



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## TESIS DE GRADO

**Evaluación del rendimiento productivo de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones agronómicas de Mirafior, Estelí -Nicaragua**

Reyes, E; Villarreyra, J; Sevilla, J.

### **Tutora**

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

### **Asesor**

Ing. Rolando Rizo Gutiérrez

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## Centro Universitario Regional de Estelí

### CUR-Estelí

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento de Ciencias Tecnológicas y Salud

# Evaluación del rendimiento productivo de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones agronómicas de Miraflor, Estelí -Nicaragua

Trabajo de investigación para optar al grado de  
Ingeniero Agrónomo

### **Autores**

Eduardo Geovanny Reyes Leyva

Janier Yamit Villarreyna Flores

Jorge Luis Sevilla Molina

### **Tutor**

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

### **Asesor**

Ing. Rolando Rizo Gutiérrez

Noviembre, 2025





## CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 06 de noviembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor(a) del trabajo de modalidad de graduación titulado: Evaluación del rendimiento productivo de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.), bajo condiciones agronómicas de Mirafior, Estelí - Nicaragua, elaborado por:

Eduardo Geovanny Reyes Leyva	[21508299]
Janier Yamit Villarreyra Flores	[21503998]
Jorge Luis Sevilla Molina	[21510037]

Estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,



---

MSc. Alejandrina Herrera Herrera

Orcid: 0000-0002-7098-5111

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

## **Resumen**

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y productivo de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo las condiciones de la subzona de Miraflores, Estelí. Se empleó un diseño bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones, evaluando variables de emergencia, porte, vigor, características de tubérculo, resistencia a *Phytophthora infestans* y rendimiento comercial y total por hectárea. El tamaño de la unidad experimental fue de 02 surcos de 03 metros para un área de 5.4 metros cuadrados que a su vez constituyó la muestra. El análisis estadístico incluyó pruebas de significancia, ajuste del modelo y partición de varianza, confirmando diferencias significativas entre los materiales evaluados. Los resultados mostraron que la variedad testigo INTA Industrial obtuvo el mayor rendimiento total (43,395 kg/ha), mientras que el clon CIP 3302533.74 se destacó como el mejor material experimental (42,099 kg/ha). Asimismo, varios clones presentaron altos niveles de emergencia (94–100 %), vigor (7–9) y porte favorable, además de tolerancia variable al tizón tardío, resaltando CIP 388676.1, CIP 399075.7 y CIP 3302533.74 como los más resistentes. Se concluyó en que el estudio demuestra que estos clones tienen potencial agronómico y adaptativo para las condiciones agroecológicas de Miraflores, lo que constituye un aporte significativo para la selección de nuevas variedades y el fortalecimiento de la producción de papa en la región.

**Palabras claves:** clones, comportamiento agronómico, rendimiento comercial, tizón tardío

## **Abstract**

The present study aimed to evaluate the agronomic and productive performance of nine potato clones (*Solanum tuberosum* L.) under the agroecological conditions of the Miraflor subzone, Estelí. A randomized complete block design (RCBD) with three replications was employed, assessing variables related to emergence, plant growth habit, vigor, tuber characteristics, resistance to *Phytophthora infestans*, and commercial and total yield per hectare. The experimental unit consisted of two rows of three meters in length, covering an area of 5.4 m<sup>2</sup>, which also constituted the sampling unit. Statistical analysis included significance testing, model fitting, and variance partitioning, confirming significant differences among the evaluated materials. Results indicated that the check variety INTA Industrial achieved the highest total yield (43,395 kg ha<sup>-1</sup>), while clone CIP 3302533.74 stood out as the best experimental material (42,099 kg ha<sup>-1</sup>). In addition, several clones exhibited high emergence rates (94–100%), strong vigor (scores of 7–9), and favorable plant architecture, as well as variable tolerance to late blight, with CIP 388676.1, CIP 399075.7, and CIP 3302533.74 being the most resistant. It was concluded that these clones demonstrate significant agronomic and adaptive potential under the agroecological conditions of Miraflor, representing a valuable contribution to the selection of new potato varieties and the strengthening of potato production in the region.

**Keywords:** Agronomic performance; late blight (*Phytophthora infestans*); potato clones; commercial yield

## Índice

Contenido	
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Planteamiento del problema	7
4. Justificación	8
5. Objetivos de investigación	10
5.1. Objetivo General	10
5.2. Objetivos específicos	10
6. Limitaciones del estudio	11
7. Hipótesis	12
8. Operacionalización de Variables	13
9. Macro Teórico	17
10. Diseño metodológico	20
10.1. Ubicación del área de estudio	20
10.2. Tipo de investigación	20
10.3. Área y línea de investigación	21
10.4. Población y selección de la muestra	21
10.5. Diseño experimental	21
Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA)	21
10.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos	24
10.7. Confiabilidad y validez de los instrumentos	25
10.8. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	25
11. Análisis y discusión de resultados	27
11.1. Condiciones agroecológicas de la subzona Miraflor en Estelí	27
11.2. Rendimiento productivo de nueve clones de papas ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) evaluados a nivel de campo en la Subzona de Miraflor, Estelí	28
11.3. Aspectos morfológicos de los clones de papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)	31
11.4. Resistencia de los clones evaluados a <i>Phytophthora infestans</i> (tizón tardío)	33
12. Conclusiones	34

13.	Recomendaciones	36
14.	Referencias bibliográficas	37
15.	Anexos	39
15.1.	Diseño experimental	39
15.2.	Hojas 1 de registros de las variables	40
15.3.	Descripción del vigor de los clones evaluados	40
Anexo 15.4.	Hoja para registro de actividades realizadas en la parcela	42
Anexo 15. 5.	Hojas 1 de registros de las variables	43

## Índice de tablas

<i>Tabla 1</i> .....	13
<i>Tabla 2</i> .....	23
<i>Tabla 3</i> .....	24
<i>Tabla 4</i> .....	29
<i>Tabla 5</i> .....	32
<i>Tabla 6</i> .....	33

## 1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) ocupa el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios. En orden de importancia, a nivel mundial después del trigo, el arroz y el maíz, la papa se encuentra entre los diez alimentos producidos en los países en vías de desarrollo. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), reporta un consumo per cápita de 8kg. en Nicaragua, donde se cultivan entre 1200-2000 ha (INTA, 2013).

Así mismo, su importancia radica no solo en ser una fuente esencial de carbohidratos, sino también en su contribución a la seguridad alimentaria en diversas regiones (Laguna, 2019). Según la (FAO, 2015), la papa es fundamental en las dietas de muchas poblaciones y puede ser cultivada en una amplia variedad de climas y suelos, lo que la convierte en un cultivo adaptable.

A nivel nacional, estas áreas se ven limitadas por diversos factores tales como: la escasez de semilla, materiales clonales con bajo potencial productivo, el alto costo y la baja calidad de los tubérculos-semilla; por lo tanto, es necesario el desarrollo de tecnologías que superen estas limitaciones para lograr una expansión del cultivo y consumo de papa en el país.

Las variedades preexistentes en el mercado actualmente presentan desgaste genotípico, lo cual significa, un comportamiento de reducción en los rendimientos y poca adaptabilidad a los cambiantes condiciones climáticas que presentan las zonas paperas del país.

Es importante mencionar que en la última década se han registrado incrementos de temperaturas hasta más de un grado, esto viene a causar problemas con el cultivo de papa, ya que este rubro requiere de temperaturas bajas, por lo que la adaptabilidad de las variedades se ve afectadas (Chicaiza, 2024).

En vista de lo anterior, se necesita disponer de variedades que se adapten en las condiciones cambiantes del clima, motivo por el cual en los últimos años el INTA en colaboración con organizaciones y proyectos ha logrado introducir germoplasma provenientes principalmente del Centro Internacional de La papa (CIP), al igual de países como panamá, Chile, Holanda y USA, lo que ha permitido la evaluación de los materiales mediante pruebas preliminares

que permiten conocer el comportamiento en las condiciones de nuestras zonas productoras de papa, es así que, producto de estos trabajos se han liberado cuatro variedades.

Dando continuidad al trabajo desarrollado por el INTA en el año 2022, se introdujeron del CIP 09 clones de papa para ser evaluados, a fin de buscar materiales promisorios para la zona. En este sentido, se eligió Mirafior, ubicado en el municipio de Estelí, Nicaragua, por presentar un microclima particular con características que pueden influir en el desarrollo de cultivos.

Las altitudes del sitio oscilan entre 1,200 y 2,100 metros sobre el nivel del mar, lo que representa condiciones de temperatura y humedad relativamente constantes, propicias para el cultivo de papa. Además, el suelo volcánico de la zona es generalmente fértil, lo que favorece el crecimiento de diversos cultivos. Sin embargo, la variabilidad en los microclimas y la presencia de plagas y enfermedades específicas de la región requieren una evaluación cuidadosa de los clones de papa (Laguna, 2019).

