará la comprobación se realizó con colaboración del Ministerio del Ambiente (MINAM), en los laboratorios del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) donde se enviaron 2 conglomerados de las 30 muestras de los cuales se separaron según los resultados preliminares en positivo y positivo débil en la prueba *Quick Comb*.



Diseño del Estudio: El estudio se basará en un diseño transversal, en el cual se evaluará la muestra representativa de granos de maíz morado que se adquirieron de los mercados de Lima Sur. La población abarca 292 mercados de 12 distritos de Lima Sur, de donde la muestra abarca 30 puntos de muestreo ubicados en 6 distritos escogidos según el mayor número de mercados por distrito y de acuerdo a su clasificación por tipo (mayorista, minorista o mixto) para asegurar representatividad.

Recolección de Muestras: Se hará la recolección de las muestras de granos de maíz morado en los 30 mercados seleccionados de los distritos de Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Lurín, Surco y Chorrillos, posteriormente se trasladarán al laboratorio con medidas adecuadas para proceder con el análisis. En este proceso el apoyo de los comerciantes será por medio de un protocolo estándar a fin de garantizar uniformidad y mínimo sesgo en las muestras.

Análisis Genético: Para identificar los OVM se hizo por medio de un método rápido de detección de tiras reactivas de flujo lateral del Quick Comb de Envirologix Inc, el cual proporciona una detección eficaz en las muestras de maíz morado examinando una presencia de proteínas transgénicas en las muestras representativas siguiendo instrucciones de este kit en el laboratorio acondicionado.

Muestreo de maíz morado:

- 1° Obtención de muestras de maíz morado de los 30 mercados seleccionados de los 6 distritos de Lima Sur.
- 2° Desgranado, conteo y pesado de 100 granos de maíz morado, luego se divide entre 100 el peso total de granos. Los granos de maíz varían dependiendo del mercado del que se obtiene.
- 3° Cálculo del peso (g) de la submuestra necesaria para la prueba (número de semillas por el peso promedio de las semillas). Se requiere una submuestra de al menos 200 gramos para obtener extracto representativo para la prueba.
- 4° Cálculo del volumen de agua destilada necesaria para la preparación de la muestra. El Método de Extracción Común debe tener una proporción de volumen de agua/peso de la muestra de 1.5 a 1.
- 5° Para el caso del maíz morado utilizar la licuadora Oster® ActiveSense™ y licuar la muestra del maíz junto con el agua destilada, ya que este maíz es caracterizado por un mayor porcentaje de humedad.
- 6° Se coloca la mezcla obtenida de la licuadora en un beaker de 500 mL y esperar a que el contenido sólido se asiente en la base.
- 7° Ensamblar el soporte de cartón y levantar el soporte TotalTox Comb: estos pueden ser guardados y reutilizados. Insertar la copa de la muestra en el espacio provisto, luego utilizar una pipeta nueva del kit (o vierta lentamente y con cuidado) para transferir el líquido desde arriba de las muestras asentadas hasta que la profundidad en la copa esté al nivel con la superficie superior del soporte de cartón.
- 8° Para prevenir la contaminación cruzada, limpiar a fondo las partes de la licuadora y los beaker para remover residuos de preparación de cada muestra, es necesario usar una nueva copa de muestra y una nueva pipeta para cada preparación.
- 9° Permitir que las bolsas de aluminio refrigeradas lleguen a la temperatura ambiente antes de abrirlas. Retirar un peine de la bolsa de aluminio; evitando manejar el extremo suelto del peine.
- 10° Colocar el peine TotalTrait en la copa de la muestra, utilizando el soporte para



mantenerlo erguido, y asegurarse de insertar el extremo indicado por las flechas en la cinta protectora.

11° Después de insertar el peine en el extracto, el líquido ascenderá por capilaridad de las tiras de la membrana hacia las almohadillas absorbentes en la parte superior de las tiras.

12° Permitir que el peine TotalTrait repose por 5 minutos completos antes de realizar interpretaciones finales del ensayo.

13° Retirar el peine de la copa a los 5 minutos. Cortar y desechar la sección inferior de cada tira cubierta por la cinta de flechas, y colocar el peine en el QuickScan para su lectura. Los peines TotalTrait deben leerse inmediatamente después de cortarlos, mientras aún están húmedos. De no contar con este QuickScan los resultados serán interpretados visualmente de acorde a la aparición de las líneas de control y las líneas de prueba.

Análisis Estadístico: Para analizar la relación entre presencia de OVM y la diversidad de maíz morado, o de cualquier variable ininteligible se hizo uso de un análisis estadístico. Por ello se usó un software estadístico denominado SPSS.

1. Análisis gráfico : Se recurrió a gráficas estadísticas a fin de seleccionar 6 distritos de los 12 en total con los criterios de mayor cantidad de mercados por distrito y su clasificación según su tipo (mayorista, minorista y mixto), a fin de garantizar representatividad demográfica y geográfica, por ello se seleccionaron los mercados de los distritos de Lurín con 3 mercados, Santiago de Surco con 4 mercados, Villa el Salvador con 6 mercados, Villa María del Triunfo con 6 mercados, San Juan de Miraflores con 7 mercados y Chorrillos con 4 mercados para un total de 30 puntos de muestreos siendo 30 muestras para maíz morado.

2. Análisis de significancia: Se realizó un análisis detallado de los datos, en base a la prueba de chi cuadrado de Pearson donde se evaluó el nivel de significancia ≤ 0.05 que determina una significancia y ≤ 0.01 con una significancia alta. Ello en función a los resultados obtenidos para maíz Morado en las pruebas preliminares del Quick Comb, donde se compararon las proteínas transgénicas y el maíz morado. Se realizaron cuadros resumen para los resultados positivos y negativos y su incidencia en nivel porcentual.

3. Análisis de clústeres jerárquico: Se considera la realización de un análisis de conglomerados donde se buscan agrupar variables que se consideren similares, en este caso se busca agrupar la variable maíz morado con las variables de las proteínas de la prueba Quick Comb, permitiendo construir un árbol de clasificación donde se logre la máxima homogeneidad en cada grupo y su diferenciación entre estos. Esto proporciona una imagen denominada dendrograma, en la cual se observa de manera gráfica el proceso de unión, y el nivel concreto con el cual se unen los grupos, es decir brinda un valor de asociación de los resultados cualitativos de la prueba preliminar del Quick Comb (valor de nivel de fusión).

