



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA-Juigalpa

Trabajo de Tesis

Validación de un nuevo genotipo de maíz (*Zea mays* L.) de alto rendimiento y buena cobertura de mazorca en diferentes ambientes de Chontales, Boaco, Rio San Juan y RACCS 2024-2025.

Autor(es)

Br. Yeltsin Yesdanny Mendoza Mejía
Br. Carlos Alberto Castillo Aguirre

Asesor(es)

MSc: Noel Enrique Duarte Rivas

Chontales, Nicaragua
Agosto , 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA-Juigalpa

Trabajo de Tesis

Validación de un nuevo genotipo de maíz (*Zea mays* L.) de alto rendimiento y buena cobertura de mazorca en diferentes ambientes de Chontales, Boaco, Rio San Juan y RACCS 2024-2025

Autor(es)

Br. Yeltsin Yesdanny Mendoza Mejía
Br. Carlos Alberto Castillo Aguirre

Asesor(es)

MSc: Noel Enrique Duarte Rivas

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero Agrónomo**

Chontales, Nicaragua
Agosto , 2026

Aval

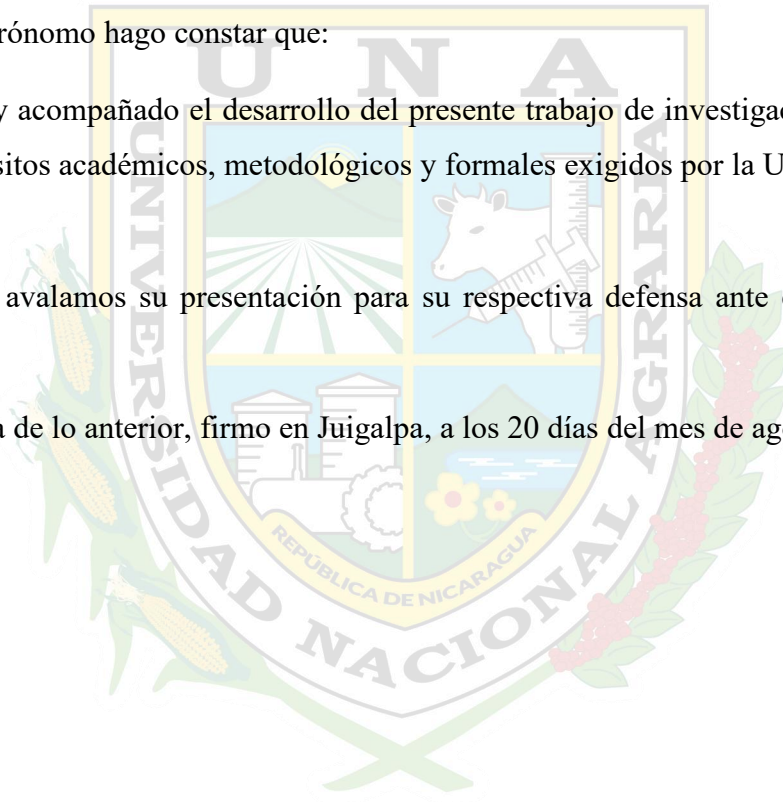
Yo, Noel Duarte Rivas, en calidad de asesor(a) de la Forma de Culminación de Estudios del tipo tesis, titulada: Validación del nuevo genotipo de maíz (Zea mays L.) de alto rendimiento y buena cobertura de mazorca en diferentes ambientes de Chontales, Boaco Rio San Juan y RACCS 2024-2025. Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa.

presentada por el(la) estudiante(s) Yeltsin Yesdanny Mendoza Mejía y Carlos Alberto Castillo Aguirre identificado(a) con el código único de persona 6B9DD237, 6AFDC0B7 cédula 121-010190-0009J, 121-250700-1001S y carné 17040146, 18040006. para optar al título de Ingeniero Agrónomo hago constar que:

He revisado y acompañado el desarrollo del presente trabajo de investigación, el cual cumple con los requisitos académicos, metodológicos y formales exigidos por la Universidad Nacional Agraria.

Por lo tanto, avalamos su presentación para su respectiva defensa ante el comité evaluador designado.

En constancia de lo anterior, firmo en Juigalpa, a los 20 días del mes de agosto del año 2026.



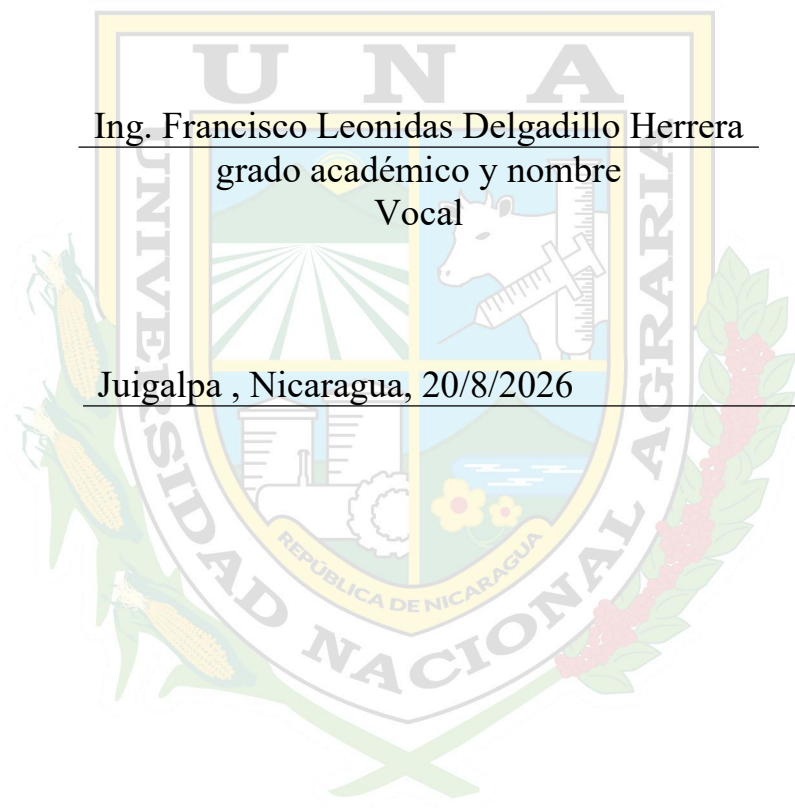
Miembros del Comité Evaluador

Ing. Luis Elimardo Granja
grado académico y nombre
Presidente

Ing. Thais Moncada Fletes
grado académico y nombre
Secretario

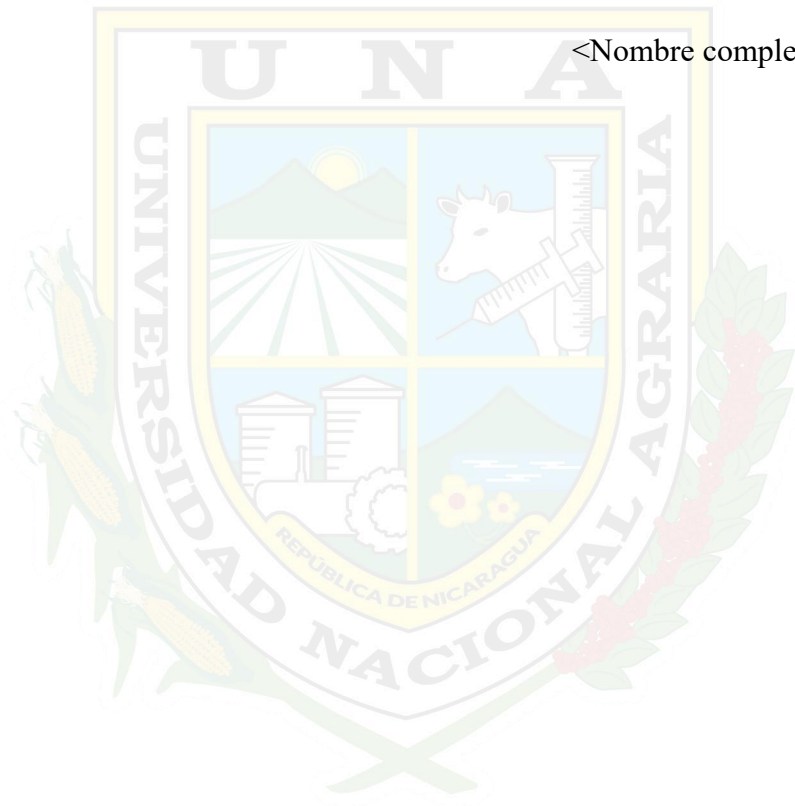
Ing. Francisco Leonidas Delgadillo Herrera
grado académico y nombre
Vocal

