UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“Normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete, Lima – Perú”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADA POR:

Maylin Nayeli Vilchez Angulo

ASESOR:

M.Sc. Ronald Alexis Cortez Lázaro

ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7518-7808

San Vicente de Cañete, 2026, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"Normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete, Lima – Perú"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADA POR:

Maylin Nayeli Vilchez Angulo

APROBADA POR:

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital
Firmado digitalmente por: COTRINA CABELLO GUILLERMO GOMER FIR 80063922 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/09/2026 17:23:06-0500

Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello

Presidente

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: MATOS LIZANA JULIO CESAR FIR 47163003 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 19/09/2026 12:51:23-0500

Mg. Julio Cesar Matos Lizana

Secretario

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: FLORES REYES Janett Margarita FAU 20491363402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/09/2026 12:51:24-0500

Mg. Janett Margarita Flores Reyes

Vocal

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital
Firmado digitalmente por: CORTEZ LAZARO RONALD ALEXIS FIR 42423670 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/09/2026 21:30:58-0500

M.Sc. Ronald Alexis Cortez Lázaro

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Ley de Creación Nº 29488
Licenciada según Resolución del Consejo Directivo Nº 116-2018-SUNEDU/CD
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Código: F-M02.02-VRI-029 **Fecha de Aprobación:** 26/09/2025	**Versión:** 02

Código Nº 010-2026

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE SIMILITUD Y ORIGINALIDAD

Yo, Betsabé León Ttacca, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, declaro que se ha realizado la verificación de similitud mediante el programa informático correspondiente, respecto al siguiente trabajo académico:

Título:
"Normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete, Lima – Perú"

Autor (es):

Maylin Nayeli Vilchez Angulo

Para optar el grado académico y/o título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

El proceso de verificación de similitud determinó un porcentaje de 7%, cuyo resultado se encuentra respaldado en el reporte automatizado que se adjunta. En atención a ello, y conforme a lo establecido en el Reglamento de Similitud y Originalidad de la Universidad Nacional de Cañete, se deja constancia que el trabajo académico presentado cumple con los principios de integridad científica, así como con las disposiciones normativas vigentes en materia de citación y referenciación.
Asimismo, se adjunta el recibo digital correspondiente, a fin de garantizar la trazabilidad del proceso.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
93%	7%

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: LEON TTACCA Betsabe FAU 20491383402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 04/08/2026 17:24:50-0500

Cañete, 04 de agosto del 2026

Firma

Se adjunta:

- Resumen del reporte automatizado de similitud
- Recibo Digital

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada".

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En el distrito de San Luis, provincia de Cañete, en el Auditorio del Pabellón Multiusos del Campus Universitario del Local Académico SL05, siendo las 13:00 horas del día martes 01 de septiembre de 2026, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador y el asesor, designados mediante R.C.F.C.A N.° 189-2025-CFCA/UNDC.

Presidente	:	Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello
Secretario	:	Mg. Julio Cesar Matos Lizana
Vocal	:	Mg.Janett Margarita Flores Reyes
Asesor	:	Mg. Ronald Alexis Cortez Lazaro

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote *(Ipomoea batatas)* en la provincia de Cañete, Lima – Perú"; presentado por la Bachiller (es) Maylin Nayeli Vilchez Angulo; para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando las notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelente (20)	Puntaje
Claridad de la exposición			17			
Dominio del tema				18		
Capacidad de respuesta			17			
Argumentación académica			17			
Promedio						

**** Para el caso de sustentación de dos personas se debe incorporar dos cuadros, uno para cada uno.**

Para obtener la nota final de todo el proceso de investigación, se procedió a calcular la nota final:

Nota del Informe (valor 50%)	Nota de Sustentación (valor 50%)	Nota Final
16	17	17

(*) Cálculo: (Nota Informe * 0.50) + (Nota de Defensa * 0.50) = Nota final
En el caso de existir dos sustentantes, se deberá incluir una columna adicional a la izquierda, consignando los nombres de cada uno, a fin de realizar la calificación de manera individual.

Y, establece como calificación FINAL: ...17.... (...DIECISIETE.....)

- Aprobado, con nota Regular ( ), Bueno (x), Muy Bueno ( ), Excelente ( )
- Desaprobado ( )

Por tanto, el graduado(s) se encuentra expedito(s) (x), impedido(s) ( ) para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

****Si fuera el caso, que de los dos sustentantes uno fuera aprobado y otro desaprobado, se tendrá que diferenciar quien queda expedito y quien impedido de seguir los trámites.**

Siendo las 13:48 horas, se dio por concluido el acto de sustentación.

Mg. Julio Cesar Matos Lizana **Secretario**	Dr. Guillermo Gomer Cotrina Cabello **Presidente**	Mg. Janett Margarita Flores Reyes **Vocal**	Mg. Ronald Alexis Cortez Lázaro **Asesor**

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por acompañarme en silencio en cada etapa de este proceso, dándome la serenidad para continuar y la claridad para avanzar aun cuando el camino parecía difícil. Gracias por guiar cada uno de mis pasos hasta permitirme alcanzar esta meta.

A mis padres, Maritza Angulo Amoretti y Freddy Vilchez Santos, por su amor incondicional, sus palabras de aliento y su apoyo permanente. Gracias por impulsarme a seguir adelante y hacer posible este logro. Los amo con todo mi corazón.

A mi mamita Leonor Amoretti, por estar siempre presente con palabras que sostienen y fortalecen. Gracias por acompañarme en cada paso de este camino, por tus oraciones y por el amor inmenso con el que siempre me has cuidado. Tu presencia ha sido una de las mayores bendiciones en mi vida.

A mis hermanos: Yessenia, Johana y Yamir por su compañía, consejos y por hacer de este camino uno más ligero y significativo. Gracias por estar siempre a mi lado y por creer en mí.

A la memoria de mis abuelos, cuyo recuerdo vive en cada uno de mis pasos. Sus enseñanzas, su amor y su legado continúan inspirándome hoy y siempre. Lo logré. Sin embargo, el aplauso que más anhelaba escuchar es el único que nunca llegará. Sé que, de alguna manera, siempre me acompañan.

A Mark Hidalgo, por ser mi refugio en los momentos difíciles y sostener mi mano en cada etapa. Gracias por tu amor, por impulsarme a seguir adelante y compartir conmigo la alegría de alcanzar esta meta.

Y, finalmente, a mi padrino, mis sobrinos y toda mi familia, por su amor, su apoyo y por creer en mí. Gracias a ustedes, cada desafío se convirtió en una oportunidad para seguir creciendo.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento al M.Sc. Ronald Alexis Cortez Lázaro, mi asesor de tesis, por la guía brindada durante este proceso. Su orientación y apoyo fueron esenciales para consolidar y dar forma a este trabajo.

Agradezco también a la Universidad Nacional de Cañete y a sus profesores, quienes, a lo largo de mi formación, compartieron sus conocimientos, experiencia y vocación por la enseñanza. Cada uno de ellos contribuyó de manera significativa a mi crecimiento profesional y personal, brindándome las bases necesarias para culminar este proceso.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de alguna u otra manera, aportaron con su apoyo o palabras de ánimo durante este camino. Su presencia y consideración hicieron posible la culminación de este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA **6**

AGRADECIMIENTO **7**

ÍNDICE **8**

LISTA DE TABLAS **10**

LISTA DE GRAFICOS **11**

RESUMEN **12**

ABSTRACT **13**

INTRODUCCIÓN **11**

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**

1.1. Descripción de la realidad problemática 12

1.2. Formulación del problema 13

1.3. Objetivos 14

1.4. Justificación 14

1.5. Delimitación de la investigación 15

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO **17**

2.1. Bases teóricas 17

2.2. Antecedentes 27

2.3. Definición de términos básicos 31

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES **33**

3.1. Hipótesis 33

3.2. Definición conceptual de las variables 33

3.3. Operacionalización de las variables 33

IV. DISEÑO METODOLÓGICO **36**

4.1. Tipo de investigación 36

4.2. Diseño de investigación 36
4.3. Método de investigación 37
4.4. Población y muestra 37
4.5. Lugar de estudio 38
4.6. Procedimiento de la investigación 38
4.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos 43
4.8. Análisis y procesamiento de datos 48
V. RESULTADOS 50
5.1. Resultados descriptivos 50
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 61
VII. CONCLUSIONES 64
VIII. RECOMENDACIONES 65
IX. REFERENCIAS 66
X. ANEXOS 74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables (Variable dependiente). 34
Tabla 2: Operacionalización de variables (Variable independiente). 35
Tabla 3: Fases, descripción operativa y especificaciones técnicas del muestreo foliar. .. 44
Tabla 4: Cálculo de la distancia de Mahalanobis. 50
Tabla 5: Relación multivariada del grupo A y B. 56
Tabla 6: Media y desviación estándar de las normas CND. 57
Tabla 7: Índices CND. 58
Tabla 8: Cálculo del IBNm. 59
Tabla 9: Método PRA. 59

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Morfología de la planta de batata. 18
Gráfico 2: Cálculo del tamaño de la muestra. 38
Gráfico 3: Flujograma metodológico general de análisis foliar. 47
Gráfico 4: Diagrama metodológico para la obtención de las normas CND. 49
Gráfico 5: Diagrama de caja de la población de bajo rendimiento (PBR). 51
Gráfico 6: Diagrama de caja de la población de alto rendimiento (PAR). 52
Gráfico 7: Diagrama de caja del componente R. 53
Gráfico 8: Diagrama de caja de la media geométrica. 55

RESUMEN

El camote (*Ipomoea batatas* L.) constituye un cultivo de gran importancia económica y alimentaria en la provincia de Cañete; sin embargo, las variaciones en su productividad evidencian la necesidad de optimizar el manejo nutricional. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo establecer normas de Diagnóstico Nutricional Composicional (CND) para el cultivo de camote en la provincia de Cañete, Lima, mediante la generación de una base de datos foliar, el desarrollo de normas nutricionales específicas y la evaluación del estado nutricional del cultivo. El estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada y alcance descriptivo, con diseño no experimental de corte transversal. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante los programas Microsoft Excel y SPSS versión 27. Se analizaron 160 muestras foliares procedentes de parcelas comerciales, las cuales fueron depuradas mediante la distancia de Mahalanobis y clasificadas según su rendimiento para identificar la población de referencia utilizada en la construcción de las normas CND. Los resultados permitieron establecer una población de alto rendimiento conformada por 23 muestras con producciones iguales o superiores a 23,923 t ha^{-1}. Asimismo, el análisis de los índices CND y del Potencial de Respuesta a la Fertilización (PRA) evidenció que el nitrógeno (N), cobre (Cu) y zinc (Zn) constituyen los principales nutrientes limitantes del cultivo al presentar condiciones de deficiencia, mientras que fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), sodio (Na), manganeso (Mn) e hierro (Fe) mostraron un estado de equilibrio nutricional; por su parte, cloro (Cl) y boro (B) registraron tendencia al exceso. Se concluye que las normas CND desarrolladas constituyen una referencia nutricional local confiable para el diagnóstico del cultivo de camote en Cañete, permitiendo identificar desequilibrios nutricionales y orientar estrategias de fertilización más precisas, eficientes y sostenibles para mejorar la productividad agrícola.

Palabras clave: camote, diagnóstico nutricional composicional, CND, fertilización, nutrición vegetal.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a crop of considerable economic and food importance in the province of Cañete; however, variations in productivity highlight the need to improve nutrient management practices. In this context, the present study aimed to establish Compositional Nutrient Diagnosis (CND) norms for sweet potato cultivation in Cañete, Lima, through the generation of a foliar database, the development of site-specific nutritional standards, and the assessment of the crop nutritional status. The research followed a quantitative approach, with an applied and descriptive scope under a non-experimental cross-sectional design. Data processing and analysis were performed using Microsoft Excel and SPSS version 27. A total of 160 foliar samples collected from commercial sweet potato fields were analyzed. The dataset was screened using Mahalanobis distance and subsequently classified according to yield performance to identify the reference population used for developing the CND norms. The results allowed the identification of a high-yield population consisting of 23 samples with yields equal to or greater than 23.923 t ha^{-1}. Furthermore, the analysis of CND indices and the Plant Response Potential to Fertilization (PRA) revealed that nitrogen (N), copper (Cu), and zinc (Zn) were the main limiting nutrients, showing deficiency conditions. In contrast, phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), sodium (Na), manganese (Mn), and iron (Fe) were classified as nutritionally balanced, whereas chlorine (Cl) and boron (B) showed a tendency toward excess. It is concluded that the developed CND norms provide a reliable local nutritional reference for sweet potato diagnosis in Cañete, enabling the identification of nutrient imbalances and supporting more precise, efficient, and sustainable fertilization strategies to improve crop productivity.

Keywords: sweet potato, compositional nutrient diagnosis, CND, fertilization, plant nutrition.

INTRODUCCIÓN

El camote (*Ipomoea batatas* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia alimentaria en el Perú, no solo por su valor energético y aporte de nutrientes, sino también por su versatilidad en los sistemas productivos de la costa. En la provincia de Cañete, este cultivo representa una actividad agrícola relevante debido a las condiciones edafoclimáticas favorables que permiten su desarrollo durante gran parte del año. Sin embargo, a pesar de su potencial productivo, los rendimientos obtenidos por los agricultores suelen presentar variaciones significativas, asociadas principalmente al manejo agronómico y, en especial, al estado nutricional del cultivo.

El adecuado suministro de nutrientes es un factor determinante para el crecimiento, la formación de raíces reservantes y la expresión del potencial productivo del camote. No obstante, el diagnóstico nutricional tradicional, basado únicamente en el análisis independiente de cada nutriente, puede resultar insuficiente para identificar desequilibrios complejos que afectan la productividad. En este escenario, el método Compositional Nutrient Diagnosis (CND) surge como una herramienta moderna y más precisa, ya que permite evaluar el equilibrio nutricional considerando las interrelaciones entre los nutrientes presentes en el tejido vegetal.

La implementación de normas CND específicas para el camote en Cañete constituye un aporte fundamental para los productores, ya que posibilita establecer rangos de referencia ajustados a las condiciones locales y mejorar las estrategias de fertilización. El uso de estas normas no solo facilita la identificación de deficiencias o excesos nutricionales, sino que también promueve un manejo racional de los insumos, contribuyendo a una agricultura más eficiente y sostenible.

En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad establecer normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote en unidades de producción agrícola de la provincia de Cañete, Lima. A través de este estudio, se busca generar información científica que permita optimizar el manejo nutricional del cultivo y, en consecuencia, mejorar los rendimientos y la sostenibilidad de la producción local.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Ipomoea batatas L. es reconocido como uno de los cultivos alimentarios más relevantes a nivel global, situándose en el octavo lugar después del trigo, arroz, papa, tomate, maíz, yuca y bananas. Su producción mundial puede alcanzar los 105 millones de toneladas métricas anuales, de las cuales aproximadamente el 95 % se concentra en países en desarrollo (Centro Internacional de la Papa, 2022). Esta amplia distribución se debe a su alta adaptabilidad, bajo requerimiento de insumos y elevado aporte nutricional por unidad de superficie, lo cual lo convierte en una alternativa estratégica para la seguridad alimentaria, especialmente en zonas con recursos limitados.

En el contexto nacional, el camote representa un cultivo de importancia creciente, con cerca de 15 mil hectáreas cultivadas y un rendimiento promedio estimado en 17 toneladas por hectárea. Entre las variedades más representativas, destaca la Jonathan, que, pese a su antigüedad, se sigue cultivando debido a sus favorables atributos agronómicos y comerciales (Julca-Izquierdo et al., 2021). No obstante, su superficie de siembra ha disminuido en los últimos años, probablemente como consecuencia de factores ligados a la tecnificación deficiente y al manejo agronómico heterogéneo entre zonas productoras.

En la provincia de Cañete, el cultivo de camote cumple un rol fundamental dentro del sistema agroalimentario regional, especialmente para los pequeños y medianos productores. De acuerdo con el (Ministerio de desarrollo agrario y riego [MIDAGRI], 2024) el valle de Cañete concentra cerca del 60 % de la producción nacional de camote, siendo la principal zona productora del país. En esta área agrícola, diversos distritos participan activamente en el cultivo, donde se siembran principalmente las variedades Jonathan, Arne y Amelia, destinadas tanto al consumo local como a la comercialización en mercados de la región y otras zonas del país. Sin embargo, uno de los principales desafíos para su desarrollo sostenible es la ausencia de normas nutricionales locales basadas en el Diagnóstico Nutricional Composicional (CND), que permitan evaluar y ajustar con precisión el estado nutricional del cultivo según las condiciones edafoclimáticas y los manejos agronómicos propios de la zona**.** Esta carencia origina prácticas de fertilización empíricas y aplicaciones desequilibradas de nutrientes, lo que afecta tanto el rendimiento como la calidad del producto final. En este contexto, el Diagnóstico Nutricional Composicional (CND) se consolida como una herramienta moderna y eficaz para evaluar el estado nutricional de los cultivos, al

considerar simultáneamente las interacciones entre múltiples nutrientes en los tejidos vegetales. Su enfoque multivariado permite detectar con mayor precisión los desequilibrios nutricionales, optimizar la fertilización y mejorar la eficiencia en la toma de decisiones agronómicas. Estudios recientes, como el de Rozane et al. (2020), han validado su aplicabilidad en cultivos perennes como Vitis vinífera, demostrando que el CND ofrece una clasificación más precisa del estado nutricional, define niveles críticos de nutrientes con mayor confiabilidad y supera metodologías convencionales en la formulación de recomendaciones nutricionales. Estos resultados evidencian que el uso del CND no solo contribuye a una nutrición vegetal más equilibrada, sino que también promueve una gestión más racional de los insumos, con impacto positivo en la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Por todo lo expuesto, se evidencia una brecha científica y técnica en la provincia de Cañete respecto a la generación de normas CND específicas para el cultivo de camote, lo que justifica la necesidad de desarrollar investigaciones orientadas a establecer valores de referencia locales que fortalezcan la sostenibilidad y rentabilidad del sistema productivo. En este marco, Valverde-Reyes y Pinedo-Taco (2022) evidencian que las unidades de producción de camote en Cañete se encuentran en una condición crítica de sostenibilidad ambiental, debido al uso intensivo de fertilizantes químicos, monocultivo y escasa incorporación de prácticas conservacionistas. Estas limitaciones justifican la urgencia de implementar estrategias nutricionales más precisas y ambientalmente responsables, que permitan fortalecer la resiliencia y sostenibilidad del sistema productivo en el mediano y largo plazo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las normas CND adecuadas para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete?

1.2.2. Problemas específicos

P.E. 1. ¿Cuál es el estado nutricional actual del cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*)* en la provincia de Cañete según el análisis foliar?

P.E. 2. ¿Qué deficiencias o excesos nutricionales se identifican al aplicar las normas CND en el cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*)*?

P.E. 3. ¿Qué diagnóstico nutricional presenta el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) al aplicar las normas CND desarrolladas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Establecer normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote en la provincia de Cañete.

1.3.2. Objetivos específicos

O.E. 1. Generar una base de datos foliar que caracterice el estado nutricional del cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*)* en la provincia de Cañete.

O.E. 2. Aplicar la metodología CND para establecer normas de diagnóstico nutricional en el cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*).*

O.E. 3. Diagnosticar el estado nutricional del cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*)* a partir de las normas CND desarrolladas.

1.4. Justificación

El cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) constituye una especie de importancia agroalimentaria en el Perú, no solo por su versatilidad de consumo y valor nutricional, sino también por su relevancia en los sistemas productivos de la costa central. La provincia de Cañete, particularmente el distrito de San Luis presenta condiciones edafoclimáticas favorables para su desarrollo, lo que la convierte en una zona representativa para la evaluación de su estado nutricional. En este contexto, la aplicación de las normas de Diagnóstico de Composición Nutricional (CND) permite identificar desequilibrios minerales y establecer estrategias de manejo racional de la fertilización, contribuyendo a mejorar la eficiencia del cultivo y la sostenibilidad del sistema agrícola (Hernandez et al., 2021).

El presente trabajo de investigación se justificó a nivel económico debido a la importancia del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la agricultura peruana. En el año 2022, Perú produjo aproximadamente 269,050 toneladas de camote, siendo la región Lima una de las principales zonas productoras, con un rendimiento promedio de 22.5 toneladas por hectárea (Ministerio de desarrollo agrario y riego [MIDAGRI], 2022). A pesar de su potencial productivo, los rendimientos se vieron limitados por desequilibrios nutricionales no detectados a tiempo, lo que afectó directamente la rentabilidad del cultivo. En este contexto, la aplicación de herramientas precisas como el Diagnóstico Nutricional Composicional (CND) permitió optimizar el uso de fertilizantes y mejorar la eficiencia del manejo nutricional, incrementando la productividad y reduciendo costos innecesarios.

Desde el nivel social, esta investigación buscó beneficiar a pequeños y medianos productores de la provincia de Cañete, quienes en muchos casos no contaban con acceso a metodologías avanzadas para evaluar la fertilidad de sus cultivos. La implementación del diagnóstico nutricional con base en normas CND, una vez validado localmente, se convirtió en una herramienta accesible para la toma de decisiones agronómicas informadas, mejorando la seguridad alimentaria y el ingreso familiar en comunidades agrícolas.

En cuanto al nivel tecnológico, el estudio representó una contribución innovadora al aplicar las normas CND en un cultivo tradicional como el camote. A diferencia de métodos convencionales, el CND considera la interacción simultánea de múltiples nutrientes, proporcionando un análisis más completo y funcional del estado nutricional del cultivo (Parent & Dafir, 1992). Su implementación en la provincia de Cañete permitió validar un enfoque moderno de diagnóstico que fue replicable en otras zonas agrícolas del país con condiciones similares.

Desde el nivel ambiental, la aplicación de las normas de Diagnóstico Nutricional Composicional (CND) en el cultivo de camote en la provincia de Cañete buscó fomentar prácticas agrícolas sostenibles mediante un manejo eficiente de nutrientes. El enfoque CND permite evaluar simultáneamente las interacciones de múltiples nutrientes, promoviendo una fertilización más equilibrada y racional (Parent & Dafir, 1992), lo cual ayuda a reducir la aplicación excesiva de fertilizantes que genera contaminación del suelo, eutrofización de cuerpos de agua y emisiones de gases de efecto invernadero. Además, optimizar la nutrición de los cultivos no solo mejora la productividad, sino que también minimiza los impactos ambientales negativos de la agricultura intensiva, contribuyendo a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Zhang et al., 2014). Esta necesidad se ve reforzada por los hallazgos de Valverde-Reyes & Pinedo-Taco (2022), quienes demostraron que las unidades de producción de camote en Cañete presentan una sostenibilidad ambiental crítica (IA=2.39), asociada al uso excesivo de insumos químicos, sistemas de monocultivo y escasa incorporación de materia orgánica, lo cual compromete la salud del agroecosistema y su resiliencia. En este contexto, el uso de herramientas de diagnóstico como el CND contribuyó significativamente a revertir esta tendencia, promoviendo una gestión agronómica más equilibrada y respetuosa con el medio ambiente.

1.5.Delimitación de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

La presente investigación se sustentó en el enfoque del Diagnóstico Nutricional Composicional (CND), una metodología multivariada que permitió evaluar de forma integral el estado nutricional de los cultivos, considerando las interacciones simultáneas entre nutrientes esenciales. Esta herramienta se empleó para construir normas nutricionales específicas a partir de poblaciones de alto rendimiento, lo que facilitó la identificación de desequilibrios, deficiencias o excesos que pudieron limitar la productividad. Asimismo, el estudio se enmarcó en los principios de la nutrición vegetal, la eficiencia en el uso de fertilizantes y la sostenibilidad agronómica. El estudio tomó como base los principios del CND para la construcción de normas nutricionales específicas y la interpretación de los desequilibrios existentes, con el propósito de orientar estrategias de manejo más racionales y sustentables en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.).

1.5.2. Delimitación temporal

La investigación se encontró delimitada temporalmente al año 2025, periodo en el cual se realizó el análisis de la información foliar recolectada durante la campaña agrícola del año 2024. Esta delimitación respondió al carácter no experimental del estudio, el cual se centró en el procesamiento estadístico y diagnóstico nutricional de información previamente obtenida, con el fin de cumplir los objetivos planteados.

1.5.3. Delimitación espacial

El estudio se ejecutó en la provincia de Cañete, perteneciente al departamento de Lima, Perú, específicamente en unidades de producción agrícola seleccionadas en zonas representativas del cultivo de camote. Esta región presentó condiciones agroecológicas características de la costa central peruana, siendo una de las principales zonas productoras del cultivo a nivel nacional. La elección del área respondió a su importancia productiva, así como a la necesidad de implementar estrategias de manejo nutricional más eficientes y sostenibles.

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

2.1. Bases teóricas

***2.1.1. Variable dependiente*:** Diagnóstico nutricional del cultivo de camote

A. Definición

El diagnóstico nutricional del cultivo de camote se entiende como un procedimiento técnico que permite evaluar el nivel de nutrición de las plantas con el propósito de detectar posibles deficiencias, excesos o desequilibrios de nutrientes que influyen en su desarrollo y rendimiento productivo. Este proceso integra el análisis del suelo, de tejidos foliares y la observación de características morfológicas, con el fin de establecer un manejo nutricional adecuado. Según Alvarez et al. (2021), la evaluación de la fertilidad del suelo constituye una herramienta fundamental para determinar la capacidad del suelo de suministrar nutrientes a los cultivos y detectar posibles desequilibrios nutricionales que puedan afectar su desarrollo. Este proceso, sustentado en análisis de suelo y tejido vegetal, proporciona información relevante para diseñar programas de fertilización acordes con los requerimientos del cultivo, favoreciendo una gestión más eficiente de la nutrición vegetal y el aprovechamiento sostenible de los recursos.

B. Dimensiones

En este proyecto se tiene como dimensión al diagnóstico nutricional del cultivo de camote

C. Indicadores

El diagnóstico nutricional del cultivo de camote tiene como indicadores:

Y1: Concentración de nutrientes en hojas

Y2: Estado nutricional del cultivo (deficiencia, suficiencia o exceso)

Y3: Rendimiento estimado en función del balance nutricional

Y4: Eficiencia del manejo de fertilización

Y5: Índice de desequilibrio nutricional

Y6: Recomendaciones técnicas emitidas tras el diagnóstico

D. Bases teóricas

1. Características botánicas del camote

Ipomoea batatas L., comúnmente llamada batata o batata enredadera, es originaria de América tropical. Su taxonomía se muestra a continuación según el Botanical Gargen of Missouri (2022).

- **Clase:** Equisetopsida C. Agardh

• **Subclase:** Magnoliidae Novak ex Takht.

• **Superorden:** Asteranae Takht.

• **Orden:** Solanales Juss. Ex Bercht. Y J. Presl

• **Familia:** Convolvulaceae Juss.

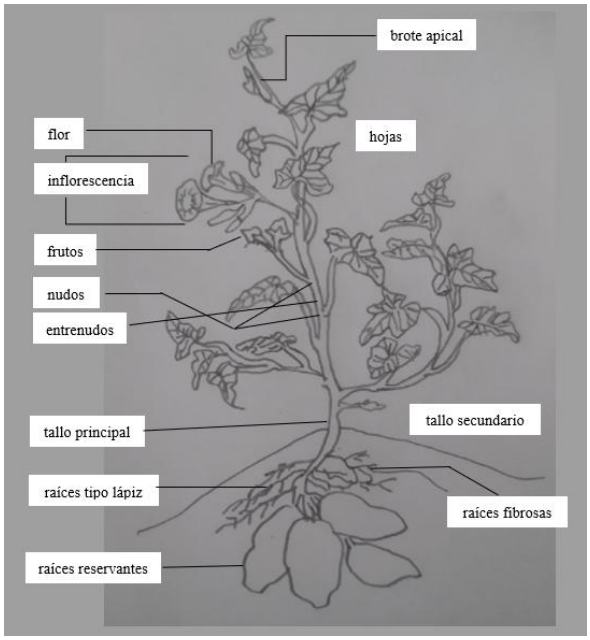
• **Género:** *Ipomoea* L.

• **Especie:** *Ipomoea batatas* (L.) Poir.

Daros et. al (2002) menciona que la morfología tiene características de pubescencia en el ápice de las ramas y pigmentación de las nervaduras inferiores de la hoja. Así mismo se muestra en la figura 1, la morfología del camote de manera general.

Gráfico 1:

Morfología de la planta de batata.



Nota: Tomado de Huamán (1992)

2. Cultivo de camote en Perú y Cañete

El camote es un cultivo de importancia para nuestro país el mismo que no solo es sembrado en la costa, sino también en las regiones de la selva y sierra.

A nivel de la costa la mayor superficie de hectáreas de camote sembradas lo tiene el departamento de Lima con 3637.5 hectáreas, en la sierra el tenemos al departamento de Ancash con 1831 hectáreas y en la selva destaca el departamento de Huánuco con 249.1 hectáreas (MIDAGRI, 2021).

En cuanto a rendimiento, los departamentos que registran mayores rendimientos son Ica y Lima metropolitana y Lima con 25,236 kg/ha, 21.515 kg/ha y 21.150 kg/ha, respectivamente. Mientras tanto el promedio nacional se encuentra alrededor de los 17,992 kg/ha (MIDAGRI, 2019).

El cultivo de camote destaca mayormente en el departamento de Lima, y la zona que concentra la mayor superficie a nivel de todas las provincias, es el valle de Cañete con 2865.5 hectáreas, es decir más del 50 % del total, luego le sigue la provincia de Huaral y Lima con 324 y 267 hectáreas respectivamente (MIDAGRI, 2021).