4. Análisis estadístico bayesiano binomial: Se realizó una evaluación de probabilidades e inferencias sobre parámetros (diversidad de proteínas a identificar por medio de la prueba Quick Comb), es decir, la tasa de éxito o fracaso en la etapa experimental, que en este caso se orienta en determinar si el resultado es positivo o negativo ante la presencia de OVM. Para su cálculo se tiene en cuenta una serie de ensayos independientes y la probabilidad de éxito de cada ensayo, así como también, el enfoque bayesiano que integra la información previa al procesamiento de datos tomando como referencia una estimación ajustada.



5. RESULTADOS

5.1 Quick Comb

Tabla 1

Resultado de las muestras de maíz morado procesadas por medio de las tiras del Quick Comb.

| Nº | Fecha | Mercado | Maíz | Peso(g) | H2O(ml) | Resultado |
|----|----------|--------------------------------|--------|---------|---------|-----------|
| 1 | 30/05/24 | Villa Sur- V.E.S | Morado | 289 | 433,5 | Negativo |
| 2 | 04/06/24 | ATECA- V.M.T | Morado | 239 | 358,5 | Negativo |
| 3 | 05/06/24 | Cristo de Pachacamilla V.E.S | Morado | 200 | 300 | Negativo |
| 4 | 06/06/24 | Santa Leonor - V.E.S | Morado | 249 | 373,5 | Positivo |
| 5 | 10/06/24 | Flores de Villa - S.J.M | Morado | 236 | 354 | Positivo |
| 6 | 11/06/24 | Cooperativa - V.M.T | Morado | 240 | 360 | Positivo |
| 7 | 11/06/24 | 1 de Abril - S.J.M | Morado | 216 | 324 | Negativo |
| 8 | 13/06/24 | Unicachi - V.E.S | Morado | 205 | 307,5 | Positivo |
| 9 | 13/06/24 | Las Palmas-V.M.T | Morado | 212 | 318 | Negativo |
| 10 | 14/06/24 | Virgen de las Mercedes - Lurín | Morado | 261 | 391,5 | Negativo |
| 11 | 14/06/24 | San Pedro - Lurín | Morado | 213 | 319,5 | Negativo |
| 12 | 18/06/24 | Umamarca - S.J.M | Morado | 228 | 342 | Negativo |
| 13 | 20/06/24 | Señor de Muruhuay - Surco | Morado | 229 | 343,5 | Positivo |
| 14 | 20/06/24 | Jorge Chávez - Surco | Morado | 260 | 390 | Positivo |
| 15 | 20/06/24 | Ciudad de Dios - S.J.M | Morado | 232 | 348 | Negativo |
| 16 | 25/06/24 | Trébol - Surco | Morado | 242 | 363 | Positivo |
| 17 | 25/06/24 | San Pedro - Chorrillos | Morado | 212 | 318 | Positivo |
| 18 | 02/07/24 | Virgen de Lourdes-V.M.T | Morado | 240 | 360 | Negativo |
| 19 | 02/07/24 | Plaza Micaela - V.M.T | Morado | 243 | 364,5 | Negativo |
| 20 | 02/07/24 | Modelo - S.J.M | Morado | 236 | 354 | Positivo |
| 21 | 04/07/24 | San Martin-Chorrillos | Morado | 234 | 351 | Positivo |
| 22 | 04/07/24 | Kiwi-Chorrillos | Morado | 231 | 346,5 | Positivo |
| 23 | 04/07/24 | Virgen de Cocharcas-V.E.S | Morado | 244 | 366 | Positivo |
| 24 | 05/07/24 | Valle Sharon-S.J.M | Morado | 200 | 300 | Positivo |
| 25 | 05/07/24 | Mach-Chorrillos | Morado | 239 | 358,5 | Negativo |
| 26 | 22/07/24 | Villa Alejandro- Lurín | Morado | 264 | 396 | Positivo |

| | | | | | | |
|----|----------|-----------------------|--------|-----|-------|----------|
| 27 | 22/07/24 | Santa Teresita- V.M.T | Morado | 235 | 352,5 | Positivo |
| 28 | 25/07/24 | San Roque- Surco | Morado | 223 | 334,5 | Negativo |
| 29 | 25/07/24 | Amazonas-S.J.M | Morado | 251 | 376,5 | Negativo |
| 30 | 25/07/24 | 5 de Junio- V.E.S | Morado | 223 | 334,5 | Negativo |

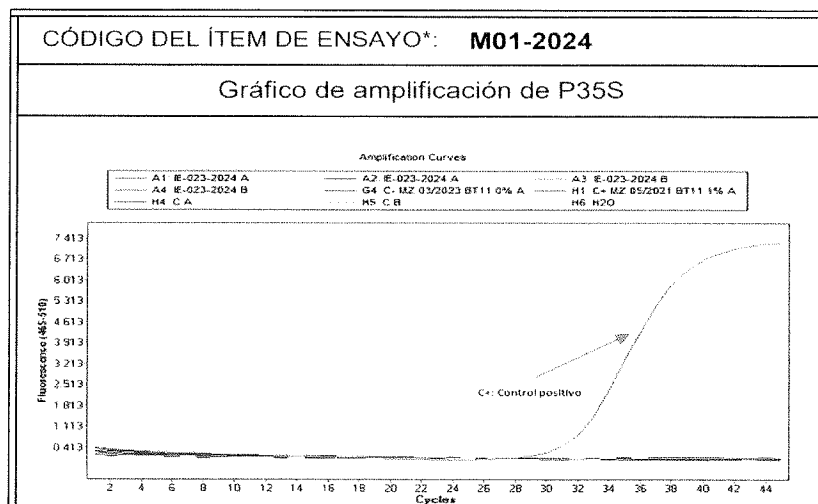
Nota. Datos de Elaboración propia (2024).