Juigalpa , Nicaragua, 20/8/2026



DEDICATORIA

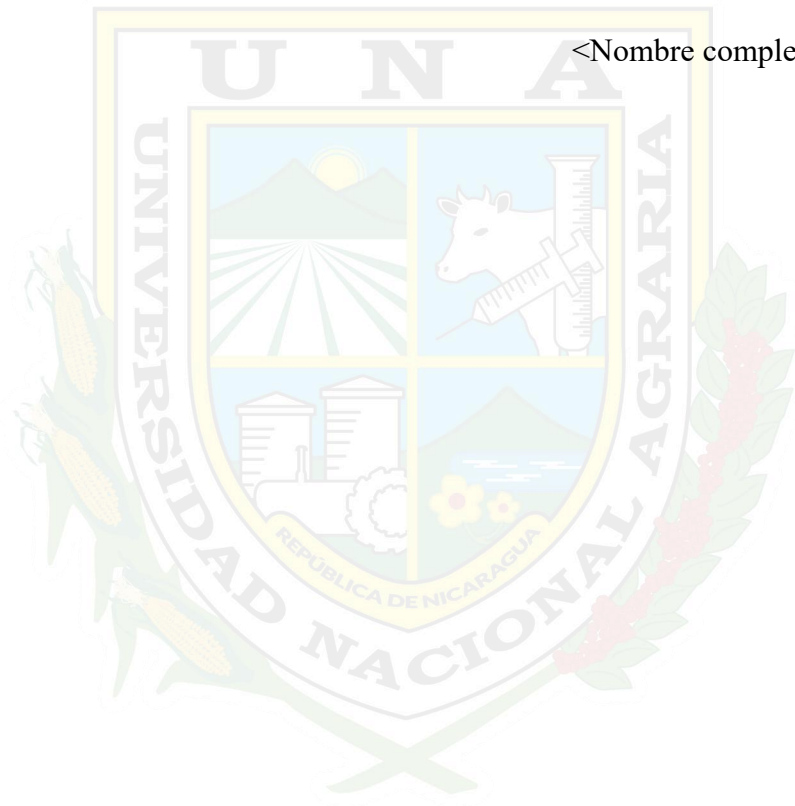
<(Opcional) Es presentada para aquellas personas que a juicio del autor merezcan tal distinción. El autor puede dedicar su trabajo a personas, instituciones, acontecimientos políticos, históricos o científicos que merezcan tal distinción. Esta página recibirá el número (i), escrita en letras minúsculas y centradas>



<Nombre completo del estudiante 1>

DEDICATORIA

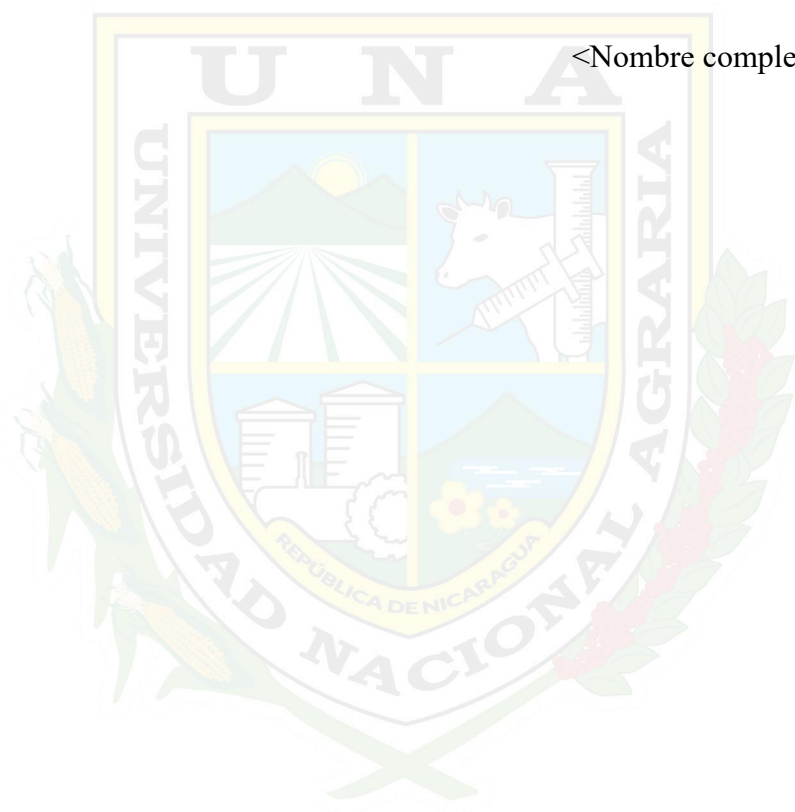
<(Opcional) Es presentada para aquellas personas que a juicio del autor merezcan tal distinción. El autor puede dedicar su trabajo a personas, instituciones, acontecimientos políticos, históricos o científicos que merezcan tal distinción. Esta página recibirá el número (i), escrita en letras minúsculas y centradas>



<Nombre completo del estudiante 2>

AGRADECIMIENTO

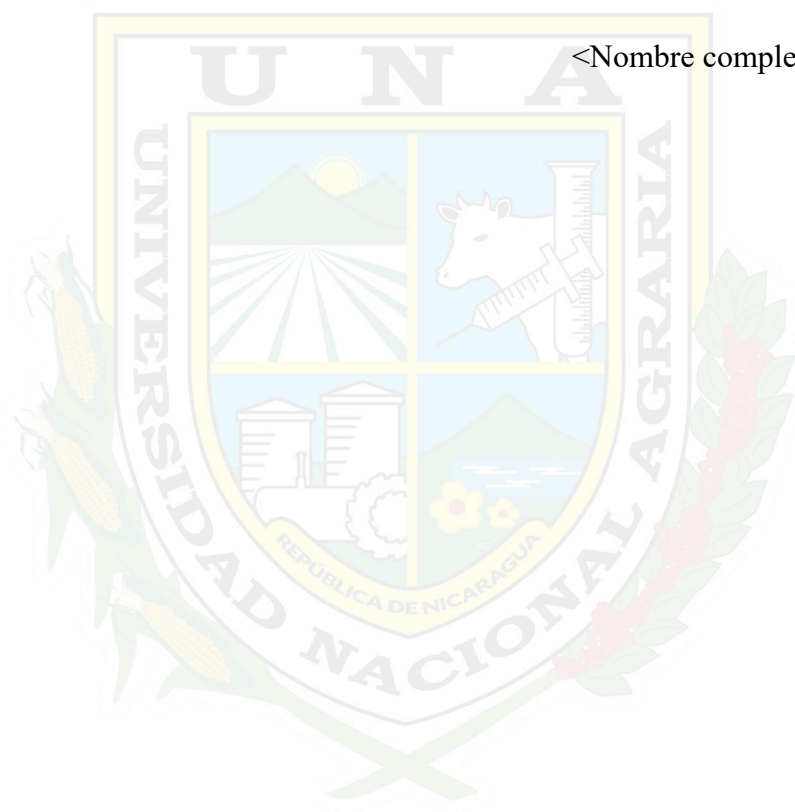
<(Opcional) Incluye una corta presentación de reconocimiento por cualquier ayuda especial. El autor puede, si lo desea, agradecer la cooperación de personas, instituciones, acontecimientos políticos, históricos o científicos que merezcan tal distinción. Esta página es numerada con romanos (ii), usando letras minúsculas>