3. Características agronómicas del camote

El camote es uno de los principales cultivos básicos y de mayor de importancia a nivel mundial debido a que es uno de los más cultivados, aun siendo desconocido el origen de su domesticación (Roullier et al., 2013). Inclusive la respuesta al que sea uno de los más cultivados es porque es un cultivo de importancia económica para la sociedad (Srisuwan et al., 2019).

Su cultivo se da en gran parte del año, y se caracteriza por tener costos bajos de producción, siendo mayormente cultivado en países que se encuentran en desarrollo. Cabe mencionar que la presencia de salinidad en los suelos y el estrés hídrico tiene un efecto importante no solo en la reducción del rendimiento del cultivo, sino también en la calidad del producto (Rodríguez-Delfín et al., 2014).

a. Morfología

Es una especie herbácea, su crecimiento es rastrero y sus tallos crecen horizontalmente, se puede diferenciar cuatro tipos de crecimiento, los cuales son: semierecta, erecta, extendida y muy extendida. Se cultiva de forma anual (Cusumano y Zamudio 2013).

El color de este tubérculo varía entre morado, verde o la combinación de ambos.

- **Raíz:** El sistema radicular es la parte más significativa de la planta (Villagómez, 2015).
- **Tallo**: Con respecto a estas características Huamán (1992) nos indica que estos son de longitud variable, ya que van desde 1 hasta 6 m, puede ser glabro o pubescente.
- **Hojas:** Varían en tamaño y forma, existen elípticas, ovales o lanceoladas. Los colores son de verde a morado y su medida varía entre 5 a 12 cm de largo y

ancho. Son membranosas y sus laminas tienen márgenes enteros o dentados de ápice agudo, además se distribuye en los tallos (Valverde, 2023).

- **Flores**: Sus flores están agrupadas en una inflorescencia (Valverde, 2023).

b. Aspectos agronómicos

- **Propagación**

El uso de semillas en el cultivo de camote se restringe principalmente a labores de mejoramiento genético destinadas a la obtención de nuevas variedades, debido a su alto costo y a que su procedencia suele ser de importación por parte de entidades oficiales o empresas especializadas. Para la propagación comercial, se emplean esquejes que varían entre 5 y 25 cm de longitud, los cuales deben presentar buena calidad, sin daños físicos ni presencia de plagas o enfermedades (Cañas et al., 2016).

La técnica de siembra más común es en forma de medialuna, utilizando esquejes extraídos de plantas maduras mediante herramientas previamente desinfectadas, a fin de prevenir la transmisión de virus o agentes patógenos y promover un adecuado enraizamiento.

- **Preparación del terreno**

Para el cultivo del camote, es esencial seleccionar terrenos planos que cuenten con acceso a fuentes de agua o con suficiente humedad residual, lo cual permitirá un desarrollo adecuado de las plantas durante los primeros 60 días después de la siembra (Zambrano et al., 2024).

El establecimiento del cultivo puede realizarse mediante labranza mínima, que implica la eliminación manual de malezas y la limpieza del rastrojo antes de sembrar. También se puede optar por una preparación mecánica del terreno, la cual incluye un arado profundo de aproximadamente 50 cm, seguido de dos pasadas con rastra y luego el surcado, dejando una distancia de 80 cm entre surcos. En zonas de la Sierra, la preparación del terreno se hace comúnmente utilizando yuntas con bueyes. (Zambrano et al., 2024). Adicionalmente, se recomienda tomar muestras del suelo para enviarlas a un laboratorio y realizar un análisis físico-químico. Esta etapa es crucial, ya que una adecuada preparación del suelo influye directamente en el buen desarrollo de las raíces y en el rendimiento final del cultivo.

- **Siembra**

La siembra del camote puede llevarse a cabo mediante dos métodos principales. El primero consiste en sembrar sobre bordos, formando camellones cuya altura varía según el tipo de suelo: 30 cm para suelos pesados y 15 cm para suelos arenosos. Estos camellones se disponen con una

separación de 0,80 a 1,40 metros, dependiendo de si se utilizarán hileras simples o dobles para la siembra. La distancia entre cada planta en este sistema suele estar entre 20 y 40 cm (Valverde, 2023).

El segundo método es la siembra en plano. En este caso, se realiza un surco en el terreno ya acondicionado utilizando un arado. Luego, se colocan las guías a lo largo del surco y se cubren ligeramente con tierra, formando una capa de aproximadamente 2 a 3 cm de grosor durante una segunda pasada. En este sistema, la distancia entre surcos suele ser de 90 a 95 cm, mientras que el espacio entre plantas dentro del surco se encuentra entre 30 y 40 cm. Esta configuración genera una densidad de siembra que varía entre 26.300 y 35.000 plantas por hectárea, dependiendo del espaciamiento utilizado (Valverde, 2023).

Según Folquer (1978), las guías del camote comienzan a desarrollar raíces aproximadamente al tercer día después de ser sembradas, y entre los días 10 y 15 es cuando empiezan a brotar los primeros retoños.

- **Fertilización**

Es esencial garantizar una provisión equilibrada de nutrientes que estimule tanto la biomasa aérea como el adecuado desarrollo y engrosamiento de las raíces tuberosas. En este sentido, es fundamental realizar un diagnóstico nutricional del suelo mediante análisis de laboratorio, con el fin de diseñar un programa de fertilización acorde a las exigencias fisiológicas del cultivo en sus distintas fases fenológicas.

De manera general, se recomienda una fórmula estándar que incluye entre 110 y 120 kg de nitrógeno (N), 180 kg de potasio (K_2O) y una cantidad completa de fósforo (P_2O_5). En el momento de la siembra, se aplica la totalidad del fósforo y potasio, junto con la mitad del nitrógeno. La porción restante del nitrógeno debe suministrarse entre los 15 y 20 días posteriores a la siembra, coincidiendo con la labor de aporque (INIA, 2019).

De acuerdo con lo señalado por Folquer (1978), los suelos con alto contenido de nitrógeno y materia orgánica no son adecuados para el cultivo de camote, ya que inducen un crecimiento excesivo del follaje, en detrimento del desarrollo de las raíces tuberosas. En términos generales, se recomienda que la proporción de nitrógeno aplicada sea aproximadamente un tercio de la cantidad de potasio.

- **Riego**

Según Bonilla (2009), el cultivo de camote puede desarrollarse tanto bajo condiciones de secano como con riego suplementario, siendo adaptable a diversos sistemas de irrigación, tales como gravedad, aspersión o goteo. Aunque presenta moderadas exigencias hídricas, se recomienda implementar un programa de riego regular de aproximadamente dos horas cada dos días desde la siembra hasta la etapa de cierre de guías, seguido de una evaluación del estado fenológico del cultivo y de la capacidad de retención hídrica del suelo. La disponibilidad de agua durante fases críticas del desarrollo es determinante, ya que su deficiencia puede comprometer el rendimiento. En este sentido, Saqib et al. (2017) indican que, durante el verano, el camote debe regarse con una frecuencia de siete días, mientras que en invierno el intervalo puede ampliarse a catorce días. Por su parte, Macías et al. (2011) señalan que el manejo hídrico contempla tres riegos distribuidos en el ciclo: uno previo a la siembra y dos posteriores a esta. Sánchez y Rivera (2018) reportan un volumen aplicado de 3045.45 m^3/ha bajo riego por goteo durante todo el ciclo, mientras que Chamba (s.f.) refiere que el riego por gravedad requiere entre 7000 y 8000 m^3/ha. Complementariamente, Cobeña et al. (2017) estiman una demanda diaria de 3.3 litros de agua por planta, extendiendo el suministro hídrico hasta los 90 días después de la siembra.

- **Control de malezas**

El control de malezas constituye una labor esencial en el manejo agronómico del cultivo de camote, ya que estas compiten directamente con el cultivo por luz, agua y nutrientes, reduciendo significativamente su crecimiento y rendimiento. Esta actividad se lleva a cabo comúnmente en dos momentos clave del ciclo fenológico: a los 15 y 40 días después de la siembra (Sagastume, 2016). De acuerdo con Cobeña et al. (2017), el control se extiende hasta los 30 o 45 días posteriores a la siembra, pudiéndose aplicar métodos manuales o químicos según el grado de infestación. Macedo (2021) señala que la eliminación de malezas se realiza manualmente durante las primeras cinco semanas del cultivo, etapa crítica para el establecimiento de las plantas. Asimismo, Macías et al. (2011) reportan la ejecución de dos intervenciones por campaña: la primera corresponde a un control químico, efectuado tres días antes de la siembra de esquejes, y la segunda a un deshierbe manual aproximadamente a los 55 días, lo que permite reducir la competencia en etapas avanzadas del desarrollo del cultivo.

- **Aporque**

Prácticas como el aporque y el control eficiente de malezas contribuyen significativamente a la mejora de la estructura del suelo, reducen la competencia por recursos esenciales como agua,

nutrientes y luz, y, en consecuencia, incrementan la productividad del cultivo. El aporque se efectúa una vez realizado el riego inicial y completada la fertilización, y puede llevarse a cabo mediante implementos mecánicos o con tracción animal, dependiendo de las condiciones del sistema productivo. Según Villacorta (2014), esta labor se ejecuta en dos momentos durante el ciclo del cultivo: el primero se realiza a los 15 días después de la plantación, y el segundo, a los 30 días posteriores al primer aporque, permitiendo así mantener un adecuado desarrollo radicular y favorecer la formación de tubérculos.

- **Cosecha**

La etapa de cosecha es muy importante, ya que condiciona tanto la calidad comercial como el rendimiento total obtenido. Por ende, identificar el momento adecuado de madurez fisiológica y aplicar técnicas de cosecha apropiadas son aspectos esenciales para asegurar la conservación del producto y minimizar las pérdidas posteriores a la recolección.

De acuerdo con Cusumano y Zamudio (2013), la manifestación de amarillamiento en el follaje constituye un signo fisiológico que indica que el cultivo ha alcanzado su punto óptimo para ser cosechado.

La cosecha debe programarse una vez que las raíces de almacenamiento hayan alcanzado su desarrollo óptimo, lo cual ocurre generalmente entre los 3,5 y 4 meses después de la siembra, cuando aproximadamente el 80 % de los tubérculos presentan un peso individual entre 170 y 600 gramos. Para facilitar esta labor, se recomienda eliminar el follaje cortándolo a una altura de 15 cm sobre la superficie del suelo y retirarlo completamente del área cultivada (INIA, 2019).

4. Comercialización

Las labores posteriores a la cosecha desempeñan un rol clave en la conservación de la calidad del camote y en su adecuada inserción en los canales de comercialización. Una gestión eficiente durante esta fase minimiza, preserva las características visuales del tubérculo y mejora su valor comercial.

La poscosecha del camote se realiza generalmente mediante métodos tradicionales. Antes del envasado, el productor lleva a cabo un proceso de selección manual, eliminando aquellos tubérculos que presentan daños visibles, como heridas provocadas por herramientas de recolección, ataques de plagas, deformaciones morfológicas, o tamaños fuera del rango comercial. Posteriormente, los camotes seleccionados son empacados en sacos y transportados a los centros

de comercialización, donde se exhiben y venden en las mismas condiciones en que fueron ensacados en el campo (Valverde,2023).

5. Impacto económico del cultivo de camote

El camote representa una opción viable para diversificar la alimentación entre los pequeños agricultores, ya que su cultivo demanda bajos insumos. Esta raíz tiene pocos depredadores naturales, lo que disminuye la necesidad de pesticidas, y puede desarrollarse en suelos que requieren cantidades mínimas de fertilizantes. Estas características lo hacen apto para ser producido a gran escala con fines industriales.

Su uso principal es en forma fresca, cocida o como dulce elaborado con trozos de raíz conocidos como "marquetas". Aunque la producción de harina ha mostrado resultados positivos a nivel experimental, su aprovechamiento para la alimentación animal es limitado y el potencial industrial aún no ha sido desarrollado plenamente (Soto, 1992).

La planta del camote puede ser utilizada en su totalidad, desde las raíces hasta el follaje. No obstante, las raíces son el principal objetivo de su cultivo, y pueden emplearse tanto en estado fresco como deshidratado, además de ser una alternativa económica como insumo industrial. Su manejo en campo suele ser sencillo y natural, lo que permite alcanzar altos niveles de productividad con costos reducidos de producción (Roquel, 2008).

***2.1.2 Variable independiente*:** Normas CND

A. Definición

Las normas CND (Compositional Nutrient Diagnosis) constituyen un método estadístico multivariado utilizado para evaluar el estado nutricional de los cultivos a partir del análisis de las concentraciones relativas de nutrientes en los tejidos vegetales. Este enfoque se basa en la interdependencia entre los elementos minerales, permitiendo identificar desequilibrios nutricionales y establecer rangos de referencia óptimos para un cultivo determinado. Según Parent y Dafir (1992), el método CND proporciona una interpretación más precisa del balance nutricional al considerar simultáneamente las relaciones entre todos los nutrientes presentes en la planta. De acuerdo con Szilagyi-Zecchin et al. (2016), esta herramienta es fundamental para diagnosticar deficiencias o excesos nutricionales y optimizar los programas de fertilización, contribuyendo así a una producción agrícola más eficiente y sostenible.

B. Dimensiones

En este proyecto se tiene como dimensión las normas CND

C. Indicadores

Las normas CND tienen como indicadores:

X1=Tipo de análisis estadístico aplicado.

X2=Cantidad de nutrientes analizados en tejido foliar.

X3=Uso de transformaciones logarítmicas centradas.

X4=Interpretación multivariada de nutrientes.

X5=Cálculo del índice CND y balance nutricional.

X6=Uso de las normas en la toma de decisiones agronómicas.

D. Bases teóricas

1. CND (Compositional Nutrient Diagnosis)

El análisis foliar constituye una herramienta clave para evaluar el estado nutricional de los cultivos, ya que permite identificar tanto niveles adecuados como deficiencias o excesos de nutrientes en partes específicas de la planta. Este diagnóstico puede realizarse mediante observación directa en campo o a través del análisis de tejidos vegetales. No obstante, la evaluación visual presenta limitaciones importantes, dado que los síntomas de desequilibrio nutricional suelen manifestarse de forma evidente solo cuando ya se ha afectado una porción significativa del rendimiento del cultivo.

Parent y Dafir (1992) desarrollaron el método de Diagnóstico de Nutrimento Compuesto (CND), con el propósito de integrar el carácter multivariado de las interacciones entre los distintos elementos nutricionales. Esta metodología parte del principio de que la modificación en la concentración de un nutriente dentro del tejido vegetal afecta proporcionalmente la concentración de los demás, debido a la naturaleza composicional del tejido. A partir de ello, el CND permite generar proporciones nutricionales más precisas y acordes con la dinámica real de los tejidos vegetales, tal como lo planteó Aitchison (1986).

Si se realiza el diagnóstico a través del análisis de hojas, se puede obtener una evaluación más precisa del estado nutricional del cultivo. Si hay deficiencia, se debe aplicar fertilizante que aporte ese nutriente específico. En caso de detectarse suficiencia o toxicidad, se recomienda suspender la aplicación del nutriente correspondiente. De esta manera, las decisiones sobre el manejo nutricional se fundamentan en criterios científicos, lo cual aumenta las posibilidades de mejorar la producción del cultivo en esa zona. Por esta razón, en sistemas agrícolas con un alto

nivel tecnológico, se ha optado por aplicar la fertilización basándose en el seguimiento del estado nutricional de los cultivos y en el análisis de la fertilidad del suelo (Fageria et al., 2009).

Cabe resaltar que, los valores obtenidos del análisis foliar pueden evaluarse considerando cada nutriente por separado, aplicando enfoques como el punto crítico o los márgenes considerados adecuados. Para ello, se toma como base la cantidad de macro y micronutrientes presentes en hojas seleccionadas específicamente para el diagnóstico nutricional de los cultivos más importantes (Lizcano et al., 2018).

2. Otros métodos de diagnóstico nutricional

- **Normas DRIS**

El Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS) analiza el estado nutricional de las plantas a partir del equilibrio entre nutrientes, en lugar de evaluarlos de manera aislada. Este enfoque permite identificar cuáles nutrientes limitan en mayor medida el desarrollo del cultivo, determinar su nivel de prioridad y detectar desbalances por deficiencia o exceso, facilitando así recomendaciones más específicas para optimizar la productividad agrícola (INTAGRI, 2017). En comparación con el CND, el método DRIS también considera relaciones entre nutrientes, pero lo hace a través de proporciones binarias, mientras que el CND aplica una interpretación multivariante que evalúa simultáneamente todos los nutrientes, ofreciendo una visión más integral del sistema nutricional de la planta.

- **Nivel crítico**

El enfoque del nivel crítico constituye una técnica clásica que identifica la concentración mínima de un nutriente en los tejidos vegetales, por debajo de la cual se presentan reducciones notables en el rendimiento o síntomas visibles de deficiencia. Dicha concentración se determina experimentalmente y suele corresponder al punto en el que el rendimiento alcanza entre el 90 % y el 95 % de su capacidad máxima (Correndo & Garcia, 2017). A diferencia de los métodos CND y DRIS, el enfoque del nivel crítico es un método univariado, es decir, evalúa cada nutriente de manera individual sin considerar la interacción entre ellos. Por ello, aunque es útil en condiciones controladas o de laboratorio, puede presentar limitaciones al aplicarse en sistemas agrícolas complejos con múltiples interacciones entre elementos.)

- **Desviación del óptimo porcentual (DOP)**

El índice DOP se describe como la variación porcentual de la concentración de un elemento (% de materia seca) respecto a la concentración óptima establecida como valor de referencia. En

comparación con el CND y el DRIS, el DOP resulta más sencillo de calcular y comprender, ya que expresa directamente cuán lejos o cerca se encuentra un nutriente del nivel óptimo.

Sin embargo, al igual que el nivel crítico, este método tiene un carácter univariado, por lo que no refleja las interrelaciones entre nutrientes ni las compensaciones que pueden presentarse entre ellos.

Para calcular el índice DOP se realiza aplicando la siguientes formula:

$$\mathbf{IN - DOP} = \frac{\mathbf{C \times 100}}{\mathbf{C_{ref}}} \mathbf{- 100}$$

- ✓ C: Concentración del nutriente en la muestra (porcentaje sobre materia seca)
- ✓ C_{ref}: Valor de norma suficiente para el nutriente o valor optimo

Cuando un elemento alcanza su concentración ideal, el índice DOP correspondiente es igual a cero; un valor negativo señala una carencia del elemento, mientras que un valor positivo refleja un exceso (Montañés et al., 1993).

En conjunto, los métodos CND, DRIS y DOP comparten el objetivo de optimizar el diagnóstico nutricional de los cultivos, pero difieren en su nivel de complejidad y en la cantidad de información que consideran. Mientras que el CND ofrece un análisis multivariante que integra todas las interacciones posibles entre nutrientes, el DRIS se centra en el equilibrio entre pares de elementos, y el DOP, junto con el nivel crítico, evalúan concentraciones individuales. Por ello, el uso del método CND resulta especialmente ventajoso en sistemas agrícolas tecnificados donde se requiere precisión en la formulación de programas de fertilización y manejo nutricional del cultivo.

2.2. Antecedentes

A. Antecedentes internacionales

Passos et al. (2024) desarrollaron un estudio en el estado de São Paulo, Brasil, con el propósito de establecer normas nutricionales bajo el enfoque del Diagnóstico Nutricional Composicional (CND) en cultivos de papa. El trabajo se basó en el análisis de 587 muestras foliares recolectadas en 21 áreas experimentales, correlacionando la concentración de nutrientes con el rendimiento del cultivo. Se definieron como poblaciones de alto rendimiento aquellas que superaron las 48,993.24 kg ha^{-1}. La aplicación del método CND con transformación ilr permitió clasificar las muestras en cuatro categorías, siendo el 5 % balanceadas con alto rendimiento, 92 % desbalanceadas con bajo rendimiento, 0.3 % desbalanceadas con alto rendimiento, y 2.7 %

balanceadas con bajo rendimiento. El modelo mostró una alta precisión diagnóstica (96.9 %), con sensibilidad del 97.1 %, especificidad del 93.6 %, y valores predictivos positivo y negativo de 64.4 % y 99.6 %, respectivamente. Los resultados confirmaron la eficacia del método CND-ilr para diagnosticar el estado nutricional y su influencia directa en la productividad del cultivo de papa.

Rozane et al. (2020) estudiaron el cultivo de Vitis vinifera en un clima subtropical con el objetivo de establecer normas CND, niveles críticos y bandas de suficiencia nutricional. Se analizaron muestras foliares de 81 viñedos destinados a la producción de vino, con rendimientos entre 0.4 y 69 t ha^{-1}. El análisis reveló correlaciones significativas entre pares de nutrientes como N–S, P–S y Ca–Mg, sin que se identificara una relación directa entre un solo nutriente y el rendimiento, lo que resalta la importancia del equilibrio nutricional. El índice de desequilibrio (CND-r^2 = 63.72) reflejó una alta variabilidad en la población evaluada. Se establecieron rangos adecuados de suficiencia para macro y micronutrientes, como N (24–30 g kg^{-1}), P (2.9–3.8 g kg^{-1}) y Zn (148–254 mg kg^{-1}), entre otros. Los resultados evidenciaron la utilidad del método CND para diagnosticar el estado nutricional y optimizar la fertilización en viñedos.

Krug et al. (2023) evaluaron niveles críticos (CL) y rangos de suficiencia (SR) de nutrientes en hojas de cítricos cultivados en clima subtropical, aplicando el método CND en datos foliares y productivos recolectados de huertos comerciales de naranjo y mandarina entre 2016 y 2021. Se determinaron valores específicos para macro y micronutrientes, destacando, por ejemplo, N = 18 g·kg^{-1} y B = 117 mg·kg^{-1}. Los resultados indicaron que las recomendaciones tradicionales podrían sobreestimar el requerimiento de micronutrientes. Además, se concluyó que el enfoque multinutriente del CND es más eficiente que el análisis individual para explicar cómo el desequilibrio de un solo nutriente puede afectar la productividad. El estudio respalda el uso de estándares CND para una fertilización más precisa y sostenible en cítricos. La adopción de estos estándares nutricionales podría permitir un uso más racional de fertilizantes en huertos cítricos, mejorando el equilibrio nutricional de las plantas y, en consecuencia, aumentando los rendimientos.

Tadayon, Saghafi y Sadeghi (2022) establecieron normas CND en naranjos ‘Valencia’ cultivados en suelos calcáreos del suroeste de Irán, con el fin de mejorar la eficiencia de fertilización bajo condiciones edáficas restrictivas. El estudio se basó en 234 huertos comerciales, analizando concentraciones foliares y rendimientos. Mediante análisis de componentes principales (PCA), se determinaron niveles óptimos de nutrientes, identificándose que bajas concentraciones

de S, Ca, B y Mg, así como excesos de K, Zn, Cu y Mn, se asociaron con menores rendimientos. Se observó que incrementos de N y P en poblaciones de alto rendimiento y de Fe en poblaciones de bajo rendimiento favorecieron la productividad. Los autores concluyen que el CND es una herramienta eficaz para diagnosticar desequilibrios nutricionales y ajustar la fertilización en suelos salinos y calcáreos.

Tadayon, Saghafi y Sadeghi (2022) aplicaron el método CND en cultivos de granada 'Rabab' en 196 huertos del suroeste de Irán, con el fin de establecer normas nutricionales en suelos salinos y calcáreos. A través de análisis multivariados (PCA), se determinaron concentraciones óptimas de macro y micronutrientes en subpoblaciones de alto rendimiento (>13.7 kg/árbol). Nutrientes como S, B, Fe y Cu mostraron mayor influencia positiva sobre el rendimiento en árboles productivos, mientras que Ca, B, S y Mg fueron determinantes en árboles menos productivos. El estudio concluyó que el CND es eficaz para diagnosticar el estado nutricional y orientar la fertilización en condiciones edáficas limitantes.

Hernández-Vidal et al. (2021) desarrollaron normas CND para Opuntia ficus-indica 'Rojo Pelón' con fines de producción de fruto, a partir de 228 cladodios (1744 frutos)evaluados en Zacatecas, México. Las muestras se clasificaron en subpoblaciones de alto y bajo rendimiento usando un punto de corte de 1,166.67 g por cladodio. En la subpoblación de alto rendimiento (22.37 %), se estimaron concentraciones óptimas de macronutrientes (N = 0.958%, P = 0.318%, K = 3.507%, Ca = 4.228% y Mg = 1.448%), destacando Ca > K > Mg > N > P, lo que evidenció un patrón calcitrófico y alta eficiencia en el uso de N. El estudio concluyó que las normas CND son útiles para el diagnóstico nutricional en nopales fructíferos, y su validación futura debe considerar más datos de alto rendimiento y modelos matemáticos avanzados.

González-Vences et al. (2024) aplicaron el método CND para diagnosticar el estado nutricional del aguacate 'Hass' en Tejupilco, Estado de México. Se evaluaron nueve unidades de muestreo en un huerto de 3 ha mediante análisis químico de suelo y tejido foliar, considerando 11 nutrientes. El análisis identificó deficiencias marcadas de Zn y B, junto con niveles subóptimos de S, K, P y Cu, y excesos relativos de N, Ca, Mg y Fe. Se formularon recomendaciones específicas de fertilización en función de los desequilibrios detectados. El estudio demostró que el CND es una herramienta precisa para identificar limitaciones nutricionales y establecer planes de fertilización contextualizados, siendo esta la primera aplicación documentada del método en el cultivo de aguacate.

Franco-Hermida et al. (2020) evaluaron los métodos DRIS y CND en el diagnóstico nutricional de rosas de corte 'Freedom' en invernadero, en la Sabana de Bogotá. Se aplicaron tratamientos de fertilización correctiva durante dos ciclos de floración (11 semanas), ajustando las dosis de Fe, Zn, Cu y Mn. El tratamiento T2, con reducción de Fe y aumento de Zn y Cu, mejoró el equilibrio nutricional y elevó el rendimiento a 91.2 flores m^{-2} $año^{-1}$, con mayor proporción de tallos largos (>70 cm) frente al control (83.9 flores m^{-2} $año^{-1}$). En el segundo ciclo, la adición de Mn (T2′) mejoró la calidad floral. Se concluyó que DRIS y CND son métodos efectivos para detectar limitaciones nutricionales y optimizar la fertilización, destacando la relación Fe:Mn como determinante en la absorción de micronutrientes y desarrollo morfológico.

Belarmino et al. (2021) aplicaron el método CND para establecer normas foliares en piña 'Pérola' (*Ananas comosus*) en Brasil, con el objetivo de optimizar rendimiento y calidad del fruto. El estudio se realizó con 30 tratamientos y tres repeticiones en un diseño de bloques al azar, empleando matrices experimentales para evaluar macro y micronutrientes. Se identificaron dos grupos contrastantes según productividad y calidad, a partir de los cuales se definieron normas CND específicas. Aunque hubo diferencias en la concentración de nutrientes entre grupos, no se hallaron diferencias significativas entre los elementos vinculados al peso del fruto y los que influyeron en su calidad. Se establecieron rangos de suficiencia para N (10.9–14.2 $g \cdot kg^{-1}$), P (1.2–1.6 $g \cdot kg^{-1}$), K (35.6–42.8 $g \cdot kg^{-1}$), Ca (2.3–3.7 $g \cdot kg^{-1}$), Mg (1.5–2.2 $g \cdot kg^{-1}$) y S (1.0–1.5 $g \cdot kg^{-1}$). El estudio concluyó que el CND es una herramienta eficaz para el diagnóstico nutricional y la formulación de estrategias de fertilización que mejoren tanto la productividad como la calidad del cultivo.

Squizani et al. (2023) evaluaron el estado nutricional de *Eucalyptus saligna* en el sur de Brasil mediante el método CND, a partir de 119 muestras foliares recolectadas en árboles de 12 meses en Rio Grande do Sul. Utilizando análisis multivariado, se establecieron normas nutricionales específicas y se clasificaron las plantaciones según el rendimiento (alto y bajo), definido por un DAP umbral de 4.2 cm. Los rangos de suficiencia obtenidos fueron más precisos y estrechos que los establecidos por recomendaciones convencionales para eucalipto, especialmente para Mg, B y Fe. El estudio concluyó que el CND es una herramienta más eficiente para diagnosticar desequilibrios nutricionales y ajustar la fertilización en eucalipto.

2.3. Definición de términos básicos

Camote

Es una planta de importancia mundial debido a que es un alimento funcional con alto contenido nutricional y bajo costo de producción (Vidal et al., 2018).

Materia seca

Es el alimento que presenta nutrientes, donde el agua está ausente, y por lo general se le expresa cómo porcentaje de materia seca (Tobar, 2009).

Rendimiento

es la cantidad de materia seca acumulada ya sea en la biomasa aérea o acumulada en los granos, semillas, tubérculos entre otros (Escalante & Kohashi, 1993).

Tuberización

Es una etapa que pasan algunas familias de plantas que consiste en la acumulación de reservas y diferenciación por parte de las células (Sojikul et al., 2015).

CND

Es una metodología de interpretación de los análisis químicos foliares, que evalúa el estado nutricional de los cultivos, por lo cual incluyen cálculos matemáticos más complejos que permiten demostrar que esta metodología es más precisa (Galleguillos, 2005).

Macronutrientes

Son elementos fundamentales que las plantas necesitan en grandes cantidades para llevar a cabo procesos importantes como la respiración, formación de tejidos, fotosíntesis y la síntesis de proteínas. Su deficiencia afecta directamente el rendimiento y el crecimiento de los cultivos (Trelles & Gómez, 2016).

Micronutrientes

Son elementos fundamentales que las plantas requieren en cantidades muy pequeñas, sin embargo, su presencia es fundamental para un correcto funcionamiento fisiológico. Además, desempeñan funciones importantes en procesos como la síntesis de proteínas, activación enzimática, fotosíntesis y la regulación hormonal (Trelles & Gómez, 2016).