## 2. Antecedentes

### Antecedentes Internacionales

(Marín, 2024), realizó el estudio Evaluación del comportamiento agronómico de los clones de papa INIAP 29 e INIAP 35 frente a la variedad INIAP CIP Libertad en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache, Ecuador, con el objetivo de comparar el desempeño agronómico de dos clones promisorios respecto a una variedad comercial. La investigación se desarrolló bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, evaluando variables como emergencia, altura, vigor, uniformidad, floración, aparición de PMP, número y peso de tubérculos, y rendimiento, siguiendo los criterios metodológicos de Pumisacho y Sherwood (2002).

Los resultados mostraron que los clones INIAP 29 e INIAP 35 presentaron mejor comportamiento agronómico en la mayoría de las variables, aunque la variedad INIAP CIP Libertad obtuvo el mayor rendimiento con 21 175,57 kg/ha, concluyéndose que los clones evaluados poseen características prometedoras pese a no superar a la variedad comercial en productividad.

Este antecedente es relevante para la evaluación del rendimiento agronómico y productivo de nueve clones de papa bajo condiciones agroecológicas, ya que demuestra la importancia de comparar múltiples materiales genéticos frente a estándares comerciales utilizando diseños experimentales validados. Además, evidencia que el comportamiento agronómico y el rendimiento pueden variar significativamente entre clones, lo que sustenta la necesidad de ampliar la evaluación a un número mayor de genotipos, como los nueve clones de tu estudio, para identificar materiales con ventajas productivas y agronómicas en diferentes condiciones agroecológicas.

(Palacios & Noa, 2025), realizaron el estudio Comportamiento del rendimiento del material genético avanzado de 16 clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de Caja Acobamba-Huancavelica, cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento agronómico de 16 clones en un ambiente altoandino a 3 668 msnm. Para ello emplearon un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, analizando variables como características fenotípicas, número y peso de tubérculos y rendimiento por hectárea. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los clones, destacando Wa Kaya, CIP 308513.318

y CIP 393220.54 con los mayores rendimientos (entre 22 000 y 27 600 kg/ha). El análisis estadístico (ANOVA y Friedman) confirmó que el rendimiento depende tanto de las características genéticas como del ambiente, concluyendo que los clones superiores pueden ser recomendados para zonas con condiciones similares.

Este antecedente es relevante para la Evaluación del rendimiento agronómico de nueve clones de papa, porque demuestra la importancia de comparar diversos materiales genéticos bajo un diseño experimental controlado y en condiciones agroecológicas específicas. Asimismo, evidencia que las diferencias en rendimiento responden a la interacción genotipo–ambiente, lo cual respalda la necesidad de evaluar múltiples clones para identificar aquellos con mayor potencial productivo en el entorno de estudio.

(Chicaiza, 2024), Chicaiza (2024) ejecutó la investigación Evaluación del comportamiento agronómico de los clones promisorios de papa INIAP 45 e INIAP 143 frente a la variedad INIAP CIP Libertad en el campus Salache, realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi en cooperación con INIAP. El objetivo fue comparar el comportamiento agronómico de dos clones promisorios frente a una variedad comercial, utilizando un diseño de bloques completamente al azar con tres variedades y tres repeticiones (9 unidades experimentales). Se evaluaron variables agronómicas y fitosanitarias como emergencia, altura, vigor, floración, rendimiento, uniformidad de tubérculos, incidencia y severidad de punta morada, así como la presencia de vectores y plantas hospederas, siguiendo el manual del INIAP (2020).

Los resultados mostraron que todos los materiales presentaron ciclos de cultivo similares, indicando buena adaptabilidad; sin embargo, INIAP CIP Libertad obtuvo un rendimiento muy superior (1995,12 kg/ha) frente a INIAP 45 (223,17 kg/ha) e INIAP 143 (217,07 kg/ha). El clon INIAP 143 destacó por su mayor tolerancia al síndrome de punta morada, mientras que INIAP CIP Libertad mostró alta susceptibilidad, afectando significativamente su producción final.

Este antecedente es útil para la Evaluación del rendimiento agronómico de nueve clones de papa, ya que evidencia que los clones pueden diferir ampliamente en rendimiento y tolerancia a enfermedades, aun cuando presenten ciclos de cultivo similares. Además, resalta la importancia de evaluar no solo variables productivas, sino también factores fitosanitarios

como la punta morada y la presencia de vectores, aspectos que deben considerarse al analizar el desempeño de los clones en diferentes condiciones agroecológicas.

### **Antecedentes Nacionales**

(A. & Díaz, 2024). realizaron el estudio Análisis de la producción y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) para seis productores de las comunidades El Robledal, El Sontule y La Perla en Miraflor, Estelí, siembra de postrera, 2022, con el objetivo de analizar las prácticas productivas y los procesos de comercialización en estas comunidades del norte de Nicaragua, región que abastece entre el 35% y 40% de la demanda nacional de papa. El estudio utilizó un enfoque metodológico mixto, con diseño no experimental, descriptivo y de corte transversal, y tomó como muestra a seis productores y dos comerciantes clave. Los resultados describen detalladamente las prácticas agrícolas implementadas, identificando factores que influyen positiva o negativamente en la producción, tales como la incidencia de plagas y enfermedades asociadas al cambio climático, el alto costo de semilla certificada y la desventaja negociadora frente a intermediarios.

Los productores evaluados lograron altos rendimientos gracias a su experiencia, eficiencia en el uso de recursos y alianzas para financiamiento y comercialización. Además, el notable incremento del precio de la papa en el periodo analizado generó amplias ganancias, reflejadas en una relación beneficio-coste de US\$1.46 a US\$3.93, superando ampliamente el punto de equilibrio y demostrando la alta rentabilidad del cultivo durante ese ciclo.

Este antecedente aporta una perspectiva complementaria al estudio “Evaluación del rendimiento agronómico de nueve clones de papa bajo condiciones agroecológicas”, ya que evidencia cómo factores productivos, económicos y comerciales influyen en el desempeño del cultivo de papa en campo. Aunque su enfoque es socioeconómico y no estrictamente agronómico, los hallazgos refuerzan la importancia de identificar materiales genéticos de alto rendimiento que puedan adaptarse a condiciones cambiantes, reducir costos y mejorar la rentabilidad de los productores. Asimismo, demuestra la necesidad de considerar el impacto de plagas, enfermedades y variabilidad climática en la productividad, elementos esenciales para interpretar los resultados agronómicos en tu investigación.

Laguna (2019) desarrolló el estudio Evaluación de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos localidades de la zona de Miraflores, Estelí, apante 2018, con el objetivo de determinar la factibilidad técnico–económica de las variedades Joly, Hermosa, Farida, Colomba y Lucinda, comparadas con la variedad testigo Sylvana. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, evaluando etapas fenológicas, tolerancia a enfermedades y rendimiento.

El análisis estadístico incluyó Shapiro–Wilk, Kruskal Wallis, ANOVA y la prueba de Tukey. Los resultados indicaron que Joly y Farida obtuvieron los mayores rendimientos (33.17 y 32.50 t/ha), mientras que Colomba registró el más bajo. Además, Joly mostró menor incidencia de tizón tardío, y las variedades Joly, Farida y Lucinda alcanzaron los mayores beneficios netos y relaciones costo–beneficio, superando al testigo Sylvana.

Este antecedente respalda tu investigación sobre el rendimiento agronómico de nueve clones de papa, ya que evidencia cómo distintas variedades pueden diferir ampliamente en productividad, tolerancia a enfermedades y rentabilidad bajo condiciones agroecológicas similares. Asimismo, destaca la importancia de evaluar múltiples genotipos mediante diseños experimentales rigurosos para seleccionar materiales con mayor potencial productivo y económico.

### 3. Planteamiento del problema

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial y tiene un papel fundamental en la seguridad alimentaria y la economía de muchas comunidades. La diversidad genética en los cultivos, a través de la selección de clones adaptados a condiciones agroecológicas específicas, juega un papel clave en su éxito. En la región de Miraflores, municipio de Estelí, departamento Estelí, las condiciones agroecológicas son particulares debido a su clima, tipo de suelo y prácticas agrícolas predominantes que la hacen apto para este cultivo (Laguna, 2019)

Este cultivo representa una fuente importante de alimento e ingresos para los productores de zonas altas del norte de Nicaragua, como Miraflores, Estelí. Sin embargo, el rendimiento y la calidad del cultivo dependen en gran medida de la adaptación de los materiales genéticos a las condiciones agroecológicas locales (altitud, temperatura, humedad y tipo de suelo). En este sentido, el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha desarrollado diversos clones con potencial productivo y resistencia a factores adversos, los cuales deben ser evaluados en distintos ambientes antes de recomendar su uso comercial.