5.2 PCR en tiempo real

- **Conglomerado 1:** Contiene las muestras del Mercado San Roque (28) en Surco con un peso de 270 gramos, del Mercado Amazonas (29) en San Juan de Miraflores con un peso de 270 gramos y del Mercado de 5 de junio (30) en Villa el Salvador con un peso de 270 gramos; siendo el peso total de 810 gramos y con un resultado preliminar negativo.

Figura 1

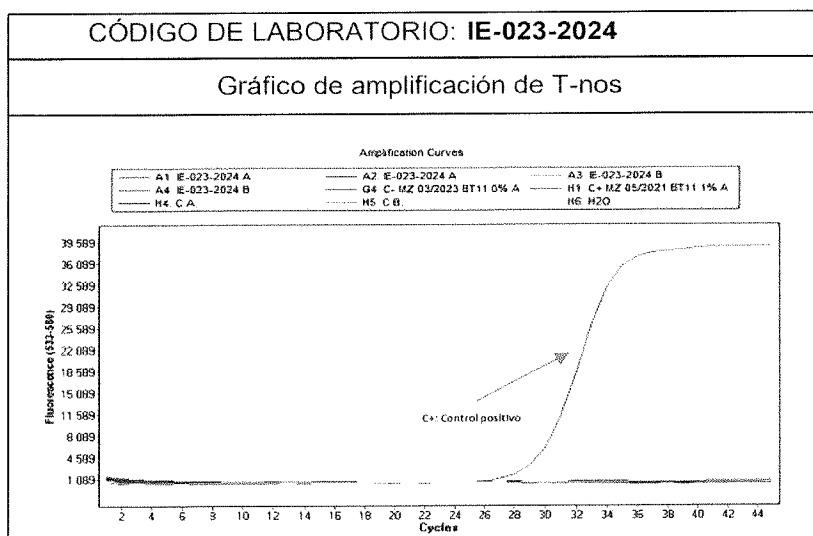
Conglomerado 1: Resultado de la PCR en tiempo real para identificar el P35S en el maíz morado



Nota. En la figura se observa el resultado negativo para la identificación del Promotor P35S del conglomerado 1 de maíz morado (muestras 28, 29 y 30) a través del proceso del PCR en tiempo real. Donde: C+ = Control positivo del ADN diana, C- = Control negativo del ADN diana, CA = Control del medio ambiente, CB = Control de extracción negativo, H2O = Control de reactivos de la PCR. Fuente: OVM LAB acreditado por INIA e INACAL (2024).

Figura 2

Conglomerado 1: Resultado de la PCR en tiempo real para identificar el TNOS en el maíz morado

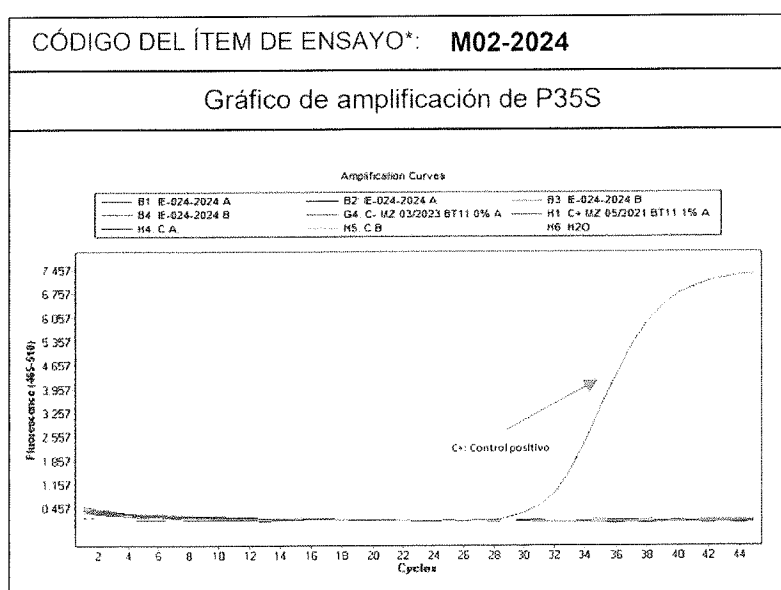


Nota. En la figura se observa el resultado negativo para la identificación del Terminador T-NOS del conglomerado 1 de maíz morado (muestras 28, 29 y 30) a través del proceso del PCR en tiempo real. Donde: C+ = Control positivo del ADN diana, C- = Control negativo del ADN diana, CA = Control del medio ambiente, CB = Control de extracción negativo, H2O = Control de reactivos de la PCR. Fuente: OVM LAB acreditado por INIA e INACAL (2024).

- **Conglomerado 2:** Contiene las muestras del Mercado San Martín (21) en Chorrillos con un peso de 200 gramos, del Mercado Villa Alejandro (26) en Lurín con un peso de 420 gramos y del Mercado de Santa Teresita (27) en Villa María del Triunfo con un peso de 180 gramos; siendo el peso total de 800 gramos y con un resultado preliminar positivo.

Figura 3

Conglomerado 2: Resultado de la PCR en tiempo real para identificar el P35S en el maíz morado

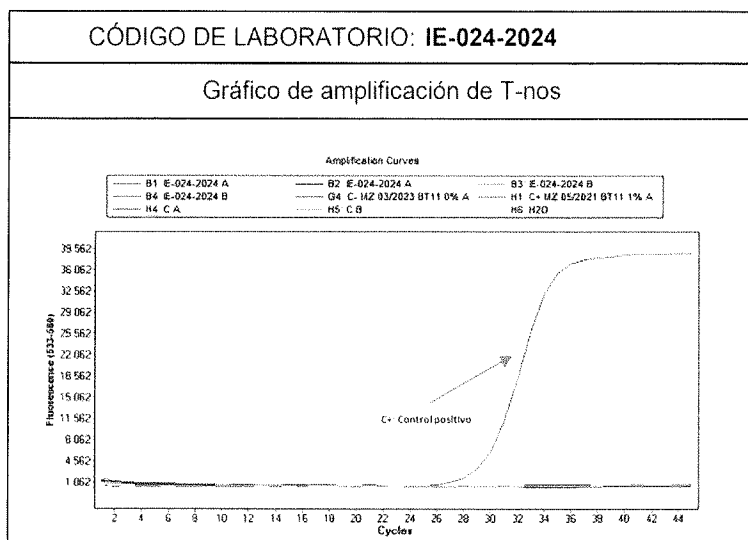




Nota. En la figura se observa el resultado negativo para la identificación del Promotor P35S del conglomerado 2 de maíz morado (muestras 21, 26 y 27) a través del proceso del PCR en tiempo real. Donde: C+ = Control positivo del ADN diana, C- = Control negativo del ADN diana, CA = Control del medio ambiente, CB = Control de extracción negativo, H2O = Control de reactivos de la PCR. Fuente: OVM LAB acreditado por INIA e INACAL (2024).