Muestreo

Es el procedimiento donde se elige un subconjunto representativo de elementos, unidades de una población o individuos, con el propósito de estudiar sus características. Este proceso

permite ahorrar costos, tiempo y recursos sin sacrificar la validez del estudio (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Estado nutricional:

Se refiere al nivel de deficiencia, suficiencia y toxicidad de los nutrientes esenciales, el cual se evalúa mediante análisis de tejidos y comparación con rangos establecido. Esto refleja el equilibrio o desequilibrio de los macro y micronutrientes, además determina el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo (Salisbury & Ross, 2000).

Normas:

Las normas son los contenidos de los elementos nutrientes en una planta o en un conjunto de plantas consideradas “normales” desde el punto de vista de su estado nutricional (Malavolta et al., 1997).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La determinación de las normas nutricionales permite un correcto diagnóstico de la composición nutricional del camote en la provincia de Cañete.

3.1.2. Hipótesis especificas

H.E. 1. La base de datos foliar refleja el estado nutricional del cultivo de camote en la provincia de Cañete.

H.E. 2. La metodología CND permite establecer normas de diagnóstico nutricional para el camote en la provincia de Cañete.

H.E. 3. El uso de normas CND identifica deficiencias, excesos o equilibrios de nutrientes en el cultivo de camote de la provincia de Cañete.

3.2. Definición conceptual de las variables

A. Normas CND

Las normas del Sistema de Diagnóstico de Composición Nutricional (CND) se definen como rangos de concentración de nutrientes derivados de una población de referencia de alto rendimiento, calculados mediante transformaciones multivariadas que permiten evaluar el equilibrio nutricional de las plantas. Estas normas sirven como parámetros para diagnosticar deficiencias, excesos o equilibrios en el estado nutricional de los cultivos, aportando mayor precisión que métodos univariados tradicionales (Pereira et al., 2010).

B. Diagnostico nutricional

El diagnóstico nutricional en los cultivos agrícolas tiene como propósito identificar el origen de anomalías asociadas al estado de nutrición vegetal, ya sea por deficiencia o exceso de nutrientes. Entre sus objetivos principales se encuentran: evaluar la capacidad del suelo o sustrato para suministrar elementos esenciales, conocer el estado nutricional de los cultivos dentro de un sistema productivo y determinar la eficacia de las prácticas de fertilización aplicadas (Ramos et al., 2019).

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1:

Operacionalización de variables (Variable dependiente).

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable dependiente (Y) Diagnóstico nutricional del cultivo de camote	• Concentración de nutrientes en hojas • Estado nutricional del cultivo (deficiencia, suficiencia o exceso) • Rendimiento estimado en función del balance nutricional • Eficiencia del manejo de fertilización • Índice de desequilibrio nutricional • Recomendaciones técnicas emitidas tras el diagnóstico	• Análisis foliar • Interpretación de resultados • Proyección técnica del rendimiento • Análisis del manejo aplicado • Cálculo estadístico • Evaluación de resultados y generación de propuestas	• Informe de laboratorio • Tabla de clasificación CND • Modelo de estimación / Plantilla de análisis • Encuesta / Ficha técnica de campo • Hoja de cálculo Excel / Software CND • Informe técnico final

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2:

Operacionalización de variables (Variable independiente).

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente (X) **Normas CND**	• X1=Tipo de análisis estadístico aplicado. • X2=Cantidad de nutrientes analizados en tejido foliar. • X3=Uso de transformaciones logarítmicas centradas. • X4=Interpretación multivariada de nutrientes. • X5=Cálculo del índice CND y balance nutricional. • X6=Uso de las normas en la toma de decisiones agronómicas.	• Análisis estadístico descriptivo e inferencial (correlación de índices). • Análisis químico foliar en laboratorio. • Transformación matemática de datos. • Análisis de correlaciones y componentes principales (PCA). • Cálculos estadísticos aplicando fórmulas del método CND. • Análisis comparativo de los índices nutricionales con las normas CND.	• Software estadístico (R Studio, SPSS, Excel). • Base de datos. • Software estadístico Excel. • Software estadístico Excel. • Software estadístico Excel. • Informes de diagnóstico nutricional, tablas de normas CND, guías de fertilización.

Nota: Elaboración propia.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de investigación

El presente estudio correspondió al tipo de investigación **aplicada**, dado que tiene como objetivo resolver un problema concreto relacionado con la agricultura: optimizar el manejo nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) mediante el uso de normas CND (Diagnóstico Composicional de Nutrientes). La finalidad es utilizar conocimientos científicos y metodológicos para mejorar la toma de decisiones agronómicas en parcelas agrícolas de la provincia de Cañete. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación aplicada busca generar soluciones prácticas a necesidades reales de la sociedad, a partir de la integración del conocimiento teórico con situaciones específicas del entorno.

Asimismo, se enmarcó en el enfoque **cuantitativo**, ya que se basó en la medición de variables mediante datos numéricos obtenidos a través del análisis foliar. Esta metodología permitió establecer relaciones estadísticas entre los niveles de nutrientes en el cultivo y su estado nutricional. De acuerdo con Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo permite la recolección de datos objetivos y verificables, los cuales pueden ser analizados mediante procedimientos matemáticos.

Además, la investigación fue descriptiva, porque tuvo como finalidad caracterizar el estado nutricional del camote en función de los niveles de nutrientes presentes en las hojas. Según Arias Galicia (2007), una investigación descriptiva busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos o fenómenos, sin alterar su dinámica natural.

4.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es la forma de cómo obtener información a través de técnicas que nos permitan responder al problema de investigación, cumplir con los objetivos y poner a prueba las hipótesis (Sampieri et al., 2014).

En ese sentido, en el presente estudio se empleó un diseño **no experimental** de corte **transversal**, debido a que las variables no serán manipuladas mediante tratamientos experimentales, sino evaluadas en unidades productivas comerciales bajo condiciones reales de manejo agronómico.

El procesamiento de la información se realizó a partir de 160 análisis foliares del cultivo de camote correspondientes al ***proyecto N.° 005-2023, denominado "Desarrollo de software para diagnóstico del estado nutricional del cultivo de camote"*** con muestras obtenidas bajo un protocolo estandarizado de muestreo foliar y acompañadas del registro correspondiente de rendimiento, lo que permitirá generar normas CND adaptadas a las condiciones agroecológicas de la provincia de Cañete y mejorar la interpretación del estado nutricional del cultivo mediante un enfoque multivariado de las interacciones entre nutrientes (Ferrández-Cámara et al., 2021; González-Vences et al., 2024).

4.3. Método de investigación

El método **hipotético - deductivo** se trata de un método científico que implica plantear una hipótesis y verificarla frente a la realidad, con el fin de establecer, a partir de la evidencia recolectada, si dicha hipótesis debe aceptarse o descartarse (Martínez, 2012).

Por ende, en esta investigación el método utilizado fue el hipotético – deductivo dado que se inició con una hipótesis que será evaluada mediante la obtención y el examen de los datos.

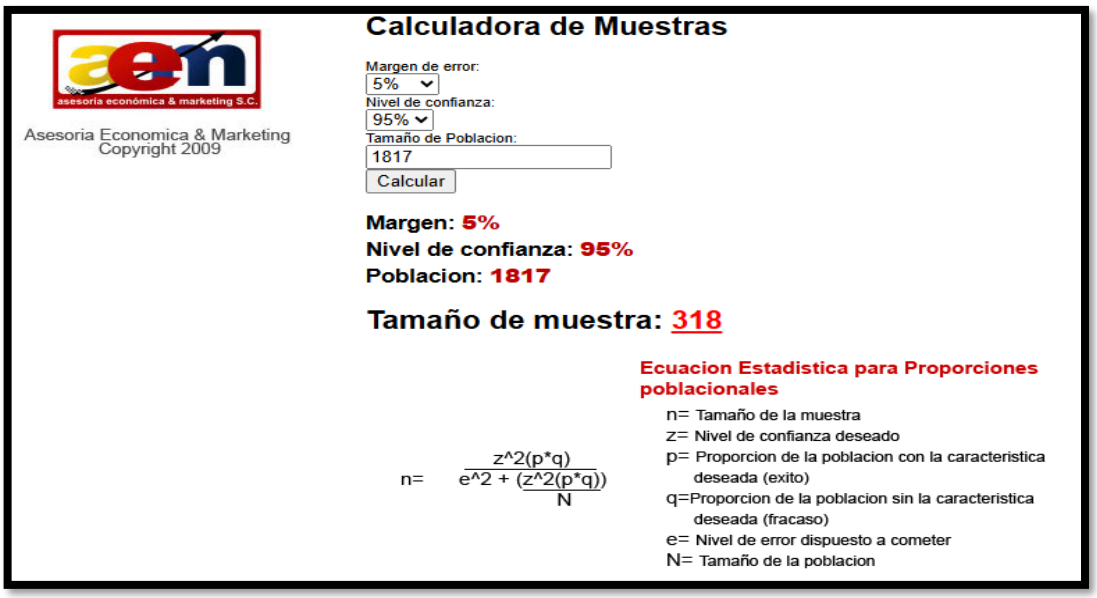
4.4. Población y muestra

La población comprende el total de unidades o sujetos que se busca analizar y que se localizan dentro del ámbito geográfico donde se lleva a cabo la investigación (Borrego, 2008). En ese sentido la población estuvo constituida por las principales zonas productoras de camote de la provincia de Cañete, el cual constan de 1817 hectáreas (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024).

La muestra se entiende como una parte delimitada y representativa de la población de estudio, utilizada para deducir propiedades del conjunto total (López, 2004). El cálculo del tamaño de la muestra se realizó tomando en cuenta un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y una prevalencia estimada del 50%. Bajo estos parámetros, se determinó una muestra conformada por 318 hectáreas de camote.

Gráfico 2:

Cálculo del tamaño de la muestra.



Nota: https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php

4.5. Lugar de estudio

La presente investigación se desarrolló utilizando la base de datos generada en el marco del ***proyecto N.° 005-2023, titulado "Desarrollo de software para diagnóstico del estado nutricional del cultivo de camote"***, el cual comprende información recopilada en diferentes anexos agrícolas de la provincia de Cañete.

Los distritos de la provincia de Cañete que registran la mayor superficie cultivada y promedio de producción del cultivo de camote corresponden a: San Luis (270 has), Cerro Azul (79 has), Imperial (518 has), Nuevo Imperial (351 has), Quilmaná (268 has) y San Vicente (331 has) (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2024).

4.6. Procedimiento de la investigación

A. Identificación de datos outliers (Distancia de Mahalanobis)

La distancia de Mahalanobis permitió identificar valores atípicos considerando la correlación entre variables. Se expresa como:

$$D^2 = (x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)$$

Donde:

- x = vector de valores observados,
- μ = vector de medias,
- S^{-1} = matriz inversa de covarianza.

Al aplicar la fórmula de la distancia de Mahalanobis, aquellos valores cuyo resultado sea inferior a 0.01 fueron considerados outliers. En consecuencia, estos datos serán excluidos del análisis en esta investigación (Hair et al., 2007).

B. Identificación del PAR y PBR

Para la identificación de la población de alto rendimiento (PAR) y la población de bajo rendimiento (PBR) se empleó un criterio estadístico basado en la media y la desviación estándar del rendimiento. Según Serra et al. (2014), la población de referencia se establece considerando como alto rendimiento los valores mayores o iguales a la media más dos tercios de la desviación estándar. Sin embargo, en el presente estudio se adoptó una modificación metodológica, utilizando dos tercios de la desviación estándar como punto de corte, con el fin de obtener una delimitación más amplia de la población de referencia. Así, las fórmulas aplicadas fueron:

$$PAR \geq \bar{X} + \tfrac{2}{3}S \quad ; \quad PBR < \bar{X} + \tfrac{2}{3}S$$

Donde:

- **X**: corresponde a la media del rendimiento
- **S**: Desviación estándar.

Finalmente, aplicado la formula se consideró de alto rendimiento (PAR) cuando el valor del rendimiento es mayor o igual a la media más dos tercios de la desviación estándar, y bajo rendimiento (PBR) cuando el valor es menor a dicho umbral. Esto permite clasificar objetivamente a las unidades en función de su desempeño productivo. Cabe mencionar que esta adaptación permite un mayor número de observaciones dentro de la PAR, lo que favorece la representatividad en el análisis multivariado.

C. Componente R

El tejido foliar puede entenderse como un sistema cerrado, compuesto por nutrientes medibles y por una fracción de elementos no cuantificados. Esta fracción se denomina componente R, tal como lo señalan Parent & Dafir (1992). Para garantizar la coherencia en el análisis, todos los nutrientes deben expresarse en la misma unidad de medida, es decir, gramos por kilogramo de materia seca (g kg^{-1}), evitando así desproporciones en su representación dentro del total.

Se pueden emplear dos ecuaciones para obtener este valor, la primera se utiliza cuando no se trabaja con el total de nutriente, la cual es:

$$R = 1000 - \sum_{j=1}^{n} vNutr_j$$

Donde:

- **n**= Numero de nutrienes considerados.
- **vNutrj** = Contenido de cada nutriente.
- **1000** = Contenido total de materia seca en gramos.

De manera complementaria, la segunda ecuación resulta equivalente a la primera cuando se toma en cuenta el conjunto completo de nutrientes evaluados, que en este caso corresponde a 13.

$$R = 1.000 - (vN+vP+vK+vCa+vMg+vS+vNa+vCl+vB+vCu+vFe+vMn+vZn).$$

Donde:

- **vN…vZn =** Contenido de cada nutriente.
- **1000 =** Contenido total de materia seca en gramos

El resultado al desarrollar cualquiera de las dos fórmulas será el valor de R, la cual corresponde a todos los componentes no determinados presentes en la materia seca, considerando como referencia una base de 1000 g de materia seca. De esta manera, el cálculo de R constituye la primera etapa del procedimiento para la aplicación de la metodología CND.

D. Media geométrica

La media geométrica se define como la raíz de orden n del producto entre el contenido de nutrientes y el valor de R, donde n representa el número total de componentes considerados, incluyendo a R. Esta formulación asegura que cada componente forme parte del análisis de la

muestra, ya que relaciona a cada nutriente con el conjunto completo de los demás (Parent & Dafir, 1992).

Aquí en esta etapa también se tienen dos fórmulas equivalentes, la primera es:

$$mGeo = \left(\prod_{j=1}^{n} vNutr_j * R \right)^{1/(n+1)}$$

Donde:

- **n**= Numero de nutrienes considerados.
- **vNutr$_j$** = Contenido de cada nutriente.

Ahora, en el caso que se esté trabajando con los 13 nutrientes, para obtener el valor se trabaja con una formula equivalente, la cual es:

mGeo = (vN x vP x vK x vCa x vMg x vS x vNa x vCl x vB x vCu x vFe x vMn x vZn x R)(1/12)

Donde:

- **vN...vMn** = Contenido de cada nutriente
- **R** = Componente R

La ecuación muestra que los datos de composición relativa dependen unos de otros, porque si un componente cambia, ese ajuste afecta automáticamente a los valores de los demás dentro del conjunto (Aitchison, 1986).

E. Relación multivariada

La relación multivariada entre nutrientes se determinó aplicando el logaritmo natural del cociente entre la concentración de cada nutriente y la media geométrica de la composición foliar, procedimiento conocido como transformación logarítmica centrada.

zNutrij = ln(vNutrj / mGeo) para j = 1 .. n

Donde:

- **vNutrj** = Contenido de nutrientes
- **mGeo** = Media geométrica de nutrientes**.**

La transformación logarítmica se aplicó para corregir la dispersión de los datos y evitar correlaciones falsas entre nutrientes. Este método mejora la distribución de los valores (Beverly,

1987) y facilita la interpretación de la composición foliar frente a técnicas univariadas o bivariados (Holland, 1966).

F. Normas CND

Las normas CND se definieron a partir de la media y la desviación estándar de las relaciones multivariadas de nutrientes en cultivos de referencia. Para su cálculo se consideraron datos de plantas con rendimientos superiores al promedio, lo que asegura representatividad y aumenta la precisión en el diagnóstico y en las recomendaciones nutricionales (Beaufils, 1973).

G. Índices CND

Los valores de referencia se vincularon con la relación multivariada de cada nutriente en la muestra, lo que permitió calcular los índices CND correspondientes a los nutrientes. Para obtener estos índices CND se aplicó la siguiente formula;

$$\mathbf{I_Nutrij} = (zNutrij - mNutrij)/sNutrij \text{ para } j=1 .. n$$

Donde:

I_Nutrij = Índice CND del nutriente Nutrij

zNutrij = Relación multivariada

mNutrij = Media

sNutrij = Desviación estándar (Parent & Dafir, 1992)

Aplicado la formula, el índice CND puede tomar valores negativos, cero o positivos, indicando si la relación multivariada de un nutriente está por debajo, en equilibrio o por encima del valor de referencia. Así, los índices reflejan el estado nutricional del cultivo: valores negativos señalan deficiencia, positivos un posible exceso y valores cercanos a cero un balance adecuado.

No obstante, Wadt (2005) advierte que basarse únicamente en los índices para determinar el estado nutricional no es suficiente, ya que rara vez los valores alcanzan exactamente cero y los casos de equilibrio son poco frecuentes. Por ello, el autor propuso el Potencial de Respuesta de las Plantas a la Fertilización (PRA) como método complementario para una mejor interpretación.

H. Potencial de respuesta de las plantas a la fertilización (PRA)

Dentro del diagnóstico nutricional, el método PRA utiliza el **Índice de Balance Nutricional Medio (IBNm)** como un indicador del nivel de desequilibrio. Este índice se calculó a partir del promedio de los valores absolutos de los índices CND correspondientes a todos los nutrientes evaluados.

$$\mathbf{IBNm} = \sum_{j=1}^{n} |\mathrm{I_Nutr}_j| / n$$

Donde:

- **$\mathrm{I_Nutri}_j$** = Índice de nutrientes Nutr_j
- **n=** Numero de elemento analizados

Finalmente, la PRA establece tres categorías de interpretación: equilibrio, deficiencia y exceso (Wadt, 2005). Un nutriente se considera en equilibrio cuando el valor absoluto de su índice CND es menor o igual al IBNm; es deficiente si su índice es negativo y supera en valor absoluto al IBNm; y está en exceso cuando el índice es positivo y, en módulo, mayor que el IBNm.

4.7.Técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Para la obtención de información necesaria en la presente investigación se empleó la técnica de muestreo foliar en campo, aplicada al cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en las áreas agrícolas correspondientes a la provincia de Cañete, las cuales constituyeron el ámbito de estudio.

I. Técnica de toma de muestras en campo

La recolección de muestras se realizó seleccionando hojas representativas del cultivo, tomando como punto de referencia el tallo principal de la planta. La hoja muestreada se ubicó en el tramo comprendido entre la cuarta y sexta posición desde el ápice, debido a que en este sector se encuentran hojas con actividad fisiológica estable, adecuadas para evaluar el estado nutricional del cultivo.

Durante el muestreo se priorizó la selección de hojas íntegras, completamente desarrolladas y en condiciones fitosanitarias adecuadas, descartándose aquellas que presentaban daños visibles o signos de infestación por plagas o enfermedades, con el propósito de asegurar la confiabilidad de la información recolectada.

El procedimiento de muestreo en cada parcela se desarrolló mediante un recorrido sistemático en zigzag, eligiendo las plantas de forma aleatoria, lo cual permitió cubrir de manera homogénea el área evaluada y obtener muestras representativas del campo. En situaciones donde se identificaron plantas con síntomas evidentes de enfermedad, la muestra fue sustituida por una hoja proveniente de una planta sana contigua, ubicada lateralmente, evitando así posibles alteraciones en los resultados posteriores.

Las hojas recolectadas fueron colocadas en recipientes limpios y correctamente identificados, registrándose datos relevantes como zona, distrito y fecha de recolección. Estas muestras constituyeron el instrumento principal para la recolección de datos y fueron posteriormente trasladadas al laboratorio para su análisis correspondiente. El procedimiento de muestreo foliar, incluyendo las fases, pasos y especificaciones técnicas aplicadas en campo, se presenta de manera detallada en la Tabla 3.

Tabla 3:

Fases, descripción operativa y especificaciones técnicas del muestreo foliar.

FASE A: PLANIFICACIÓN Y RUTA EN CAMPO		
PASO 01	**Delimitación y Exclusión de Bordes** Establecer el área de muestreo excluyendo una franja de seguridad. No se deben recolectar muestras dentro de los primeros 5 metros del perímetro del campo.	**Parámetros:** *Exclusión:* *Perímetro de 5 metros.*
PASO 02	**Recorrido Sistemático en Zigzag** Iniciar el desplazamiento sistemático a través del lote siguiendo una trayectoria en zigzag. Seleccionar las plantas de forma aleatoria para garantizar una cobertura homogénea del área evaluada.	**Parámetros:** *Patrón:* *Zigzag* *Selección:* *Plantas aleatorias.*
↓		
FASE B: SELECCIÓN Y RECOLECCIÓN FOLIAR		
PASO 03	**Ubicación de la Hoja de Muestreo** En cada planta seleccionada, tomar como punto de referencia el tallo principal. Seleccionar la hoja que se encuentre estrictamente en el tramo comprendido entre la cuarta (4ª) y sexta (6ª) posición contada desde el ápice vegetativo.	**Parámetros:** *Ubicación:* *4ª a 6ª hoja desde el ápice.* *Referencia:* *Tallo principal.*
PASO 04	**Control Fitosanitario e Integridad (Filtro de Descarte)** Evaluar visualmente la integridad de la hoja seleccionada. • ¿La hoja está íntegra, completamente desarrollada y libre de plagas o	**Parámetros:** *Criterio:* *Hojas íntegras y*

	enfermedades? - SÍ: Proceder directamente a recolectarla. - NO (dañada, incompleta o enferma): Descartar la hoja y sustituirla tomando una hoja sana de una planta.	*sanas.* *Sustitución:* *Planta lateral sana.*
PASO 05	**Envasado, Rotulado e Identificación de Muestras** Colocar inmediatamente las hojas recolectadas en recipientes limpios, priorizando el uso de bolsas kraft. Rotular cada bolsa registrando con claridad los datos indispensables de trazabilidad: zona, distrito y fecha exacta de la recolección.	**Parámetros:** *Envase:* *Bolsa kraft limpia.* *Datos:* *Zona, Distrito y Fecha.*
PASO 06	**Consolidación de Sub-muestras por Lote** Repetir de manera estricta el procedimiento de selección, evaluación y envasado hasta completar un total consolidado de 80 sub-muestras de hojas por cada lote evaluado, conformando la muestra representativa para laboratorio.	**Parámetros:** *Meta por lote:* *80 sub-muestras de hojas.*

II. Técnica de análisis foliar en laboratorio

Las muestras foliares recolectadas en campo fueron analizadas en laboratorio con el propósito de determinar la concentración de los nutrientes presentes en el tejido vegetal. Para ello, se aplicaron técnicas analíticas específicas para cada elemento, seleccionadas según su naturaleza química, permitiendo obtener resultados confiables y comparables para la evaluación nutricional del cultivo.

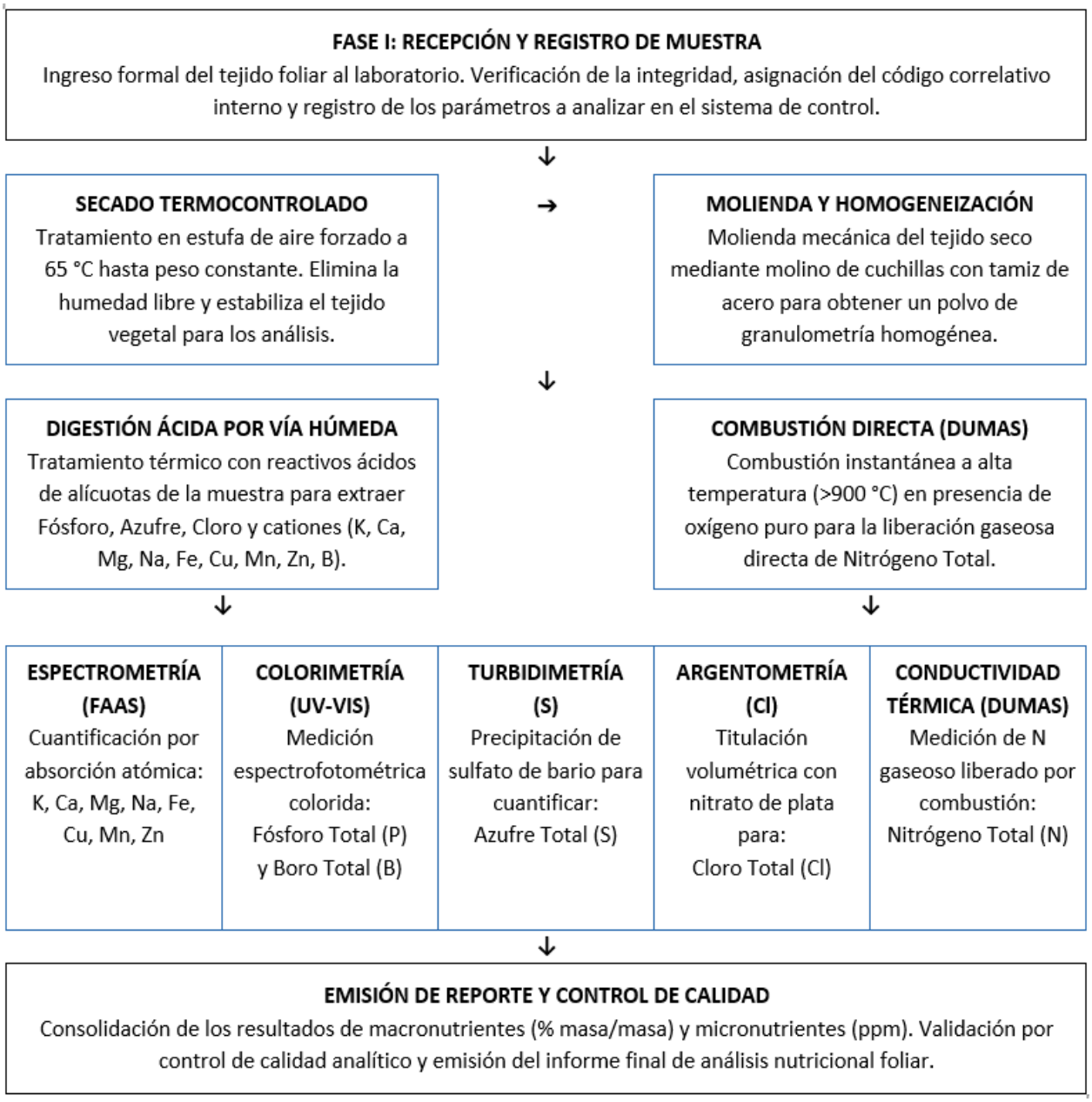
El nitrógeno total fue determinado mediante el método Dumas, el cual consiste en la combustión controlada de la muestra vegetal, seguida de la cuantificación del nitrógeno liberado, lo que permite estimar el contenido total de este elemento en la hoja. La determinación del fósforo se realizó empleando una técnica colorimétrica, basada en la medición de la intensidad de color generada por la reacción del nutriente con reactivos específicos, siendo esta intensidad proporcional a su concentración en la muestra analizada. El boro fue evaluado utilizando un procedimiento analítico similar, adecuado para su determinación en tejidos vegetales. Los nutrientes potasio, calcio, magnesio y sodio fueron cuantificados mediante espectrometría de absorción atómica por llama, técnica que permite medir la absorción de radiación por los átomos del elemento en estado excitado, obteniéndose así su concentración en el material foliar. Esta misma metodología fue empleada para la determinación de los micronutrientes cobre, zinc,

manganeso y hierro, debido a su alta precisión para elementos metálicos. El contenido de azufre se obtuvo mediante un método turbidimétrico, el cual se fundamenta en la formación de un precipitado cuya turbidez es proporcional a la cantidad del nutriente presente en la muestra. Para el cloro, se aplicó una técnica argentométrica, basada en reacciones de precipitación que permiten cuantificar dicho elemento de manera indirecta.

Finalmente, el porcentaje de materia seca fue determinado mediante un método gravimétrico, necesario para expresar los resultados de los nutrientes en base a peso seco, garantizando la uniformidad en la interpretación de los datos obtenidos para el diagnóstico nutricional. En el gráfico 3 se presenta el proceso de análisis foliar realizado en laboratorio. Asimismo, en el Anexo 4 se adjunta como evidencia uno de los reportes de análisis foliar obtenidos durante el desarrollo del estudio.

Gráfico 3:

Flujograma metodológico general de análisis foliar.



Nota: Elaboración propia.