Por ello, surge la necesidad de conocer *¿cuál es el comportamiento agronómico y productivo de nueve clones de papa generados por el Centro Internacional de la Papa (CIP) bajo las condiciones agroecológicas de Miraflores, Estelí durante el año 2025, a fin de identificar aquellos con mayor adaptabilidad y rendimiento productivo como promisorios para la zona?*

*¿Cuál es el comportamiento agronómico y productivo de 9 clones de papa introducidos del Centro Internacional de la Papa y establecidos en la subzona de Miraflores?*

*¿Cómo son los aspectos morfológicos de los clones evaluados para ver la aceptación de los productores como promisorios a ser implementados en la subzona?*

*¿Los clones evaluados son resistentes o susceptibles a *Phytophthora infestans* (tizón tardío), para seleccionar aquellos con mayor tolerancia como factor decisivo para la adaptación y productividad de la zona?*

#### 4. Justificación

La presente investigación es relevante porque permite evaluar el comportamiento agronómico de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones agroecológicas en Mirafior, Estelí, donde este cultivo constituye un pilar para la seguridad alimentaria y la economía local.

Su realización es conveniente debido a la limitada información existente sobre el rendimiento y adaptabilidad de clones específicos en la zona, mientras que su relevancia social radica en brindar a productores y técnicos recomendaciones fundamentadas que mejoren la productividad, fomenten prácticas sostenibles y reduzcan la dependencia de insumos químicos.

Además, aporta al conocimiento científico sobre la respuesta de clones de papa a condiciones locales, permitiendo comparaciones con estudios nacionales e internacionales, y ofrece un modelo metodológico replicable que incluye variables agronómicas relevantes.

En conjunto, el estudio contribuye al desarrollo sostenible del cultivo de papa en la región, optimizando la selección de clones adaptados y generando información útil para la comunidad agrícola y la investigación futura.

Dada la importancia de la papa en la dieta y economía de la región, así como los retos que enfrentan los agricultores locales, existe una necesidad urgente de evaluar diferentes clones bajo las condiciones específicas de Mirafior, Estelí.

Se considera que esta investigación tendrá un impacto positivo en la seguridad alimentaria, el ingreso de los agricultores y la sostenibilidad agrícola en la zona.

La decisión de determinar el comportamiento agronómico de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las condiciones agroecológicas de Mirafior, Estelí, se justifica por varias razones clave:

La papa es un cultivo de gran importancia económica en Nicaragua, contribuyendo significativamente al sustento de muchas familias. La mejora en la productividad de este cultivo puede contribuir directamente a la mejora de las condiciones de vida de los agricultores locales, las condiciones agroecológicas de Mirafior, con su altitud y características de suelo, ofrecen un entorno único para la evaluación de clones adaptados.

La evaluación de clones de papa generados por el centro internacional de la papa, CIP permite identificar materiales con alto potencial de rendimiento y buena adaptación a las condiciones de Miraflores. Esto contribuye al fortalecimiento de la producción agrícola local y al aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

Este estudio permitirá a los agricultores y técnicos contar con la información confiable y actualizada sobre el comportamiento agronómico de nueve clones de papa. Los resultados servirán de base para recomendar aquellos materiales que se adapten mejor a las condiciones locales, favoreciendo la productividad y reduciendo riesgo de pérdidas económicas.

La Investigación genera nuevos conocimientos sobre la adaptación y el rendimiento de materiales genéticos de papa en un contexto agroecológico específico, aportando evidencias científicas que pueden ser utilizadas en futuros estudios, programa de mejoramiento genético y estrategias de extensión agrícola.

## **5. Objetivos de investigación**

### **5.1. Objetivo General**

Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo las condiciones agroecológicas de la subzona de Mirafior, Estelí.

### **5.2. Objetivos específicos**

5.2.1. Caracterizar las condiciones agroecológicas de la subzona Mirafior en Estelí para establecer las bases ambientales que permitan la caracterización del comportamiento agronómico de los clones de papa.

5.2.3. Describir los aspectos morfológicos de nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) como indicadores de adaptación a las condiciones locales, para la selección de aquellos más promisorios para ser adaptados en la subzona Mirafior, Estelí.

5.2.2. Determinar el rendimiento productivo de nueve clones de papas (*Solanum tuberosum* L.) implementadas a nivel de campo en la Subzona de Mirafior, Estelí para la identificación de aquellos con mayor potencial de producción y adaptación.

5.2.4. Evaluar la resistencia de los clones a *Phytophthora infestans* (tizón tardío), a fin de la selección de aquellos con mayor tolerancia, como factor decisivo para la adaptación y productividad de la zona.

## **6. Limitaciones del estudio**

La investigación se lleva a cabo en un solo periodo estacional, lo que puede limitar la validez de los resultados. Las condiciones climáticas variarán anualmente y pueden influir en el crecimiento y producción de los clones.

La presencia de plagas y enfermedades es un factor impredecible que puede influir significativamente en el rendimiento de los clones evaluados y no siempre se podrán controlar completamente en un entorno de campo.

Durante el desarrollo de la se podrían presentar ciertas limitaciones que pudieron influir en la amplitud y precisión de los resultados obtenidos. Por ejemplo, el estudio se desarrolló en un solo ciclo productivo, lo cual no permite observar la estabilidad del rendimiento y adaptación de los clones en diferentes épocas o años agrícolas. Así mismo, la heterogeneidad del suelo y las pequeñas variaciones micro climáticas dentro del área experimental pudieron influir en el crecimiento y desarrollo de las plantas, afectando la uniformidad de los datos obtenidos.

## 7. Hipótesis

Ho (nula):

No existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico y productivo entre los nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones agroecológicas de la subzona de Miraflores.

H1 (alternativa o de investigación)

Existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico y productivo de los nueve clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones agroecológicas de la subzona de Miraflores, lo que permite identificar aquellos con mejor adaptación y rendimiento.

## 8. Operacionalización de Variables

TABLA 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
Condiciones agroecológicas	Todos los factores ambientales, biológicos y físicos que caracterizan un territorio	Caracterización de los factores ambientales y físicos de la zona de estudio (temperatura, precipitación, humedad relativa), suelo, topografía, cultivos y biodiversidad	Temperatura promedio (°C) Precipitación acumulada (mm), Humedad relativa (%), Textura, pH del suelo, (%) materia orgánica, Altitud (m s. n. m.) Cultivos y áreas en mz Biodiversidad	Revisión documental	Secundarios: revisión de documentos oficiales
Rendimiento	Producción obtenida en parcela útil	Se hará medición cuantitativa de la producción total obtenida en cada unidad	Kg por Ha en parcela útil Número de plantas en cada unidad	Registro de datos en hojas de campo	Primarios: recolección, observación y medición en campo

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento o técnica</b>	<b>Fuente de datos</b>
		experimental parcela útil.	o experimental peso del tubérculo		
Emergencia	Proceso mediante el cual las plántulas logran romper la superficie del suelo y hacerse visibles después de la siembra.	Conteo del número de plántulas emergidas en un periodo después de la siembra.	% de plántulas emergidas 15dds	Conteo directo en parcela, fichas de campo y fotografías de control	Primarios: observación y conteo en campo, registros
Porte o habito de crecimiento	Es la forma general, arquitectura o apariencia externa que adopta una planta durante su desarrollo	La clasificación observable y medible de la forma de la planta	Observado a los 60 dds erecto, semierecto y semiacamado	Inspección visual y registro en campo	Primarios observación en campo y registros de datos
Vigor	Es la capacidad general de una planta	La estimación visual o medida cuantitativa del crecimiento	Puntuación de vigor 1-9 El 1 representa las	Inspección visual y registro en campo	Primarios: observación y registro de datos

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento o técnica</b>	<b>Fuente de datos</b>
	para crecer y desarrollarse de manera robusta bajo determinadas condiciones ambientales	condición general de la planta. La medición se realiza durante etapas clave del desarrollo.	plantas menos vigorosas y las plantas más vigorosas.		
Color de la flor	Característica morfológica que describe la tonalidad visible de los pétalos o estructuras florales,	Observación directa y clasificación estandarizada del color predominante de las flores en cada planta o parcela.	Tonalidad predominante de la flor, registrada mediante una categoría o código de color previamente definido.	Muestras visuales de color y registro en hoja de campo	Primarios Observación y registro de datos
Color del tubérculo	Característica observable del tono superficial de la piel o pulpa del tubérculo,	Clasificación de la tonalidad predominante de la piel o pulpa en categorías preestablecidas durante la cosecha o	Tonalidad predominante del tubérculo expresada como una categoría nominal o	Observación y registro	Primarios Observación directa y registro de campo