<Nombre completo del estudiante 1>

AGRADECIMIENTO

<(Opcional) Incluye una corta presentación de reconocimiento por cualquier ayuda especial. El autor puede, si lo desea, agradecer la cooperación de personas, instituciones, acontecimientos políticos, históricos o científicos que merezcan tal distinción. Esta página es numerada con romanos (ii), usando letras minúsculas>



<Nombre completo del estudiante 2>

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Origen y evolución del maíz	4
3.2 Clasificación taxonómica del maíz	4
3.3 Morfología del maíz	5
3.3.1 Raíz	5
3.3.2 Tallo	5
3.3.3 Hoja	5
3.3.4 flores	5
3.3.5 fruto	6
3.3.6 Grano	6
3.4 Validación de genotipos	6
3.5 Fenotipo	7
3.6 Genotipo	7
3.7 Interacción genotipo ambiente	7
3.8 Estabilidad y Adaptabilidad	8
3.9 Relación beneficio costo	8
IV. MATERIALES Y MÉTODO	9
4.1 Ubicación y fechas del estudio	9
4.2 Fecha de inicio y finalización del trabajo	10



4.3	Material genético validado	10
4.4	Arreglo de siembra	11
4.5	Manejo agronómico	11
4.5.1	Fertilización	11
4.5.2	Control de plagas	11
4.5.3	Control de malezas	11
4.5.4	Control de enfermedades	11
4.6	Diseño experimental	11
4.7	Variable evaluada	12
4.7.5	Rendimiento de grano (kg ha^{-1})	12
4.7.6	Costos variables	12
4.7.7	Costos variables	12
4.8	Análisis de los datos	12
4.8.8	Análisis de adaptabilidad	12
4.8.9	Tasa de retorno marginal	13
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	14
	Rendimiento en kg ha^{-1} de los genotipos validados	14
VI.	Conclusiones	22
VII.	Recomendaciones	23
VIII.	LITERATURA CITADA	25
IX.	ANEXOS	29

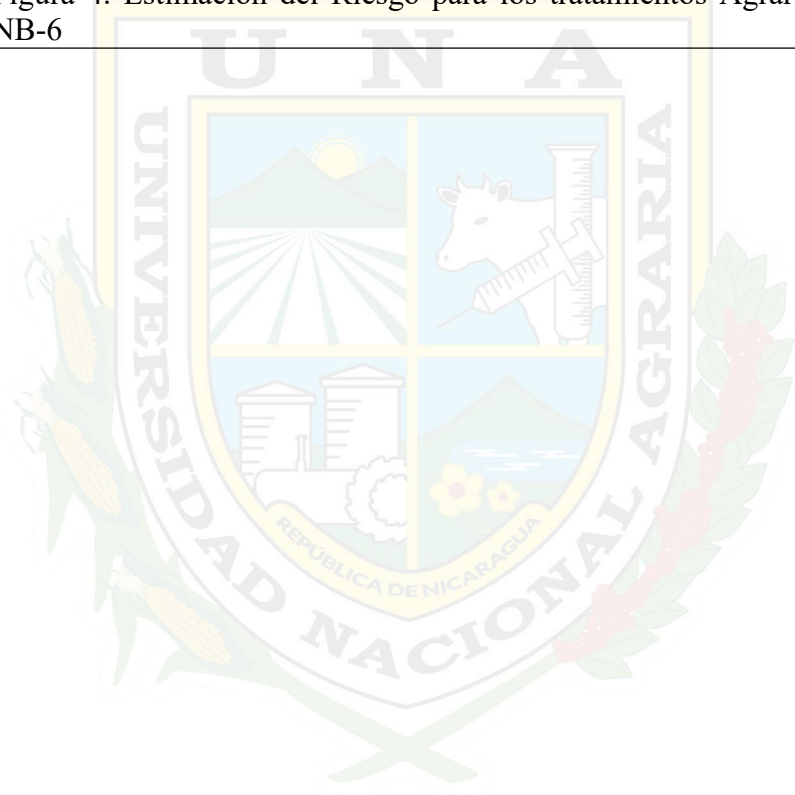


ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i> . L)	4
2.	Cuadro 2. Rendimiento en kg ha ⁻¹ por localidad de los genotipos evaluados en ambientes del centro sur de Nicaragua	13
3.	Cuadro 3. Análisis de riesgo de los genotipos bajo condiciones ambientales del centro sur de Nicaragua	17
4.	Cuadro 4. Cálculo de riesgo incluyendo desviación estándar, T studen y raíz cuadrada de las observaciones de los genotipos Agraria 02 y NB-6	18
5.	Cuadro 5. Cálculo de los costos que varían	19
6.	Cuadro 6. Presupuesto parcial de los genotipos validados	19
7.	Cuadro 7. Análisis de dominancia de los genotipos validados	20
8.	Cuadro 8. Análisis marginal de los genotipos validados	20

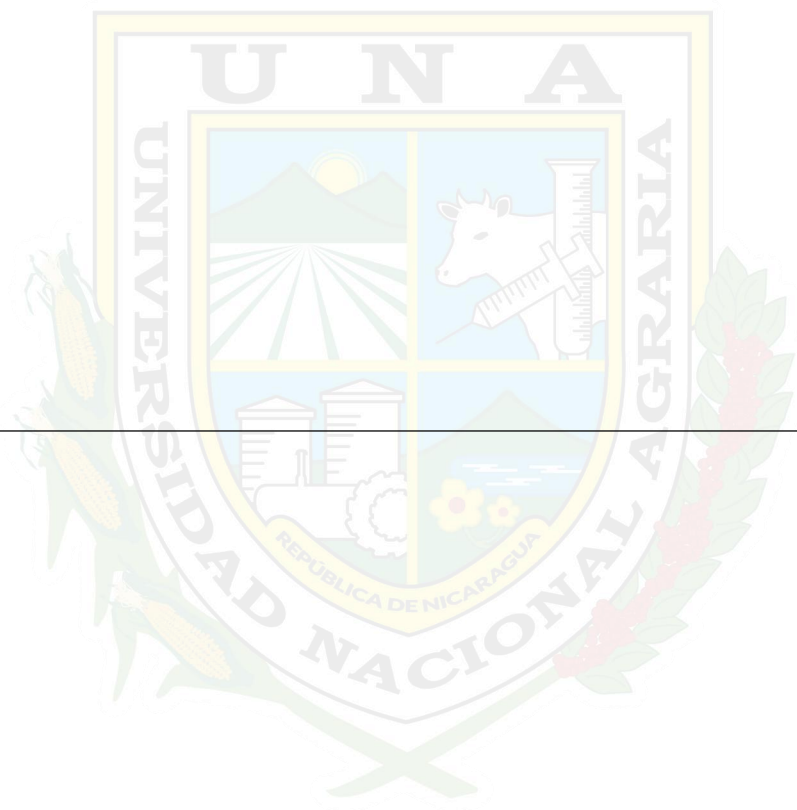
ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Figura 1. Interacción del genotipo Agraria 02 con los ambientes evaluados	14
2. Figura 2. Interacción del genotipo NB-6 con los ambientes evaluados	15
3. Figura 3. Interacción de los genotipos con los ambientes evaluados	16
4. Figura 4. Estimación del Riesgo para los tratamientos Agraria 02 y NB-6	18