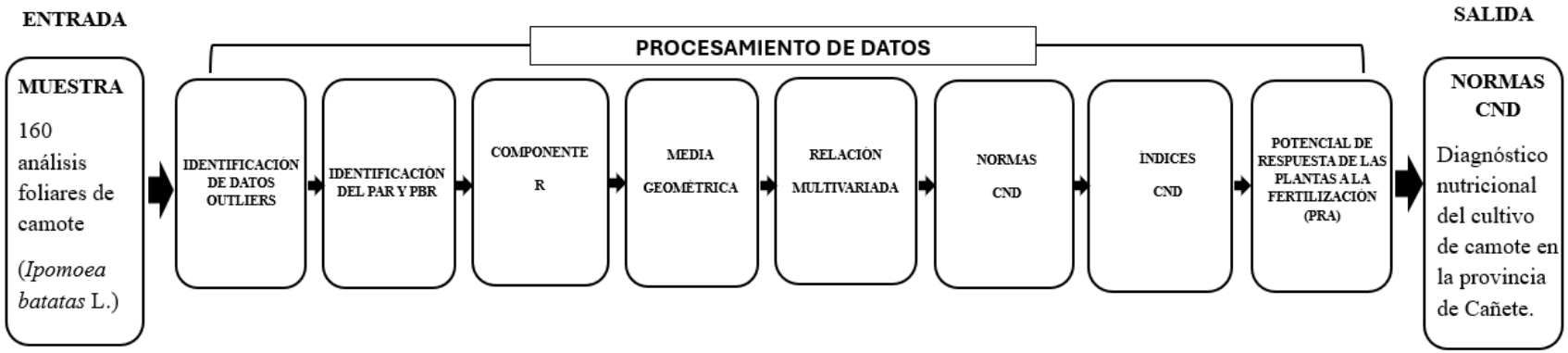
4.8.Análisis y procesamiento de datos

Los datos obtenidos a partir del análisis foliar del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) fueron sistematizados y organizados en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Excel, lo que permitió un adecuado ordenamiento y codificación de la información correspondiente a la concentración de nutrientes evaluados, además del procesamiento estadístico de datos, el cual permitió el análisis descriptivo de las variables nutricionales consideradas.

Para la presentación de los resultados, se elaboraron tablas y gráficos que facilitaron la interpretación del estado nutricional del cultivo, empleándose para ello los programas Microsoft Excel. Asimismo, la depuración de los datos se realizó mediante el software SPSS versión 27, el cual permitió el análisis descriptivo de las variables nutricionales consideradas.

Gráfico 4:

Diagrama metodológico para la obtención de las normas CND.



Nota: Elaboración propia.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

A. Identificación de datos outliers - Distancia de Mahalanobis (Objetivo 1)

En la Tabla 4 se presenta la distribución de la distancia de Mahalanobis (Dis.Mah) correspondiente a las muestras foliares evaluadas. Para una mejor visualización y verificación de los datos, los valores de esta variable, ubicados en la última columna de la base de datos, fueron ordenados de forma ascendente, lo que permitió identificar con mayor claridad aquellas observaciones con valores bajos potencialmente considerados atípicos.

Tabla 4:

Cálculo de la distancia de Mahalanobis.

Muestra	GRAMOS/KILOGRAMOS													
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Dis.Mah
11	47.800	3.300	36.200	10.600	4.500	2.300	3.200	4.600	0.049	0.023	0.115	0.109	0.097	,0000
15	43.100	2.800	10.100	10.200	6.900	4.500	19.000	14.800	0.025	0.032	0.083	0.061	0.311	,0000
20	40.700	2.500	15.400	10.200	6.000	1.900	3.700	4.000	0.011	0.025	0.084	0.097	0.323	,0000
43	49.900	1.300	30.300	28.800	8.000	1.500	3.400	4.800	0.012	0.025	0.140	0.147	0.090	,0001
144	43.600	2.800	22.900	12.700	4.700	2.200	6.600	18.000	0.021	0.081	0.154	0.420	0.067	,0000
160	51.000	2.400	20.300	29.600	9.900	1.600	9.000	5.800	0.016	0.052	0.163	0.100	0.091	,0000

A partir de la tabla, se observa que un conjunto reducido de muestras presenta valores de distancia de Mahalanobis inferiores a 0.001, los cuales corresponden a los datos identificados como atípicos según el criterio establecido. Estas observaciones se ubican al inicio del ordenamiento y reflejan una baja variabilidad respecto al conjunto total.

Por otro lado, la mayoría de las muestras presenta valores superiores al umbral definido, evidenciando una dispersión adecuada en la información nutricional evaluada. En función de ello, las observaciones con valores inferiores a 0.001 fueron excluidas antes de continuar con el siguiente paso del análisis, con el fin de trabajar con un conjunto de datos más consistente y evitar posibles distorsiones en las etapas posteriores del método CND.

B. Identificación del PAR y PBR

Los Gráficos 5 y 6 presentan los diagramas de caja correspondientes a la población de bajo rendimiento (PBR) y a la población de alto rendimiento (PAR), respectivamente. Estos gráficos permiten visualizar la distribución de los rendimientos obtenidos después de la clasificación de las muestras mediante el umbral establecido en la etapa anterior (23.923 t ha^{-1}). Asimismo, facilitan la evaluación de la tendencia central, la dispersión de los datos y la presencia de posibles valores atípicos dentro de cada población, proporcionando una representación gráfica de la variabilidad del rendimiento en ambos grupos.

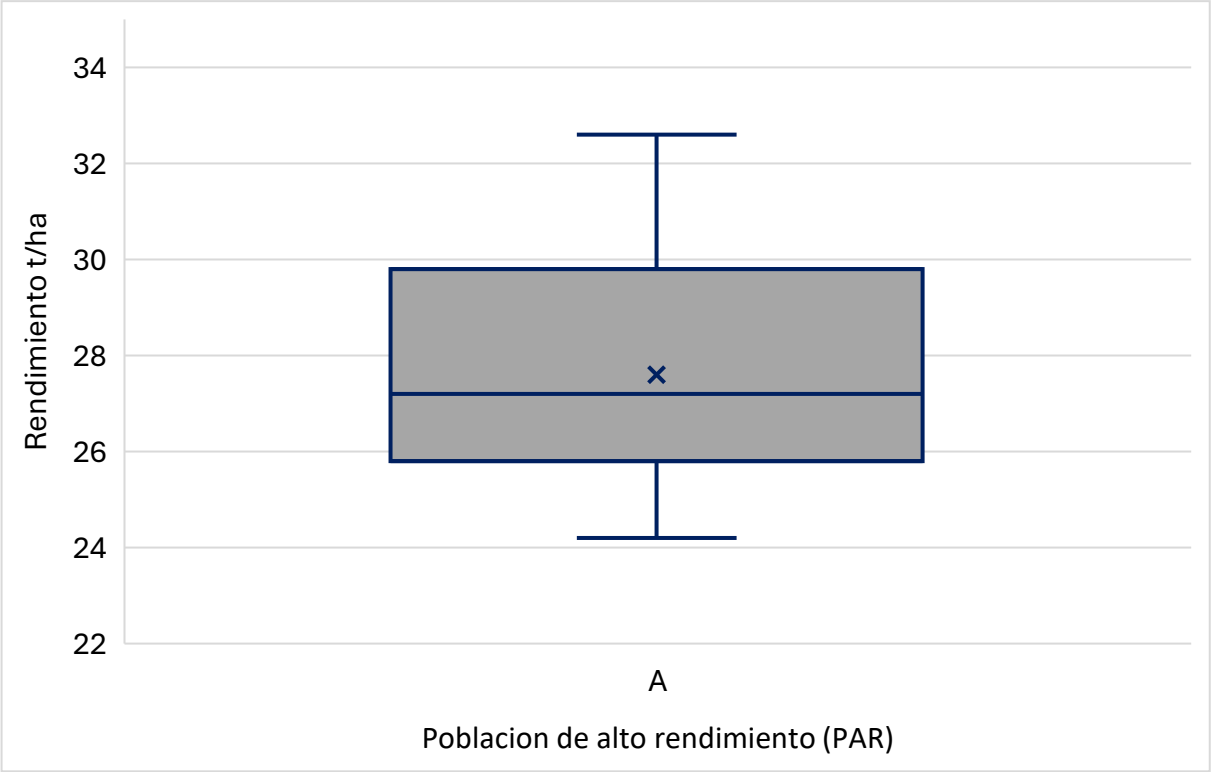
Gráfico 5:

Diagrama de caja de la población de bajo rendimiento (PBR).



Gráfico 6:

Diagrama de caja de la población de alto rendimiento (PAR).



Los diagramas de caja evidencian una diferenciación clara entre las poblaciones de bajo rendimiento (PBR) y alto rendimiento (PAR), confirmando que el criterio empleado para su clasificación permitió separar las muestras en dos grupos con comportamientos productivos distintos.

En la población de bajo rendimiento (**Gráfico 5**), los valores se concentran por debajo del punto de corte establecido (23.923 t ha^{-1}), observándose una mediana cercana a 21 t ha^{-1}. La amplitud de la caja y la longitud del bigote inferior reflejan una mayor variabilidad en los rendimientos de este grupo, además de la presencia de un valor atípico correspondiente a una muestra con un rendimiento considerablemente inferior al resto. Esto indica que, dentro de la PBR, existen parcelas con desempeños productivos marcadamente bajos.

Por su parte, el diagrama de caja de la población de alto rendimiento (**Gráfico 6**) muestra que los rendimientos se distribuyen completamente por encima del umbral de clasificación, con una mediana cercana a 27 t ha^{-1}. Asimismo, se observa una distribución relativamente homogénea

y sin valores atípicos evidentes, lo que indica una mayor uniformidad en el comportamiento productivo de las muestras que conforman la población de referencia.

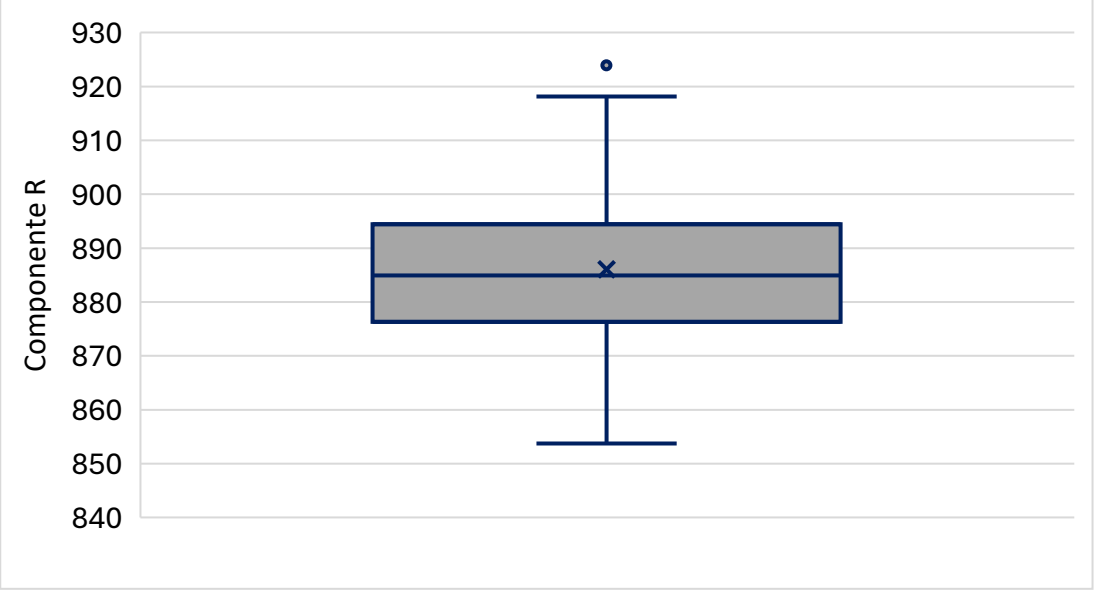
En conjunto, ambos diagramas corroboran que el punto de quiebre de 23.923 t ha^{-1} permitió diferenciar adecuadamente las muestras según su nivel de productividad. Esta separación resulta fundamental para la metodología CND, ya que las muestras pertenecientes a la población de alto rendimiento constituyen la base para el cálculo de las normas nutricionales de referencia, mientras que la población de bajo rendimiento sirve como grupo de comparación para evaluar los desequilibrios nutricionales del cultivo.

C. Componente R

Los Gráfico 7 presenta el diagrama de caja del componente R obtenido para las muestras evaluadas. Este gráfico resume la distribución de los valores calculados del componente R, permitiendo visualizar la tendencia central, la dispersión de los datos y la presencia de posibles valores atípicos. De esta manera, se obtiene una representación gráfica de la variabilidad de la fracción no cuantificada de la materia seca en el conjunto de muestras analizadas.

Gráfico 7:

Diagrama de caja del componente R.



El diagrama de caja muestra que los valores del componente R presentan una distribución relativamente homogénea, con una mediana cercana a 885 g kg^{-1} y una dispersión moderada entre las muestras evaluadas. La mayor parte de los datos se concentra aproximadamente entre 875 y

895 g kg^{-1}, lo que indica que la fracción no cuantificada de la materia seca mantiene un comportamiento relativamente estable en el conjunto de muestras analizadas.

Asimismo, se observa la presencia de un valor atípico en el extremo superior del diagrama, correspondiente a una muestra con un componente R superior al resto. Este comportamiento indica que, en dicha muestra, la suma de los nutrientes cuantificados representa una menor proporción de la materia seca, mientras que la fracción no determinada es relativamente mayor. No obstante, este valor no modifica la tendencia general observada en el conjunto de datos.

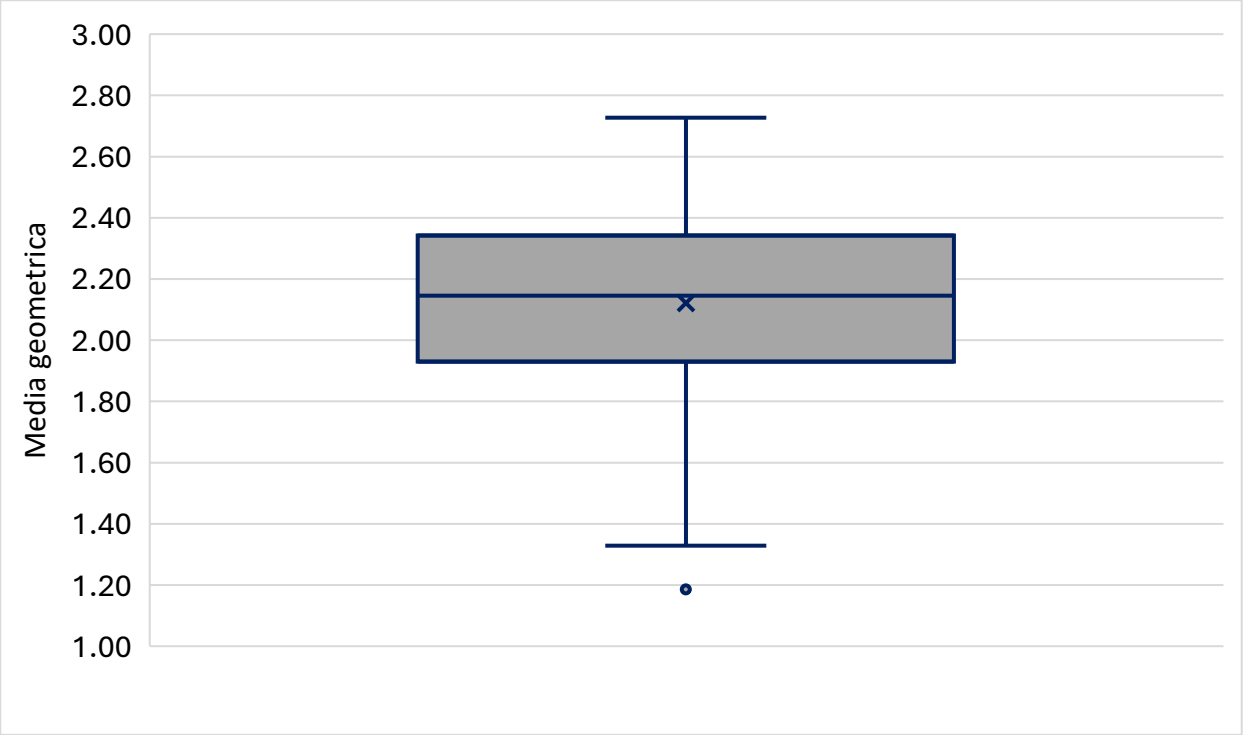
En términos generales, los resultados evidencian que el componente R representa la mayor proporción de la materia seca en todas las muestras, lo cual era esperable debido a que el análisis foliar únicamente cuantifica un grupo específico de nutrientes y no la totalidad de los compuestos presentes en el tejido vegetal. Por ello, el componente R no constituye un indicador del estado nutricional del cultivo, sino una fracción de cierre necesaria para completar la composición de la materia seca y garantizar la consistencia matemática requerida por la metodología CND en las etapas posteriores del análisis.

D. Media geométrica

El Gráfico 8 presenta el diagrama de caja de la media geométrica (mGeo) obtenida para las muestras evaluadas. Este gráfico resume la distribución de los valores de mGeo calculados a partir de las concentraciones de los nutrientes y el componente R, permitiendo visualizar la tendencia central, la dispersión de los datos y la presencia de posibles valores atípicos. Asimismo, proporciona una representación del comportamiento general de este indicador dentro del conjunto de muestras analizadas.

Gráfico 8:

Diagrama de caja de la media geométrica.



El diagrama de caja muestra que los valores de la media geométrica presentan una distribución relativamente homogénea, con una mediana cercana a 2.15 y una variabilidad moderada entre las muestras evaluadas. La mayor concentración de datos se ubica aproximadamente entre 1.9 y 2.3, lo que indica que la composición global de las muestras mantiene un comportamiento relativamente estable, a pesar de las diferencias individuales en las concentraciones de los nutrientes.

Asimismo, se observa la presencia de un valor atípico en el extremo inferior del diagrama, correspondiente a una muestra con una media geométrica considerablemente menor que la del resto. Este comportamiento sugiere que dicha muestra presenta una composición relativa diferente respecto al conjunto evaluado; sin embargo, no modifica la tendencia general observada en la distribución de los datos.

Desde el punto de vista de la metodología CND, la media geométrica no se interpreta como un indicador de suficiencia o deficiencia nutricional. Su función es representar el equilibrio

composicional de cada muestra, integrando en un único valor las concentraciones de todos los nutrientes cuantificados junto con el componente R.

E. Relación multivariada

La Tabla 5 presenta el promedio de las relaciones multivariantes de los nutrientes para las poblaciones de alto rendimiento (PAR) y bajo rendimiento (PBR). Estos valores corresponden a la media de las relaciones multivariantes calculadas para cada grupo, permitiendo comparar el comportamiento nutricional promedio entre ambas poblaciones. La información sintetiza la composición relativa de los nutrientes y constituye la base para el establecimiento de las normas CND utilizadas en las etapas posteriores del diagnóstico nutricional.

Tabla 5:

Relación multivariada del grupo A y B.

Promedio	g_N	g_P	g_K	g_Ca	g_Mg	g_S	g_Na	g_Cl	g_Cu	g_Zn	g_Mn	g_Fe	g_B
Grupo A	2.829	0.239	2.228	1.814	0.949	0.061	1.178	2.071	-4.806	-4.565	-2.644	-1.882	-3.333
Grupo B	3.034	0.337	2.340	1.755	0.914	0.023	1.360	1.950	-4.713	-4.438	-2.854	-2.608	-3.135

Los valores promedio de las relaciones multivariantes muestran diferencias en la composición relativa de los nutrientes entre la población de alto rendimiento (PAR) y la población de bajo rendimiento (PBR). La PBR presentó valores superiores en g_N (3.034), g_P (0.337), g_K (2.340) y g_Na (1.360), frente a 2.829, 0.239, 2.228 y 1.178, respectivamente, en la PAR. En cambio, la PAR registró valores mayores para g_Ca (1.814), g_Mg (0.949), g_S (0.061) y g_Cl (2.071), en comparación con 1.755, 0.914, 0.023 y 1.950 de la PBR. Esto evidencia que ambas poblaciones presentan diferentes patrones de distribución relativa de los nutrientes.

En cuanto a las relaciones negativas, ambas poblaciones presentaron valores inferiores a cero para Cu, Zn, Mn, Fe y B. La PBR mostró valores numéricamente mayores en g_Cu (−4.713), g_Zn (−4.438) y g_B (−3.135), mientras que la PAR presentó valores mayores en g_Mn (−2.644) y g_Fe (−1.882). Estas diferencias describen la posición relativa de cada nutriente dentro de la composición de la muestra y no representan por sí mismas una condición de deficiencia o exceso. Esta interpretación se realizará posteriormente mediante los índices CND.

F. Normas CND (Objetivo 2)

En la Tabla 6 se presentan las normas CND obtenidas a partir de las relaciones multivariadas de los nutrientes correspondientes únicamente a la población de alto rendimiento (Clase A). Para su determinación se utilizaron las muestras previamente clasificadas como de alto rendimiento, consideradas como la población de referencia (clase A) para el establecimiento de las normas CND. Sobre este conjunto de datos se calculó, para cada relación multivariada nutricional, la media y la desviación estándar mediante las funciones PROMEDIO y DESVEST.M de Excel. Los valores obtenidos constituyen los parámetros estadísticos de referencia que serán empleados en la etapa siguiente para el cálculo de los índices CND de cada muestra.

Tabla 6:
Media y desviación estándar de las normas CND.

Descripción	**g_N**	**g_P**	**g_K**	**g_Ca**	**g_Mg**	**g_S**	**g_Na**	**g_Cl**	**g_Cu**	**g_Zn**	**g_Mn**	**g_Fe**	**g_B**
Media	2.84	0.241	2.222	1.816	0.943	0.061	1.171	2.059	-4.794	-4.554	-2.646	-1.89	-3.344
D.E	0.075	0.156	0.189	0.108	0.149	0.153	0.165	0.222	0.093	0.089	0.154	0.246	0.198

Las normas CND obtenidas describen el comportamiento promedio y la variabilidad de las relaciones multivariadas de los nutrientes en plantas con alto rendimiento, constituyendo el patrón de referencia del diagnóstico nutricional. Los valores medios representan la condición de equilibrio nutricional observada en la población de referencia, mientras que la desviación estándar cuantifica la variabilidad natural de cada relación alrededor de ese equilibrio.

Los resultados muestran diferencias en la dispersión de las relaciones multivariadas entre nutrientes. Por ejemplo, g_N presentó una media de 2.840 con una desviación estándar de 0.075, indicando una baja variabilidad dentro de la población de alto rendimiento. De manera similar, g_Ca (1.816 ± 0.108), g_Mg (0.943 ± 0.149) y g_S (0.061 ± 0.153) evidenciaron una distribución relativamente homogénea. En contraste, relaciones como g_Cu (-4.794 ± 0.093), g_Zn (-4.554 ± 0.089), g_Mn (-2.646 ± 0.154) y g_B (-3.344 ± 0.198) presentaron valores medios negativos propios de la transformación multivariada, sin que ello represente una deficiencia nutricional, sino únicamente la posición relativa de estos nutrientes respecto al equilibrio composicional de la población de referencia.

G. Índices CND (Objetivo 3)

En la Tabla 7 se presentan el promedio de los índices CND. Estos valores fueron calculados utilizando las relaciones multivariantes y las normas de referencia determinadas previamente a partir de la media y la desviación estándar de cada nutriente. El procedimiento se realizó en Excel, donde para cada muestra se restó el valor de la media de la clase A al valor de la relación multivariante y el resultado se dividió entre la desviación estándar de la misma clase A.

Tabla 7:

Índices CND.

Descripción	**i_N**	**i_P**	**i_K**	**i_Ca**	**i_Mg**	**i_S**	**i_Na**	**i_Cl**	**i_Cu**	**i_Zn**	**i_Mn**	**i_Fe**	**i_B**
Promedio A	-0.145	-0.015	0.032	-0.017	0.041	-0.001	0.043	0.054	-0.126	-0.129	0.007	0.035	0.056

Los índices CND representan el resultado final del proceso de diagnóstico nutricional, ya que integran la información de cada nutriente en relación con un patrón de referencia definido por la población de alto rendimiento. En términos simples, este índice indica qué tan alejada se encuentra la relación multivariante de un nutriente respecto a su condición considerada óptima.

A partir de los resultados, los índices pueden tomar valores negativos, cercanos a cero o positivos. Valores negativos indican que el nutriente se encuentra por debajo del nivel de referencia, lo que sugiere una posible deficiencia. Por el contrario, valores positivos reflejan que el nutriente está por encima del equilibrio, lo que puede asociarse a un exceso relativo. Cuando los valores se aproximan a cero, se interpreta que el nutriente se encuentra en equilibrio dentro del sistema. Este enfoque permite no solo identificar si un nutriente está en niveles adecuados o no, sino también establecer un orden de importancia en las limitaciones nutricionales del cultivo.

En ese sentido la tabla 6 muestra que los nutrientes K (0.032), Mg (0.041), Na (0.043), Cl (0.054), Fe (0.035) y B (0.056) presentaron valores positivos, reflejando una tendencia hacia concentraciones superiores al equilibrio nutricional. Entre ellos, B y Cl mostraron los valores más altos dentro de los índices positivos. Finalmente, Mn presentó un valor muy próximo a cero (0.007), indicando una condición cercana al equilibrio nutricional.

H. Potencial de respuesta de las plantas a la fertilización (PRA)

En las Tablas 8 y 9 se presentan el Índice de Balance Nutricional medio (IBNm) y el Potencial de Respuesta a la Fertilización (PRA) determinados mediante la metodología CND para las muestras evaluadas en la provincia de Cañete. El IBNm se obtuvo a partir del promedio de los valores absolutos de los índices CND de los nutrientes analizados, constituyendo un indicador del grado promedio de desequilibrio nutricional de la población de referencia. Posteriormente, este valor fue utilizado como criterio para interpretar el estado nutricional de cada nutriente y establecer su clasificación dentro del PRA, identificando aquellos en condición de equilibrio (EQ), deficiencia (DF) o exceso (EX), según la magnitud y el signo de sus respectivos índices nutricionales.

Tabla 8:

Cálculo del IBNm.

Descripción	**IBNm**
Promedio A	0.054

Tabla 9:

Método PRA.

	MÉTODO PRA													
Provincia	**IBNm**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**	**Na**	**Cl**	**Cu**	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**B**
CAÑETE	0.054	DF	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	EQ	EX	DF	DF	EQ	EQ	EX

El Índice de Balance Nutricional medio (IBNm) obtenido para la población evaluada fue de 0.054, valor que representa el nivel promedio de desviación de los índices CND respecto al estado de equilibrio nutricional. En términos prácticos, el IBNm actúa como un valor de referencia o umbral de comparación: cuando el valor absoluto del índice CND de un nutriente es menor o igual a 0.054, dicho nutriente se considera en una condición cercana al equilibrio nutricional; mientras que valores absolutos superiores a 0.054 indican que el nutriente presenta un desbalance nutricional. La dirección de ese desbalance depende del signo del índice: índices negativos evidencian una condición de deficiencia (DF) y índices positivos una condición de exceso (EX).

Bajo este criterio, el análisis del PRA mostró que los nutrientes N, Cu y Zn fueron clasificados como deficientes (DF), indicando que sus índices CND fueron negativos y con una magnitud superior al IBNm (0.054). Esto sugiere que estos elementos constituyen las principales limitaciones nutricionales del cultivo de camote en la población evaluada y, por tanto, presentan la mayor probabilidad de respuesta a la fertilización, ya que un incremento en su disponibilidad podría contribuir a mejorar el balance nutricional de las plantas.

Por otro lado, los nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Na, Mn y Fe fueron clasificados en equilibrio (EQ), lo que indica que sus índices CND se mantuvieron dentro del rango definido por el IBNm (±0.054). Esta condición refleja que sus concentraciones relativas son similares a las observadas en la población de alto rendimiento utilizada como referencia, por lo que, desde el punto de vista del método CND, no constituyen factores limitantes ni presentan evidencias de acumulación excesiva.

Finalmente, los nutrientes Cl y B fueron clasificados en exceso (EX), debido a que sus índices CND fueron positivos y superaron el valor umbral del IBNm. Este resultado indica que ambos nutrientes se encuentran por encima del nivel de equilibrio nutricional establecido por la población de referencia. No obstante, esta clasificación no implica necesariamente toxicidad, sino que evidencia una mayor participación relativa de estos elementos dentro del balance nutricional de la planta respecto al patrón definido por las muestras de alto rendimiento.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente investigación se establecieron normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete, utilizando información foliar proveniente de parcelas productivas y aplicando el enfoque multivariante del Sistema Integrado de Diagnóstico Nutricional (CND). El procedimiento permitió identificar relaciones nutricionales de equilibrio a partir de poblaciones de alto rendimiento, generando índices capaces de diagnosticar deficiencias, excesos y estados de equilibrio nutricional en el cultivo. Estos resultados coinciden con lo señalado por Parent y Dafir (1992), quienes desarrollaron la metodología CND como una herramienta multivariante para evaluar el balance nutricional de los cultivos. Asimismo, estudios recientes realizados por Traspadini et al. (2023) y Traspadini et al. (2024) destacan que el enfoque CND continúa siendo una metodología eficiente y precisa para el diagnóstico nutricional en sistemas agrícolas modernos, debido a que considera simultáneamente la interacción entre nutrientes y permite mejorar la interpretación del estado nutricional de los cultivos.

Respecto al primer objetivo específico, relacionado con la generación de una base de datos foliar que caracterice el estado nutricional del cultivo de camote, la aplicación de la distancia de Mahalanobis permitió identificar observaciones atípicas dentro del conjunto de datos, donde un reducido número de muestras presentó valores inferiores a 0.001, siendo excluidas del análisis posterior con el fin de trabajar con una población más homogénea y consistente. Este comportamiento coincide con Mahalanobis (1936), quien describe esta distancia estadística como una herramienta eficiente para detectar observaciones alejadas del patrón multivariante de una población. De manera similar, Parent et al. (2009) señalan que la eliminación de datos atípicos mejora la precisión de las normas nutricionales y reduce posibles distorsiones en el análisis. Posteriormente, las muestras fueron clasificadas según su rendimiento utilizando como criterio la media más dos tercios de la desviación estándar, obteniéndose un valor umbral de 23.923 t ha^{-1}, a partir del cual se definió la población de alto rendimiento (PAR). Estos resultados coinciden con Khiari et al. (2001), quienes indican que la correcta selección de la subpoblación de alto rendimiento constituye un paso fundamental para obtener normas CND representativas. Asimismo, el cálculo del componente R mostró valores elevados cercanos a 900 g kg^{-1} en todas las muestras, evidenciando que la mayor proporción de la materia seca corresponde a componentes no determinados en el análisis foliar, comportamiento consistente con lo reportado por Parent y Dafir (1992), quienes señalan que el componente R permite completar el sistema composicional y

garantizar la coherencia matemática del análisis. Del mismo modo, la media geométrica presentó variaciones entre muestras, reflejando diferencias en las proporciones relativas de nutrientes dentro del sistema evaluado, coincidiendo con Aitchison (1986), quien menciona que esta herramienta permite resumir adecuadamente la composición de datos composicionales. En cuanto a las relaciones multivariantes, los valores positivos y negativos obtenidos evidenciaron diferencias en la posición relativa de los nutrientes respecto al equilibrio interno de cada muestra. Estos resultados coinciden con Serra et al. (2010), quienes señalan que la transformación logarítmica centrada permite interpretar el comportamiento relativo de los nutrientes eliminando el efecto de escala entre ellos.