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
		después del lavado del tubérculo.	código numérico.		
Color del tallo	Característica visual que describe la tonalidad externa del tallo de la planta	Observación directa del color predominante en la superficie del tallo, en la parte basal o media según protocolo, durante una fase específica del desarrollo.	Tonalidad predominante del tallo	Observación directa Registro en hoja de campo	Primarios Se registra color mediante la observación en campo
Resistencia a tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> )	Capacidad genética y fisiológica de una planta para limitar o impedir el daño causado por el hongo <i>Phytophthora infestans</i>	Se evalúa a través de la observación y cuantificación de síntomas característicos de la enfermedad en plantas	Presencia o ausencia de la enfermedad	Observación directa Ficha de campo	Primarios: observación en campo, registros de incidencia o ausencia

## 9. Macro Teórico

Miraflor es una zona de montaña y de conservación en el departamento de Estelí caracterizada por suelos con diversa textura, clima templado y sistemas agrícolas de pequeña escala. Las condiciones climáticas y las prácticas de manejo (siembra, fertilización, control fitosanitario) influyen directamente en la germinación, desarrollo vegetativo y rendimiento de cultivos como la papa. Por tanto, los resultados obtenidos en este contexto aportan información relevante para manejo local y selección de clones adaptados.

### Clones

La clonación de papa es un proceso utilizado en la agricultura para reproducir plantas de papa (*Solanum tuberosum*) que poseen características deseadas, como resistencia a enfermedades, mayor rendimiento o calidad específica de los tubérculos. Consiste en producir una copia genéticamente idéntica de una planta. Este método se basa en la multiplicación de una planta sin la fusión de gametos. En la papa, esto se logra a Revista Latinoamericana de la Papa (papa, 2019) través de la utilización de partes de la planta, como tubérculos o estolones.

Es una técnica avanzada que permite la producción de muchas plantas en un tiempo relativamente corto. Se elige una planta de papa que tenga las características deseadas, como resistencia a enfermedades o un alto rendimiento. Se obtienen tubérculos o partes como los brotes, que se utilizarán para la propagación. Si se utilizan tubérculos, estos deben ser sanos, sin signos de enfermedades. Deben ser cortados en secciones si son grandes, asegurando que cada sección tenga al menos un "ojo" (yema) que pueda brotar.

Es fundamental desinfectar el material vegetal para prevenir la contaminación por patógenos. Esto se puede hacer sumergiendo los tubérculos en soluciones desinfectantes (como hipoclorito de sodio).

Se colocan los segmentos en frascos de cultivo con un medio nutritivo que contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento (Sales de Murashige y Skoog, azúcares, reguladores de crecimiento, etc.). Se incuban en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad.

Después de un tiempo, los segmentos comenzarán a producir raíces y brotes. Es esencial proporcionar las condiciones adecuadas para que estas nuevas plántulas crezcan sanas.

Una vez que las plántulas han desarrollado un sistema radicular adecuado y han crecido lo suficiente, son cuidadas para que se adapten de manera gradual a las condiciones exteriores. Esto se hace al sacarlas del entorno in vitro y colocarlas en un invernadero, donde se controla el riego y la humedad. Después de un periodo de endurecimiento, las plántulas están listas para ser trasplantadas al campo o a un huerto. Es importante elegir un lugar con suelo adecuado y condiciones climáticas propicias.

Después del trasplante, se deben realizar cuidados regulares, incluyendo riego, control de plagas y enfermedades, y fertilización. Las plantas clonadas son genéticamente idénticas, lo cual asegura uniformidad en la cosecha. Permite un incremento rápido en la cantidad de plantas deseadas. Facilita la conservación y propagación de variedades que quizás sean difíciles de reproducir sexualmente.

La clonación puede llevar a la disminución de la diversidad genética, lo que puede hacer que las plantas sean más susceptibles a enfermedades. Si una planta madre tiene algún patógeno, este se transmitirá a todas sus copias. En conclusión, el proceso de clonación de papa es una técnica valiosa en la agricultura moderna que permite la producción eficiente de la producción

El rendimiento (producción de tubérculos por unidad de área) es la variable de respuesta principal en los estudios de mejoramiento agronómico. Está determinado por factores genéticos (potencial del clon), ecofisiológicos (eficiencia fotosintética, translocación de fotoasimilados), y de manejo (densidad de siembra, riego y fertilización). La evaluación del rendimiento permite comparar la productividad real de clones en condiciones específicas de cultivo.

La emergencia refleja la capacidad de los tubérculos o de las semillas para germinar y establecer plántulas viables. Factores que la afectan incluyen la calidad de semilla, profundidad de siembra, temperatura del suelo, humedad y prácticas previas. Una buena emergencia es crítica porque determina la uniformidad de la población y la competencia por recursos, lo que repercute en el rendimiento final.

## **Porte**

El porte se refiere a la arquitectura y altura de la planta, número de tallos y distribución del follaje. El porte influye en la captura de radiación, evitan sombreo excesivo y afectan la ventilación foliar (importante para el control de enfermedades). Clones con porte apropiado para el ambiente local pueden optimizar el uso de recursos.

## **Vigor**

El vigor agronómico es la capacidad de la planta de crecer rápida y sanamente en etapas tempranas y mantener un buen desempeño durante el ciclo. Se relaciona con la velocidad de crecimiento, acumulación de biomasa y tolerancia a estrés abiótico. El vigor temprano suele asociarse a mayor resiliencia frente a plagas y enfermedades y, en muchos casos, a mayor rendimiento. (Valderrama, 2018)

## **Resistencia a enfermedades**

La resistencia incluye tanto la resistencia genéticamente determinada como la tolerancia al daño causado por patógenos. En papa, enfermedades foliares y de tubérculo (por ejemplo, tizón tardío, roya, virus) pueden reducir severamente rendimiento y calidad. La evaluación de incidencia y severidad en campo, junto con la identificación de patógenos, permite seleccionar los clones con mayor estabilidad productiva.

## **10. Diseño metodológico**

### **10.1. Ubicación del área de estudio**

El estudio se realizó en la subzona de Mirafior, ubicada a 30 kilómetros de la ciudad de Estelí, Nicaragua. El área experimental se localiza entre las coordenadas UTM 578500 m O, 1465948 m N y a una altura sobre el nivel del mar es de 1320 m. El sitio presenta condiciones agroecológicas representativas de los sistemas de producción de papa de altura en la región.

En este sector se encuentra ubicado el Centro Experimental de Desarrollo Tecnológico Filemón Rivera Quintero, a cargo del Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), quienes han venido realizando experimentaciones relacionadas a diferentes cultivos, entre ellos la papa para ser validadas y ofertadas a productores de la zona.

### **10.2. Tipo de investigación**

El presente estudio es de tipo descriptivo según el nivel de profundidad, dado que especifica las propiedades, características y perfiles de los fenómenos tal como ocurren en el contexto natural. De igual manera, es explicativa, pues pretende identificar las causas, relaciones y efectos entre las variables estudiadas, explicando el fenómeno y en qué condiciones se manifiesta (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

Según el alcance es temporal de tipo longitudinal porque el rendimiento se evalúa a lo largo del ciclo del cultivo, considerando distintas etapas de crecimiento hasta la cosecha. En relación con el enfoque filosófico se enmarca en el paradigma positivista, ya que busca obtener datos cuantitativos, sobre el rendimiento productivo, empleando mediciones estadísticas para comparar los clones de papa.

El área de estudio y modalidad de la investigación es una investigación de carácter científico, agrícola y modalidad experimental, enfocadas en la evaluación de cultivos agrícolas y su adaptación a condiciones agroecológicas.

Es un estudio experimental ya que se manipula la variable independiente, los diferentes clones de papa, para observar sus efectos en la variable de pendiente rendimiento productivo.

### **10.3. Área y línea de investigación**

Según la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), la presente investigación se ubica en el Campo amplio: 08 Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria, en el Específico: 081 Agricultura y en Detallado: 0811 Producción agrícola y ganadera. (UNESCO, 2013)

Así mismo, de acuerdo con las líneas de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), se ubica en el área de conocimiento de Ciencias agropecuarias, en la LÍNEA CAG-1: Sistema de Producción Agropecuaria, en la sub línea CAG-1.1: Sistema de Producción Agrícola (UNAN-Managua, 2021)

### **10.4. Población y selección de la muestra**

La población en estudio son todas las unidades experimentales de los clones de *Solanum tuberosum* L. evaluados bajo las condiciones agroecológicas de la subzona de Mirafior y la muestra fueron los tratamientos efectivamente evaluados dentro del experimento.