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	



RESUMEN

El maíz (***Zea mays* L.**) es un pilar fundamental de la seguridad alimentaria en Nicaragua; sin embargo, los rendimientos promedio nacionales se sitúan por debajo de su potencial óptimo. Los pequeños productores enfrentan un desafío constante: sus cosechas suelen ser bajas debido a problemas genéticos de las semillas y al clima. Esta investigación se centró en validar un nuevo genotipo Agraria **02**, creado por la Universidad Nacional Agraria al cruzar el maíz criollo "**Malaco**" (por su buena cobertura) con la variedad comercial "**NB-6**" (conocido por su alto rendimiento). Este es un genotipo que busca combinar la alta productividad de los maíces modernos con la protección natural del maíz criollo. El objetivo fue comparar el rendimiento de grano de este nuevo genotipo con la **NB-6** en 9 fincas de productores en Chontales, Río San Juan y la RACCS durante el ciclo 2024-2025. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: **Agraria 02** superó en rendimiento de grano de forma general a la variedad comercial NB-6 en **9%**. Aunque en suelos pobre como los de Nueva Guinea los dos genotipos presentaron rendimientos similares. Cuando las condiciones del ambiente mejoran Agraria 02 es superior en al menos 300 kg ha⁻¹ a NB-6. El análisis de interacción de los genotipos con el ambiente mostró que Agraria 02 sus rendimientos dependieron en 98 % de la interacción de los genes con las condiciones ambientales y solo un 2% fue por obras del azar. El estudio demostró que hay un **90% de seguridad** de que **agraria 02** presente rendimiento de 4,000 kg ha⁻¹, si se establece nuevamente en los mismos ambientes. En conclusión, la **Agraria 02** es una solución tecnológica altamente recomendada. No solo produce más, sino que su excelente cobertura de mazorca protege la inversión del agricultor contra la pudrición. Su adopción representa una mejora directa en la seguridad, soberanía alimentaria y en los ingresos de las familias rurales nicaragüenses.



ABSTRACT

Maize (**Zea mays* L.*) is a cornerstone of food security in Nicaragua; however, national average yields fall short of their optimal potential. Small-scale producers face a constant challenge: harvests are often low due to genetic issues with seeds and climatic factors. This research focused on validating a new genotype, "**Agraria 02**" developed by the National Agrarian University by crossing the landrace "Malaco" (valued for its good husk coverage) with the commercial variety "**NB-6**" (known for high yield). This genotype aims to combine the high productivity of modern maize varieties with the natural protection found in landraces. The objective was to compare the grain yield of this new genotype against NB-6 across nine farms in Chontales, Río San Juan, and the RACCS region during the 2024–2025 growing season. The results showed that Agraria 02 outperformed the commercial variety NB-6 in grain yield by **9%** overall. Although both genotypes yielded similarly in poor soils—such as those in Nueva Guinea—**Agraria 02** outperformed **NB-6** by at least 300 kg/ha when environmental conditions improved. Genotype-by-environment interaction analysis revealed that 98% of Agraria 02's yield performance was driven by the interaction between genetics and environmental conditions, with only 2% attributed to chance. The study demonstrated a **90% probability** that **Agraria 02** would achieve a yield of 4,000 kg/ha if planted again in the same environments. In conclusion, Agraria 02 is a highly recommended technological solution. Not only does it produce higher yields, but its excellent ear coverage also protects the farmer's investment against rot. Its adoption represents a direct improvement in food security, food sovereignty, and the income of rural Nicaraguan families.



I. INTRODUCCIÓN

El maíz, uno de los tres granos básicos que alimentan a la humanidad es originario de México y Mesoamérica. Esto se debió a la intervención de los antiguos habitantes de esas regiones, lo cual se llevó a cabo en un proceso de coevolución, que resultó en la formación de uno de los cultivos con mayor diversidad genética. (Kato et al., 2009).

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (Min Agricultura, 2019) la producción mundial de maíz en 2018, fue de 1,107 millones de toneladas y destaca también que este se ubica entre los tres cereales de mayor producción a nivel mundial.

El maíz es cereal más producido en el mundo, es utilizado en la producción de proteína animal, consumo humano y aplicaciones industriales lo convierten en uno de los productos más importantes del mercado internacional. Su importancia económica y social supera a la de otras plantas cultivadas, además, el cultivo y procesamiento de maíz es una fuente de empleo y alimento para un número importante de personas en todo el mundo. (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura [FIRA], 2016).

Nicaragua presenta una producción promedio de maíz de 19 qq/mz (Castillo y Bird, 2013). Así mismo, López, (2017) hace énfasis que en Nicaragua los rendimientos productivos de granos básicos muestran un comportamiento que los sitúa muy por debajo de lo que deberían ser sus rendimientos óptimos, es decir que las cantidades de productos físicos que se obtienen por unidad de área están muy por debajo en relación a las cantidades que se deberían obtener.

Según Castillo y Bird, (2017) las determinantes del bajo rendimiento en el cultivo de maíz son variados y estas están relacionadas entre sí clasificándolas en: ambientales, genéticas y manejo agronómico del cultivo. Siendo la genética una de las más importante ya que datos obtenidos revelan que las variedades de maíz mejorada superan en un 160 % en rendimiento a las variedades criollas. Los estudios demuestran que solo un 11% de los estudios logran presentar alto rendimiento asociados al manejo agronómico (p. 115).

Variedades de maíz en Nicaragua como NB-6 presentan excelentes características fenotípicas y buenos rendimientos, se adapta a una diversidad de ambientes lo que ha permitido una



amplia adopción de la variedad por parte de los productores a nivel nacional (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2013).

Sin embargo, a pesar de contar con estas buenas características Torrez y Zeledón, (2012) recalcan que la variedad de maíz NB-6 tiene poca cobertura de mazorca, lo que limita su producción, haciéndola susceptible a daños por pudrición de mazorca e insectos.

La Universidad Nacional Agraria, (UNA 2020) inició procesos de fitomejoramiento participativo con productores de las comunidades El Cacao y Cruz Verde del departamento de Rio San Juan. En este proceso se cruzaron la variedad criolla Malaco con la variedad comercial NB-6. Los resultados de este cruce permitieron obtener un genotipo de alto rendimiento, buena cobertura de mazorca y precoz. Para efectos de investigación este genotipo se le nombro Agraria 02.

Delgadillo y Bonilla (2025). Caracterizaron y evaluaron el genotipo Agraria 02. Este genotipo es una variedad mejorada sintética, formada por seis líneas puras provenientes de la cruce de Malaco y NB-6. El estudio mostró que esta variedad conserva los genes de buena cobertura de mazorca de su progenitor criollo y la alta productividad de grano y resistencia a achaparramiento de su progenitor mejorado NB-6.