Figura 4

Conglomerado 2: Resultado de la PCR en tiempo real para identificar el TNOS en el maíz morado



Nota. En la figura se observa el resultado negativo para la identificación del Terminador T-NOS del conglomerado 2 de maíz morado (muestras 21, 26 y 27) a través del proceso del PCR en tiempo real. Donde: C+ = Control positivo del ADN diana, C- = Control negativo del ADN diana, CA = Control del medio ambiente, CB = Control de extracción negativo, H2O = Control de reactivos de la PCR. Fuente: OVM LAB acreditado por INIA e INACAL (2024).

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Análisis de Significancia de Chi-Cuadrado Pearson

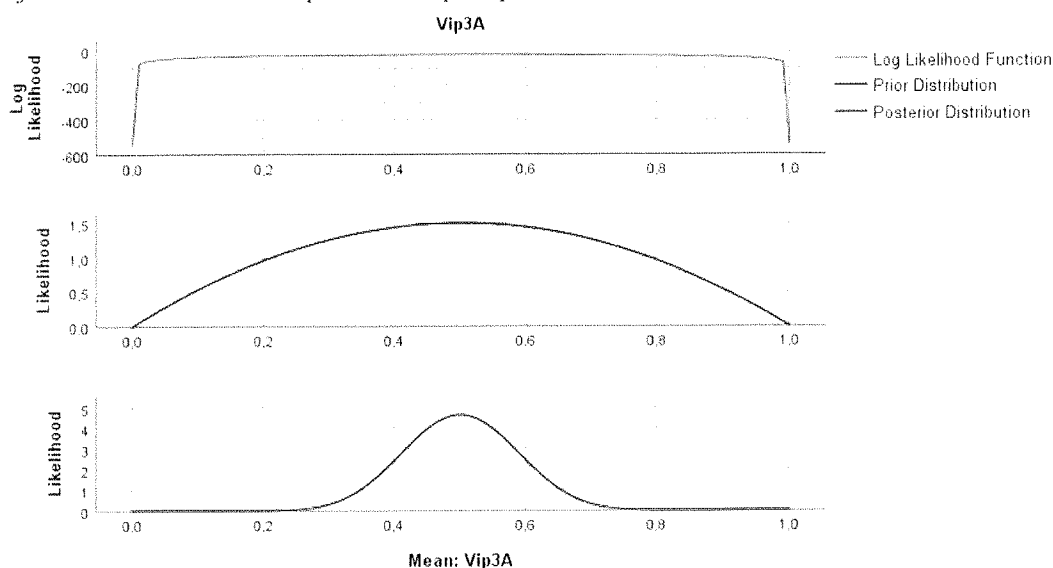
Tabla 2

Prueba de Significancia de Chi- Cuadrado Pearson para maíz Morado

| Proteína detectada | Reacción | Maíz Chullpi | Maíz Morado | Significancia (Chi-cuadrado de Pearson) ^a | Decisión |
|--------------------|----------|--------------|-------------|---------------------------------------------------------|----------|
| Cry1Ab | Positivo | 9 | 11 | 0.584 | n.s. |
| | Negativo | 21 | 19 | | |
| CP4EPSPS | Positivo | 2 | 3 | 0.640 | n.s. |
| | Negativo | 28 | 27 | | |
| Cry3Bb | Positivo | 4 | 0 | 0.038 | * |
| | Negativo | 26 | 30 | | |
| Cry1F | Positivo | 11 | 5 | 0.080 | n.s. |
| | Negativo | 19 | 25 | | |

Figura 8

Inferencia binomial de la proteína Vip3A para el maíz Morado



Nota. La proteína transgénica Vip3A tiene un nivel de significancia de 0.01, asimismo posee una verosimilitud logarítmica de 5. Una similitud de 0.5 y una probabilidad de aparecer de 0.5. Fuente: Elaboración propia aplicando el programa IBM SPSS Statistics 25 (2024).

7. CONCLUSIONES

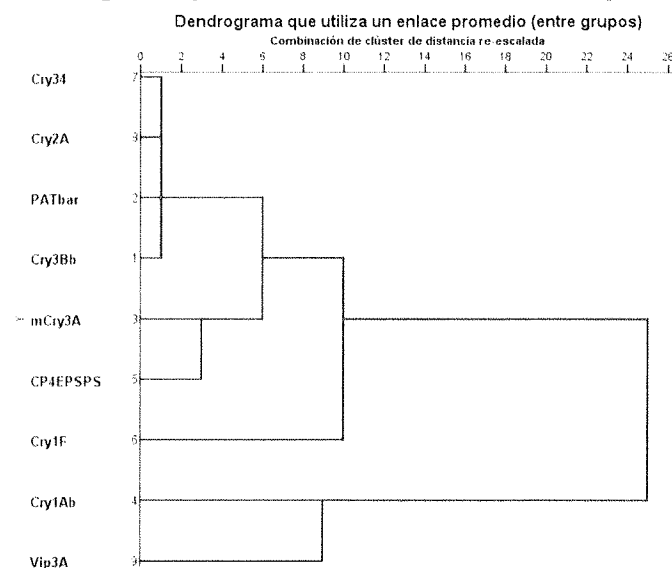
Se identificó la presencia de OVM en el maíz morado a través de tiras reactivas de flujo lateral (kit QuickComb de Envirologix Inc) detectando la presencia de proteínas transgénicas como resultado preliminar, sin embargo, por medio de una prueba molecular de Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR) en tiempo real no se identificaron las secuencias P35S y T-nos. Por lo cual los resultados preliminares fueron positivos dados así por la presencia elevada de antocianinas en algunas variedades de maíz morado comercializado en mercados de Lima Sur o por alguna contaminación cruzada en el momento de comercialización del producto.