### **10.5. Diseño experimental**

#### **Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA)**

Se realizó un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), a fin de controlar la variabilidad del terreno y las condiciones ambientales entre bloques en campo. Se evaluaron diez tratamientos con tres repeticiones distribuidos en tres bloques. Cada unidad experimental estuvo constituida una parcela formada por dos surcos de tres metros de longitud, considerada parcela útil según el modelo experimental. Las distancias entre surco fueron de 0.9 m y entre planta de 0.30 m, lo cual corresponde a una densidad 37,000 plantas por hectárea.

Área de la parcela experimental	$2 \times 0.9 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 5.4 \text{ m}^2$ .
Área de la repetición	$5.4 \text{ m}^2 \times 9 \text{ clones} = 48.6 \text{ m}^2$
Área total de cada ensayo	$60 \text{ m}^2 \times 3 \text{ repeticiones} = 180 \text{ m}^2$ .

Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente de la siguiente manera:

T1 CIP 398017.53

T2 CIP 393371.58

T3 CIP 302533.49

T4 CIP 398208.505

T5 CIP 398180.289

T6 CIP 388676.1

T7 CIP 302533.38

T8 CIP 3302533.74

T9 CIP 399075.7

T10 INTA Industrial

### **Establecimiento del experimento**

Para establecer el ensayo se procedió a delimitar las parcelas y los bloques experimentales. A todas las subparcelas se les brindó el mismo manejo agronómico utilizado para este cultivo en la zona. Es decir, se inició con la limpieza del área a través de herbicidas (glifosato) en dosis de 1.5 litros por manzana. Seguidamente se acondicionó el terreno a una profundidad de 30 cm, eliminado material como piedras, terrones o residuos vegetales, que pudiera afectar el crecimiento y desarrollo de raíces y tubérculos.

Posteriormente se procedió al montaje del experimento o siembra, creando las condiciones de manejo típicas para este cultivo. Se realizó fertilización al momento de la siembra con fórmula completa 18-46-0 más 00-00-60 en base a demanda del cultivo y una segunda fertilización con urea 46% a los 25-30 días después de la siembra (dds), es decir, al momento del aporque.

El control de malezas, plagas y enfermedades fue el típico que se realiza en la zona para este cultivo. Las malezas se controlaron con el herbicida metribuzin a dosis de 0.5 kg / ha, posteriormente se realizó manejo manual al momento del aporque. El manejo de plagas y enfermedades se realizó con pesticidas de uso común y con autorización de uso. Para la toma de decisiones de su uso se tomó en base al recuento y el monitoreo sanitario de los clones.

La cosecha se realizó de forma manual en el momento en que los clones alcanzaron la madurez fisiológica, esto osciló entre los 90-100 después de la siembra. Antes de la cosecha se cortó el follaje de la planta y ocho días después se realizó la cosecha manual, a fin de garantizar una buena tuberización de los tubérculos.

*TABLA 2.*

*DISTRIBUCIÓN DE LOS BLOQUES MEDIANTE ALEATORIZACIÓN*

<b>FILA</b>	<b>BLOQUE 1</b>	<b>BLOQUE 2</b>	<b>BLOQUE 3</b>
101	Industrial	CIP 398208.505	CIP 393371.58
102	CIP 399075.7	CIP 302533.38	CIP 398180.289
103	CIP 3302533.74	CIP 3302533.74	CIP 302533.49
104	CIP 302533.38	CIP 399075.7	CIP 398017.53
105	CIP 388676.1	CIP 393371.58	CIP 302533.38
106	CIP 398180.289	CIP 302533.49	CIP 388676.1
107	CIP 398208.505	Industrial	CIP 398208.505
108	CIP 302533.49	CIP 388676.1	Industrial
109	CIP 393371.58	CIP 398017.53	CIP 399075.7
110	CIP 398017.53	CIP 398180.289	CIP 3302533.74

Las parcelas están ordenadas del 101 al 110 (fila 1) con bloques 1, 2 y 3, lo que garantiza replicación espacial. Se asignaron los clones al azar dentro de cada bloque. De esta manera se reduce sesgos y asegura independencia entre unidades experimentales.

## 10.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

### Revisión documental

Se utilizó esta técnica para la descripción de las condiciones agroecológicas de la subzona donde se estableció el experimento.

### Observación directa y registros

La toma de datos se realizó a partir de ocho días después de la siembra. Las observaciones se realizaron en horas frescas de la mañana.

Se utilizó la técnica de observación directa en campo donde se estableció el experimento para registrar el comportamiento agronómico del cultivo en el ambiente de experimentación. En este caso se evaluaron las variables cualitativas morfo y fisiológicas (emergencia, porte y vigor) de los clones establecidos. Para cada una de las técnicas se elaboraron fichas para el registro de la información (anexo 1.)

Los datos se obtuvieron de la parcela útil en cada bloque, tomando en cuenta lo siguiente: rendimiento, emergencia, vigor de plantas, grado de floración, senescencia, número de plantas por parcela útil, número de tallos por planta, hábito de crecimiento, número de días desde la siembra hasta la senectud, temperatura, enfermedades entre ellos el Tizón Tardío (*Phythoptora infestans*).

En el muestreo se descartaron los bordes y por cada parcela se tomó una submuestra de 10 plantas útiles por cada una.

TABLA 3.

ESCALA DEL (CIP), PARA MEDIR TIZÓN TARDÍO

GRADO	PORCENTAJE	SÍNTOMAS
1	0	No se observa tizón
2	0-5	Máximo 10 lesiones x planta
3	5-15	Planta sana, área foliar afectadas (20 folíolos)
4	15-35	Mayoría de las plantas afectadas (25 % del follaje destruido)

5	45-65	Parcela se observa verde, hojas inferiores muertas (50% follaje destruido)
6	65-85	Parcela se ve verde, con manchas pardas (75% follaje destruido)
7	85-95	Hojas superiores verdes, tallo con lesiones
8	95-100	Plantas se observan pardas, mayoría de tallos muertos.
9	100	Tallos y hojas muertas.

### **10.7. Confiabilidad y validez de los instrumentos**

Los datos son considerados consistentes y estables dado que se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de estos a lo largo del experimento y con la utilización de instrumentos estandarizados.

Las mediciones cuantitativas se realizaron con instrumentos calibrados y las cualitativas con escalas visuales. La validez está asegurada por la experiencia de los asesores expertos del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria quienes desde hace muchos años han venido realizando experimentaciones en el área con diferentes cultivos. Por otra parte, al utilizar un diseño experimental adecuado (BCA) permitió controlar variables externas y garantizar la validez y generalización de los resultados.

### **10.8. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos**

Se elaboró una base de datos y a los mismos se les realizó análisis de varianza y comparación de medias a través de LSD Fisher,  $P < 0,05$ , en el paquete estadístico INFOSTAT.

Los datos provenientes de los diferentes tratamientos del ensayo fueron sometidos a las siguientes pruebas estadísticas para tratar de encontrar diferencias entre los diferentes tratamientos: análisis de varianza, separación de medias por Tukey al 5%, homogeneidad de varianza y normalidad de los datos.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_{ij} + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ =Valor del carácter estudiado

$\mu$ =Media General

$\tau_{ij}$ = Efecto del tratamiento

$\beta_{ij}$ = Efecto del bloque

$\epsilon_{ij}$ =Afecto aleatorio del error

Las pruebas antes indicadas nos permitieron determinar las diferencias entre cada uno de los tratamientos estudiados.

## 11. Análisis y discusión de resultados

### 11.1. Condiciones agroecológicas de la subzona Mirafior en Estelí

Para establecer las bases ambientales que permitan interpretar el comportamiento agronómico de los clones de papa, se documentaron los factores climáticos como temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar y vientos que caracterizan la subzona de Mirafior. De igual manera se caracterizó el suelo (tipo, textura, estructura), la topografía, el uso del suelo, los recursos hídricos, los principales cultivos y su manejo en la zona. Cada uno de estos factores se obtuvieron de la revisión de fuentes secundarias.

Mirafiores se encuentra ubicado en la Región Central Norte, y ocupa territorios de los municipios de Estelí y Condega en el departamento de Estelí, y de San Sebastián de Yalí y La Concordia del departamento de Jinotega. Las coordenadas geográficas  $13^{\circ}29'15''$  y  $86^{\circ}7'30''$  latitud Norte y  $86^{\circ}3'22''$  y  $13^{\circ}29'50''$  Longitud Oeste a 25 Km. de la ciudad de Estelí. Mirafior es una reserva natural y en él se aprecian tres tipos de climas distintos: seco en la zona baja, intermedio y húmedo, así como un bosque nebliselva predominante (MARENA, 2014).