La generación y validación de nuevos genotipos de semilla es de gran importancia para las familias nicaragüenses por formar parte de la dieta alimenticias, destaca la necesidad de dar prioridad a la generación y transferencia de nuevas tecnologías, por ende la generación de nuevas variedades con características de alto rendimiento, que se adapten a cambios climáticos: sequía, exceso de humedad, resistencia a plagas y enfermedades, atendiendo a las necesidades preferenciales del agricultor con futuras nuevas variedades destinadas al consumo humano, consumo animal y materia prima para la elaboración de productos industrializados INTA, (2013).

Dada la necesidad de desarrollar variedades de maíz con adaptabilidad específica a condiciones particulares de las comunidades, la Universidad Nacional Agraria involucró docentes, estudiantes y productores en el cual permitió la generación de variedades, que cumplan con los criterios de selección de los agricultores.



II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Validar el nuevo genotipo de maíz mejorado Agraria 02 (*Zea mays* L.) de alto rendimiento y buena cobertura de mazorca en comunidades de Chontales, Río San Juan y la RACCS 2024

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el rendimiento de grano del nuevo genotipo respecto a la variedad comercial NB-6.
2. Estudiar la interacción genotipo ambiente de la nueva propuesta tecnológica para determinar su adaptabilidad.
3. Comparar la factibilidad económica de la nueva propuesta tecnológica respecto a la variedad comercial NB-6 a través del análisis de relación beneficio costo.



III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Origen y evolución del maíz

Castillo y Bird, (2013) Plantea que el origen del maíz es México, Guatemala y Nicaragua. Según el autor el cultivo apareció hace unos 8,000 años y se inició a cultivar a partir del teocintle, la cual es una planta silvestre. (p. 3).

Según Kato *et al.*, (2009) Este cultivo es parte de las civilizaciones antiguas de México, Guatemala y Nicaragua lo cual permitió que se desarrollaran las bases de la agricultura de estos países. (p. 14).

El maíz fue el primer grano que experimentó cambios tecnológicos rápidos y significativos, los avances tecnológicos exitosos en el cultivo de maíz han provocado revoluciones agrícolas generalizadas en muchas regiones del mundo. (Simón & Golik, 2020)

3.2 Clasificación taxonómica del maíz

“En la actualidad el maíz taxonómicamente se reconoce como *Zea mays ssp. mays*. Es una gramínea de la tribu de las Maydeas, que comparte con *Z. mays ssp. mexicana* y *Z. mays ssp. parviglumis*, (ambas de $2n=20$) la Sección *Zea* de dicha tribu.” (Simón & Golik, 2020, p. 12). A continuación, se describe su clasificación taxonómica.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays*. L)

Taxonomía	
Dominio	<i>Eucaria</i>
Reino:	<i>Plantae</i>
Filo:	<i>Traqueophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays</i>



3.3 Morfología del maíz

Somarriba, (1998) describe la morfología del maíz de la siguiente manera:

3.3.1 Raíz

“Es abundante y fibrosa, constituido por tres tipos de raíces; las raíces seminales que tienen su punto de partida en la misma semilla, son temporales y desaparecen al ser reemplazadas por las permanentes; las permanentes son las responsables de la nutrición de la planta durante todo su ciclo vegetativo, y está constituido por las raíces principales, laterales y capilares. Finalmente existen un sistema de raíces aéreos que surge de los nudos del tallo más cercanos a la superficie del suelo y se conoce con el nombre de raíces nodales, las cuales emergen después del surgimiento de la panoja” (p.7).

3.3.2 Tallo

“El tallo es el eje central de la planta, son cilíndricos en la base y ovalados hacia el ápice, pudiendo tener de 0.5 a 6 m de altura, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos pudiendo tener entre 8 y 24 nudos”. (p.8)

3.3.3 Hoja

“Surge del nudo y envuelve al tallo y está compuesta por la vaina que envuelve el entrenudo del tallo; la lígula que es una estructura en forma de collar y ejerce una función de protección, se encuentra situada entre la vaina y la lámina; la lámina puede medir hasta 1.5 m de longitud y 10 cm de ancho. Están dispuestas a lo largo del tallo en posición alterna, sésiles y de forma lanceolada”. (p.8)

3.3.4 flores

“La planta de maíz es una especie exógama y monoica tiene sus flores dispuestas en inflorescencias separadas, la masculina o espiga está localizada en la parte superior del tallo y la femenina o jilote está al final de las ramas laterales”. (p.9)

“La inflorescencia masculina aparece antes que la femenina, está formada por un raquis central y presenta ramificaciones donde están dispuestas en pares las espiguillas, una es sésil y la otra pedicelada. Antes de aparecer la espiga, la última hoja (hoja bandera) toma una posición vertical, cada espiga bien desarrollada puede llegar a producir de 2-5 millones de granos de polen”. (p. 9)



La inflorescencia femenina (mazorca) es una ramificación lateral modificada, compuesta por un raquis central esponjoso donde están insertas las flores femeninas, dispuestas en pares. Al momento de la fertilización solo una es fecundada y la otra es abortada. De cada ovulo se proyecta un estigma, los cuales aparecen frescos hasta el momento de la fecundación que se marchitan y se desprenden de la mazorca en formación. Cada mazorca bien formada puede producir de 600-1000 granos.

3.3.5 fruto

“La mazorca está formada por un corto tallo lateral, que presenta una zona de nudos y entrenudos, de estos últimos surgen las brácteas (tuza), que darán cobertura a la mazorca”. (p.10)

3.3.6 Grano

“El fruto de la planta de maíz es una cariósida monos pérmica seca e indehisciente, que varía de forma, color y tamaño según la variedad y está formado por: pericarpio, endospermo y el embrión”. (p.10)

“El embrión del grano está formado por dos partes principales, el eje embrionario, compuesto por la plúmula y la radícula. El escutelo o cotiledón que constituye una fuente de reserva de alimento para la planta en crecimiento”. (p.10)

3.4 Validación de genotipos

El objetivo principal de la validación de tecnología es proporcionar información sobre la viabilidad biofísica y socioeconómica de la tecnología que será implementada por los productores y qué tipo de esfuerzos de expansión se utilizarán en última instancia para transferir la tecnología, y decidir si es necesario. (Radulovich & Karremans, 1992)

La investigación agrícola debe centrarse en desarrollar y aplicar tecnologías que aumenten el rendimiento de los granos en un 75% durante los próximos años de manera económica y ambientalmente sostenible. Como respuesta a esta problemática, se están desarrollando investigaciones agrícolas que abarcan diversos aspectos analíticos, de particular importancia es la búsqueda de germoplasma diferenciado y técnicas de manejo que permitan una mejor utilización y conservación de los recursos relevantes. (Borlaug, 2000), citado por Balzarini et al., (2005)



Según Balzarini et al., (2005) “El mejoramiento de germoplasma diversificado, adaptado específicamente, constituye un importante elemento de políticas de desarrollo hacia una agricultura sustentable.” (p. 11)

Para Balzarini et al., (2005) “Las decisiones concernientes con las estrategias de mejoramiento del germoplasma y del cultivo de variedades vegetales deben ser basadas sobre un conocimiento científico del material vegetal y sus relaciones con los ambientes de cultivo”. (p. 12)

Para Rival, (2013) “La distinción entre el genotipo y el fenotipo es fundamental para comprender la herencia y el desarrollo de los organismos vivos. Así pues, está claro que descifrar esta compleja relación es crucial para el mejoramiento genético en la búsqueda de ideotipos o fenotipos perfectamente adaptados” (p. 162).