En relación con el segundo objetivo específico, correspondiente a la aplicación de la metodología CND para establecer normas de diagnóstico nutricional en el cultivo de camote, las normas fueron calculadas utilizando únicamente las muestras clasificadas como de alto rendimiento (Clase A), consideradas como población de referencia. Para cada nutriente se determinaron valores promedio y desviaciones estándar de las relaciones multivariantes, los cuales representaron el comportamiento nutricional asociado a condiciones productivas favorables. Estos resultados concuerdan con Parent y Dafir (1992), quienes señalan que las normas CND deben derivarse de poblaciones de alto rendimiento, debido a que estas representan estados de equilibrio nutricional asociados a una mayor productividad del cultivo. De manera similar, Khiari et al. (2001) señalan que las medias obtenidas reflejan el balance esperado de cada nutriente, mientras que las desviaciones estándar expresan el rango de variación aceptable dentro del sistema nutricional. Asimismo, Rozane et al. (2020) mencionan que el enfoque CND presenta ventajas frente a métodos tradicionales de diagnóstico nutricional, debido a que integra simultáneamente la interacción entre nutrientes y mejora la interpretación del estado nutricional de los cultivos. Más recientemente, Traspadini et al. (2024) reportaron que las normas CND continúan mostrando alta eficiencia diagnóstica en cultivos agrícolas, permitiendo una evaluación nutricional más precisa y consistente bajo diferentes condiciones de producción. Las diferencias observadas entre los valores promedio y la dispersión de cada nutriente evidencian que no todos participan de igual manera en el equilibrio nutricional del cultivo, aspecto también reportado por Parent et al. (2013), quienes destacan el comportamiento particular de cada elemento dentro del sistema multivariante.

En cuanto al tercer objetivo específico, referido al diagnóstico del estado nutricional del cultivo de camote mediante las normas CND los resultados mostraron índices negativos, positivos

y cercanos a cero para los nutrientes evaluados. Los índices negativos indicaron posibles deficiencias nutricionales, mientras que los valores positivos reflejaron excesos relativos y los valores próximos a cero representaron condiciones de equilibrio nutricional. Estos resultados coinciden con Khiari et al. (2001), quienes señalan que los índices CND expresan el grado de desviación de un nutriente respecto a su condición considerada óptima dentro del sistema. La representación gráfica de los índices permitió visualizar el comportamiento relativo de los nutrientes, observándose que N, Cu y Zn presentaron los valores más negativos, indicando una mayor tendencia hacia condiciones de deficiencia nutricional. Por otro lado, P, Ca, S y Mn mostraron valores cercanos a cero, sugiriendo un estado relativamente equilibrado, mientras que K, Mg, Na, Cl, Fe y B presentaron valores positivos, destacando Cl y B como los nutrientes con mayor tendencia al exceso relativo. Estos resultados coinciden con Traspadini et al. (2024), quienes señalan que los índices CND permiten identificar nutrientes limitantes y establecer prioridades en el manejo nutricional de los cultivos. Asimismo, el Índice de Balance Nutricional medio (IBNm) y el Potencial de Respuesta a la Fertilización (PRA) permitieron estimar el grado general de desequilibrio nutricional y la probabilidad de respuesta del cultivo a la fertilización. Los nutrientes N, Cu y Zn fueron clasificados como deficientes (DF), indicando que podrían constituir las principales limitaciones nutricionales del cultivo de camote en la provincia de Cañete, mientras que P, K, Ca, Mg, S, Na, Mn y Fe fueron clasificados en equilibrio (EQ), y Cl y B en exceso (EX). Este comportamiento coincide con lo reportado por Passos et al. (2024), quienes señalan que la metodología CND permite identificar nutrientes en condición de deficiencia, equilibrio o exceso, facilitando la priorización de elementos con mayor probabilidad de respuesta a la fertilización y contribuyendo a una gestión nutricional más eficiente de los cultivos.

VII. CONCLUSIONES

La base de datos foliar generada permitió caracterizar la variabilidad nutricional del cultivo de camote en la zona de estudio. La aplicación de la distancia de Mahalanobis facilitó la identificación y exclusión de observaciones atípicas, mejorando la consistencia estadística de la información utilizada para el desarrollo de las normas nutricionales

Se establecieron las normas CND para el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) en la provincia de Cañete a partir de la población de alto rendimiento, conformada por 23 muestras de un total de 154 evaluadas. Las normas fueron definidas mediante la media y la desviación estándar de las relaciones multivariadas de los nutrientes, obteniéndose los siguientes valores de referencia: g_N = 2.840 ± 0.075, g_P = 0.241 ± 0.156, g_K = 2.222 ± 0.189, g_Ca = 1.816 ± 0.108, g_Mg = 0.943 ± 0.149, g_S = 0.061 ± 0.153, g_Na = 1.171 ± 0.165, g_Cl = 2.059 ± 0.222, g_Cu = -4.794 ± 0.093, g_Zn = -4.554 ± 0.089, g_Mn = -2.646 ± 0.154, g_Fe = -1.890 ± 0.246 y g_B = -3.344 ± 0.198. Estos valores constituyen el patrón de referencia nutricional para el diagnóstico del estado nutricional del cultivo mediante la metodología CND en las condiciones de la provincia de Cañete.

La aplicación de los índices CND permitió diagnosticar el balance nutricional de las muestras respecto a la población de referencia. El Índice de Balance Nutricional medio (IBNm) obtenido fue de 0.054, valor que se utilizó como umbral para interpretar el estado nutricional de los nutrientes. A partir del Potencial de Respuesta a la Fertilización (PRA), se identificó que N, Cu y Zn presentaron condición de deficiencia (DF), mientras que Cl y B fueron clasificados en exceso (EX); por su parte, P, K, Ca, Mg, S, Na, Mn y Fe permanecieron en equilibrio (EQ). Estos resultados evidencian que el método CND permite identificar objetivamente los nutrientes que requieren mayor atención en el manejo de la fertilización, priorizando aquellos con mayor probabilidad de respuesta agronómica.

VIII. RECOMENDACIONES

Extender la aplicación de la metodología CND a otros cultivos de importancia económica en la provincia de Cañete, con el propósito de generar normas nutricionales específicas para cada cultivo y fortalecer las herramientas disponibles para el diagnóstico del estado nutricional y la formulación de programas de fertilización.

Incorporar las normas e índices CND establecidos en la presente investigación como herramienta complementaria al análisis foliar convencional en la formulación de programas de fertilización del cultivo de camote, priorizando el monitoreo de los nutrientes identificados con mayor probabilidad de respuesta a la fertilización (N, Cu y Zn), con la finalidad de mejorar el equilibrio nutricional y optimizar la productividad del cultivo.

Desarrollar investigaciones que comparen la capacidad diagnóstica del método CND con otras metodologías de evaluación nutricional, como DRIS, DOP y Niveles Críticos, incorporando además análisis de respuesta agronómica y económica a la fertilización, a fin de fortalecer los criterios técnicos para la toma de decisiones en el manejo nutricional del cultivo de camote.

IX. REFERENCIAS

Aitchison, J. (1986). *The statistical analysis of compositional data.* Chapman and Hall, Ltd.

Alvarez, R., Gutiérrez Boem, F. H., & Rubio, G. (2021). *Diagnóstico de la fertilidad y recomendación de fertilización. En R. Alvarez (Ed.), Fertilidad de suelos y fertilización en la Región Pampeana* (pp. 250–262). Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Arias Galicia, F. (2007). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (5.ª ed.). Episteme.

Bonilla, J. (2009). *Manual del cultivo de camote*. https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715.pdf

Borrego, S. (2008). *Población y muestra. Revista Digital, Innovación y Experiencias Educativas, 12*(10).

Belarmino Rodrigues, J. B., da Silva, A. P., Rozane, D. E., Natale, W., & de Melo Silva, S. (2022). Leaf reference values for 'Pérola' pineapple quality using compositional nutrient diagnosis. *Journal of Plant Nutrition*, *45*(20), 3066–3079. https://doi.org/10.1080/01904167.2021.2020826

Cañas, K., González, V., & Martínez, R. (2016). *Evaluación de tres tipos de esquejes de la guía principal (apical, intermedia y basal) de tres variedades de camote (Ipomoea batatas L.) con la finalidad de determinar la mejor producción* [Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas].

Centro Internacional de la Papa (2022). *Datos y cifras de camote.* https://cipotato.org/es/sweetpotato/sweetpotato-facts-and-figures/

Chamba, L. (s.f.). *Cultivo del camote para el mercado internacional*. https://issuu.com/hugoviterodriguez/docs/cultivo-del-camote

Cobeña, G., Cañarte, E., Mendoza, A., Cárdenas, F., & Guzmán, A. (2017). *Manual técnico del cultivo de camote* (Manual N° 106). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4789

Correndo, A., & García, F. (2017). *Métodos de diagnóstico nutricional en cultivos extensivos en Argentina.* Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica, 26, 3-12.

Cusumano C. y Zamudio N. (2013). *Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de Tucumán, Argentina.* 1a. ed. - Famaillá: Ediciones INTA, 48 p.

Daros, M., Amaral Júnior, A. T., Pereira, T. N. S., Leal, N. R., Freitas, S. P., & Sediyama, T. (2002). *Caracterização morfológica de acessos de batata-doce*. Horticultura Brasileira, 20(1), 43–47.

Escalante, A. & Kohashi, J. (1993*). El rendimiento y crecimiento del frijol: manual para la toma de datos* (No. Folleto 13969). Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. Centro de Botánica. https://www.worldcat.org/title/rendimiento-y-crecimiento-del-frijol-manual-para-la-toma-de-datos/oclc/708497308#borrow

Fageria, N. K., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, *32*(6), 1044–1064. https://doi.org/10.1080/01904160902872826

Ferrández-Cámara, M., Martínez-Nicolás, J. J., Alfosea-Simón, M., Cámara-Zapata, J. M., Melgarejo Moreno, P., & García-Sánchez, F. (2021). Estimation of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS), Compositional Nutrient Diagnosis (CND) and Range of Normality (RN) Norms for Mineral Diagnosis of Almonds Trees in Spain. *Horticulturae*, *7*(11), 481. https://doi.org/10.3390/horticulturae7110481

Folquer, F. (1978). *La batata (camote): Estudio de la planta y su producción comercial*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.

Franco-Hermida, J., Quintero-Castellanos, M., Guzmán, A., Palomino, J., & Cabrera, R. (2020). *Validación de estándares de diagnóstico nutricional integrativo para rosas cortadas en invernadero.* Ciencia Hortícola , 264, 109094.

Galleguillos T., M. (2005*). Estudio de los sistemas DRIS y CND para el diagnóstico nutricional de la vid sultanina en el valle de Copiapó. Santiago*: https://hdl.handle.net/20.500.14001/40811

González-Vences, R., Cajuste-Bontemps, L., Sánchez-Escudero, J., Gómez-Merino, F. C., & Trejo-Téllez, L. I. (2024). Efficient detection of nutrient deficiencies and development of corrections in avocado through the Compositional Nutrient Diagnosis (CND). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca,* *52*(1), 13118. https://doi.org/10.15835/nbha52113118

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2007). *Análisis de datos multivariantes* (6ª ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). México: McGraw-Hill.

Hernández-Vidal, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2021). *Alcance de la investigación.* http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2792/510_06_color.pdf

Hernandez, E. ., Blanco, F. ., Veliz, F. G., Gaytán, L. ., González, A., & Valdez, R. D. . (2021). Compositional Nutrient Diagnosis (CND) Standards for Opuntia ficus-indica (L.) Miller 'Rojo Pelón' Fruiting. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, *23*, 79–93. https://doi.org/10.56890/jpacd.v23i.452

Holland, D. (1966). *The interpretation of leaf analysis.* Journal of Horticultural Science. 41:311-329. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_12/SILVIA_BORREGO_1.pdf

Huamán, Z. (1992). *Botánica sistemática y morfología de la planta de batata o camote*. Boletín de Información Técnica 25. Centro Internacional de La Papa, Lima, Perú. 22 pp. https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/botanica_camote.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2019). *Camote INIA 329 – Bicentenario*. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/656/1/Inia-Camote_INIA_329_Bicentenario-2019.pdf

INTAGRI. (2017). *El Análisis Foliar y el DRIS.* Serie Nutrición Vegetal Núm. 98. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

Julca-Izquierdo, K., Mendoza-Cerna, M., & Villagómez-Castillo, V. (2021). Factores agronómicos óptimos para la producción comercial de camote (*Ipomoea batatas* L., cv. Jonathan) en la Costa Central del Perú. *Anales Científicos, 82*(1), 141–151. https://doi.org/10.21704/ac.v82i1.1749

Khiari, L., Parent, L. E., & Tremblay, N. (2001). Selecting the high-yield subpopulation for diagnosing nutrient imbalance in crops. *Agronomy Journal, 93*(4), 802–808. https://doi.org/10.2134/agronj2001.934802x

Krug, A., Papalia, D., De Lima Marques, A., Hindersmann, J., Soares, V., Grando, D., Moura-Bueno, J., Trapp, T., Rozane, D., Natale, W., & Brunetto, G. (2023). Proposition of critical levels of nutrients in citrus leaves, grown in a subtropical climate, for fresh market fruit

production. *Scientia Horticulturae, 317*, 112047. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112047.

Lizcano Toledo, R., Saavedra Mora, D., Sánchez Trujillo, Y. D., Mello Prado, R. de, Dalmazzo Nowaki, R. H., & Barbosa da Silva Junior, G. (2018). *Diagnóstico nutricional de cultivos en Colombia*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

López, P. (2004). *Población muestra y muestreo*. *Punto Cero*, *09*(08), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

Macedo, P. (2021). *Respuesta del riego parcial en el cultivo de Camote (Ipomoea batatas) mediante el sistema de riego por goteo subterráneo* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Agraria La Molina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/ca449498-1e6a-49b4-90b9-0619e023fa32

Macías, C., Cobeña, G., Álvarez, H., Castro, L., & Cárdenas, F. (2011). *Caracterización agronómica de germoplasma de camote (Ipomoea batatas L.) en Manabí.* EspamCiencia, 2(2), 37-43. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4831

Mahalanobis, P. C. (1936). On the generalized distance in statistics. Proceedings of the National Institute of Sciences of India, 2(1), 49–55.

Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações (2.ª ed.). POTAFOS.

Martínez, H. (2012). *Metodología de la investigación (6° semestre)*. Cengage Learning. https://cengagelatam.editorialdc.com/

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2019). *Serie de estadísticas de producción agrícola*. *Perú*. *Consultado 15 de abril del 2025.* Disponible en: https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-diarios/586-agricola-2019

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2021). *Marco orientador de cultivos: Avance de campaña agrícola 2021 -2022 (ha).* Consultado 15 de abril del 2025 de: https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2022). *Boletín estadístico mensual: El agro en cifras - 2022*. https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2826318-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2022

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (2024). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/

Montañés, L., Heras, L., Abadía, J., & Sanz, M. (1993). Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from optimum percentage (DOP). *Journal of Plant Nutrition, 16*(7), 1289–1308. https://doi.org/10.1080/01904169309364613

Parent, L. E., Natale, W., & Ziadi, N. (2009). Compositional nutrient diagnosis of corn using the Mahalanobis distance as nutrient imbalance index. *Canadian Journal of Soil Science, 89*(3), 383–390. https://doi.org/10.4141/CJSS08050

Parent, L. & Dafir, M. (1992). A Theoretical Concept of Compositional Nutrient Diagnosis. *Journal of the American Society for Horticultural Science, 117*(2), 239–242. https://doi.org/10.21273/JASHS.117.2.239

Parent S-É, Parent LE, Egozcue JJ, Rozane D-E, Hernandes A, Lapointe L, Hébert-Gentile V, Naess K, Marchand S, Lafond J, Mattos Jr. D, Barlow P and Natale W (2013) The Plant Ionome Revisited by the Nutrient Balance Concept. *Front Plant Sci 4*(39). https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00039

Passos, D. d. R. C., Cecílio Filho, A. B., Soratto, R. P., Rozane, D. E., Yamane, D. R., Fernandes, A. M., Souza, E. d. F. C. d., Fernandes, F. M., Job, A. L. G., & Nascimento, C. S. (2024). Nutritional Diagnosis of Potato Crops Using the Multivariate Method. *Agronomy, 14*(7), 1500. https://doi.org/10.3390/agronomy14071500

Ramos, F., García, A., Vázquez, O., Aguilar, J., & Fuantos., J. (13 de febrero de 2019). *Diagnostica el estado nutricional de tus cultivos*. Portal frutícola. https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/02/13/diagnostica-el-estado-nutricional-de-tus-cultivos/

Rodríguez-Delfín, A., Posadas, A., & Quiroz, R. (2014). Yield and nutrient uptake in sweet potato plants grown with salt and water stress. *Revista Chapingo Serie horticultura, 20*(1), 19-28. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.01.001

Roquel Chávez, M. E. (2008). *Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (Ipomoea batata)* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio USAC. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1098_Q.pdf

Roullier, C., Duputié, A., Wennekes, P., Benoit, L., Fernández Bringas, VM, Rossel, G., Tay, D., Mckey, D., & Lebot, V. (2013). *Correction: Disentangling the Origins of Cultivated Sweet Potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.). PLoS One , 8* (10): e62707. https://doi.org/10.1371/annotation/936fe9b4-41cb-494d-87a3-a6d9a37c6c68

Rozane, D. E., Vahl de Paula, B., Wellington Bastos de Melo, G., Haitzmann dos Santos, E. M., Trentin, E., Marchezan, C., Stefanello da Silva, L. O., Tassinari, A., Dotto, L., Nunes de Oliveira, F., Natale, W., Baldi, E., Toselli, M., & Brunetto, G. (2020). Compositional Nutrient Diagnosis (CND) Applied to Grapevines Grown in Subtropical Climate Region. *Horticulturae, 6*(3), 56. https://doi.org/10.3390/horticulturae6030056

Sagastume, D. (2016). *Evaluación de densidades de siembra en la variedad de camote biofortificado icta doradobc (Ipomoea batatas l) en el municipio de San Jerónimo, Baja Verapaz e informe final de diagnóstico y servicios desarrollados en la aldea Mocohán y caserío Mocohán II, Purulhá, Baja Verapaz* [Trabajo de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala. http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5978

Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2000). *Fisiología vegetal* (4.ª ed.). Madrid: Paraninfo.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (5.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Sanchez Delgado, M. A., & Rivera Serna, L. G. (2018). Aplicación de dos modalidades de riego por goteo en el crecimiento y producción de camote (*Ipomoea batatas* L., variedad INIA 320). *Anales Científicos*, *79*(1), 144-150. https://doi.org/10.21704/ac.v79i1.1151

Saqib, M., Khalid, M., Hussain, S., & Anjum, M. (2017). Effect of water stress and planting system on growth, yield and quality of sweet potato. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 16*(6), 201-210. http://dx.doi.org/10.24326/asphc.2017.6.18

Serra, A. P., Marchetti, M. E., Vitorino, A. C. T., Novelino, J. O., & Camacho, M. A. (2010). Desenvolvimento de normas DRIS e CND e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34*(1), 97–104. https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100010

Serra, A. P., Marchetti, M. E., Ensinas, S. C., de Morais, H. S., do Amaral, V. C., Guimarães, F. C. N., & Barbosa, G. D. O. (2014). Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) to assess the nutritional state of cotton crop in Brazil. *American Journal of Plant Sciences*, *5*(4), 508-516. http://dx.doi.org/10.5772/54576

Sojikul, P., Saithong, T., Kalapanulak, S., Pisuttinusart, N., Limsirichaikul, S., Tanaka, M., Utsumi, Y., Sakurai, T., Seki, M. & Narangajavana, J. (2015). *Genome-wide analysis reveals*

phytohormone action during cassava storage root initiation. *Plant Molecular Biology, 88* (6), 531-543. https://doi.org/10.1007/s11103-015-0340-z

Soto Guevara, L. M. (1992). *El cultivo de la batata o camote (Ipomoea batatas) en Guatemala*. En G. J. Scott, J. E. Herrera, N. Espínola, M. Daza, C. Fonseca, H. Fano & M. Benavides (Eds.), Desarrollo de productos de raíces y tubérculos, volumen 2: América Latina. Taller sobre procesamiento, comercialización y utilización de raíces y tubérculos en América Latina (1991, Villa Nueva, Guatemala) (pp. 35–38). Centro Internacional de la Papa (CIP).

Squizani, W., De Paula, B., Stefanello, L., Rozane, D., De Araújo, E., Natale, W., & Brunetto, G. (2023). Assessing the nutritional status of Southern Brazilian eucalyptus plantations by the CND method. *Canadian Journal of Forest Research 53*(6): 407-415. https://doi.org/10.1139/cjfr-2022-0210

Srisuwan, S., Sihachakr, D., Martín, J., Vallès, J., Ressayre, A., Brown, S. C., & Siljak-Yakovlev, S. (2019). Change in nuclear DNA content and pollen size with polyploidisation in the sweet potato (*Ipomoea batatas*, *Convolvulaceae*) complex. *Plant Biology, 21*(2), 237-247. https://doi.org/10.1111/plb.12945

Tadayon, M. S., Saghafi, K., & Sadeghi, S. (2023). Applying the compositional nutrient diagnosis (CND) to pomegranate (*Punica granatum* cv. 'Rabab') under saline and calcareous soil condition. *Journal of Plant Nutrition*, *46*(1), 1–16. https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2067762

Tadayon, M., Saghafi, K., & Sadeghi, S. (2022). *Determining the compositional nutrient diagnosis (CND) norms and main nutrient interactions in "Valencia" orange orchards on calcareous soils.* Journal of Plant Nutrition, 45, 2499 - 2514. https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2063736.

Tobar, D. (2009). *Evaluación y selección de cultivares de zapallo cucúrbita moschata duchesne ex poiret con alto contenido de materia seca en fruto para consumo en fresco* [Maestría Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21821

Traspadini, E. I. F., Wadt, P. G. S., de Prado, R. M., Furtado Oliveira, D., & Campos, C. N. S. (2024). Assessing the predictive capability of N, P, and B diagnosis in cotton crop. *Scientific Reports*, *14*(1), 17085. https://doi.org/10.1038/s41598-024-67593-7

Traspadini, E. I. F., Wadt, P. G. S., de Mello Prado, R., Roque, C. G., & Wassolowski, C. R. (2023). Prescient diagnostic analysis for boron nutritional status in soy crops. *Scientific Reports*, *13*(1), 2281.. https://doi.org/10.1038/s41598-022-26263-2

Trelles, A., & Gómez, L. (2016). *Manual de nutrición vegetal: macro y micronutrientes esenciales*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (2022, 11 de junio). *Ipomoea batatas (L.) Lam.* http://www.tropicos.org/Name/8500721

Valverde Reyes, N. (2023*). Sostenibilidad del cultivo de Camote (Ipomoea batatas L.) en el valle de Cañete, Perú.* Universidad Nacional Agraria La Molina.

Valverde-Reyes, N., & Pinedo-Taco, R. (2022). Índice de sostenibilidad de la producción de camote (*Ipomoea Batatas* Lam.): Análisis multivariado. *Tropical and Subtropical Agroecosystems, 25*(3),128. http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4295

Vidal, A. R., Zaucedo-Zuñiga, A. L., & de Lorena Ramos-García, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (Ipomoea batatas L.) y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2). [fecha de Consulta 15 de abril de 2025]. ISSN: 1665-0204. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001

Wadt, P. G. S. (2005). *Monitoramento nutricional*. Rio Branco: Embrapa Acre.

Zambrano, E., Hwan, C., & Cobeña, G. (2024). *Manejo fitotécnico del cultivo de camote*. En Cobeña, G.; Ortiz, X.; Duicela, L.; Zambrano, E. y Ruilova, F (Eds.), cultivo de camote en ecuador (pp. 67–81). CIDEPRO.

Zhang, F. S., Cui, Z. L., & Zhang, W. F. (2014). Managing nutrient for both food security and environmental sustainability in China: an experiment for the world. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, *1*(1), 53-61. Doi: 10.15302/J-FASE-2014006

X. ANEXOS

Anexo 01. Datos de análisis foliar 160 muestras.

			t ha^{-1}	% PPM												
Origen	**Muestra**	**Distrito**	**Rendimiento**	**N**	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**	**Na**	**Cl**	**Cu**	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**B**
UC	1	San Luis	21.1	5.06	0.30	1.40	1.04	0.46	0.24	1.10	2.17	24.05	33.95	169.80	58.00	172.00
UC	2	San Vicente	22.3	4.57	0.20	1.09	1.06	0.57	0.19	1.22	0.70	18.85	20.55	121.85	114.10	105.00
UC	3	San Luis	23.1	4.60	0.21	1.27	1.40	0.66	0.21	1.19	0.94	16.95	22.55	179.40	80.60	83.00
UC	4	San Luis	22.6	4.43	0.26	1.24	1.07	0.57	0.25	1.09	1.30	18.55	19.20	83.50	91.65	123.00
UC	5	San Luis	23.1	4.01	0.30	1.94	0.89	0.40	0.23	1.26	1.40	19.25	18.60	99.90	98.20	82.00
UC	6	San Luis	20.7	3.89	0.22	2.48	0.82	0.39	0.17	0.28	0.50	14.35	21.35	41.50	59.30	133.00
UC	7	San Luis	19.4	4.06	0.26	1.14	0.55	0.34	0.27	1.97	1.44	18.35	17.60	56.50	86.35	131.00
UC	8	Nuevo Imperial	20.5	5.16	0.29	2.80	1.01	0.47	0.22	0.44	0.52	20.30	27.65	77.35	109.85	82.00
UC	9	Nuevo Imperial	20.3	4.99	0.29	2.53	1.00	0.44	0.23	0.37	0.42	18.00	25.45	65.60	103.15	94.00
UC	10	Nuevo Imperial	19.1	3.83	0.23	2.20	0.87	0.33	0.24	0.18	0.28	10.60	17.95	58.85	83.25	112.00
UC	11	Nuevo Imperial	22.2	4.78	0.33	3.62	1.06	0.45	0.23	0.32	0.46	48.60	22.60	115.30	108.60	97.00
UC	12	San Luis	19.9	3.66	0.26	1.55	0.67	0.34	0.27	0.81	0.78	15.65	18.25	67.40	80.15	151.00
UC	13	San Luis	19.3	3.75	0.25	1.66	1.17	0.45	0.28	0.77	0.86	17.45	17.10	108.50	104.30	151.00
UC	14	San Luis	20.1	3.46	0.22	2.62	0.95	0.24	0.26	0.28	0.48	14.25	14.50	57.95	72.10	108.00
UC	15	Cerro Azul	20.7	4.31	0.28	1.01	1.02	0.69	0.45	1.90	1.48	25.45	31.55	82.50	61.45	311.00
UC	16	Cerro Azul	18.9	3.88	0.23	1.31	0.64	0.40	0.26	1.55	1.20	18.60	19.10	45.85	134.50	213.00
UC	17	San Luis	19.4	3.69	0.23	1.42	1.18	0.57	0.20	0.73	0.92	12.90	37.00	84.15	108.75	129.00
UC	18	San Luis	23.3	4.22	0.20	1.92	0.94	0.44	0.19	0.80	0.78	15.10	22.05	92.50	78.60	103.00
UC	19	Quilmana	19.9	3.38	0.31	1.80	0.74	0.30	0.17	0.37	0.52	12.20	17.10	46.90	65.15	66.00
UC	20	Quilmana	22.3	4.07	0.25	1.54	1.02	0.60	0.19	0.37	0.40	10.60	25.40	83.85	97.20	323.00
UC	21	Imperial	22.5	4.42	0.32	2.31	0.87	0.38	0.23	0.74	0.70	14.90	20.40	108.40	96.70	93.00
UC	22	San Luis	22.8	4.29	0.29	1.52	1.20	0.69	0.23	1.09	1.14	18.90	23.80	116.00	73.35	148.00
UC	23	San Luis	23.7	5.05	0.37	2.40	1.11	0.51	0.20	0.90	1.06	17.90	24.00	117.30	94.90	82.00
UC	24	San Vicente	20.1	3.45	0.38	2.73	0.89	0.38	0.21	0.28	0.35	11.30	15.95	68.95	74.45	104.00
UC	25	Cerro Azul	20.4	4.59	0.31	1.60	1.02	0.50	0.31	1.34	1.38	22.75	23.50	72.80	69.10	214.00