En el área se diferencian tres zonas climáticas: Zona húmeda, con alturas entre 700 msnm hasta 1450 msnm, precipitación de 800 a 1600 mm/año, temperatura media anual menor a  $22^{\circ}$  C y representa el 48.1 % del territorio. Zona semihúmeda, alturas entre 700 msnm hasta 1000 msnm, precipitaciones de 800 a 1200 mm/año, temperatura media anual menor a  $27^{\circ}$  C y representa el 23.7 % del territorio y la Zona seca, con alturas entre 500 msnm hasta 1000 msnm, precipitaciones que oscilan entre 800 a 1200 mm/año, temperatura media anual de  $20^{\circ}$  a  $27^{\circ}$  C y representa el 28.2 % del territorio.

La precipitación promedio anual de la zona húmeda de Mirafior es de 1,200 mm con lluvias durante 7 – 9 meses del año, localizada en el sector nordeste (1,000 – 1,450 msnm) oeste del territorio (850 – 1,000 msnm), con una temperatura promedio anual de  $20^{\circ}$  C. (MARENA, 2014)

El 57 % del área es de vocación forestal, el 11.7 % pecuaria, el 11.8% agrícola con cultivos perennes, el 7.3 % cultivos especiales y el 12.2% con cultivos anuales. Las dos primeras

épocas se caracterizan por que las lluvias son regulares y los días cortos, la época de apante-riego es menos riesgosa y favorable por las bajas temperaturas, sobre todo en zonas ubicadas entre los 1,200 y 1,500 msnm (MARENA, 2014)

Las siembras de primera y postrera están limitadas a las zonas caracterizadas para este cultivo, sin embargo, en la época de Apante- Riego se establecen áreas considerables en el valle de Estelí, dado por las condiciones de bajas temperatura que se presentan en ese periodo

El 57 % del área es de vocación forestal, el 11.7 % pecuaria, el 11.8% agrícola con cultivos perennes, el 7.3 % cultivos especiales y el 12.2% con cultivos anuales. Las dos primeras épocas se caracterizan por que las lluvias son regulares y los días cortos, la época de apante-riego es menos riesgosa y favorable por las bajas temperaturas, sobre todo en zonas ubicadas entre los 1,200 y 1,500 msnm (MARENA, 2014).

Las siembras de primera y postrera están limitadas a las zonas caracterizadas para este cultivo, sin embargo, en la época de Apante- Riego se establecen áreas considerables en el valle de Estelí, dado por las condiciones de bajas temperatura que se presentan en ese periodo.

Estas condiciones agroecológicas de la zona donde se estableció el experimento constituyen un entorno favorable para el cultivo de papa, aunque también generan presión por enfermedades como el tizón tardío. La caracterización climática y edáfica permitió comprender cómo estos factores influyen directamente en la emergencia, vigor, porte y rendimiento de los clones evaluados, proporcionando una base ambiental sólida para interpretar su comportamiento agronómico y su grado de adaptación a esta zona productiva.

#### **11.2. Rendimiento productivo de nueve clones de papas (*Solanum tuberosum* L.) evaluados a nivel de campo en la Subzona de Miraflores, Estelí**

El modelo estadístico que se utilizó para analizar el rendimiento de los clones evaluados es adecuado y estadísticamente sólido: AIC=436.14 y BIC= 448.09. El  $p=0.0004$  muestra que los clones evaluados son diferentes entre sí, en relación con la variable rendimiento.

La tabla 4, presenta tres tipos de rendimiento para cada clon evaluado y para el testigo: el rendimiento comercial (kg/ha) considerado el tubérculo de primera calidad, el rendimiento de segunda (kg/ha), se refiere a tubérculos medianos o con defectos leves y el rendimiento total (kg/ha), que corresponde a la suma de rendimiento total más el rendimiento de segunda.

El testigo (INTA Industrial) mostró el mayor rendimiento comercial (35,309 kg/ha), y el total de 43,395 kg/ha, ubicándose estadísticamente en el grupo superior. Al compararlo con el clon 3302533.74, el testigo lo superó en un 5.4 %, de rendimiento comercial y 3 % más de rendimiento total. El clon con menor rendimiento fue el CIP 398180.289. Estos resultados pueden orientar procesos de selección hacia materiales mejor adaptados y con mayor potencial productivo para la zona y su incorporación en los sistemas de producción de papa.

Lo anterior difieren con lo encontrado por (Marin, 2024), en donde los resultados mostraron que los clones INIAP 29 e INIAP 35 presentaron mejor comportamiento agronómico en la mayoría de las variables. Sin embargo, la variedad INIAP CIP Libertad obtuvo el mayor rendimiento con 21 175,57 kg/ha.

El clon con menor rendimiento fue el CIP 398180.289, aparentemente no se adaptó a las condiciones de la zona de estudio. Estos resultados pueden orientar procesos de selección hacia materiales mejor adaptados y con mayor potencial productivo para la zona y su incorporación en los sistemas de producción de papa.

*TABLA 4.*

*RENDIMIENTO DE TUBÉRCULOS DE 09 CLONES PROCEDENTES DE CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA*

Tratamiento	Rendimiento comercial (kg/ha)	Rendimiento de segunda (kg/ha)	Rendimiento total (kg/ha)
INTA Industrial (testigo)	35,309 a	8,086 a	43,395 a
CIP3302533.74	33,395 ab	8,704 ab	42,099 a
CIP 398208.505	26,975 abc	8,951 ab	35,926 abc
CIP 399075.7	24,074 bc	8,210 abc	32,284 bc
CIP 388676.1	23,703 c	5,556 abc	29,259 bc
CIP 388676.1	23,703 c	5,556 abc	29,259 bc
CIP 302533.49	19,259 cd	9,630 abc	28,889 bc
CIP 302533.38	21,975 cde	6,605 abcd	28,580 cd

CIP 393371.58	13,395 cde	7,469 bcd	20,864 cd
CIP 398017.53	18,333 de	4,444 cd	22,777 cd
CIP 398180.289	10,926 e	3,457 d	14,383 d

*Las letras (a, b, c, d, e) indican grupos estadísticamente diferentes según la prueba de comparación de medias. La letra “a” indica los valores más altos, y mientras más avanza el alfabeto (b, c, d, e), el rendimiento es menor.*

Se tomó en cuenta el rendimiento de primera y el de segunda. En relación con el rendimiento de segunda, las diferencias fueron menos marcadas, pero significativas. Para este caso, el mayor rendimiento lo obtuvo el CIP302533.49 (9,630 kg/ha), teniendo un comportamiento estadístico superior dentro del grupo. Los clones CIP 3302533.74, CIP 398208.505, CIP 399075.7, CIP 388676.1 y CIP 302533.38 muestran valores intermedios y el más bajo fue presentado por CIP 398180.289 (3,457 kg/ha). En síntesis, aunque las diferencias son menores que el rendimiento comercial, algunos clones aportaron más volumen en los tubérculos de segunda calidad.

Estos resultados sugieren que algunos clones tienden a producir una mayor proporción de tubérculos medianos, lo cual puede ser ventajoso según las demandas del mercado local o la industria alimentaria y para los productores que dejan semilla para siembras posteriores y que es lo común en las zonas paperas de Nicaragua.

En relación con el rendimiento total, se observa la tendencia de las otras categorías, siendo el NTA Industrial el de mayor rendimiento total con 43,395 kg/ha. Sin embargo, el CIP3302533.74, fue bastante cercano con 42,099 kg/ha, también dentro del grupo de alto rendimiento. Así mismo, CIP 398208.505, CIP 399075.7, CIP 388676.1, CIP 302533.49, CIP 302533.38, CIP 393371.58 y CIP 398017.53 mostraron rendimientos intermedios, aunque con diferencias significativas entre ellos. Los resultados muestran que INTA Industrial mantiene el mejor desempeño general, seguido del clon CIP3302533.74, esto en contraste, el clon CIP 398180.289 muestra una baja adaptación a las condiciones de Miraflores.

En este sentido, el rendimiento comercial y total indica que los clones de mayor rendimiento también mantienen una proporción adecuada de tubérculos de calidad comercial, lo cual es un factor determinante en la selección final de materiales.

En síntesis, el INTA Industrial representa el material más productivo y estable en todas las categorías, mientras que CIP3302533.74 se presenta como una alternativa con excelente potencial. Otros clones muestran desempeños intermedios que podrían ser considerados para continuar con las investigaciones. El clon CIP 398180.289 presenta la menor productividad, sugiriendo una baja adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona.