3.5 Fenotipo

“El fenotipo se refiere a rasgos morfológicos, productivos y fisiológicos, están involucrados y siempre es el resultado de la expresión de los genes de un individuo (genotipo) y está moldeado por diversos factores ambientales”. (Cañón & Fernández, 2010, p. 4)

“El fenotipo de una planta resulta de la interacción de su genoma con condiciones ambientales cambiantes, e involucra procesos de regulación génica que modulan respuestas de adaptación, aclimatación y tolerancia a condiciones desfavorables” (Mazzucotelli et al., 2008; Asíns, 2002; Tuberosa et al., 2002) citado por (Gastón Eduardo et al., 2013)

3.6 Genotipo

“Es el conjunto de genes que contiene un organismo heredado de sus progenitores. En organismos diploides, la mitad de los genes se heredan del padre y la otra mitad de la madre”. (Instituto Nacional de Biología, [INB] 2010, p. 1)

3.7 Interacción genotipo ambiente

Para una efectiva utilización de los recursos vegetales en programas de mejora existe la necesidad de evaluar y describir sus variaciones. El problema se complica porque numerosos caracteres se heredan cuantitativamente y son grandemente influenciados por el ambiente, por lo que resulta necesario conseguir la máxima información sobre las diferencias genéticas entre



variedades o poblaciones y sus respuestas en diversos ambientes, esto es, lo que se llama Interacción genotipo-ambiente (GxE). (Cubero & Flores, 2014, p. 21)

Para Cubero y Flores, (2014) la interacción GxE surge cuando una variación ambiental tiene distinto efecto sobre genotipos diferentes o, a la inversa, cuando un mismo genotipo responde de distinta manera en diversos ambientes. En otras palabras, cuando no se puede asociar una desviación producida por el ambiente con un ambiente específico (lugar, año, combinación localidad-año, tipo de suelo, etc.) sin tener en cuenta el genotipo sobre el cual aquella actúa. Ello se traduce en una interacción en sentido estadístico entre genotipo y ambiente. (p. 21)

3.8 Estabilidad y Adaptabilidad

Para Finlay y Wilkinson, (1963) la estabilidad es la capacidad de algunos genotipos para comportarse óptimamente en un amplio rango de ambientes, y la capacidad de comportarse óptimamente en algunos ambientes específicos, como estabilidad específica.

La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de aprovechar ventajosamente el estímulo del ambiente y la estabilidad se refiere a la capacidad de los genotipos de mostrar comportamiento altamente previsible en función del estímulo del ambiente (Cruz, 2012).

3.9 Relación beneficio costo

Según Herrera et al., (1994) “la relación beneficio costo indica el retorno de dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Por definición, resulta de dividir el ingreso bruto entre el costo total”.

En el caso de analizar la factibilidad de tecnologías nuevas a través de un presupuesto parcial, este índice se puede calcular tomando en cuenta solo los costos variables y no los costos totales (que incluyen los costos fijos) pues la mayor parte de las veces son los únicos costos que se ven afectados por la introducción de la tecnología, cuando la relación es igual a 1 el productor no gana ni pierde al realizar el cambio tecnológico, relaciones mayor a 1 indican ganancias y relaciones menor a 1 indican pérdida. (Herrera et al., 1994, p.43)



IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación y fechas del estudio

El estudio se llevó a cabo en diferentes localidades del departamento de Chontales, Rio San Juan y RACCS la primera etapa del trabajo se realizará en la comarca El Juste, ubicado entre las coordenadas 12° 07' latitud norte y 85° 07' latitud oeste, presenta una altitud promedio de 340 m.s.n.m. La temperatura promedio anual oscila entre los 25°C y 26° C, su precipitación pluvial varía entre los 1,200 y 1,400 mm (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios [ENACAL], 2000).

De acuerdo al Instituto Nicaragüense de Turismos (INTUR 2025). Los municipios donde se establecieron las parcelas de validación presentan las siguientes condiciones climáticas.

El municipio de San Carlos se encuentra a 293 kilómetros de la ciudad de Managua. Está ubicado a 39 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con San Miguelito y Nueva Guinea, al sur con el límite internacional de la República de Costa Rica, al este con El Castillo y al oeste con el lago Cocibolca, el municipio de Cárdenas. San Carlos es un municipio bastante húmedo, con una precipitación máxima de 2,400 mm. y una precipitación mínima de 2,000 mm., que se distribuyen en un período de nueve meses que va de mayo a enero y el período de verano es de tres meses.

El municipio de San Miguelito se encuentra a 248 kilómetros de la ciudad de Managua. Limita al norte con Morrito y El Almendro, al sur con San Carlos, al este con Nueva Guinea y al oeste con el Lago de Nicaragua. San Miguelito posee las características propias del bosque húmedo tropical. Dentro de esta zona de vida se encuentran tres formaciones vegetales sobresalientes. El bosque mediano y alto de sitios y el bosque mediano y alto de zonas cálidas y húmedas con precipitación entre 1,500 a 1,900 mm por año, temperaturas entre 26 y 28° C, localizados a lo largo de la ribera del río Tepenaguazapa. El municipio de San Miguelito posee una topografía muy suave y elevaciones que van desde los 50 a los 300 m.s.n.m. Al norte se encuentra el río Tepenaguazapa

El municipio de Nueva Guinea se encuentra a 292 kilómetros de Managua, capital de Nicaragua. Limita al norte con Muelle de los Bueyes y El Rama, al sur con San Carlos, El Castillo y Bluefields, al este con El Rama y Bluefields y al oeste con El Almendro, Villa



Sandino y San Miguelito. El municipio está ubicado a 210 metros sobre el nivel del mar. Presenta una precipitación de 2000 a 2400 milímetros anuales.

El municipio de Camoapa se encuentra a 120 kilómetros de la ciudad de Managua. Limita al norte con los municipios de Boaco, Matiguás y Paiwas (RACCS), al sur con Cuapa y Comalapa, al este con La Libertad, y al oeste con los municipios de El Ayote, Santo Domingo y La Libertad. Está situada a 520 metros sobre el nivel del mar. En Camoapa, Nicaragua, el clima es cálido, con temperaturas medias anuales entre **25°C y 29°C**, siendo marzo y abril los meses más calientes, y la precipitación anual varía entre **1,200 y 2,000 mm**, con lluvias abundantes, aunque las cantidades exactas dependen del año y la época, con una temporada seca y una lluviosa típicas del trópico.

El municipio de Acoyapa se encuentra a 170 kms. de la capital y a 32 kms. de su cabecera departamental, Juigalpa. Limita al norte con San Pedro de Lóvago y Juigalpa, al sur con Morrito y El Almendro, al este con Santo Tomás, Villa Sandino y El Coral, y al oeste con el lago Cocibolca. Está situado a 90 metros sobre el nivel del mar. Acoyapa, en el departamento de Chontales, Nicaragua, tiene un clima tropical cálido con temperaturas medias anuales entre **25°C y 29°C**, siendo marzo y abril los meses más calurosos, y un régimen de lluvias que va de mayo a noviembre (estación lluviosa) y una estación seca de diciembre a abril, con precipitaciones que varían según la zona, desde los 800 a los 1,100 mm.

4.2 Fecha de inicio y finalización del trabajo

La etapa de campo inició en el mes mayo del año 2024 y finalizó en el mes de febrero 2025. el análisis y procesamiento de datos concluyó en el mes junio 2025. la elaboración del documento de tesis culminó en el mes de diciembre del mismo año.

4.3 Material genético validado

Testigo: variedad sintética comercial NB-6. Origen INTA Nicaragua

Variedad sintética Agraria 02 (Malaco x NB-6. Origen UNA Nicaragua



4.4 Arreglo de siembra

La distancia de siembra que se utilizó en las parcelas de validación es la que los productores utilizan cuando establecen sus variedades comerciales. En la mayoría de los casos se utilizaron distancias de 84 cm entre calle y 50 cm entre golpe, depositando 2 semillas por golpe.