Los resultados preliminares por medio del QuickComb fueron 50 % positivos y 50% negativos siendo un total de 30 muestras para el maíz morado. Los resultados deben corroborarse por medio de un análisis de PCR en tiempo real en laboratorio para asegurar la veracidad de las pruebas.

Los resultados confirmatorios por medio de la Prueba PCR en tiempo real fueron negativos en su totalidad siendo 30 muestras. Esto se debe a que las líneas de control fueron teñidas de manera por el contenido elevado de antocianinas en variedades de maíz que tenían un mayor porcentaje de antocianinas que otras, esto se confirmó por medio de la diversificación de granos que se obtuvieron en los mercados de Lima Sur para cada muestra.

Figura 7

Dendrograma que indica la relación de todas las proteínas identificadas en el Maíz Morado



Nota. En las 30 muestras procesadas para la prueba preliminar del QuickComb en el maíz morado, se muestra una relación de diversa entre ellas. Se forma un clúster primario a un 99% con las proteínas Cry34, Cry2A, PAT/bar y Cry3Bb, por otro lado, las proteínas mCry3A y CP4EPSPS forman un clúster con un porcentaje de 97%; y este clúster se relaciona con el primario a un 94%. Mientras que se forma un tercer clúster con las proteínas Cry1Ab y Vip3A que tienen una relación de 91%, asimismo la proteína Cry1F tiene una relación a un 90% con el clúster primario conformado por Cry34, Cry2A, Pat/bar, Cry3Bb, mCry3A y CP4EPSPS. Por último, se forma un clúster con las proteínas Cry1Ab y Vip3A las cuales se relacionan con el resto a un porcentaje de 75%. Fuente: Elaboración propia aplicando el programa IBM SPSS Statistics 25 (2024).

Análisis estadístico bayesiano binomial

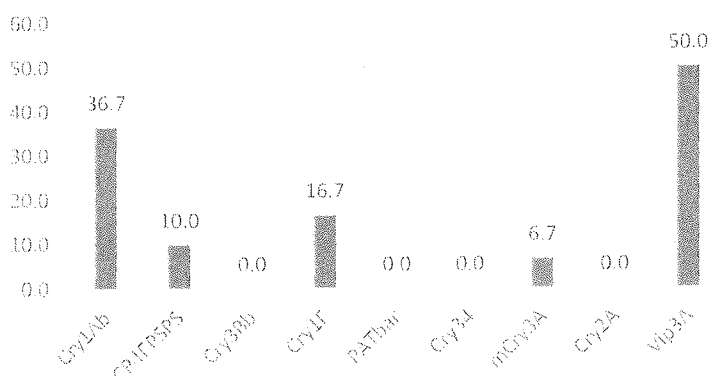
Tabla 4

Caracterización de distribución posterior para inferencia binomial para la muestra del maíz Morado

| | Posterior | | | 95% Intervalo creíble | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| | Moda | Media | Archivo | Límite inferior | Límite superior |
| Vip3A | 0,500 | 0,500 | 0,007 | 0,335 | 0,665 |

Nota. En las muestras de maíz morado se presenta con mayor significancia la proteína Vip3A, se determinó su inferencia binomial a partir de la moda, la media, el archivo y los intervalos de credibilidad con límite inferior y superior. Fuente: Elaboración propia (2024).

Porcentaje de Positivo Maiz Morado

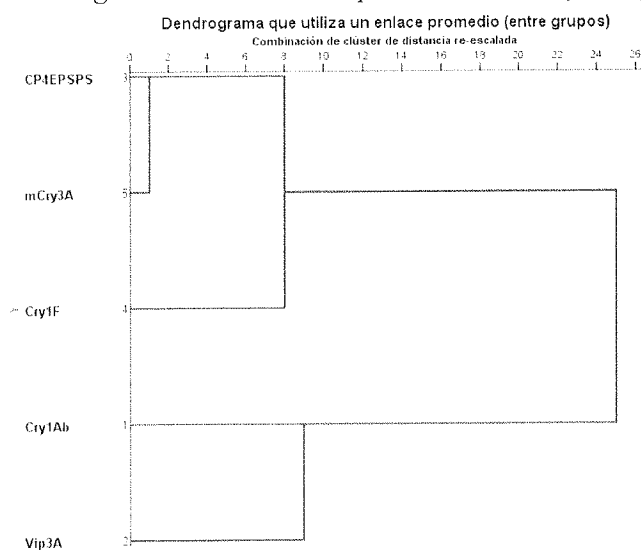


Nota. La proteína Vip3A posee 15 resultados positivos lo cual representa un 50% del total de resultados de muestra total de 30. Por otro lado, la segunda proteína con mayor incidencia en el maíz morado es el Cry1Ab con un 36.7%. Fuente: Elaboración Propia (2024)

Análisis de clústeres jerárquico

Figura 6

Dendrograma de relación de proteínas con mayor representatividad en el Maíz Morado



Nota. Las proteínas transgénicas que se presentan mayormente son en las muestras de maíz morado son el CP4EPSPS, mCry3A, Cry1F, Cry1Ab y Vip3A. Siendo que las proteínas CP4EPSPS y mCry3A con un 99% forman un clúster, posteriormente la proteína Cry1F se relaciona con el clúster anterior con un porcentaje de 92%, y las proteínas Cry1Ab y Vip3A se relacionan en un 91% formando otro clúster y con el resto de proteínas con un 75%. Fuente: Elaboración propia aplicando el programa IBM SPSS Statistics 25 (2024).



| | | | | | |
|---------|----------|----|----|-------|------|
| PAT/bar | Positivo | 11 | 0 | 0.000 | ** |
| | Negativo | 19 | 30 | | |
| Cry34 | Positivo | 0 | 0 | b | b |
| | Negativo | 30 | 30 | | |
| mCry3A | Positivo | 8 | 2 | 0.038 | * |
| | Negativo | 22 | 28 | | |
| Cry2A | Positivo | 1 | 0 | 0.313 | n.s. |
| | Negativo | 29 | 30 | | |
| Vip3A | Positivo | 1 | 15 | 0.000 | ** |
| | Negativo | 29 | 15 | | |

n.s. No significativo

* Significativo a 0.05

** Significativo a 0.01

a El nivel de significación de prueba fue de 0.05

b La prueba no corrió debido a que en ambos tipos de maíz los resultados fueron negativos al 100% de los datos evaluados.