UC	26	Nuevo Imperial	20.9	4.99	0.40	3.01	0.91	0.41	0.19	0.53	0.78	20.80	45.05	104.95	78.45	82.00
UC	27	Nuevo Imperial	20.5	4.72	0.28	1.97	1.43	0.55	0.22	0.43	0.62	15.55	31.05	93.25	114.40	85.00
UC	28	San Luis	22.9	4.30	0.29	1.49	1.24	0.68	0.27	1.12	1.16	17.60	26.40	129.55	78.90	92.00
UC	29	San Luis	23	4.74	0.29	1.07	1.25	0.69	0.22	1.13	0.96	22.15	30.00	113.15	105.65	139.00
UC	30	San Luis	22.8	4.32	0.27	1.46	0.80	0.39	0.19	0.96	0.86	17.00	31.40	78.80	70.85	69.00
UC	31	San Luis	23.6	4.57	0.25	1.29	1.01	0.52	0.21	1.15	1.16	17.40	22.95	106.55	92.60	82.00
UC	32	San Luis	23.2	4.30	0.30	1.69	1.01	0.58	0.21	1.20	1.18	17.05	25.20	107.65	97.55	116.00
UC	33	San Luis	22.8	4.88	0.33	2.09	0.75	0.48	0.23	1.56	1.90	19.40	35.35	104.50	93.30	92.00
UC	34	San Luis	23.1	4.62	0.30	1.47	1.19	0.63	0.27	1.38	1.18	21.60	30.60	139.70	95.50	114.00
UC	35	San Luis	23.6	4.81	0.32	1.72	0.90	0.44	0.22	1.01	0.92	19.55	31.65	121.45	91.45	106.00
UC	36	San Luis	23.2	4.94	0.36	3.25	0.79	0.36	0.25	0.29	0.68	13.70	23.90	88.15	92.40	82.00
UC	37	Nuevo Imperial	21.7	4.76	0.31	2.81	1.21	0.48	0.23	0.44	0.68	10.85	25.40	97.15	95.75	75.00
UC	38	Nuevo Imperial	23.1	4.99	0.35	3.92	1.30	0.41	0.28	0.31	0.60	10.45	23.30	63.45	95.65	76.00
UC	39	Cerro Azul	19.8	3.88	0.33	1.26	0.80	0.58	0.38	1.59	1.64	20.20	25.55	112.15	88.25	181.00
UC	40	Nuevo Imperial	21	4.52	0.27	2.07	1.96	0.71	0.22	0.76	0.60	18.15	26.15	155.80	152.15	107.00
UC	41	Nuevo Imperial	18.2	3.91	0.14	1.66	1.51	0.41	0.12	0.50	0.50	13.75	19.55	106.15	108.25	55.00
UC	42	Quilmana	22.5	3.85	0.24	2.87	0.97	0.31	0.15	0.34	0.72	24.60	18.95	67.35	155.15	91.00
UC	43	Quilmana	19.4	4.99	0.13	3.03	2.88	0.80	0.15	0.34	0.48	12.05	25.40	140.05	147.35	90.00
UC	44	San Luis	22.5	4.42	0.26	1.70	0.94	0.35	0.12	0.43	0.86	21.00	24.70	74.50	85.60	96.00
UC	45	San Luis	21.8	4.68	0.25	1.10	1.00	0.47	0.17	1.00	1.32	23.75	24.55	82.75	99.75	104.00
UC	46	San Luis	22.6	4.69	0.35	2.41	1.27	0.46	0.10	0.55	1.00	20.20	31.95	99.05	83.60	59.00
UC	47	San Luis	22.4	4.75	0.28	1.18	1.06	0.56	0.16	1.10	1.18	22.40	33.95	128.00	96.05	100.00
UC	48	San Luis	22.1	4.96	0.28	1.27	1.13	0.50	0.18	0.99	1.14	21.50	35.40	110.90	94.45	87.00
UC	49	San Luis	22.1	4.68	0.25	1.53	1.06	0.59	0.18	1.54	1.72	23.35	32.15	160.90	101.80	79.00
UC	50	San Luis	19.9	5.01	0.23	1.44	1.09	0.59	0.18	1.32	1.46	22.00	27.75	108.40	138.55	83.00
UC	51	San Luis	22.3	4.65	0.41	1.63	0.89	0.41	0.22	1.50	1.52	23.35	27.70	68.15	165.30	118.00
UC	52	San Luis	23.4	4.73	0.19	1.16	1.49	0.55	0.15	0.65	1.36	22.15	28.85	100.30	120.05	88.00
UC	53	San Luis	21.8	5.02	0.32	1.68	1.42	0.63	0.15	1.18	1.00	19.25	22.20	80.95	172.05	249.00
UC	54	Cerro Azul	22.2	4.39	0.26	2.60	1.36	0.56	0.25	0.95	1.48	17.85	42.30	68.40	138.40	86.00
UC	55	San Luis	20.9	5.87	0.46	2.34	1.49	0.77	0.22	1.45	1.52	32.70	40.60	96.30	177.85	94.00
UC	56	San Luis	23.2	5.66	0.37	2.18	1.26	0.68	0.27	1.24	1.42	27.90	43.65	127.10	101.25	117.00

UC	57	San Luis	23.2	5.40	0.37	2.17	1.39	0.62	0.18	1.07	1.34	29.60	35.20	174.05	97.70	84.00
UC	58	Imperial	22.1	4.75	0.36	2.87	1.28	0.51	0.18	0.65	0.76	16.60	22.50	105.25	99.70	82.00
UC	59	Imperial	22.9	4.66	0.24	2.44	2.03	0.73	0.20	0.97	1.00	9.55	21.65	127.60	133.55	73.00
UC	60	Nuevo Imperial	22.1	5.74	0.38	2.49	1.25	0.51	0.19	0.60	0.58	17.35	28.25	34.90	109.80	68.00
UE	61	B1 T1 61	14.6	4.07	0.39	2.86	1.73	0.63	0.32	0.84	1.12	19.80	24.60	164.70	207.15	96.00
UE	62	B1 T2 62	21.9	3.79	0.41	2.33	1.59	0.58	0.34	0.75	1.96	19.15	22.80	158.10	276.25	101.00
UE	63	B1 T3 63	20.1	3.99	0.38	2.78	1.30	0.50	0.29	0.70	1.01	18.00	22.35	126.90	161.50	94.00
UE	64	B1 T4 64	18.9	4.13	0.37	3.03	1.26	0.53	0.25	0.73	2.08	17.40	23.35	125.15	110.35	85.00
UE	65	B1 T5 65	21.8	4.20	0.38	3.10	1.32	0.52	0.24	0.71	1.88	18.20	21.75	119.85	121.25	94.00
UE	66	B1 T6 66	16.9	4.13	0.38	2.66	1.18	0.49	0.25	0.62	1.52	19.10	22.90	133.40	150.30	96.00
UE	67	B1 T7 67	27.2	4.42	0.37	2.60	1.57	0.67	0.28	0.76	1.80	20.90	25.15	189.30	296.50	106.00
UE	68	B1 T8 68	25.1	4.63	0.40	2.32	1.63	0.73	0.32	0.77	1.96	21.35	26.45	202.70	315.25	116.00
UE	69	B1 T9 69	26.9	4.71	0.38	2.23	1.73	0.77	0.33	0.87	1.96	21.25	27.80	236.75	343.15	101.00
UE	70	B1 T10 70	25.2	4.82	0.37	2.67	1.45	0.65	0.29	0.83	1.64	21.50	28.60	181.60	285.50	102.00
UE	71	B1 T11 71	28.8	4.11	0.32	2.63	1.71	0.71	0.32	0.79	1.76	21.00	25.55	220.00	288.00	113.00
UE	72	B1 T12 72	25.8	4.21	0.34	2.55	1.80	0.76	0.32	0.88	2.21	20.00	24.35	207.90	300.75	110.00
UE	73	B1 T13 73	15.4	4.40	0.29	2.77	1.46	0.55	0.22	0.84	1.96	19.30	24.05	164.95	200.85	89.00
UE	74	B1 T14 74	16.7	4.50	0.31	2.57	1.57	0.55	0.23	0.87	1.60	18.55	25.25	196.50	220.50	95.00
UE	75	B1 T15 75	14.9	4.60	0.29	2.43	1.34	0.53	0.18	0.79	1.72	19.15	24.35	175.90	179.65	91.00
UE	76	B1 T16 76	15.2	4.49	0.32	3.32	1.09	0.46	0.18	0.77	1.96	16.55	23.35	134.20	128.10	80.00
UE	77	B2 T16 77	15.9	3.86	0.20	2.80	1.02	0.44	0.22	0.68	1.96	18.70	23.90	106.20	129.20	86.00
UE	78	B2 T15 78	13.4	4.13	0.27	2.87	1.10	0.45	0.18	0.70	2.21	18.35	24.10	122.45	143.05	85.00
UE	79	B2 T14 79	15.8	4.05	0.30	2.93	1.09	0.46	0.22	0.67	1.60	18.25	23.70	106.25	115.35	84.00
UE	80	B2 T13 80	16.1	3.95	0.34	2.98	1.26	0.49	0.22	0.65	1.72	17.25	24.65	117.10	173.55	86.00
UE	81	B2 T12 81	25.2	3.68	0.28	2.49	1.49	0.46	0.21	0.65	1.92	16.65	23.30	143.05	359.30	85.00
UE	82	B2 T11 82	21.3	4.23	0.27	2.84	1.65	0.59	0.22	0.92	1.92	19.85	24.90	152.60	159.15	88.00
UE	83	B2 T10 83	25.8	4.22	0.34	2.16	1.43	0.64	0.25	0.71	1.40	19.50	23.95	173.10	303.00	107.00
UE	84	B2 T9 84	26.4	4.07	0.32	2.06	1.71	0.71	0.30	0.82	1.56	21.35	24.75	216.30	309.25	125.00
UE	85	B2 T8 85	23.1	4.64	0.31	2.44	1.41	0.64	0.27	0.91	1.72	19.65	25.45	157.50	188.90	102.00
UE	86	B2 T7 86	23.4	4.49	0.26	2.12	1.29	0.66	0.25	0.91	2.04	21.20	24.65	168.30	196.75	104.00
UE	87	B2 T6 87	17.3	4.36	0.28	2.19	1.25	0.65	0.24	0.78	2.08	20.80	25.20	163.35	213.10	114.00

UE	88	B2 T5 88	29.8	3.95	0.28	1.88	1.70	0.87	0.31	0.80	1.88	19.95	23.50	211.30	384.00	109.00
UE	89	B2 T4 89	19.3	4.20	0.31	2.29	1.27	0.65	0.28	0.86	2.00	17.75	22.25	151.95	296.75	96.00
UE	90	B2 T3 90	20.8	4.29	0.28	2.21	1.29	0.68	0.26	0.76	2.00	19.30	22.10	179.25	305.25	103.00
UE	91	B2 T2 91	21.6	3.76	0.40	2.54	1.34	0.57	0.35	0.76	1.72	18.70	22.55	155.20	271.75	99.00
UE	92	B2 T1 92	14.1	3.65	0.45	3.57	1.29	0.53	0.35	0.72	2.13	16.65	23.00	123.40	181.15	92.00
UE	93	B3 T10 93	21.8	4.29	0.31	2.24	1.20	0.46	0.22	0.61	1.36	20.60	27.00	140.55	163.35	86.00
UE	94	B3 T11 94	22.4	4.28	0.32	2.27	1.25	0.47	0.17	0.66	1.40	19.90	24.85	145.20	132.80	88.00
UE	95	B3 T12 95	22.3	4.37	0.30	2.37	1.19	0.47	0.17	0.61	1.12	16.80	23.45	119.85	131.15	79.00
UE	96	B3 T13 96	14.9	4.46	0.32	2.35	1.08	0.46	0.18	0.67	1.44	19.20	23.70	108.65	115.95	84.00
UE	97	B3 T14 97	16.3	4.42	0.29	2.26	1.13	0.49	0.18	0.79	1.20	18.15	22.90	111.75	127.20	88.00
UE	98	B3 T15 98	12.8	4.44	0.29	2.02	1.13	0.49	0.18	0.74	1.24	17.50	22.10	117.90	119.45	86.00
UE	99	B3 T16 99	14.8	4.14	0.31	2.20	0.95	0.45	0.18	0.64	1.24	16.80	23.50	111.15	106.70	83.00
UE	100	B3 T1 100	13.9	4.22	0.32	2.10	1.14	0.51	0.20	0.71	1.24	18.30	20.90	158.30	122.40	88.00
UE	101	B3 T2 101	19.9	3.98	0.30	2.25	1.12	0.57	0.21	0.77	1.56	21.50	23.65	147.20	139.60	76.00
UE	102	B3 T3 102	21.4	4.14	0.26	2.36	1.01	0.52	0.18	0.72	1.76	19.95	22.40	123.45	148.05	73.00
UE	103	B3 T4 103	20.1	4.20	0.29	2.40	1.15	0.62	0.19	0.81	2.00	21.35	23.00	138.65	163.85	74.00
UE	104	B3 T5 104	22.4	4.22	0.30	2.54	1.29	0.68	0.21	0.91	2.17	19.85	24.20	145.70	182.30	74.00
UE	105	B3 T6 105	17.8	4.27	0.28	2.52	1.04	0.56	0.19	0.83	1.88	19.00	22.20	119.20	136.05	68.00
UE	106	B3 T7 106	23	4.07	0.29	2.30	1.40	0.66	0.18	0.77	1.80	18.40	23.35	154.35	166.60	72.00
UE	107	B3 T8 107	20.9	4.19	0.26	2.26	1.56	0.70	0.22	0.86	2.49	19.55	22.80	189.55	162.55	80.00
UE	108	B3 T9 108	20.8	4.34	0.34	3.39	1.20	0.61	0.18	0.92	1.68	17.55	25.15	130.35	148.10	76.00
UE	109	B1 T1 109	13.2	4.79	0.29	2.65	1.20	0.47	0.22	0.84	2.61	21.25	32.85	116.15	154.50	56.50
UE	110	B1 T2 110	21.2	4.82	0.27	1.73	1.31	0.51	0.26	0.90	2.61	24.05	30.75	156.35	261.20	63.50
UE	111	B1 T3 111	23.6	4.64	0.29	1.91	1.47	0.60	0.21	0.83	2.77	20.60	28.45	125.40	247.55	69.50
UE	112	B1 T4 112	22.8	5.21	0.31	1.35	1.20	0.45	0.23	0.66	2.57	21.30	28.05	110.20	275.00	59.50
UE	113	B1 T5 113	21.2	4.84	0.30	1.66	1.23	0.53	0.23	0.77	2.61	24.25	29.55	133.00	321.95	61.50
UE	114	B1 T6 114	28.1	4.55	0.28	2.29	1.67	0.65	0.24	1.02	2.17	21.85	28.50	111.95	409.50	76.50
UE	115	B1 T7 115	15.2	4.43	0.23	1.57	1.54	0.57	0.23	0.91	2.77	24.00	26.80	136.90	257.40	60.50
UE	116	B1 T8 116	20.1	4.28	0.24	1.36	1.03	0.41	0.22	0.70	2.89	23.00	27.35	133.55	261.95	60.00
UE	117	B1 T9 117	19.2	4.68	0.19	1.70	1.74	0.72	0.24	1.02	3.01	21.70	25.95	143.90	329.15	68.00
UE	118	B1 T10 118	16.8	4.07	0.24	1.20	1.00	0.36	0.24	0.58	2.85	22.45	28.25	124.05	281.65	56.00

UE	119	B1 T11 119	30.1	4.23	0.23	2.44	1.99	0.76	0.26	1.18	3.17	19.30	26.45	140.90	484.00	77.00
UE	120	B1 T12 120	32.6	4.08	0.26	1.12	1.06	0.38	0.24	0.57	3.01	22.05	28.00	159.80	537.25	49.00
UE	121	B1 T13 121	26.7	4.49	0.23	2.82	1.80	0.72	0.22	1.22	3.05	20.00	29.15	165.15	496.00	70.00
UC	122	Nuevo Imperial	23.6	4.56	0.27	2.34	2.28	0.67	0.16	0.52	0.46	15.05	19.60	98.55	118.85	96.90
UE	123	B1 T15 123	22.9	4.63	0.27	2.30	1.56	0.64	0.20	0.98	2.49	19.35	27.60	157.55	263.40	61.00
UE	124	B1 T16 124	27.8	4.90	0.28	2.41	1.55	0.64	0.16	1.07	2.21	20.60	28.55	167.35	405.00	63.50
UE	125	B2 T16 125	20.9	3.48	0.30	2.64	1.40	0.50	0.19	0.80	1.76	20.95	23.60	174.65	160.60	66.00
UE	126	B2 T15 126	23.1	4.39	0.29	3.30	1.29	0.44	0.24	0.74	1.80	21.30	25.75	157.95	164.25	67.00
UE	127	B2 T14 127	15.2	4.59	0.33	3.01	1.48	0.56	0.20	0.85	2.00	21.15	28.75	159.55	237.25	73.00
UE	128	B2 T13 128	21.7	4.33	0.31	2.04	0.89	0.34	0.19	0.61	1.67	19.90	24.55	102.45	154.30	61.50
UE	129	B2 T12 129	22.8	4.38	0.34	2.27	1.34	0.52	0.20	0.71	2.04	23.65	30.20	142.45	274.85	71.50
UE	130	B2 T11 130	29.8	3.94	0.30	1.88	1.47	0.58	0.24	0.66	1.56	22.95	24.70	156.05	488.00	75.00
UE	131	B2 T10 131	16.6	3.85	0.25	1.98	2.12	0.88	0.24	0.91	2.33	21.10	22.85	191.75	295.35	85.50
UE	132	B2 T9 132	20.1	4.13	0.27	2.70	1.60	0.58	0.21	0.78	2.17	20.00	24.30	134.45	311.20	72.00
UE	133	B2 T8 133	27.5	4.03	0.30	1.92	1.06	0.42	0.25	0.57	1.92	20.75	26.70	135.55	389.75	69.50
UE	134	B2 T7 134	15.6	4.65	0.30	3.17	1.32	0.53	0.20	0.73	1.56	20.75	26.35	127.40	187.55	69.00
UE	135	B2 T6 135	23.3	4.10	0.27	1.79	1.31	0.52	0.24	0.68	1.92	20.40	25.15	167.40	332.60	71.50
UE	136	B2 T5 136	21.8	4.11	0.29	2.34	1.72	0.72	0.24	0.92	2.34	20.60	21.05	168.10	217.55	79.50
UE	137	B2 T4 137	23.2	4.22	0.29	2.78	1.52	0.65	0.20	0.85	2.00	18.45	24.15	172.35	242.70	78.00
UE	138	B2 T3 138	23.5	4.04	0.26	2.18	1.55	0.65	0.23	0.74	2.08	19.70	22.65	200.30	315.40	69.50
UE	139	B2 T2 139	20.9	4.30	0.28	2.70	1.74	0.66	0.21	0.77	1.76	21.70	27.10	180.35	226.50	69.50
UE	140	B2 T1 140	13.9	4.55	0.28	2.27	1.10	0.45	0.20	0.59	2.25	20.60	26.50	172.70	210.90	64.50
UE	141	B3 T10 141	16.9	4.13	0.14	1.52	0.46	0.21	0.10	0.33	1.80	8.45	10.70	61.75	82.25	51.50
UE	142	B3 T11 142	30.5	4.20	0.30	2.98	1.40	0.56	0.24	0.81	1.64	21.40	26.80	173.35	291.05	74.00
UE	143	B3 T12 143	30.9	4.44	0.29	2.35	1.48	0.57	0.26	0.77	1.64	20.95	25.50	186.70	455.00	75.00
UE	144	B3 T13 144	26.3	4.36	0.28	2.29	1.27	0.47	0.22	0.66	1.80	21.40	80.83	154.25	420.25	67.00
UE	145	B3 T14 145	15.9	4.41	0.34	2.93	1.29	0.55	0.26	0.75	1.72	21.55	30.10	157.70	240.35	75.00
UE	146	B3 T15 146	28.1	3.81	0.37	1.64	1.20	0.50	0.30	0.57	1.44	20.20	25.15	191.95	549.50	78.50
UE	147	B3 T16 147	23.1	4.33	0.36	2.63	1.30	0.52	0.25	0.70	1.32	21.60	27.30	149.90	257.20	77.00
UE	148	B3 T1 148	14.1	3.99	0.37	2.56	1.22	0.56	0.28	0.69	1.92	19.60	14.10	157.90	274.00	75.50
UE	149	B3 T2 149	22.7	4.28	0.32	2.52	1.29	0.64	0.23	0.84	2.13	20.30	27.15	169.35	349.85	89.00

UE	150	B3 T3 150	24.2	3.99	0.35	2.62	1.40	0.68	0.29	0.80	1.68	19.35	24.15	175.65	315.55	87.00
UE	151	B3 T4 151	25.9	3.87	0.37	2.54	1.69	0.82	0.27	0.82	2.21	18.90	25.25	189.35	364.50	101.00
UE	152	B3 T5 152	26.4	4.11	0.35	2.84	1.33	0.62	0.22	0.76	1.88	19.35	26.65	153.65	399.00	84.00
UE	153	B3 T6 153	21.8	5.02	0.32	1.68	1.42	0.63	0.15	1.18	1.00	19.25	22.20	80.95	172.05	249.00
UE	154	B3 T7 154	14.9	3.96	0.39	3.04	1.26	0.58	0.22	0.78	1.92	17.05	20.75	141.75	188.15	75.00
UE	155	B3 T8 155	20.9	4.08	0.32	2.97	1.41	0.63	0.21	0.86	2.08	17.55	21.95	144.30	185.50	71.00
UE	156	B3 T9 156	19.8	4.29	0.26	2.91	1.34	0.55	0.18	0.81	1.68	17.95	21.00	157.90	170.35	73.00
UC	157	Imperial	20.8	5.51	0.29	2.53	1.60	0.69	0.15	0.61	1.29	10.80	23.00	86.40	187.95	73.70
UC	158	Imperial	18.3	5.22	0.44	2.13	1.48	0.54	0.20	0.63	0.59	19.30	22.05	131.20	121.25	83.70
UC	159	Imperial	18.4	5.35	0.30	1.07	1.43	0.58	0.20	1.30	0.66	21.20	21.60	74.30	130.30	81.20
UC	160	Imperial	20.1	5.10	0.24	2.03	2.96	0.99	0.16	0.90	0.58	15.70	51.75	162.70	100.10	91.10

Anexo 02. Matriz de consistencia.

<table>
<tr><td>TÍTULO</td><td colspan="5">Normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (Ipomoea batatas L.) en la provincia de Cañete, Lima – Perú</td></tr>
<tr><td>Formulación del problema</td><td>Objetivos</td><td>Hipótesis</td><td>Variables</td><td>Indicadores</td><td>Diseño de la investigación</td></tr>
<tr><td>Problema general</td><td>Objetivo general</td><td>Hipótesis general</td><td rowspan="4">Variable independiente:

X: Normas CND

Variable dependiente:

Y: Diagnóstico nutricional del cultivo de camote</td><td rowspan="4">Variable independiente:
X1= Tipo de análisis estadístico aplicado
X2= Cantidad de nutrientes analizados en tejido foliar
X3=Uso de transformaciones logarítmicas centradas
X4= Interpretación multivariada de nutrientes
X5=Cálculo del índice CND y balance nutricional
X6=Uso de las normas en la toma de decisiones agronómicas</td><td rowspan="4">Tipo de investigación
Según el propósito es aplicada, según el alcance es descriptiva y según el enfoque es cuantitativo.

Diseño de investigación
Es no experimental, de corte transversal.

Población
Serán las parcelas o unidades de producción agrícola donde se cultiva</td></tr>
<tr><td>¿Cuáles son las normas CND adecuadas para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote (Ipomoea batatas L.) en la provincia de Cañete?</td><td>Establecer normas CND para el diagnóstico nutricional del cultivo de camote en la provincia de Cañete.</td><td>La determinación de las normas nutricionales permite un correcto diagnóstico de la composición nutricional del camote en la provincia de Cañete.</td></tr>
<tr><td>Problemas específicos</td><td>Objetivos específicos</td><td>Hipótesis específicas</td></tr>
<tr><td>¿Cuál es el estado nutricional actual del cultivo de camote (Ipomoea batatas L.)? en la provincia de Cañete según el análisis foliar?</td><td>Generar una base de datos foliar que caracterice el estado nutricional del cultivo de camote (Ipomoea batatas L.) en la provincia de Cañete.</td><td>La base de datos foliar refleja el estado nutricional del cultivo de camote en la provincia de Cañete.</td></tr>
</table>

¿Qué deficiencias o excesos nutricionales se identifican al aplicar las normas CND en el cultivo de camote *(Ipomoea batatas* L.*)*?	Aplicar la metodología CND para establecer normas de diagnóstico nutricional en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas L.*).	La metodología CND permite establecer normas de diagnóstico nutricional para el camote en la provincia de Cañete.		**Variable dependiente:** Y1=Concentración de nutrientes en hojas Y2=Estado nutricional del cultivo (deficiencia, suficiencia o exceso) Y3=Rendimiento estimado en función del balance nutricional Y4=Eficiencia del manejo de fertilización Y5=Índice de desequilibrio nutricional Y6= Recomendaciones técnicas emitidas tras el diagnóstico	camote *(Ipomoea batatas* L.*)* en la provincia de Cañete, en ese sentido la población constará de 1817 hectáreas. **Muestra** Aplicado la formula a una población finita, la muestra de la presente investigación será de 318 hectáreas de camote. **Estadísticos** Se realizará estadística descriptiva a través de las medidas de tendencia central, así mismo se empleará estadística inferencial a través de diversas fórmulas
¿Qué diagnóstico nutricional presenta el cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) al aplicar las normas CND desarrolladas?	Diagnosticar el estado nutricional del cultivo de camote (*Ipomoea batatas* L.) a partir de las normas CND desarrolladas.	El uso de normas CND identifica deficiencias, excesos o equilibrios de nutrientes en el cultivo de camote de la provincia de Cañete			

					para llegar al resultado final. **Resultados** Se presentará los resultados a través de gráficos y tablas, para lo cual se utilizará el software informático Microsoft Word y Excel, así como el software SPSS en su versión 27.

Anexo 03. Delimitación espacial.



Anexo 04. Informe de análisis foliar – nutricional, muestra: COD. 010 – NI.

VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
PREDIO : NUEVO IMPERIAL
MATRIZ : HOJAS DE CAMOTE

ANÁLISIS Nº : 1023-10F -2023
LUGAR : Cañete
FECHA DE RECEP. : 11/10/2023

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : COD. 010 - NI

PARAMETRO		RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total	(N_T)	3.83	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total	(P)	0.23	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total	(K)	2.20	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total	(Ca)	0.87	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total	(Mg)	0.33	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total	(S)	0.24	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total	(Na)	0.18	%	MEF - 007	FAAS
CloroTotal	(Cl)	0.28	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total	(Cu)	10.60	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total	(Zn)	17.95	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total	(Mn)	58.85	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total	(Fe)	83.25	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total	(B)	112.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:
1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohibe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA - Cañete - Valle Grande

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 I Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe I Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 05. Data general de la población de alto y bajo rendimiento (PBR y PAR).