4.5 Manejo agronómico

4.5.1 Fertilización

Al momento de la siembra todas las parcelas se fertilizaron con Ferti-Maiz en dosis de 2 quintales por manzana. La aplicación de urea se realizó de acuerdo a la disponibilidad que tenía cada productor. Los que aplicaron urea aplicaron en NB-6 y Agraria 02, utilizaron 1 quintal por manzana.

4.5.2 Control de plagas

El control de plaga se realizó previo a un muestreo, si el nivel de daño era alto se procedía a la aplicación del pesticida. La plaga que afectó en todas las parcelas fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). se aplicó *Kloister 10 sc* (*CHLORFENAPYR*, BIFENTHRIN), en dosis de 50 cc por bomba de 20 litros.

4.5.3 Control de malezas

El control de maleza se realizó desde el momento de la siembra hasta los 45 días después de la germinación. Se hizo de dos formas, la primera fue control mecánico utilizando machete. El control químico se realizó utilizando el herbicida selectivo Elunis (Mesotriona y Nicosulfurón) cuando la maleza gramínea y hojas anchas presentaban cinco hojas.

4.5.4 Control de enfermedades

Durante el ciclo del cultivo no se presentaron enfermedades fungosas, en el caso de enfermedades virales los genotipos presentan tolerancia a achaparramiento.

4.6 Diseño experimental

El diseño utilizado fue el de parcelas pareadas. Por localidad se establecieron los genotipos en parcelas una a la par de la otra, el manejo agronómico que recibieron fueron iguales de acuerdo a lo que generalmente practica el agricultor en sus parcelas comerciales.



4.7 Variable evaluada

4.7.5 Rendimiento de grano (kg ha^{-1})

Las plantas del área donde se estableció cada genotipo fueron cosechada y aporreado de forma individual. El rendimiento de grano de cada parcela se ajustó a un 14% de contenido de humedad y se realizó una traspolación del rendimiento a kg ha^{-1} . El ajuste del rendimiento de grano por humedad se realizó mediante la igualdad propuesta por Aguirre & Peske (1988).

que se describe a continuación:

$$PI (100-HI) = PF (100-HF).$$

En donde:

PI = Peso Inicial del grano

HI= Contenido inicial de humedad del grano

PF = Peso final del grano

4.7.6 Costos variables

Se registraron los costos variables, por cada genotipo a evaluar, esto con el objetivo de analizar los beneficios económicos de cada tratamiento validado a través de la tasa de retorno marginal. Los costos que varían son los que están asociados al rendimiento y al precio de la semilla ya que el manejo agronómico fue el mismo para los cuatro tratamientos.

HF = Contenido final de Humedad del grano (14%)

4.7.7 Costos variables

Se registraron los costos variables, por cada genotipo a evaluar, esto con el objetivo de analizar los beneficios económicos de cada tratamiento validado a través de la tasa de retorno marginal. Los costos que varían son los que están asociados al rendimiento y al precio de la semilla ya que el manejo agronómico fue el mismo para los cuatro tratamientos.

4.8 Análisis de los datos

4.8.8 Análisis de adaptabilidad

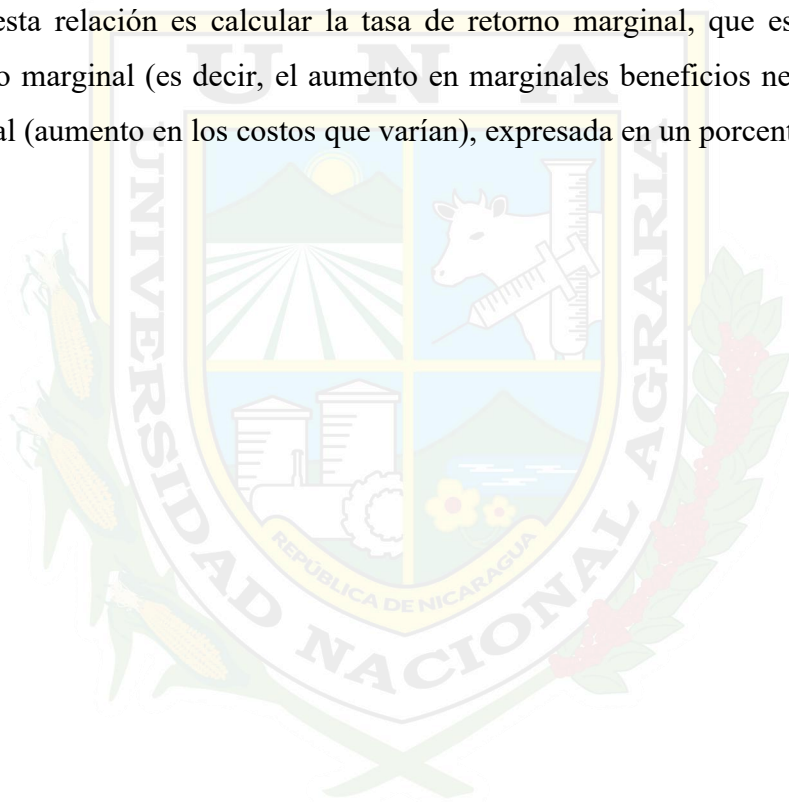
Se utilizó el análisis propuesto por Hildebrand y Russell (1996). En este caso, el análisis estadístico ha sido adaptado a las diversas condiciones que se presentaron en las fincas de los



productores, en donde influye mucho las condiciones en las que el genotipo reaccionó al ambiente. Este es un método participativo que tiene como objetivo evaluar nuevas tecnologías y difundir las recomendaciones resultantes, analizando e interpretando los datos de la investigación a nivel de finca.

4.8.9 Tasa de retorno marginal

De acuerdo al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CYMMYT (1998) La tasa de retorno es el procedimiento por el cual se revela exactamente cómo, los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida, una manera más sencilla de expresar esta relación es calcular la tasa de retorno marginal, que es la tasa de retorno beneficio neto marginal (es decir, el aumento en marginales beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje. (p. 32).



V. RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento en kg ha⁻¹ de los genotipos validados

Cuadro 2. Rendimiento en kg ha⁻¹ por localidad de los genotipos evaluados en ambientes del

Nombre de productor	Municipio	Agraria 02 kg ha-1	NB-6 kg ha-1	IA
Noel Martinez	San Pedro de Lóvago	5680.0	5357.3	5518.6
Evenor Sequeira	San Miguelito	5615.5	4776.4	5195.9
Ausner Martinez	San Pedro de Lóvago	5163.6	5034.5	5099.1
Denis Gutiérrez	San Carlos	5163.6	4776.4	4970.0
Jersan Jarquin	San Carlos	5034.5	4518.2	4776.4
José Antonio Lopez Fargas	Camoapa	4518.2	4260.0	4389.1
Juan Oporto	Acoyapa	4066.4	3679.1	3872.7
Jaime Mendoza	Nueva Guinea	3937.3	3227.3	3582.3
Justino Gaitan	Nueva Guinea	2130.0	2194.0	2162.0
Promedio		4589.9	4202.5	4396.2

centro sur de Nicaragua.

Cuadro 2. muestra el rendimiento en kg ha⁻¹ de los dos genotipos de maíz validados en 9 ambientes del centro sur de Nicaragua. Los resultados muestran que al comparar el rendimiento de grano del nuevo genotipo (Agraria 02) este resulto ser superior a la variedad NB-6. Estos resultaron ser superiores en 9 %. Esto indica que estamos en presencia de un genotipo con buena adaptación ya que supero a una variedad comercial de maíz con excelente adaptabilidad.