Nota. Para el caso del maíz morado la proteína con mayor significancia para la Prueba Chi cuadrado de Pearson es la Vip3A, la cual es significativa a 0.01 por lo cual es altamente significativo.

Tabla 3

Porcentaje de la presencia de proteínas para maíz Morado

| Proteína detectada | Porcentaje de Positivo |
|--------------------|------------------------|
| | Maíz Morado |
| Cry1Ab | 36.7 |
| CP4 | 10.0 |
| Cry3Bb | 0.0 |
| Cry1F | 16.7 |
| PAT/bar | 0.0 |
| Cry34 | 0.0 |
| mCry3A | 6.7 |
| Cry2A | 0.0 |
| Vip3A | 50.0 |

Nota. Datos de Elaboración propia (2024).

Figura 5

Representatividad porcentual de la presencia de proteínas para maíz Morado



8. RECOMENDACIONES

Para el almacenaje de las muestras del maíz morado se recomienda usar silica gel y bolsas bolsas ziploc herméticas para evitar que la humedad deteriore con hongos las muestras de los conglomerados a enviar al laboratorio,

Al momento de la limpieza de la licuadora secar con papel toalla y usar alcohol para evitar contaminación cruzada entre muestras procesadas.

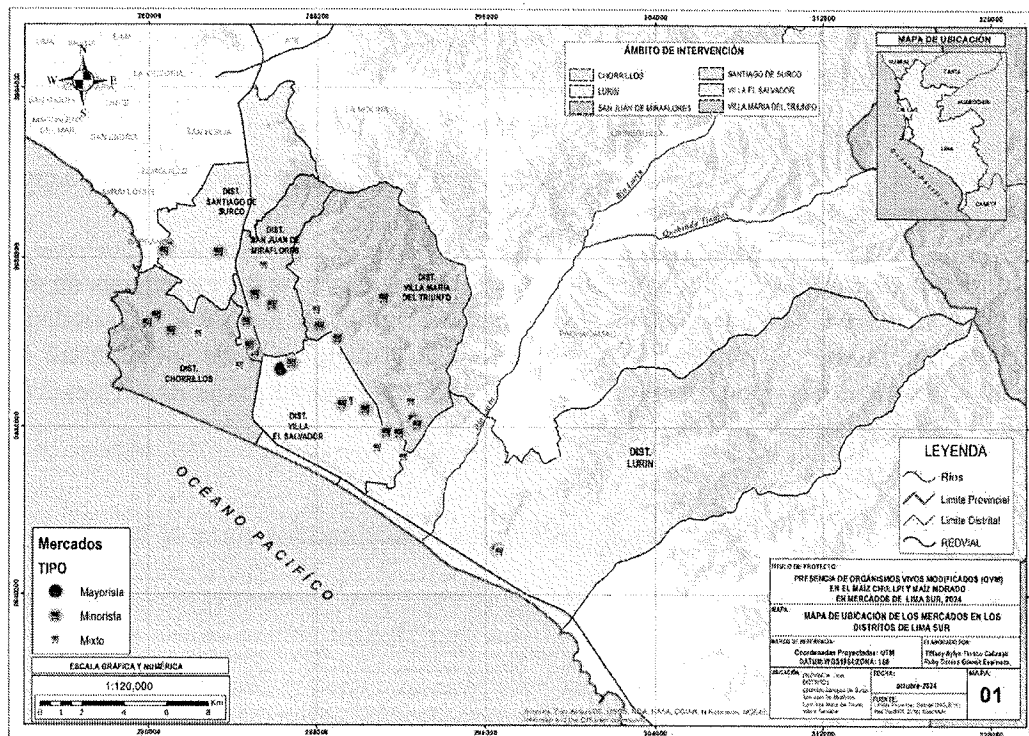
Para la lectura de resultados es recomendable llevar un registro de las variedades de maíz morado adquiridos evaluando su contenido de antocianinas de acorde a la variedad de grano correspondiente y evidenciar si existe una codependencia de la variedad con respecto a los resultados positivos y negativos, así determinar su grado de influencia en los resultados preliminares.

9. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de características de mercados seleccionados para el muestreo en Lima Sur