Origen	Muestra	Distrito	Rendimiento t ha^{-1}	Clase
UC	1	San Luis	21.1	B
UC	2	San Vicente	22.3	B
UC	4	San Luis	22.6	B
UC	6	San Luis	20.7	B
UC	7	San Luis	19.4	B
UC	8	Nuevo Imperial	20.5	B
UC	9	Nuevo Imperial	20.3	B
UC	10	Nuevo Imperial	19.1	B
UC	12	San Luis	19.9	B
UC	13	San Luis	19.3	B
UC	14	San Luis	20.1	B
UC	16	Cerro Azul	18.9	B
UC	17	San Luis	19.4	B
UC	19	Quilmana	19.9	B
UC	21	Imperial	22.5	B
UC	24	San Vicente	20.1	B
UC	25	Cerro Azul	20.4	B
UC	26	Nuevo Imperial	20.9	B
UC	27	Nuevo Imperial	20.5	B
UC	37	Nuevo Imperial	21.7	B
UC	39	Cerro Azul	19.8	B
UC	40	Nuevo Imperial	21	B
UC	41	Nuevo Imperial	18.2	B
UC	42	Quilmana	22.5	B
UC	44	San Luis	22.5	B
UC	45	San Luis	21.8	B
UC	46	San Luis	22.6	B
UC	47	San Luis	22.4	B
UC	48	San Luis	22.1	B
UC	49	San Luis	22.1	B
UC	50	San Luis	19.9	B
UC	51	San Luis	22.3	B
UC	53	San Luis	21.8	B
UC	54	Cerro Azul	22.2	B
UC	55	San Luis	20.9	B
UC	58	Imperial	22.1	B
UC	60	Nuevo Imperial	22.1	B
UE	61	B1 T1 61	14.6	B

UE	62	B1 T2 62	21.9	B
UE	63	B1 T3 63	20.1	B
UE	64	B1 T4 64	18.9	B
UE	65	B1 T5 65	21.8	B
UE	66	B1 T6 66	16.9	B
UE	73	B1 T13 73	15.4	B
UE	74	B1 T14 74	16.7	B
UE	75	B1 T15 75	14.9	B
UE	76	B1 T16 76	15.2	B
UE	77	B2 T16 77	15.9	B
UE	78	B2 T15 78	13.4	B
UE	79	B2 T14 79	15.8	B
UE	80	B2 T13 80	16.1	B
UE	82	B2 T11 82	21.3	B
UE	87	B2 T6 87	17.3	B
UE	89	B2 T4 89	19.3	B
UE	90	B2 T3 90	20.8	B
UE	91	B2 T2 91	21.6	B
UE	92	B2 T1 92	14.1	B
UE	93	B3 T10 93	21.8	B
UE	94	B3 T11 94	22.4	B
UE	95	B3 T12 95	22.3	B
UE	96	B3 T13 96	14.9	B
UE	97	B3 T14 97	16.3	B
UE	98	B3 T15 98	12.8	B
UE	99	B3 T16 99	14.8	B
UE	100	B3 T1 100	13.9	B
UE	101	B3 T2 101	19.9	B
UE	102	B3 T3 102	21.4	B
UE	103	B3 T4 103	20.1	B
UE	104	B3 T5 104	22.4	B
UE	105	B3 T6 105	17.8	B
UE	107	B3 T8 107	20.9	B
UE	108	B3 T9 108	20.8	B
UE	109	B1 T1 109	13.2	B
UE	110	B1 T2 110	21.2	B
UE	113	B1 T5 113	21.2	B
UE	115	B1 T7 115	15.2	B
UE	116	B1 T8 116	20.1	B
UE	117	B1 T9 117	19.2	B
UE	118	B1 T10 118	16.8	B

UE	125	B2 T16 125	20.9	B
UE	127	B2 T14 127	15.2	B
UE	128	B2 T13 128	21.7	B
UE	131	B2 T10 131	16.6	B
UE	132	B2 T9 132	20.1	B
UE	134	B2 T7 134	15.6	B
UE	136	B2 T5 136	21.8	B
UE	139	B2 T2 139	20.9	B
UE	140	B2 T1 140	13.9	B
UE	141	B3 T10 141	16.9	B
UE	145	B3 T14 145	15.9	B
UE	148	B3 T1 148	14.1	B
UE	153	B3 T6 153	21.8	B
UE	154	B3 T7 154	14.9	B
UE	155	B3 T8 155	20.9	B
UE	156	B3 T9 156	19.8	B
UC	157	Imperial	20.8	B
UC	158	Imperial	18.3	B
UC	159	Imperial	18.4	B
UC	3	San Luis	23.1	B
UC	5	San Luis	23.1	B
UC	18	San Luis	23.3	B
UC	22	San Luis	22.8	B
UC	23	San Luis	23.7	B
UC	28	San Luis	22.9	B
UC	29	San Luis	23	B
UC	30	San Luis	22.8	B
UC	31	San Luis	23.6	B
UC	32	San Luis	23.2	B
UC	33	San Luis	22.8	B
UC	34	San Luis	23.1	B
UC	35	San Luis	23.6	B
UC	36	San Luis	23.2	B
UC	38	Nuevo Imperial	23.1	B
UC	52	San Luis	23.4	B
UC	56	San Luis	23.2	B
UC	57	San Luis	23.2	B
UC	59	Imperial	22.9	B
UE	85	B2 T8 85	23.1	B
UE	86	B2 T7 86	23.4	B
UE	106	B3 T7 106	23	B

UE	111	B1 T3 111	23.6	B
UE	112	B1 T4 112	22.8	B
UC	122	Nuevo Imperial	23.6	B
UE	123	B1 T15 123	22.9	B
UE	126	B2 T15 126	23.1	B
UE	129	B2 T12 129	22.8	B
UE	135	B2 T6 135	23.3	B
UE	137	B2 T4 137	23.2	B
UE	138	B2 T3 138	23.5	B
UE	147	B3 T16 147	23.1	B
UE	149	B3 T2 149	22.7	B
UE	67	B1 T7 67	27.2	A
UE	68	B1 T8 68	25.1	A
UE	69	B1 T9 69	26.9	A
UE	70	B1 T10 70	25.2	A
UE	71	B1 T11 71	28.8	A
UE	72	B1 T12 72	25.8	A
UE	81	B2 T12 81	25.2	A
UE	83	B2 T10 83	25.8	A
UE	84	B2 T9 84	26.4	A
UE	88	B2 T5 88	29.8	A
UE	114	B1 T6 114	28.1	A
UE	119	B1 T11 119	30.1	A
UE	120	B1 T12 120	32.6	A
UE	121	B1 T13 121	26.7	A
UE	124	B1 T16 124	27.8	A
UE	130	B2 T11 130	29.8	A
UE	133	B2 T8 133	27.5	A
UE	142	B3 T11 142	30.5	A
UE	143	B3 T12 143	30.9	A
UE	146	B3 T15 146	28.1	A
UE	150	B3 T3 150	24.2	A
UE	151	B3 T4 151	25.9	A
UE	152	B3 T5 152	26.4	A

Promedio ($\bar{x}$):	21.329
Varianza σ^2:	15.142
Des. Estan (σ)	3.891
2/3 * Des. Estan (σ)	2.594

Anexo 06. Data general del componente R.

GRAMOS/KILOGRAMOS													
N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**	**Na**	**Cl**	**Cu**	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**B**	**R**
50.600	3.000	14.000	10.400	4.600	2.400	11.000	21.700	0.024	0.034	0.170	0.058	0.172	881.842
45.700	2.000	10.900	10.600	5.700	1.900	12.200	7.000	0.019	0.021	0.122	0.114	0.105	903.620
44.300	2.600	12.400	10.700	5.700	2.500	10.900	13.000	0.019	0.019	0.084	0.092	0.123	897.564
38.900	2.200	24.800	8.200	3.900	1.700	2.800	5.000	0.014	0.021	0.042	0.059	0.133	912.231
40.600	2.600	11.400	5.500	3.400	2.700	19.700	14.400	0.018	0.018	0.057	0.086	0.131	899.390
51.600	2.900	28.000	10.100	4.700	2.200	4.400	5.200	0.020	0.028	0.077	0.110	0.082	890.583
49.900	2.900	25.300	10.000	4.400	2.300	3.700	4.200	0.018	0.025	0.066	0.103	0.094	896.994
38.300	2.300	22.000	8.700	3.300	2.400	1.800	2.800	0.011	0.018	0.059	0.083	0.112	918.117
36.600	2.600	15.500	6.700	3.400	2.700	8.100	7.800	0.016	0.018	0.067	0.080	0.151	916.268
37.500	2.500	16.600	11.700	4.500	2.800	7.700	8.600	0.017	0.017	0.109	0.104	0.151	907.702
34.600	2.200	26.200	9.500	2.400	2.600	2.800	4.800	0.014	0.015	0.058	0.072	0.108	914.633
38.800	2.300	13.100	6.400	4.000	2.600	15.500	12.000	0.019	0.019	0.046	0.135	0.213	904.869
36.900	2.300	14.200	11.800	5.700	2.000	7.300	9.200	0.013	0.037	0.084	0.109	0.129	910.228
33.800	3.100	18.000	7.400	3.000	1.700	3.700	5.200	0.012	0.017	0.047	0.065	0.066	923.893
44.200	3.200	23.100	8.700	3.800	2.300	7.400	7.000	0.015	0.020	0.108	0.097	0.093	899.967
34.500	3.800	27.300	8.900	3.800	2.100	2.800	3.500	0.011	0.016	0.069	0.074	0.104	913.025
45.900	3.100	16.000	10.200	5.000	3.100	13.400	13.800	0.023	0.024	0.073	0.069	0.214	889.098
49.900	4.000	30.100	9.100	4.100	1.900	5.300	7.800	0.021	0.045	0.105	0.078	0.082	887.469
47.200	2.800	19.700	14.300	5.500	2.200	4.300	6.200	0.016	0.031	0.093	0.114	0.085	897.461
47.600	3.100	28.100	12.100	4.800	2.300	4.400	6.800	0.011	0.025	0.097	0.096	0.075	890.496
38.800	3.300	12.600	8.000	5.800	3.800	15.900	16.400	0.020	0.026	0.112	0.088	0.181	894.973
45.200	2.700	20.700	19.600	7.100	2.200	7.600	6.000	0.018	0.026	0.156	0.152	0.107	888.441
39.100	1.400	16.600	15.100	4.100	1.200	5.000	5.000	0.014	0.020	0.106	0.108	0.055	912.197
38.500	2.400	28.700	9.700	3.100	1.500	3.400	7.200	0.025	0.019	0.067	0.155	0.091	905.143
44.200	2.600	17.000	9.400	3.500	1.200	4.300	8.600	0.021	0.025	0.075	0.086	0.096	908.898
46.800	2.500	11.000	10.000	4.700	1.700	10.000	13.200	0.024	0.025	0.083	0.100	0.104	899.765
46.900	3.500	24.100	12.700	4.600	1.000	5.500	10.000	0.020	0.032	0.099	0.084	0.059	891.406
47.500	2.800	11.800	10.600	5.600	1.600	11.000	11.800	0.022	0.034	0.128	0.096	0.100	896.920
49.600	2.800	12.700	11.300	5.000	1.800	9.900	11.400	0.022	0.035	0.111	0.094	0.087	895.151
46.800	2.500	15.300	10.600	5.900	1.800	15.400	17.200	0.023	0.032	0.161	0.102	0.079	884.103

50.100	2.300	14.400	10.900	5.900	1.800	13.200	14.600	0.022	0.028	0.108	0.139	0.083	886.420
46.500	4.100	16.300	8.900	4.100	2.200	15.000	15.200	0.023	0.028	0.068	0.165	0.118	887.298
50.200	3.200	16.800	14.200	6.300	1.500	11.800	10.000	0.019	0.022	0.081	0.172	0.249	885.457
43.900	2.600	26.000	13.600	5.600	2.500	9.500	14.800	0.018	0.042	0.068	0.138	0.086	881.147
58.700	4.600	23.400	14.900	7.700	2.200	14.500	15.200	0.033	0.041	0.096	0.178	0.094	858.359
47.500	3.600	28.700	12.800	5.100	1.800	6.500	7.600	0.017	0.023	0.105	0.100	0.082	886.074
57.400	3.800	24.900	12.500	5.100	1.900	6.000	5.800	0.017	0.028	0.035	0.110	0.068	882.342
40.700	3.900	28.600	17.300	6.300	3.200	8.400	11.200	0.020	0.025	0.165	0.207	0.096	879.888
37.900	4.100	23.300	15.900	5.800	3.400	7.500	19.600	0.019	0.023	0.158	0.276	0.101	881.923
39.900	3.800	27.800	13.000	5.000	2.900	7.000	10.100	0.018	0.022	0.127	0.162	0.094	890.077
41.300	3.700	30.300	12.600	5.300	2.500	7.300	20.800	0.017	0.023	0.125	0.110	0.085	875.839
42.000	3.800	31.000	13.200	5.200	2.400	7.100	18.800	0.018	0.022	0.120	0.121	0.094	876.125
41.300	3.800	26.600	11.800	4.900	2.500	6.200	15.200	0.019	0.023	0.133	0.150	0.096	887.278
44.000	2.900	27.700	14.600	5.500	2.200	8.400	19.600	0.019	0.024	0.165	0.201	0.089	874.602
45.000	3.100	25.700	15.700	5.500	2.300	8.700	16.000	0.019	0.025	0.197	0.221	0.095	877.444
46.000	2.900	24.300	13.400	5.300	1.800	7.900	17.200	0.019	0.024	0.176	0.180	0.091	880.710
44.900	3.200	33.200	10.900	4.600	1.800	7.700	19.600	0.017	0.023	0.134	0.128	0.080	873.718
38.600	2.000	28.000	10.200	4.400	2.200	6.800	19.600	0.019	0.024	0.106	0.129	0.086	887.836
41.300	2.700	28.700	11.000	4.500	1.800	7.000	22.100	0.018	0.024	0.122	0.143	0.085	880.507
40.500	3.000	29.300	10.900	4.600	2.200	6.700	16.000	0.018	0.024	0.106	0.115	0.084	886.452
39.500	3.400	29.800	12.600	4.900	2.200	6.500	17.200	0.017	0.025	0.117	0.174	0.086	883.481
42.300	2.700	28.400	16.500	5.900	2.200	9.200	19.200	0.020	0.025	0.153	0.159	0.088	873.156
43.600	2.800	21.900	12.500	6.500	2.400	7.800	20.800	0.021	0.025	0.163	0.213	0.114	881.164
42.000	3.100	22.900	12.700	6.500	2.800	8.600	20.000	0.018	0.022	0.152	0.297	0.096	880.815
42.900	2.800	22.100	12.900	6.800	2.600	7.600	20.000	0.019	0.022	0.179	0.305	0.103	881.671
37.600	4.000	25.400	13.400	5.700	3.500	7.600	17.200	0.019	0.023	0.155	0.272	0.099	885.033
36.500	4.500	35.700	12.900	5.300	3.500	7.200	21.300	0.017	0.023	0.123	0.181	0.092	872.664
42.900	3.100	22.400	12.000	4.600	2.200	6.100	13.600	0.021	0.027	0.141	0.163	0.086	892.663
42.800	3.200	22.700	12.500	4.700	1.700	6.600	14.000	0.020	0.025	0.145	0.133	0.088	891.389
43.700	3.000	23.700	11.900	4.700	1.700	6.100	11.200	0.017	0.023	0.120	0.131	0.079	893.630
44.600	3.200	23.500	10.800	4.600	1.800	6.700	14.400	0.019	0.024	0.109	0.116	0.084	890.049
44.200	2.900	22.600	11.300	4.900	1.800	7.900	12.000	0.018	0.023	0.112	0.127	0.088	892.032
44.400	2.900	20.200	11.300	4.900	1.800	7.400	12.400	0.018	0.022	0.118	0.119	0.086	894.337
41.400	3.100	22.000	9.500	4.500	1.800	6.400	12.400	0.017	0.024	0.111	0.107	0.083	898.559
42.200	3.200	21.000	11.400	5.100	2.000	7.100	12.400	0.018	0.021	0.158	0.122	0.088	895.192

39.800	3.000	22.500	11.200	5.700	2.100	7.700	15.600	0.022	0.024	0.147	0.140	0.076	891.992
41.400	2.600	23.600	10.100	5.200	1.800	7.200	17.600	0.020	0.022	0.123	0.148	0.073	890.113
42.000	2.900	24.000	11.500	6.200	1.900	8.100	20.000	0.021	0.023	0.139	0.164	0.074	882.979
42.200	3.000	25.400	12.900	6.800	2.100	9.100	21.700	0.020	0.024	0.146	0.182	0.074	876.354
42.700	2.800	25.200	10.400	5.600	1.900	8.300	18.800	0.019	0.022	0.119	0.136	0.068	883.936
41.900	2.600	22.600	15.600	7.000	2.200	8.600	24.900	0.020	0.023	0.190	0.163	0.080	874.126
43.400	3.400	33.900	12.000	6.100	1.800	9.200	16.800	0.018	0.025	0.130	0.148	0.076	873.003
47.900	2.900	26.500	12.000	4.700	2.200	8.400	26.100	0.021	0.033	0.116	0.155	0.057	868.919
48.200	2.700	17.300	13.100	5.100	2.600	9.000	26.100	0.024	0.031	0.156	0.261	0.064	875.364
48.400	3.000	16.600	12.300	5.300	2.300	7.700	26.100	0.024	0.030	0.133	0.322	0.062	877.730
44.300	2.300	15.700	15.400	5.700	2.300	9.100	27.700	0.024	0.027	0.137	0.257	0.061	876.994
42.800	2.400	13.600	10.300	4.100	2.200	7.000	28.900	0.023	0.027	0.134	0.262	0.060	888.194
46.800	1.900	17.000	17.400	7.200	2.400	10.200	30.100	0.022	0.026	0.144	0.329	0.068	866.411
40.700	2.400	12.000	10.000	3.600	2.400	5.800	28.500	0.022	0.028	0.124	0.282	0.056	894.088
34.800	3.000	26.400	14.000	5.000	1.900	8.000	17.600	0.021	0.024	0.175	0.161	0.066	888.854
45.900	3.300	30.100	14.800	5.600	2.000	8.500	20.000	0.021	0.029	0.160	0.237	0.073	869.280
43.300	3.100	20.400	8.900	3.400	1.900	6.100	16.700	0.020	0.025	0.102	0.154	0.062	895.837
38.500	2.500	19.800	21.200	8.800	2.400	9.100	23.300	0.021	0.023	0.192	0.295	0.086	873.783
41.300	2.700	27.000	16.000	5.800	2.100	7.800	21.700	0.020	0.024	0.134	0.311	0.072	875.038
46.500	3.000	31.700	13.200	5.300	2.000	7.300	15.600	0.021	0.026	0.127	0.188	0.069	874.969
41.100	2.900	23.400	17.200	7.200	2.400	9.200	23.400	0.021	0.021	0.168	0.218	0.080	872.693
43.000	2.800	27.000	17.400	6.600	2.100	7.700	17.600	0.022	0.027	0.180	0.227	0.070	875.275
45.500	2.800	22.700	11.000	4.500	2.000	5.900	22.500	0.021	0.027	0.173	0.211	0.065	882.605
41.300	1.400	15.200	4.600	2.100	1.000	3.300	18.000	0.008	0.011	0.062	0.082	0.052	912.885
44.100	3.400	29.300	12.900	5.500	2.600	7.500	17.200	0.022	0.030	0.158	0.240	0.075	876.975
39.900	3.700	25.600	12.200	5.600	2.800	6.900	19.200	0.020	0.014	0.158	0.274	0.076	883.559
50.200	3.200	16.800	14.200	6.300	1.500	11.800	10.000	0.019	0.022	0.081	0.172	0.249	885.457
39.600	3.900	30.400	12.600	5.800	2.200	7.800	19.200	0.017	0.021	0.142	0.188	0.075	878.057
40.800	3.200	29.700	14.100	6.300	2.100	8.600	20.800	0.018	0.022	0.144	0.186	0.071	873.960
42.900	2.600	29.100	13.400	5.500	1.800	8.100	16.800	0.018	0.021	0.158	0.170	0.073	879.360
55.100	2.900	25.300	16.000	6.900	1.500	6.100	12.900	0.011	0.023	0.086	0.188	0.074	872.918
52.200	4.400	21.300	14.800	5.400	2.000	6.300	5.900	0.019	0.022	0.131	0.121	0.084	887.323
53.500	3.000	10.700	14.300	5.800	2.000	13.000	6.600	0.021	0.022	0.074	0.130	0.081	890.771
46.000	2.100	12.700	14.000	6.600	2.100	11.900	9.400	0.017	0.023	0.179	0.081	0.083	894.818
40.100	3.000	19.400	8.900	4.000	2.300	12.600	14.000	0.019	0.019	0.100	0.098	0.082	895.382

42.200	2.000	19.200	9.400	4.400	1.900	8.000	7.800	0.015	0.022	0.093	0.079	0.103	904.789
42.900	2.900	15.200	12.000	6.900	2.300	10.900	11.400	0.019	0.024	0.116	0.073	0.148	895.120
50.500	3.700	24.000	11.100	5.100	2.000	9.000	10.600	0.018	0.024	0.117	0.095	0.082	883.664
43.000	2.900	14.900	12.400	6.800	2.700	11.200	11.600	0.018	0.026	0.130	0.079	0.092	894.156
47.400	2.900	10.700	12.500	6.900	2.200	11.300	9.600	0.022	0.030	0.113	0.106	0.139	896.090
43.200	2.700	14.600	8.000	3.900	1.900	9.600	8.600	0.017	0.031	0.079	0.071	0.069	907.233
45.700	2.500	12.900	10.100	5.200	2.100	11.500	11.600	0.017	0.023	0.107	0.093	0.082	898.079
43.000	3.000	16.900	10.100	5.800	2.100	12.000	11.800	0.017	0.025	0.108	0.098	0.116	894.937
48.800	3.300	20.900	7.500	4.800	2.300	15.600	19.000	0.019	0.035	0.105	0.093	0.092	877.455
46.200	3.000	14.700	11.900	6.300	2.700	13.800	11.800	0.022	0.031	0.140	0.096	0.114	889.199
48.100	3.200	17.200	9.000	4.400	2.200	10.100	9.200	0.020	0.032	0.121	0.091	0.106	896.230
49.400	3.600	32.500	7.900	3.600	2.500	2.900	6.800	0.014	0.024	0.088	0.092	0.082	890.500
49.900	3.500	39.200	13.000	4.100	2.800	3.100	6.000	0.010	0.023	0.063	0.096	0.076	878.131
47.300	1.900	11.600	14.900	5.500	1.500	6.500	13.600	0.022	0.029	0.100	0.120	0.088	896.841
56.600	3.700	21.800	12.600	6.800	2.700	12.400	14.200	0.028	0.044	0.127	0.101	0.117	868.783
54.000	3.700	21.700	13.900	6.200	1.800	10.700	13.400	0.030	0.035	0.174	0.098	0.084	874.179
46.600	2.400	24.400	20.300	7.300	2.000	9.700	10.000	0.010	0.022	0.128	0.134	0.073	876.935
46.400	3.100	24.400	14.100	6.400	2.700	9.100	17.200	0.020	0.025	0.158	0.189	0.102	876.107
44.900	2.600	21.200	12.900	6.600	2.500	9.100	20.400	0.021	0.025	0.168	0.197	0.104	879.285
40.700	2.900	23.000	14.000	6.600	1.800	7.700	18.000	0.018	0.023	0.154	0.167	0.072	884.865
46.400	2.900	19.100	14.700	6.000	2.100	8.300	27.700	0.021	0.028	0.125	0.248	0.070	872.309
52.100	3.100	13.500	12.000	4.500	2.300	6.600	25.700	0.021	0.028	0.110	0.275	0.060	879.706
45.600	2.700	23.400	22.800	6.700	1.600	5.200	4.600	0.015	0.020	0.099	0.119	0.097	887.051
46.300	2.700	23.000	15.600	6.400	2.000	9.800	24.900	0.019	0.028	0.158	0.263	0.061	868.771
43.900	2.900	33.000	12.900	4.400	2.400	7.400	18.000	0.021	0.026	0.158	0.164	0.067	874.664
43.800	3.400	22.700	13.400	5.200	2.000	7.100	20.400	0.024	0.030	0.142	0.275	0.072	881.457
41.000	2.700	17.900	13.100	5.200	2.400	6.800	19.200	0.020	0.025	0.167	0.333	0.072	891.083
42.200	2.900	27.800	15.200	6.500	2.000	8.500	20.000	0.018	0.024	0.172	0.243	0.078	874.364
40.400	2.600	21.800	15.500	6.500	2.300	7.400	20.800	0.020	0.023	0.200	0.315	0.070	882.072
43.300	3.600	26.300	13.000	5.200	2.500	7.000	13.200	0.022	0.027	0.150	0.257	0.077	885.367
42.800	3.200	25.200	12.900	6.400	2.300	8.400	21.300	0.020	0.027	0.169	0.350	0.089	876.844
44.200	3.700	26.000	15.700	6.700	2.800	7.600	18.000	0.021	0.025	0.189	0.297	0.106	874.662
46.300	4.000	23.200	16.300	7.300	3.200	7.700	19.600	0.021	0.026	0.203	0.315	0.116	871.718
47.100	3.800	22.300	17.300	7.700	3.300	8.700	19.600	0.021	0.028	0.237	0.343	0.101	869.470
48.200	3.700	26.700	14.500	6.500	2.900	8.300	16.400	0.022	0.029	0.182	0.286	0.102	872.181

41.100	3.200	26.300	17.100	7.100	3.200	7.900	17.600	0.021	0.026	0.220	0.288	0.113	875.832
42.100	3.400	25.500	18.000	7.600	3.200	8.800	22.100	0.020	0.024	0.208	0.301	0.110	868.637
36.800	2.800	24.900	14.900	4.600	2.100	6.500	19.200	0.017	0.023	0.143	0.359	0.085	887.573
42.200	3.400	21.600	14.300	6.400	2.500	7.100	14.000	0.020	0.024	0.173	0.303	0.107	887.873
40.700	3.200	20.600	17.100	7.100	3.000	8.200	15.600	0.021	0.025	0.216	0.309	0.125	883.803
39.500	2.800	18.800	17.000	8.700	3.100	8.000	18.800	0.020	0.024	0.211	0.384	0.109	882.552
45.500	2.800	22.900	16.700	6.500	2.400	10.200	21.700	0.022	0.029	0.112	0.410	0.077	870.652
42.300	2.300	24.400	19.900	7.600	2.600	11.800	31.700	0.019	0.026	0.141	0.484	0.077	856.652
40.800	2.600	11.200	10.600	3.800	2.400	5.700	30.100	0.022	0.028	0.160	0.537	0.049	892.004
44.900	2.300	28.200	18.000	7.200	2.200	12.200	30.500	0.020	0.029	0.165	0.496	0.070	853.720
49.000	2.800	24.100	15.500	6.400	1.600	10.700	22.100	0.021	0.029	0.167	0.405	0.064	867.115
39.400	3.000	18.800	14.700	5.800	2.400	6.600	15.600	0.023	0.025	0.156	0.488	0.075	892.933
40.300	3.000	19.200	10.600	4.200	2.500	5.700	19.200	0.021	0.027	0.136	0.390	0.070	894.658
42.000	3.000	29.800	14.000	5.600	2.400	8.100	16.400	0.021	0.027	0.173	0.291	0.074	878.113
44.400	2.900	23.500	14.800	5.700	2.600	7.700	16.400	0.021	0.026	0.187	0.455	0.075	881.237
38.100	3.700	16.400	12.000	5.000	3.000	5.700	14.400	0.020	0.025	0.192	0.550	0.079	900.835
39.900	3.500	26.200	14.000	6.800	2.900	8.000	16.800	0.019	0.024	0.176	0.316	0.087	881.278
38.700	3.700	25.400	16.900	8.200	2.700	8.200	22.100	0.019	0.025	0.189	0.365	0.101	873.401
41.100	3.500	28.400	13.300	6.200	2.200	7.600	18.800	0.019	0.027	0.154	0.399	0.084	878.217
42.374	**3.178**	**23.235**	**15.357**	**6.465**	**2.661**	**8.130**	**19.857**	**0.020**	**0.026**	**0.178**	**0.381**	**0.089**	**878.049**

Anexo 07. Data general de la media geométrica.

Clase	R	M_Geo
B	881.842	2.221
B	903.620	1.837
B	897.564	1.921
B	912.231	1.429
B	899.390	1.780
B	890.583	1.791
B	896.994	1.686
B	918.117	1.347
B	916.268	1.662
B	907.702	1.883
B	914.633	1.420
B	904.869	1.864
B	910.228	1.852
B	923.893	1.328
B	899.967	1.789
B	913.025	1.469
B	889.098	2.107
B	887.469	1.929
B	897.461	1.830
B	890.496	1.765
B	894.973	2.198
B	888.441	2.123
B	912.197	1.488
B	905.143	1.657
B	908.898	1.615
B	899.765	1.864
B	891.406	1.794
B	896.920	1.999
B	895.151	1.962
B	884.103	2.153
B	886.420	2.061
B	887.298	2.144
B	885.457	2.184
B	881.147	2.143
B	858.359	2.600
B	886.074	1.902
B	882.342	1.753
B	879.888	2.399
B	881.923	2.452
B	890.077	2.127
B	875.839	2.163
B	876.125	2.171
B	887.278	2.141
B	874.602	2.310

B	877.444	2.361
B	880.710	2.210
B	873.718	2.089
B	887.836	1.971
B	880.507	2.065
B	886.452	2.002
B	883.481	2.131
B	873.156	2.296
B	881.164	2.348
B	880.815	2.372
B	881.671	2.387
B	885.033	2.398
B	872.664	2.340
B	892.663	2.085
B	891.389	2.039
B	893.630	1.914
B	890.049	1.961
B	892.032	1.964
B	894.337	1.930
B	898.559	1.862
B	895.192	2.005
B	891.992	2.091
B	890.113	1.998
B	882.979	2.156
B	876.354	2.271
B	883.936	2.038
B	874.126	2.308
B	873.003	2.188
B	868.919	2.198
B	875.364	2.347
B	877.730	2.306
B	876.994	2.272
B	888.194	2.092
B	866.411	2.407
B	894.088	2.018
B	888.854	2.139
B	869.280	2.381
B	895.837	1.879
B	873.783	2.498
B	875.038	2.315
B	874.969	2.182
B	872.693	2.388
B	875.275	2.348
B	882.605	2.143
B	912.885	1.186
B	876.975	2.363

B	883.559	2.232
B	885.457	2.184
B	878.057	2.219
B	873.960	2.245
B	879.360	2.124
B	872.918	1.974
B	887.323	1.984
B	890.771	1.897
B	894.818	1.943
B	895.382	1.911
B	904.789	1.708
B	895.120	2.047
B	883.664	2.003
B	894.156	2.039
B	896.090	2.088
B	907.233	1.690
B	898.079	1.868
B	894.937	2.012
B	877.455	2.148
B	889.199	2.194
B	896.230	1.978
B	890.500	1.692
B	878.131	1.713
B	896.841	1.880
B	868.783	2.459
B	874.179	2.313
B	876.935	2.011
B	876.107	2.371
B	879.285	2.348
B	884.865	2.146
B	872.309	2.307
B	879.706	2.145
B	887.051	1.837
B	868.771	2.358
B	874.664	2.203
B	881.457	2.306
B	891.083	2.234
B	874.364	2.337
B	882.072	2.333
B	885.367	2.275
B	876.844	2.461
A	874.662	2.541
A	871.718	2.663
A	869.470	2.727
A	872.181	2.554
A	875.832	2.595

A	868.637	2.663
A	887.573	2.217
A	887.873	2.358
A	883.803	2.549
A	882.552	2.562
A	870.652	2.473
A	856.652	2.641
A	892.004	2.152
A	853.720	2.659
A	867.115	2.445
A	892.933	2.326
A	894.658	2.170
A	878.113	2.370
A	881.237	2.431
A	900.835	2.318
A	881.278	2.443
A	873.401	2.620
A	878.217	2.428
PROMEDIO DE A:	**878.049**	**2.503**

Anexo 08. Data general de la relacion multivariante.