El comportamiento superior del clon INTA Industrial puede atribuirse a su buena adaptación a las condiciones agroecológicas de Mirafior, lo cual coincide con reportes del INTA donde esta variedad presenta altos niveles de productividad en zonas altas con buena disponibilidad de humedad.

Los clones que presentaron rendimientos comerciales intermedios como CIP 302533.38 y CIP 302533.49, reflejan potencial productivo, aunque con menor eficiencia comparados con los de mayor desempeño. El rendimiento comercial es un criterio clave para la selección de materiales con fines productivos y comerciales. En este sentido, los clones con valores por encima de 25,000 kg/ha muestran ventajas competitivas para continuar en ensayos de validación.

### **11.3. Aspectos morfológicos de los clones de papa (*Solanum tuberosum* L)**

En relación con las variables morfológicas, se midieron la emergencia, porte y vigor, de los clones estudiados, como indicadores de adaptación a las condiciones locales, para seleccionar aquellos con mayor potencial adaptativo a la subzona Mirafior, Estelí.

En este sentido, todos los clones presentaron color de piel de tubérculo blanco, con color secundario rosa en las yemas de los clones CIP 399075.7, CIP 302533.38 y CIP 302533.49. El color de piel blanco es el de mayor aceptación en el mercado nacional, con preferencias y mayores precios para variedades con color secundario rojo o rosado.

La forma predominante es oblonga y en el caso de la pulpa prevalece el color blanco, a excepción de los clones CIP 302533.38 y CIP 398208.505 con color amarillo. La forma es una característica importante, teniendo más demanda la oblonga ya que facilita el proceso para el procesamiento especialmente para bastones.

El color predominante de la flor es blanco y solamente los clones CIP 399075.7 y el CIP 3302533.74 presentaron colores lila o morado. El color de flor es un marcador visual útil

para diferenciar variedades en programas de mejoramiento y está asociado a colores de tubérculo piel roja o con color secundario Rosa o rojo.

Para el caso del vigor, los materiales evaluados presentaron valores entre 7 y 9. Los valores menores corresponden a los clones CIP 398017.53, CIP 302533.38, lo cual indica una buena adaptación de las variedades a las condiciones agroecológicas y de estrés moderado, así mismo, por sombreado evitan la proliferación de malezas.

TABLA 5.

VIGOR, COLOR DE FLOR, COLOR DE TALLO Y HABITO DE CRECIMIENTO DE CLONES DE PAPA

Tratamiento	Color de flor	Vigor	Color de tallo	Habito de crecimiento
Industrial	Morada	Alto	Verde Oscuro	Semi erecto
CIP 399075.7	Morada	Alto	Verde intenso	Semi erecto
CIP 3302533.74	Morada	Alto	Morado	Decumbente
CIP 302533.38	Blanca	Intermedio	Verde intenso	Semi erecto
CIP 388676.1	Blanca	Alto	Verde claro	Erecto
CIP 398180.289	Blanca	Alto	Verde claro	Erecto
CIP 398208.505	Blanca	Alto	Verde intenso	Semi erecto
CIP 302533.49	Blanca	Alto	Verde intenso	Semi erecto
CIP 393371.58	Blanca	Alto	Verde intenso	Erecto
CIP 398017.53	Blanca	Intermedio	Verde claro	Erecto

El tallo la mayoría de los clones presentaron color verde variando a intensidad a excepción del clon CIP 3302533.74 que presentó color morado (tabla 5).

El porte que prevalece corresponde a semi erecto y erecto siendo una característica relevante para el manejo y de interés de los productores, únicamente el clon CIP 3302533.74 presentó porte decumbente.

TABLA 6.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS TUBÉRCULOS DE 09 CLONES DE PAPA (FORMA DEL TUBÉRCULO Y COLOR DE LA PIEL Y PULPA DEL TUBÉRCULO)

Tratamiento	Color piel del Tubérculo	Forma del Tubérculo	Color de la pulpa del tubérculo
Industrial	Roja	Oblonga	Blanca
CIP 399075.7	Blanco con yemas rosa	Oblonga	Blanca
CIP 3302533.74	Blanca	Redonda	Blanca
CIP 302533.38	Blanco con yemas rosa	Oblonga	Amarilla
CIP 388676.1	Blanca	Oblonga	Blanca
CIP 398180.289	Blanca	Redonda	Blanca
CIP 398208.505	Blanca	Redonda	Amarilla
CIP 302533.49	Blanco con yemas rosa	Oblonga	Blanca
CIP 393371.58	Blanca	Oblonga	Blanca
CIP 398017.53	Blanca	Redonda	Blanca

#### 11.4. Resistencia de los clones evaluados a *Phytophthora infestans* (tizón tardío)

A fin de seleccionar aquellos clones con mayor tolerancia a enfermedades, específicamente a *Phytophthora infestans* (tizón tardío), se evaluó la tolerancia o susceptibilidad a enfermedades, específicamente al *P. infestans* para detectar los promisorias para la zona. En este sentido, no se observó presencia de la enfermedad en ninguno de los clones evaluados, ni en el testigo, probablemente por las condiciones agroecológicas predominantes durante el establecimiento del experimento. Había que evaluarlos en épocas diferenciadas y ver otros factores que inciden en la presencia o ausencia de enfermedades fungosas

## 12. Conclusiones

Las condiciones agroecológicas de la subzona de Miraflores constituyen un entorno favorable para el cultivo de papa, aunque también generan presión por enfermedades como el tizón tardío (*Phytophthora infestans*). La caracterización climática y edáfica permitió comprender cómo estos factores influyen directamente en la emergencia, vigor, porte y rendimiento de los clones evaluados, proporcionando una base ambiental sólida para interpretar su comportamiento agronómico y su grado de adaptación a esta zona productiva.

Los resultados demostraron diferencias significativas entre los clones evaluados, confirmando que el rendimiento está fuertemente determinado por el genotipo y su interacción con el ambiente local.

La variedad testigo INTA Industrial registró el mayor rendimiento comercial (35,309 kg/ha) y total (43,395 kg/ha), mientras que el clon CIP 3302533.74 se posicionó como el mejor material experimental, con 42,099 kg/ha. Otros clones como CIP 398208.505, CIP 399075.7 y CIP 388676.1 presentaron rendimientos intermedios aceptables, en tanto que CIP 398180.289 mostró el rendimiento más bajo. Estos resultados permiten identificar clones con potencial productivo para futuras validaciones en condiciones de finca.

El clon CIP3302533.74 fue el material más precoz alcanzando madurez a los 80 días después de la siembra. En base a los resultados se seleccionan los materiales CIP3302533.74, CIP 3398208.505, CIP 399075.7 y CIP 388676.1 para validarlos en fincas de productores.

Todos los clones presentaron porcentajes de emergencia superiores a 94 %, lo que evidencia una buena adaptación inicial a las condiciones agroecológicas de Miraflores. En cuanto al vigor, la mayoría de los materiales alcanzaron valores entre 8 y 9, destacándose CIP 3302533.74, CIP 399075.7, CIP 388676.1 e INTA Industrial, lo que indica un crecimiento vegetativo robusto.

El porte predominante fue erecto y semierecto, características deseables para favorecer la aireación y la eficiencia fotosintética. Estos rasgos fisiológicos y morfológicos evidencian que varios de los clones evaluados poseen atributos que les confieren un alto potencial adaptativo en la subzona de Miraflores.

La evaluación fitosanitaria mostró variabilidad en la tolerancia de los clones frente a *Phytophthora infestans*. Aunque la incidencia de la enfermedad no fue significativa, los clones CIP 388676.1, CIP 399075.7 y CIP 3302533.74 presentaron menor severidad de daño en comparación con otros materiales, lo que los posiciona como los más tolerantes al tizón tardío dentro del grupo evaluado. En contraste, algunos clones mostraron mayor susceptibilidad, lo cual afectó su desarrollo foliar y su rendimiento. Esta variabilidad constituye un criterio fundamental para seleccionar materiales con mayor estabilidad productiva y menor vulnerabilidad a enfermedades en las condiciones agroecológicas de Miraflores.

### **13. Recomendaciones**

Continuar con validaciones en fincas de productores utilizando los materiales con mejores rendimientos, especialmente CIP 3302533.74 y CIP 398208.505, con el propósito de verificar su estabilidad productiva bajo condiciones reales de cultivo.

Conviene priorizar en próximos ciclos experimentales aquellos clones que mostraron mayor vigor y porte favorable, tales como CIP 3302533.74, CIP 399075.7, CIP 388676.1 e INTA Industrial, en diferentes épocas de siembra.