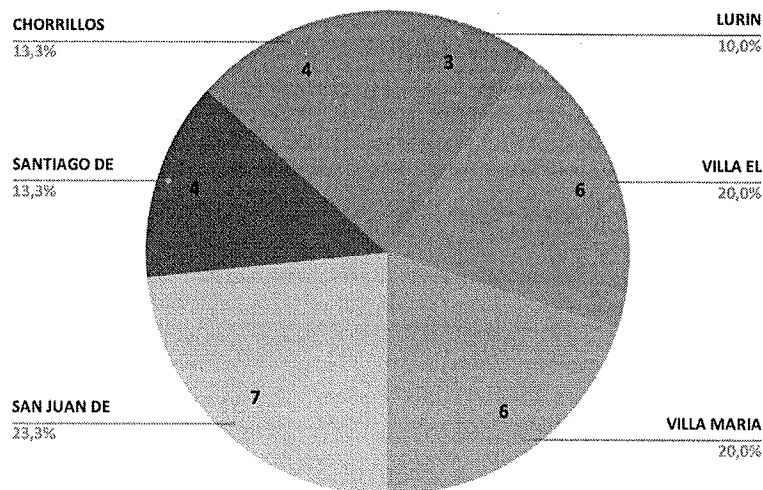
| N° | NOMBRE DEL MERCADO | DISTRITO | ÁREA/EXTENSIÓN (m²) | TIPO | LONGITUD | LATITUD | UBICACIÓN | NOM_VIA | REFERENCIA |
|----|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------|------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | SAN PEDRO | LURIN | 8 713 | Minorista | -76,870354 | -12,276606 | PARCELA B-63 PREDIO SAN VICENTE AMT, Antigua Panamericana Sur KM 36, Lurín 15823 | ANTIGUA PANAMERICANA SUR | PARCELA B63 PREDIO SAN VICENTE ANTIGUA CARRETERA P |
| 2 | MERCADO VIRGEN DE LAS MERCEDES | LURIN | 15 913 | Mixto | -76,869454 | -12,277586 | Antigua Panamericana Sur 22, Umas 15842 | ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 36 | PASANDO LA PLAZUELA DE ENTRADA A LURIN |
| 3 | MERCADO VILLA ALDANORO | LURIN | 520 | Mixto | -76,910773 | -12,236424 | William Shakespeare 001, Lurín LIMA 16 | S (MZ R LOTE 1) | ALTURA AV LIMA ULTIMO PARADERO DE LOS CHINOS AAHH |
| 4 | MERCADO AMAZONAS | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 742 | Minorista | -76,918068 | -12,226893 | Av. Los Héroes, San Juan de Miraflores 15801 | LOS HERÓES | FRENTE A LA ESTACION ATOCONGO (TREN) |
| 5 | LAS FLORES DE VILLA | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 3 326 | Minorista | -76,925472 | -12,193828 | R25F+GR2 Los Rosales, Lima 15058 | LOS ROSALES (MZ A LOTE 3 KM 16) | FRENTE A LA PANAMERICANA SUR - PARQUE ZONAL |
| 6 | MERCADO CIUDAD DE DIOS | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 18 243 | Mixto | -76,921133 | -12,15407 | Av San Juan, San Juan de Miraflores 15803 | LOS HERÓES | AL COSTADO DE TROPICANA CRUCE DE AV SAN JUAN Y AV |
| 7 | MERCADO MODELO | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 8 852 | Minorista | -76,975259 | -12,166298 | Av Vargas Machuca N°300, San Juan de Miraflores 15801 | VARGAS MACHUCA | FRENTE AL INSTITUTO GIL DA BALLEIAN |
| 8 | MERCADO UNAMARCA | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 5 964 | Minorista | -76,979125 | -12,177833 | Abancay, San Juan de Miraflores 15058 | VIRGEN DE LAS NIEVES / ABANCAY | AV JOSE MARIA ARGUEDAS PANAMERICANA SUR |
| 9 | MERCADO VALLE SHARON | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 2 310 | Minorista | -76,967911 | -12,171075 | Av. César Canevaro, San Juan de Miraflores 15801 | PROLONGACION CAÑEVARO | AV CAÑEVARO CRUCE CON AV EUCALIPTOS |
| 10 | NUOVO PROGRESO O 1 DE ABRIL | SAN JUAN DE MIRAFLORES | 301 | Minorista | -76,977766 | -12,187957 | La calle Las Dunas s/n piso 1 kilometro 0, Espacio de Panamericana Sur, San Juan de Miraflores | LAS DUNAS | ESPAÑA DE PANAMERICANA SUR |
| 11 | MERCADO N°2 JORGE CHAVEZ CUADRA 7 (frente al sr. Muruhuy) | SANTIAGO DE SURCO | 3 176 | Minorista | -77,013505 | -12,145728 | Jr. Franklin D. Roosevelt 896, Lima 15063 | JORGE CHAVEZ | ALTURA PLAZA BUTTER COSTADO DE LA TAP |
| 12 | 1 MERCADO SAN ROQUE (frente a las cuadras de la estación Jorge Chavez) | SANTIAGO DE SURCO | 2 220 | Minorista | -76,990979 | -12,148137 | Ca. Jupiter 199, Lima 15054 | JUPITER | ÓVALO JULIO C. TELLO |
| 13 | MERCADO SEÑOR DE MURUHUY (frente al N°2) | SANTIAGO DE SURCO | 1 852 | Mixto | -77,013906 | -12,147087 | Jr. Franklin D. Roosevelt 923, Santiago de Surco 15063 | FRANKLIN ROOSEVELT | AL FRENTE DEL MERCADO N°2 - SURCO |
| 14 | MERCADO TREBOL (frente a el mercado sr. Muruhuy) | SANTIAGO DE SURCO | 1 144 | Minorista | -77,014887 | -12,14749 | Jlón Alfonso Ugarte 151, Cercado de Lima 15063 | ALFONSO UGARTE | AV. FRANKLIN ROOSEVELT CUADRA 9 FRENTE MERCADO JUA |
| 15 | INVERSION UNICACHI DEL CONO SUR SA | VILLA EL SALVADOR | 17 200 | Mayorista | -76,964443 | -12,188387 | R22M+SRF, Villa El Salvador 15842 | 1 DE MAYO CON ALGARROBOS | AL FRENTE DE MEGA PLAZA |
| 16 | PLAZA VILLA SUR | VILLA EL SALVADOR | 17 000 | Mixto | -76,954081 | -12,212075 | Av Central 1700, Villa El Salvador 15838 | CEJAR VALLEJO (MZ 4 LOTE 2A) | SECTOR 3 GRUPO 1: ALTURA MUNICIPALEDAD VILLA EL SA |
| 17 | MERCADO SANTA LEONOR | VILLA EL SALVADOR | 6 773 | Mixto | -76,922111 | -12,232192 | Q39H+741, Lima 15836 | SN (MZ X LOTE 1) | SEGUNDA ETAPA URBANIZACION PACHACAMAC |
| 18 | CRISTO DE PACHACAMILLA | VILLA EL SALVADOR | 7 252 | Minorista | -76,927447 | -12,213502 | Urb. Pachacamac 2 Etapa, Villa El Salvador | SN (MZ BX LOTE 1) | SEGUNDA ETAPA URBANIZACION PACHACAMAC |
| 19 | MERCADO VIRGEN DE COCHARCAS | VILLA EL SALVADOR | 3 285 | Minorista | -76,959573 | -12,195845 | R23K+H4H, Villa El Salvador 15842 | PASTOR SEVILLA | CURVA DE COCHARCAS Y FRENTE A LA SOLIDARIDAD |
| 20 | MERCADO 5 DE JUNIO | VILLA EL SALVADOR | 4 935 | Minorista | -76,927212 | -12,21569 | Av. Mariano Pastor Sevilla, Sector 1, Villa El Salvador | INTERSECCION MAYITO PUNACAMACHA Y PASTOR SEVILLA | FRENTE AL 21 A - OVALO DE COCHARCAS |
| 21 | MERCADO A. T. E. C. A. | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 5 681 | Mixto | -76,907452 | -12,212442 | Jr. Tala con CIL Agricultura, Urb. José Gálvez, Villa María del Triunfo | AGRICULTURA | PARADERO 5 A LA PARALELA AV LIMA |
| 22 | VIRGEN DE LOURDES | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 542 | Minorista | -76,918928 | -12,168505 | Av 26 de Noviembre, Villa María del Triunfo | 26 DE NOVIEMBRE | ALTURA DEL CEMENTERIO DE NUEVA ESPERANZA |
| 23 | PLAZA MICELA | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 6 856 | Mixto | -76,948345 | -12,175124 | Av. Pachacutec # 2890, Villa María del Triunfo | PACHACUTEC | ALTURA DEL RESCUEIRO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO |
| 24 | MERCADO COOPERATIVA | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 8 701 | Minorista | -76,956457 | -12,220864 | Av Villa María 821, Villa María del Triunfo 15809 | ZARUJILLA | PARADERO 9 DE JOSE GALVEZ |
| 25 | MERCADO LAS PALMAS | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 4890 | Minorista | -76,904996 | -12,222442 | Saenz Peña, Villa María del Triunfo 15822 | LAS PALMAS | ALTURA PARADERO 11 AV LIMA |
| 26 | MERCADO HUASCAR | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 5 400 | Minorista | -76,947085 | -12,182255 | R333+V7H, Villa María del Triunfo 15816 | UNION | ALTURA DE LA ESTACION PUNACAMACHA (TREN) |
| 27 | MERCADO SANTA TERESA DEL NIÑO JESUS | VILLA MARIA DEL TRIUNFO | 1113 | Minorista | -76,912565 | -12,226226 | Q39N+732, San Martín, Distrito de Lima 15816 | BAITA (MZ 16 F LOTE 11) | CUADRA 20 DE LA AV LIMA JOSE GALVEZ |
| 28 | KIWI | CHORRILLOS | 4 389 | Minorista | -77,018567 | -12,175147 | Ca. San José, Chorrillos 15965 | DEFENSORES DEL MORRO | AL COSTADO TOTUS HUAYAS |
| 29 | MERCADO MACH | CHORRILLOS | 9 435 | Minorista | -77,012122 | -12,151973 | Av. Pírol, Huaylas 2270, Lima 15967 | HUAYLAS | CRUCE AVENIDA BATELINO CON AVENIDA HUAYLAS |
| 30 | MERCADO SAN PEDRO | CHORRILLOS | 4 146 | Mixto | -76,982227 | -12,198908 | Av. San Martín, 750, Chorrillos | SAN MARTIN | CERCA AL MERCADO TURAC |