RELACION MULTIVARIANTE												
g_N	**g_P**	**g_K**	**g_Ca**	**g_Mg**	**g_S**	**g_Na**	**g_Cl**	**g_Cu**	**g_Zn**	**g_Mn**	**g_Fe**	**g_B**
3.126	0.301	1.841	1.544	0.728	0.078	1.600	2.279	-4.526	-4.181	-2.571	-3.645	-2.558
3.214	0.085	1.781	1.753	1.132	0.034	1.893	1.338	-4.579	-4.493	-2.713	-2.779	-2.862
3.138	0.303	1.865	1.718	1.088	0.264	1.736	1.912	-4.640	-4.605	-3.135	-3.042	-2.748
3.304	0.432	2.854	1.747	1.004	0.174	0.673	1.253	-4.601	-4.204	-3.539	-3.182	-2.374
3.127	0.379	1.857	1.128	0.647	0.417	2.404	2.091	-4.575	-4.616	-3.450	-3.026	-2.609
3.361	0.482	2.750	1.730	0.965	0.206	0.899	1.066	-4.480	-4.171	-3.142	-2.791	-3.084
3.387	0.542	2.708	1.780	0.959	0.310	0.786	0.912	-4.540	-4.194	-3.247	-2.794	-2.887
3.348	0.535	2.793	1.866	0.896	0.578	0.290	0.732	-4.845	-4.318	-3.130	-2.784	-2.487
3.092	0.448	2.233	1.394	0.716	0.485	1.584	1.546	-4.665	-4.511	-3.205	-3.032	-2.398
2.992	0.284	2.177	1.827	0.871	0.397	1.408	1.519	-4.681	-4.701	-2.854	-2.893	-2.523
3.193	0.438	2.915	1.901	0.525	0.605	0.679	1.218	-4.602	-4.584	-3.199	-2.980	-2.576
3.036	0.210	1.950	1.234	0.764	0.333	2.118	1.862	-4.607	-4.581	-3.705	-2.629	-2.169
2.992	0.217	2.037	1.852	1.124	0.077	1.372	1.603	-4.967	-3.913	-3.091	-2.835	-2.664
3.237	0.847	2.606	1.718	0.815	0.247	1.024	1.365	-4.690	-4.353	-3.344	-3.015	-3.002
3.207	0.582	2.558	1.582	0.754	0.251	1.420	1.364	-4.788	-4.474	-2.803	-2.918	-2.957
3.156	0.950	2.922	1.801	0.950	0.357	0.645	0.868	-4.868	-4.523	-3.059	-2.983	-2.648
3.081	0.386	2.027	1.577	0.864	0.386	1.850	1.879	-4.529	-4.496	-3.365	-3.418	-2.287
3.253	0.729	2.747	1.551	0.754	-0.015	1.011	1.397	-4.530	-3.757	-2.911	-3.202	-3.158
3.250	0.425	2.376	2.056	1.101	0.184	0.854	1.220	-4.768	-4.076	-2.977	-2.772	-3.069
3.295	0.563	2.768	1.925	1.001	0.265	0.914	1.349	-5.091	-4.241	-2.899	-2.914	-3.158
2.871	0.406	1.746	1.292	0.970	0.548	1.979	2.010	-4.690	-4.455	-2.975	-3.215	-2.497
3.058	0.241	2.277	2.223	1.207	0.036	1.275	1.039	-4.762	-4.397	-2.612	-2.636	-2.988
3.269	-0.061	2.412	2.317	1.013	-0.215	1.212	1.212	-4.684	-4.332	-2.641	-2.621	-3.298
3.146	0.371	2.852	1.767	0.626	-0.099	0.719	1.469	-4.210	-4.471	-3.203	-2.368	-2.902
3.309	0.476	2.354	1.761	0.773	-0.297	0.979	1.672	-4.343	-4.180	-3.076	-2.938	-2.823
3.223	0.294	1.775	1.680	0.925	-0.092	1.680	1.957	-4.363	-4.330	-3.115	-2.928	-2.886
3.264	0.668	2.598	1.957	0.942	-0.584	1.120	1.718	-4.486	-4.028	-2.896	-3.066	-3.415
3.168	0.337	1.776	1.668	1.030	-0.222	1.705	1.776	-4.491	-4.075	-2.748	-3.035	-2.995
3.230	0.355	1.867	1.751	0.935	-0.086	1.618	1.759	-4.514	-4.015	-2.873	-3.034	-3.116
3.079	0.150	1.961	1.594	1.008	-0.179	1.968	2.078	-4.524	-4.204	-2.594	-3.051	-3.305
3.191	0.110	1.944	1.666	1.052	-0.135	1.857	1.958	-4.540	-4.308	-2.945	-2.700	-3.212
3.077	0.648	2.028	1.423	0.648	0.026	1.945	1.959	-4.520	-4.349	-3.449	-2.563	-2.900
3.135	0.382	2.040	1.872	1.060	-0.376	1.687	1.522	-4.731	-4.589	-3.295	-2.541	-2.171
3.020	0.193	2.496	1.848	0.961	0.154	1.489	1.933	-4.788	-3.925	-3.445	-2.740	-3.216
3.117	0.571	2.197	1.746	1.086	-0.167	1.719	1.766	-4.376	-4.159	-3.296	-2.682	-3.320
3.218	0.638	2.714	1.907	0.986	-0.055	1.229	1.385	-4.741	-4.437	-2.894	-2.949	-3.144
3.489	0.774	2.654	1.965	1.068	0.081	1.231	1.197	-4.615	-4.128	-3.916	-2.770	-3.249

2.831	0.486	2.478	1.976	0.966	0.288	1.253	1.541	-4.797	-4.580	-2.679	-2.449	-3.218
2.738	0.514	2.252	1.870	0.861	0.327	1.118	2.079	-4.852	-4.678	-2.741	-2.183	-3.189
2.932	0.580	2.570	1.810	0.855	0.310	1.191	1.558	-4.772	-4.556	-2.819	-2.578	-3.119
2.949	0.537	2.640	1.762	0.896	0.145	1.216	2.264	-4.823	-4.529	-2.850	-2.976	-3.237
2.963	0.560	2.659	1.805	0.874	0.100	1.185	2.159	-4.781	-4.603	-2.897	-2.885	-3.139
2.960	0.574	2.520	1.707	0.828	0.155	1.063	1.960	-4.719	-4.538	-2.776	-2.656	-3.105
2.947	0.228	2.484	1.844	0.868	-0.049	1.291	2.138	-4.785	-4.565	-2.639	-2.442	-3.256
2.947	0.272	2.387	1.894	0.845	-0.026	1.304	1.913	-4.847	-4.538	-2.486	-2.371	-3.213
3.035	0.272	2.397	1.802	0.874	-0.205	1.274	2.052	-4.749	-4.508	-2.531	-2.510	-3.190
3.068	0.426	2.766	1.652	0.789	-0.149	1.304	2.239	-4.838	-4.494	-2.745	-2.792	-3.262
2.975	0.015	2.654	1.644	0.803	0.110	1.239	2.297	-4.658	-4.412	-2.921	-2.725	-3.132
2.996	0.268	2.632	1.673	0.779	-0.137	1.221	2.371	-4.723	-4.450	-2.825	-2.670	-3.190
3.007	0.404	2.683	1.695	0.832	0.094	1.208	2.078	-4.698	-4.436	-2.936	-2.854	-3.171
2.920	0.467	2.638	1.777	0.833	0.032	1.115	2.088	-4.817	-4.460	-2.901	-2.508	-3.210
2.914	0.162	2.515	1.972	0.944	-0.043	1.388	2.124	-4.751	-4.524	-2.711	-2.669	-3.262
2.921	0.176	2.233	1.672	1.018	0.022	1.200	2.181	-4.726	-4.535	-2.666	-2.400	-3.025
2.874	0.268	2.267	1.678	1.008	0.166	1.288	2.132	-4.895	-4.669	-2.748	-2.079	-3.207
2.889	0.160	2.226	1.687	1.047	0.085	1.158	2.126	-4.818	-4.682	-2.589	-2.057	-3.143
2.752	0.512	2.360	1.721	0.866	0.378	1.153	1.970	-4.854	-4.667	-2.738	-2.178	-3.187
2.747	0.654	2.725	1.707	0.817	0.402	1.124	2.208	-4.946	-4.623	-2.943	-2.559	-3.236
3.024	0.396	2.374	1.750	0.791	0.053	1.073	1.875	-4.617	-4.347	-2.697	-2.547	-3.188
3.044	0.451	2.410	1.813	0.835	-0.182	1.175	1.927	-4.629	-4.407	-2.642	-2.731	-3.143
3.128	0.450	2.517	1.828	0.899	-0.118	1.159	1.767	-4.735	-4.402	-2.770	-2.680	-3.187
3.124	0.490	2.484	1.706	0.853	-0.085	1.229	1.994	-4.626	-4.416	-2.893	-2.828	-3.150
3.114	0.390	2.443	1.750	0.914	-0.087	1.392	1.810	-4.684	-4.452	-2.866	-2.737	-3.105
3.136	0.407	2.348	1.767	0.932	-0.070	1.344	1.860	-4.703	-4.470	-2.796	-2.782	-3.111
3.102	0.510	2.469	1.630	0.882	-0.034	1.235	1.896	-4.708	-4.372	-2.819	-2.859	-3.111
3.047	0.468	2.349	1.738	0.934	-0.002	1.265	1.822	-4.696	-4.564	-2.539	-2.796	-3.126
2.946	0.361	2.376	1.678	1.003	0.004	1.303	2.009	-4.578	-4.482	-2.654	-2.707	-3.315
3.031	0.263	2.469	1.620	0.957	-0.104	1.282	2.176	-4.607	-4.491	-2.784	-2.602	-3.309
2.970	0.297	2.410	1.674	1.056	-0.126	1.324	2.228	-4.615	-4.540	-2.744	-2.577	-3.372
2.922	0.279	2.415	1.737	1.097	-0.078	1.388	2.257	-4.740	-4.541	-2.746	-2.522	-3.424
3.042	0.317	2.515	1.630	1.011	-0.070	1.404	2.222	-4.676	-4.520	-2.839	-2.707	-3.400
2.899	0.119	2.282	1.911	1.110	-0.048	1.315	2.379	-4.771	-4.617	-2.499	-2.653	-3.362
2.988	0.441	2.740	1.702	1.025	-0.195	1.436	2.038	-4.826	-4.466	-2.820	-2.693	-3.360
3.081	0.277	2.489	1.697	0.760	0.001	1.341	2.474	-4.639	-4.204	-2.941	-2.655	-3.661
3.022	0.140	1.997	1.719	0.776	0.102	1.344	2.409	-4.581	-4.335	-2.709	-2.196	-3.610
3.044	0.263	1.974	1.674	0.832	-0.003	1.206	2.426	-4.555	-4.357	-2.853	-1.969	-3.624
2.970	0.012	1.933	1.914	0.920	0.012	1.387	2.501	-4.551	-4.440	-2.809	-2.178	-3.626
3.018	0.137	1.872	1.594	0.673	0.050	1.208	2.626	-4.510	-4.337	-2.751	-2.078	-3.552
2.967	-0.237	1.955	1.978	1.096	-0.003	1.444	2.526	-4.709	-4.530	-2.817	-1.990	-3.567

3.004	0.173	1.783	1.600	0.579	0.173	1.056	2.648	-4.499	-4.269	-2.789	-1.969	-3.585
2.789	0.338	2.513	1.879	0.849	-0.119	1.319	2.108	-4.626	-4.507	-2.505	-2.589	-3.478
2.959	0.327	2.537	1.827	0.855	-0.174	1.273	2.128	-4.723	-4.416	-2.703	-2.306	-3.485
3.138	0.501	2.385	1.555	0.593	0.011	1.178	2.185	-4.548	-4.338	-2.909	-2.499	-3.419
2.735	0.001	2.070	2.138	1.259	-0.040	1.293	2.233	-4.774	-4.694	-2.567	-2.135	-3.375
2.881	0.154	2.456	1.933	0.918	-0.098	1.215	2.238	-4.752	-4.557	-2.846	-2.007	-3.471
3.059	0.318	2.676	1.800	0.887	-0.087	1.207	1.967	-4.656	-4.417	-2.841	-2.454	-3.454
2.845	0.194	2.282	1.974	1.104	0.005	1.349	2.282	-4.753	-4.731	-2.654	-2.396	-3.403
2.907	0.176	2.442	2.003	1.033	-0.112	1.187	2.014	-4.684	-4.462	-2.567	-2.339	-3.520
3.056	0.268	2.360	1.636	0.742	-0.069	1.013	2.351	-4.645	-4.393	-2.518	-2.318	-3.503
3.550	0.166	2.551	1.356	0.571	-0.171	1.023	2.720	-4.944	-4.708	-2.955	-2.669	-3.137
2.927	0.364	2.518	1.697	0.845	0.096	1.155	1.985	-4.697	-4.363	-2.707	-2.286	-3.450
2.883	0.505	2.439	1.698	0.920	0.227	1.128	2.152	-4.735	-5.065	-2.649	-2.098	-3.387
3.135	0.382	2.040	1.872	1.060	-0.376	1.687	1.522	-4.731	-4.589	-3.295	-2.541	-2.171
2.882	0.564	2.617	1.737	0.961	-0.009	1.257	2.158	-4.869	-4.672	-2.751	-2.468	-3.387
2.900	0.354	2.582	1.837	1.032	-0.067	1.343	2.226	-4.852	-4.628	-2.745	-2.494	-3.454
3.005	0.202	2.617	1.842	0.951	-0.166	1.338	2.068	-4.774	-4.617	-2.599	-2.523	-3.371
3.329	0.384	2.551	2.092	1.251	-0.275	1.128	1.877	-5.208	-4.452	-3.129	-2.352	-3.288
3.270	0.797	2.374	2.010	1.001	0.008	1.156	1.090	-4.633	-4.499	-2.716	-2.795	-3.165
3.339	0.458	1.730	2.020	1.117	0.053	1.924	1.247	-4.494	-4.476	-3.240	-2.678	-3.151
3.164	0.078	1.877	1.975	1.223	0.078	1.812	1.576	-4.742	-4.456	-2.382	-3.182	-3.153
3.043	0.451	2.317	1.538	0.738	0.185	1.886	1.991	-4.598	-4.632	-2.951	-2.969	-3.149
3.207	0.158	2.420	1.706	0.947	0.107	1.544	1.519	-4.728	-4.350	-2.916	-3.078	-2.808
3.042	0.348	2.005	1.769	1.215	0.117	1.672	1.717	-4.685	-4.454	-2.871	-3.329	-2.627
3.227	0.613	2.483	1.712	0.934	-0.002	1.502	1.666	-4.718	-4.425	-2.838	-3.050	-3.196
3.049	0.352	1.989	1.805	1.204	0.281	1.703	1.739	-4.752	-4.347	-2.756	-3.252	-3.098
3.122	0.328	1.634	1.789	1.195	0.052	1.689	1.526	-4.546	-4.243	-2.915	-2.984	-2.710
3.241	0.468	2.156	1.555	0.836	0.117	1.737	1.627	-4.599	-3.986	-3.066	-3.172	-3.199
3.197	0.292	1.932	1.688	1.024	0.117	1.818	1.826	-4.676	-4.399	-2.864	-3.004	-3.126
3.062	0.400	2.128	1.614	1.059	0.043	1.786	1.769	-4.771	-4.380	-2.928	-3.026	-2.853
3.123	0.429	2.275	1.250	0.804	0.068	1.983	2.180	-4.707	-4.107	-3.023	-3.137	-3.151
3.047	0.313	1.902	1.691	1.055	0.207	1.839	1.682	-4.621	-4.273	-2.754	-3.135	-2.957
3.191	0.481	2.163	1.515	0.800	0.107	1.631	1.537	-4.617	-4.135	-2.790	-3.074	-2.926
3.374	0.755	2.955	1.541	0.755	0.390	0.539	1.391	-4.816	-4.260	-2.955	-2.908	-3.027
3.372	0.714	3.130	2.027	0.873	0.491	0.593	1.253	-5.099	-4.298	-3.296	-2.885	-3.115
3.225	0.011	1.820	2.070	1.074	-0.226	1.241	1.979	-4.441	-4.177	-2.931	-2.751	-3.062
3.136	0.408	2.182	1.634	1.017	0.093	1.618	1.753	-4.479	-4.031	-2.963	-3.190	-3.046
3.150	0.470	2.239	1.793	0.986	-0.251	1.532	1.757	-4.359	-4.185	-2.587	-3.164	-3.315
3.143	0.177	2.496	2.312	1.289	-0.005	1.573	1.604	-5.350	-4.531	-2.758	-2.712	-3.316
2.974	0.268	2.331	1.783	0.993	0.130	1.345	1.981	-4.793	-4.535	-2.712	-2.530	-3.146
2.951	0.102	2.200	1.704	1.034	0.063	1.355	2.162	-4.707	-4.557	-2.636	-2.479	-3.117

	2.942	0.301	2.372	1.875	1.123	-0.176	1.277	2.127	-4.759	-4.521	-2.632	-2.556	-3.395
	3.002	0.229	2.114	1.852	0.956	-0.094	1.280	2.486	-4.718	-4.395	-2.912	-2.232	-3.502
	3.190	0.368	1.840	1.722	0.741	0.070	1.124	2.484	-4.612	-4.337	-2.968	-2.054	-3.585
	3.212	0.385	2.544	2.518	1.294	-0.138	1.040	0.918	-4.805	-4.541	-2.926	-2.738	-2.942
	2.977	0.135	2.278	1.889	0.998	-0.165	1.424	2.357	-4.803	-4.448	-2.706	-2.192	-3.655
	2.992	0.275	2.707	1.767	0.692	0.085	1.211	2.100	-4.639	-4.449	-2.635	-2.596	-3.493
	2.944	0.388	2.287	1.760	0.813	-0.142	1.125	2.180	-4.580	-4.335	-2.784	-2.127	-3.474
	2.910	0.190	2.081	1.769	0.845	0.072	1.113	2.151	-4.696	-4.487	-2.591	-1.904	-3.442
	2.893	0.216	2.476	1.872	1.023	-0.156	1.291	2.147	-4.842	-4.572	-2.607	-2.265	-3.400
	2.852	0.109	2.235	1.894	1.025	-0.014	1.155	2.188	-4.774	-4.635	-2.455	-2.001	-3.513
	2.946	0.459	2.448	1.743	0.827	0.094	1.124	1.758	-4.657	-4.423	-2.720	-2.180	-3.386
	2.856	0.263	2.326	1.657	0.956	-0.068	1.228	2.158	-4.798	-4.507	-2.676	-1.951	-3.320
	2.856	0.376	2.325	1.821	0.969	0.097	1.095	1.958	-4.801	-4.616	-2.597	-2.148	-3.177
	2.856	0.407	2.165	1.812	1.009	0.184	1.062	1.996	-4.826	-4.612	-2.575	-2.134	-3.134
	2.849	0.332	2.101	1.847	1.038	0.191	1.160	1.972	-4.855	-4.586	-2.444	-2.073	-3.296
	2.938	0.371	2.347	1.736	0.934	0.127	1.179	1.860	-4.777	-4.492	-2.644	-2.191	-3.220
	2.762	0.209	2.316	1.885	1.006	0.209	1.113	1.914	-4.817	-4.621	-2.468	-2.198	-3.134
	2.760	0.244	2.259	1.911	1.049	0.184	1.195	2.116	-4.892	-4.695	-2.550	-2.181	-3.187
	2.809	0.233	2.419	1.905	0.730	-0.054	1.076	2.159	-4.892	-4.555	-2.741	-1.820	-3.261
	2.885	0.366	2.215	1.803	0.999	0.059	1.102	1.781	-4.795	-4.589	-2.612	-2.052	-3.093
	2.771	0.228	2.090	1.903	1.025	0.163	1.169	1.812	-4.782	-4.635	-2.467	-2.109	-3.015
	2.736	0.089	1.993	1.892	1.223	0.191	1.139	1.993	-4.855	-4.692	-2.495	-1.898	-3.157
	2.912	0.124	2.226	1.910	0.966	-0.030	1.417	2.172	-4.729	-4.463	-3.095	-1.798	-3.476
	2.774	-0.138	2.224	2.020	1.057	-0.016	1.497	2.485	-4.919	-4.604	-2.931	-1.697	-3.535
	2.942	0.189	1.650	1.595	0.569	0.109	0.974	2.638	-4.581	-4.342	-2.600	-1.388	-3.782
	2.827	-0.145	2.361	1.913	0.996	-0.189	1.524	2.440	-4.890	-4.513	-2.779	-1.679	-3.637
	2.998	0.136	2.288	1.847	0.962	-0.424	1.476	2.202	-4.776	-4.450	-2.682	-1.798	-3.651
	2.830	0.255	2.090	1.844	0.914	0.031	1.043	1.903	-4.618	-4.545	-2.702	-1.561	-3.434
	2.921	0.324	2.180	1.586	0.660	0.141	0.966	2.180	-4.650	-4.398	-2.773	-1.717	-3.441
	2.875	0.236	2.532	1.776	0.860	0.013	1.229	1.934	-4.707	-4.482	-2.615	-2.097	-3.467
	2.905	0.177	2.269	1.806	0.852	0.067	1.153	1.909	-4.754	-4.557	-2.566	-1.676	-3.478
	2.799	0.468	1.957	1.644	0.769	0.258	0.900	1.826	-4.743	-4.524	-2.491	-1.440	-3.385
	2.793	0.360	2.373	1.746	1.024	0.172	1.186	1.928	-4.838	-4.617	-2.632	-2.047	-3.335
	2.693	0.345	2.272	1.864	1.141	0.030	1.141	2.133	-4.932	-4.642	-2.627	-1.972	-3.256
	2.829	0.366	2.459	1.701	0.938	-0.098	1.141	2.047	-4.832	-4.512	-2.760	-1.806	-3.364
Prom. A	2.829	0.239	2.228	1.814	0.949	0.061	1.178	2.071	-4.806	-4.565	-2.644	-1.882	-3.333
Prom. B	3.034	0.337	2.340	1.755	0.914	0.023	1.360	1.950	-4.713	-4.438	-2.854	-2.608	-3.135

Anexo 09. Data general de la norma CND.

	g_N	g_P	g_K	g_Ca	g_Mg	g_S	g_Na	g_Cl	g_Cu	g_Zn	g_Mn	g_Fe	g_B
	2.856	0.376	2.325	1.821	0.969	0.097	1.095	1.958	-4.801	-4.616	-2.597	-2.148	-3.177
	2.856	0.407	2.165	1.812	1.009	0.184	1.062	1.996	-4.826	-4.612	-2.575	-2.134	-3.134
	2.849	0.332	2.101	1.847	1.038	0.191	1.160	1.972	-4.855	-4.586	-2.444	-2.073	-3.296
	2.938	0.371	2.347	1.736	0.934	0.127	1.179	1.860	-4.777	-4.492	-2.644	-2.191	-3.220
	2.762	0.209	2.316	1.885	1.006	0.209	1.113	1.914	-4.817	-4.621	-2.468	-2.198	-3.134
	2.760	0.244	2.259	1.911	1.049	0.184	1.195	2.116	-4.892	-4.695	-2.550	-2.181	-3.187
	2.809	0.233	2.419	1.905	0.730	-0.054	1.076	2.159	-4.892	-4.555	-2.741	-1.820	-3.261
	2.885	0.366	2.215	1.803	0.999	0.059	1.102	1.781	-4.795	-4.589	-2.612	-2.052	-3.093
	2.771	0.228	2.090	1.903	1.025	0.163	1.169	1.812	-4.782	-4.635	-2.467	-2.109	-3.015
	2.736	0.089	1.993	1.892	1.223	0.191	1.139	1.993	-4.855	-4.692	-2.495	-1.898	-3.157
	2.912	0.124	2.226	1.910	0.966	-0.030	1.417	2.172	-4.729	-4.463	-3.095	-1.798	-3.476
	2.774	-0.138	2.224	2.020	1.057	-0.016	1.497	2.485	-4.919	-4.604	-2.931	-1.697	-3.535
	2.942	0.189	1.650	1.595	0.569	0.109	0.974	2.638	-4.581	-4.342	-2.600	-1.388	-3.782
	2.827	-0.145	2.361	1.913	0.996	-0.189	1.524	2.440	-4.890	-4.513	-2.779	-1.679	-3.637
	2.998	0.136	2.288	1.847	0.962	-0.424	1.476	2.202	-4.776	-4.450	-2.682	-1.798	-3.651
	2.830	0.255	2.090	1.844	0.914	0.031	1.043	1.903	-4.618	-4.545	-2.702	-1.561	-3.434
	2.921	0.324	2.180	1.586	0.660	0.141	0.966	2.180	-4.650	-4.398	-2.773	-1.717	-3.441
	2.875	0.236	2.532	1.776	0.860	0.013	1.229	1.934	-4.707	-4.482	-2.615	-2.097	-3.467
	2.905	0.177	2.269	1.806	0.852	0.067	1.153	1.909	-4.754	-4.557	-2.566	-1.676	-3.478
	2.799	0.468	1.957	1.644	0.769	0.258	0.900	1.826	-4.743	-4.524	-2.491	-1.440	-3.385
	2.793	0.360	2.373	1.746	1.024	0.172	1.186	1.928	-4.838	-4.617	-2.632	-2.047	-3.335
	2.693	0.345	2.272	1.864	1.141	0.030	1.141	2.133	-4.932	-4.642	-2.627	-1.972	-3.256
	2.829	0.366	2.459	1.701	0.938	-0.098	1.141	2.047	-4.832	-4.512	-2.760	-1.806	-3.364
MEDIA:	2.840	0.241	2.222	1.816	0.943	0.061	1.171	2.059	-4.794	-4.554	-2.646	-1.890	-3.344
D.E:	0.075	0.156	0.189	0.108	0.149	0.153	0.165	0.222	0.093	0.089	0.154	0.246	0.198

Anexo 10. Data general del indice CND.

Clase	i_N	i_P	i_K	i_Ca	i_Mg	i_S	i_Na	i_Cl	i_Cu	i_Zn	i_Mn	i_Fe	i_B
A	0.214	0.863	0.547	0.046	0.177	0.232	-0.459	-0.456	-0.073	-0.691	0.314	-1.050	0.846
A	0.210	1.063	-0.304	-0.039	0.438	0.798	-0.663	-0.283	-0.347	-0.649	0.455	-0.990	1.066
A	0.118	0.580	-0.641	0.289	0.635	0.843	-0.068	-0.391	-0.657	-0.361	1.307	-0.743	0.244
A	1.301	0.831	0.662	-0.734	-0.059	0.428	0.045	-0.897	0.179	0.694	0.012	-1.224	0.626
A	-1.034	-0.204	0.497	0.641	0.424	0.966	-0.352	-0.652	-0.248	-0.749	1.154	-1.254	1.064
A	-1.059	0.018	0.196	0.875	0.706	0.797	0.146	0.256	-1.055	-1.580	0.618	-1.183	0.796
A	-0.408	-0.050	1.041	0.824	-1.426	-0.755	-0.580	0.448	-1.053	-0.017	-0.618	0.287	0.420
A	0.595	0.801	-0.038	-0.124	0.372	-0.019	-0.417	-1.249	-0.012	-0.398	0.220	-0.656	1.273
A	-0.923	-0.088	-0.702	0.808	0.545	0.663	-0.016	-1.113	0.126	-0.903	1.161	-0.890	1.666
A	-1.390	-0.978	-1.213	0.706	1.870	0.843	-0.197	-0.297	-0.662	-1.542	0.976	-0.030	0.947
A	0.963	-0.751	0.019	0.868	0.157	-0.597	1.492	0.508	0.701	1.017	-2.919	0.375	-0.667
A	-0.882	-2.436	0.007	1.881	0.763	-0.503	1.977	1.917	-1.346	-0.556	-1.852	0.788	-0.966
A	1.362	-0.334	-3.033	-2.046	-2.504	0.311	-1.195	2.605	2.300	2.377	0.294	2.046	-2.218
A	-0.178	-2.479	0.738	0.892	0.356	-1.637	2.139	1.713	-1.035	0.457	-0.865	0.860	-1.483
A	2.102	-0.678	0.350	0.286	0.130	-3.168	1.852	0.641	0.189	1.165	-0.234	0.377	-1.552
A	-0.136	0.086	-0.701	0.258	-0.195	-0.196	-0.777	-0.701	1.894	0.101	-0.364	1.339	-0.456
A	1.084	0.529	-0.223	-2.125	-1.892	0.522	-1.247	0.544	1.552	1.748	-0.830	0.705	-0.492
A	0.463	-0.036	1.639	-0.368	-0.556	-0.319	0.351	-0.561	0.935	0.803	0.196	-0.841	-0.620
A	0.866	-0.416	0.247	-0.088	-0.607	0.038	-0.110	-0.675	0.433	-0.037	0.513	0.874	-0.680
A	-0.540	1.453	-1.407	-1.587	-1.166	1.282	-1.647	-1.046	0.551	0.339	1.001	1.835	-0.209
A	-0.623	0.759	0.797	-0.648	0.540	0.718	0.092	-0.589	-0.478	-0.703	0.085	-0.636	0.046
A	-1.959	0.668	0.263	0.446	1.325	-0.204	-0.182	0.331	-1.486	-0.987	0.119	-0.333	0.448
A	-0.145	0.800	1.257	-1.064	-0.036	-1.044	-0.182	-0.055	-0.411	0.471	-0.743	0.345	-0.100
PROMEDIO DE A:	-0.145	-0.015	0.032	-0.017	0.041	-0.001	0.043	0.054	-0.126	-0.129	0.007	0.035	0.056

Anexo 11. Data general del IBNm

Muestra	Clase	IBNm
67	A	0.459
68	A	0.562
69	A	0.529
70	A	0.592
71	A	0.711
72	A	0.714
81	A	0.610
83	A	0.475
84	A	0.739
88	A	0.896
114	A	0.849
119	A	1.221
120	A	1.741
121	A	1.141
124	A	0.979
130	A	0.554
133	A	1.038
142	A	0.591
143	A	0.430
146	A	1.082
150	A	0.516
151	A	0.673
152	A	0.512
PROMEDIO DE A		0.054