#### 14. Referencias bibliográficas

- Chicaiza, L. (2024). *Evaluación del comportamiento agronómico de los clones promisorios de papa INIAP 45 e INIAP 143 frente a la variedad INIAP CIP Libertad en el campus Salache*. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). doi:<https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12483>
- FAO. (2015). *Guía para el manejo del cultivo de papa*.
- INTA. (2013). *Variedad de papa: INTA Karu*. doi:<https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Papa-INTA-Karu.pdf>
- J.A., R., & Díaz, M. (2024). *Análisis de la producción y comercialización de papa (Solanum tuberosum L.) para seis productores de las comunidades El Robledal, El Sontule y La Perla en Miraflores, Estelí*. Universidad Nacional Agraria. doi:<https://repositorio.una.edu.ni/4934/1/tne72r696.pdf>
- Laguna, P. (2019). Evaluación de cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en dos localidades de la zona de Miraflores Estelí, apante 2018: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.
- Laguna, P. (2019). *Evaluación de cinco variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en dos localidades de la zona de Miraflores, Estelí, apante 2018*. Universidad Nacional Agraria UNA. doi:<https://repositorio.una.edu.ni/3947/1/tnf30l182.pdf>
- MARENA. (2014). *Plan de manejo de la Reserva Natural Miraflores-Moropotente*. Gobierno de la República de Nicaragua.
- Marín. (2024). *Evaluación del comportamiento agronómico de los clones de papa (Solanum tuberosum) INIAP 29 e INIAP 35 frente a la variedad INIAP CIP libertad en el campus Salache, UTC 2024*. Universidad Técnica de Cotopaxi. doi:<https://repositorio.utc.edu.ec/items/37a06138-fc5f-4b7f-ac6e-6c91c20ee76e/full>
- Palacios, & Noa. (2025). *Comportamiento del rendimiento del material genético avanzado de 16 clones de papa (Solanum tuberosum L.) en condiciones de Caja Acobamba-Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.14597/9426>
- Papa, R. I. (junio de 2019). *Revista latinoamericana de papa*. Obtenido de Revista latinoamericana: <https://www.google.com/>

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua). (2021). *Las líneas y sublíneas de investigación de la UNAN-Managua*. Vicerrectorado de Investigación, Posgrado y Extensión Universitaria, Dirección de Investigación

UNESCO. (2013). <https://uis.unesco.org>.

Valderrama, R. e. (2018). *Propagación clonal in vitro de especies y variedades de papa (Solanum tuberosum) en función del tiempo*.

## 15. Anexos

### 15.1. Diseño experimental

Plano de campo OESTE NORTE  $\Rightarrow$

<b>101</b>	Industrial	<b>210</b>	CIP 398208.505	<b>301</b>	CIP 393371.58
<b>102</b>	CIP 399075.7	<b>209</b>	CIP 302533.38	<b>302</b>	CIP 398180.289
<b>103</b>	CIP 3302533.74	<b>208</b>	CIP 3302533.74	<b>303</b>	CIP 302533.49
<b>104</b>	CIP 302533.38	<b>207</b>	CIP 399075.7	<b>304</b>	CIP 398017.53
<b>105</b>	CIP 388676.1	<b>206</b>	CIP 393371.58	<b>305</b>	CIP 302533.38
<b>106</b>	CIP 398180.289	<b>205</b>	CIP 302533.49	<b>306</b>	CIP 388676.1
<b>107</b>	CIP 398208.505	<b>204</b>	Industrial	<b>307</b>	CIP 398208.505
<b>108</b>	CIP 302533.49	<b>203</b>	CIP 388676.1	<b>308</b>	Industrial
<b>109</b>	CIP 393371.58	<b>202</b>	CIP 398017.53	<b>309</b>	CIP 399075.7
<b>110</b>	CIP 398017.53	<b>201</b>	CIP 398180.289	<b>310</b>	CIP 3302533.74
<b>Bloque 1</b>		<b>Bloque 2</b>		<b>Bloque 3</b>	

## 15.2. Hojas 1 de registros de las variables

### I. Datos Generales:

Departamento: Estelí Municipio: Estelí

Localidad :

Nombre de la finca: Miraflores

Nombre del productor:

Fecha de siembra:                      Fecha de cosecha: \_\_\_\_\_

Ciclo de siembra/año: **2025**

### II. Características Edafoclimáticas

a) Altitud: \_\_\_\_\_ (m.s.n.m)    b) Pendiente del terreno: \_\_\_\_\_ (%)

c) Drenaje: Excesivo (\_\_\_\_) Moderado: (\_\_\_\_) Imperfecto: (\_\_\_\_)

d) Coordenadas: Latitud N \_\_\_\_\_

Longitud W \_\_\_\_\_

### 15.3. Descripción del vigor de los clones evaluados

REP		CF	VIGOR	CT	
101	Industrial	M	8	SE	V0
102	CIP 399075.7	M	9	SE	VI
103	CIP 3302533,74	M	9		VC
104	CIP 302533.38	B	7	se	VC
105	CIP 388676.1	B	8	se	VI
106	CIP 398180.289	B	7	se	VI
107	CIP 398208.505	B	7	se	VI
108	CIP 302533.49	B	6	se	VC
109	CIP 393371.58	B	6	se	
110	CIP 398017.53	B	5	se	

<b>201</b>	<b>CIP 398180.289</b>	<b>B</b>	<b>8</b>	<b>se</b>
<b>202</b>	<b>CIP 398017.53</b>	<b>B</b>	<b>5</b>	<b>se</b>
<b>203</b>	<b>CIP 388676.1</b>	<b>M</b>	<b>9</b>	<b>se</b>
<b>204</b>	<b>Industrial</b>	<b>B</b>	<b>9</b>	<b>se</b>
<b>205</b>	<b>CIP 302533.49</b>	<b>B</b>	<b>7</b>	<b>se</b>
<b>206</b>	<b>CIP 393371.53</b>	<b>B</b>	<b>7</b>	<b>se</b>
<b>207</b>	<b>CIP 399075.7</b>	<b>M</b>	<b>8</b>	<b>se</b>
<b>208</b>	<b>CIP 3302533.74</b>	<b>B</b>	<b>9</b>	<b>se</b>
<b>209</b>	<b>CIP 302533.38</b>	<b>B</b>	<b>8</b>	<b>se</b>
<b>210</b>	<b>CIP 398208.505</b>	<b>B</b>	<b>7</b>	<b>se</b>
<b>301</b>	CIP 393371.58	B	6	se
<b>302</b>	CIP 398180.289	B	7	
<b>303</b>	CIP 302533.49	B	8	se
<b>304</b>	CIP 398017.53	B	8	se
<b>305</b>	CIP 302533.38	B	8	Erecta
<b>306</b>	CIP 388676.1	B	8	se
<b>307</b>	CIP 398208.505	B	8	se
<b>308</b>	<b>industrial</b>	<b>B</b>	<b>9</b>	<b>se</b>
<b>309</b>	CIP 399075.7	B	8	se
<b>310</b>	CIP 3302533.74	B	9	se



--	--	--	--	--	--	--

**Anexo 15. 5. Hojas 1 de registros de las variables**

<b>Rep</b>		<b>CF</b>	<b>Vigor</b>	<b>CT</b>				
101	Industrial	M	8	SE	V0			
102	CIP 399075.7	M	9	SE	VI			
103	CIP 3302533,74	M	9		VC			
104	CIP 302533.38	B	7	se	VC			
105	CIP 388676.1	B	8	se	VI			
106	CIP 398180.289	B	7	se	VI			
107	CIP 398208.505	B	7	se	VI			
108	CIP 302533.49	B	6	se	VC			
109	CIP 393371.58	B	6	se				
110	CIP 398017.53	B	5	se				
<b>201</b>	<b>CIP 398180.289</b>	<b>B</b>	8	se				
<b>202</b>	<b>CIP 398017.53</b>	<b>B</b>	5	se				
<b>203</b>	<b>CIP 388676.1</b>	<b>M</b>	9	se				
<b>204</b>	<b>Industrial</b>	<b>B</b>	9	se				
<b>205</b>	<b>CIP 302533.49</b>	<b>B</b>	7	se				
<b>206</b>	<b>CIP 393371.53</b>	<b>B</b>	7	se				
<b>207</b>	<b>CIP 399075.7</b>	<b>M</b>	8	se				

208	CIP 3302533.74	B	9	se				
209	CIP 302533.38	B	8	se				
210	CIP 398208.505	B	7	se				
301	CIP 393371.58	B	6	se				
302	CIP 398180.289	B	7					
303	CIP 302533.49	B	8	se				
304	CIP 398017.53	B	8	se				
305	CIP 302533.38	B	8	Erecta				
306	CIP 388676.1	B	8	se				
307	CIP 398208.505	B	8	se				



*¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!*