Anexo 2. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de los distritos seleccionados



Anexo 3. Representatividad porcentual de distritos respecto del total de mercados muestreados en Lima sur.

REPRESENTATIVIDAD PORCENTUAL DE DISTRITOS RESPECTO DEL TOTAL DE MERCADOS MUESTREADOS EN LIMA SUR





Anexo 4. Variación granos de maíz morado en mercados muestreados en Lima sur.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badillo L. O. (2023, febrero 2). El maíz transgénico: ventajas y desventajas, según expertos. TecScience. <https://tecscience.tec.mx/es/biotecnologia/ventajas-y-desventajas-del-maiz-transgenico/>

Carrero-Ramírez, A. S., Carrillo-Menjura, L. J., & Sánchez-Leal, L. C. (2022). Impacto del maíz transgénico sobre las comunidades microbianas del suelo y plantas: Una revisión sistemática. Revista De Investigaciones Universidad Del Quindío, 34(1), 192–201. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol34n1.501>

Chaparro-Giraldo, Alejandro, Blanco M., Jennifer Teresa, & López-Pazos, Silvio Alejandro. (2015). Evidencia de flujo genético entre maíces transgénicos y no transgénicos en Colombia. Agronomía Colombiana, 33 (3), 297-304. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n3.51505>

García Jiménez, A., & Toscana Aparicio, A. (2016). Presencia de maíz transgénico en la Sierra Norte de Oaxaca. Un estudio desde la mirada de las comunidades. Sociedad y Ambiente, (12), 119-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455749968006>

Sociedad de Comercio Exterior del Perú (2024). América Latina avanza en el uso de transgénicos: ¿Por qué el Perú se queda atrás? ComexPerú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/america-latina-avanza-en-el-uso-de-transgenicos-por-que-el-peru-se-queda-atras>

Ministerio del Ambiente. (2018). Línea de base de la diversidad genética del maíz peruano con fines de bioseguridad. <https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/Linea-de-base-ma%C3%ADz-LowRes.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2022). Guía para el Análisis de Riesgos Ambiental de Organismos Vivos Modificados.



https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/Guia-ARA-OVM-301222_0.pdf

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos del Perú (2020). Código de protección y defensa del consumidor y normas complementarias. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1837776/C%C3%B3digo%20Protecci%C3%B3n%20Consumidor%202020.pdf>

Pastor-Soplin, Santiago. (2017). La Bioseguridad en el Perú: Moratoria a los OVM, a mitad de camino de una decisión importante en un centro de origen. Domesticación en el Continente Americano (523-535). https://www.researchgate.net/publication/318041453_La_Bioseguridad_en_el_Peru_Moratoria_a_los_OVM_a_mitad_de_camino_de_una_decision_importante_en_un_centro_de_origen

Vergaray, G., Méndez, C. R., Guevara, J. M. M., Gamboa, R. A., & Béjar, V. R. (2023). Determinación de transgenicidad y verificación en el etiquetado de alimentos industrializados de maíz en centros de expendio de Lima metropolitana. Anales De La Facultad De Medicina, 84(3), 279-285. <https://doi.org/10.15381/anales.v84i3.25207>