El rango de rendimiento de Agraria 02 va desde **2,130 kg/ha-1** (Justino Gaitán - ambiente restrictivo) hasta **5680 kg/ha** (Noel Martínez - ambiente favorable). NB-6 oscila entre **2194 kg/ha** y **5357 kg/ha**.



Se observa un fenómeno importante en la localidad "Justino Gaitán" (la de menor potencial), donde el testigo NB-6 (2194 kg/ha) supera levemente a Agraria 02 (2130 kg/ha). Sin embargo, en los ambientes de alto potencial (San Pedro de Lóvago, San Miguelito), Agraria 02 muestra una superioridad contundente (diferencias de >300 kg/ha).

No es suficiente decir que es superior en un 9%. Se debe precisar que la superioridad de Agraria 02 se expresa mayoritariamente en ambientes de índice ambiental positivo. En ambientes marginales, su comportamiento es estadísticamente similar al testigo.

"El análisis de medias por localidad (Tabla 1) revela que el genotipo Agraria 02 posee una respuesta diferencial positiva asociada a la calidad del ambiente. Mientras que en el ambiente de menor potencial (Justino Gaitán, IA=2162), ambos genotipos se comportan de manera estadísticamente equivalente (diferencia de -64 kg/ha a favor del testigo), en ambientes de alto potencial (Noel Martínez, IA=5518), Agraria 02 logra capitalizar los recursos disponibles superando al testigo en 323 kg/ha. Este comportamiento sugiere que Agraria 02 es un material ideal para productores que pueden garantizar condiciones mínimas de manejo agronómico."

5.2 Respuesta de los genotipos validados al ambiente

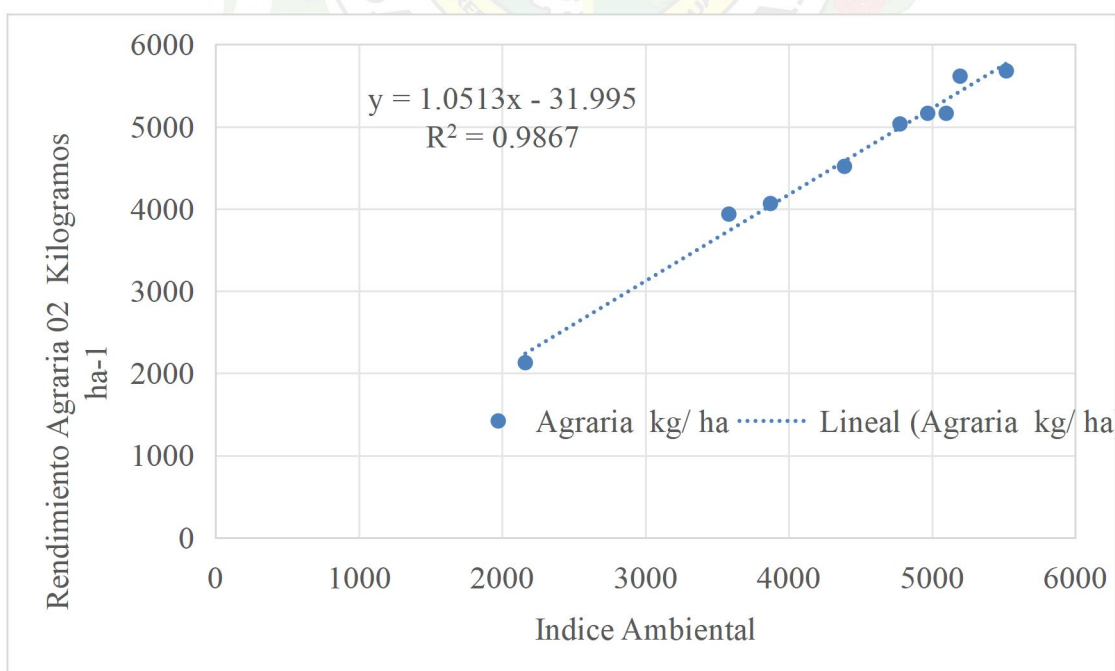


Figura 1. Interacción del genotipo Agraria 02 con los ambientes evaluados.

La figura 1 muestra la respuesta del genotipo Agraria 02 a los 9 ambientes donde se establecieron las validaciones. El coeficiente de determinación (R^2) explica el desempeño biológico del genotipo en los ambientes. El (R^2) muestra que el rendimiento del genotipo Agraria 02 está relacionado en un 98 % a la interacción de los genes con el ambiente. Esto es importante porque es un genotipo que su respuesta productiva está directamente relacionada a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómica y no producto del azar. Es una variedad que responde al buen manejo.

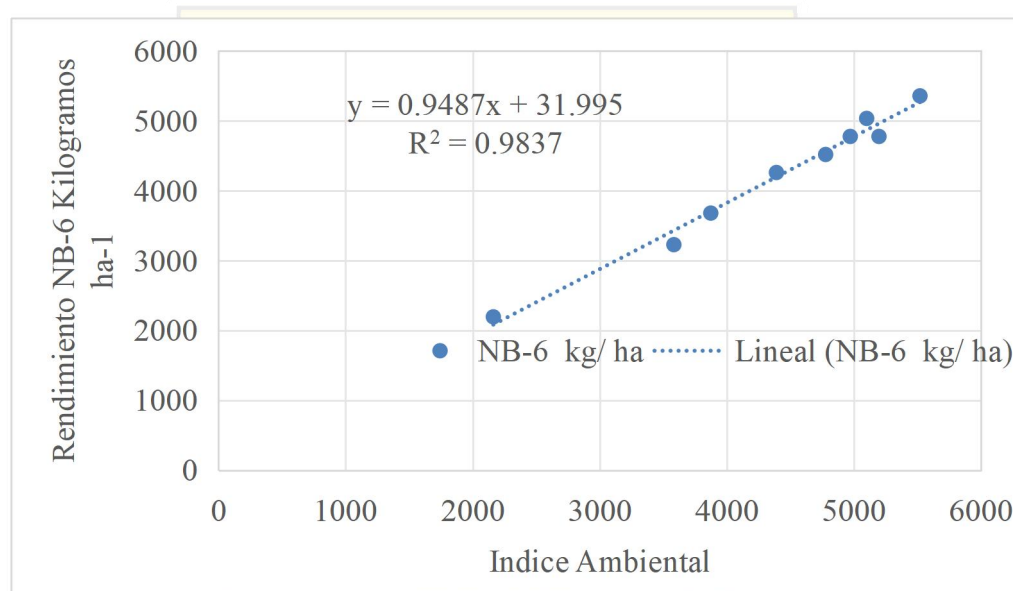


Figura 2. Interacción del genotipo NB-6 con los ambientes evaluados

La figura 2 muestra la respuesta del genotipo NB-6 a los 9 ambientes donde se establecieron las validaciones. El coeficiente de determinación (R^2) explica el desempeño biológico del genotipo en los ambientes. El (R^2) muestra que el rendimiento del genotipo NB-6 está relacionado en un 98 % a la interacción de los genes con el ambiente. Este comportamiento es igual al del genotipo Agraria 02 debido a que el nivel de parentesco entre estos dos genotipos es muy alto ya que comparten en 92% su información genética. Por tanto, la respuesta al ambiente de ambos genotipos es muy similar. A diferencia de Agraria 02, NB-6 no logra capitalizar tan eficientemente las mejoras en el índice ambiental, perdiendo competitividad relativa en los ambientes más productivos.

5.3 Interacción de los genotipos validados con el ambiente

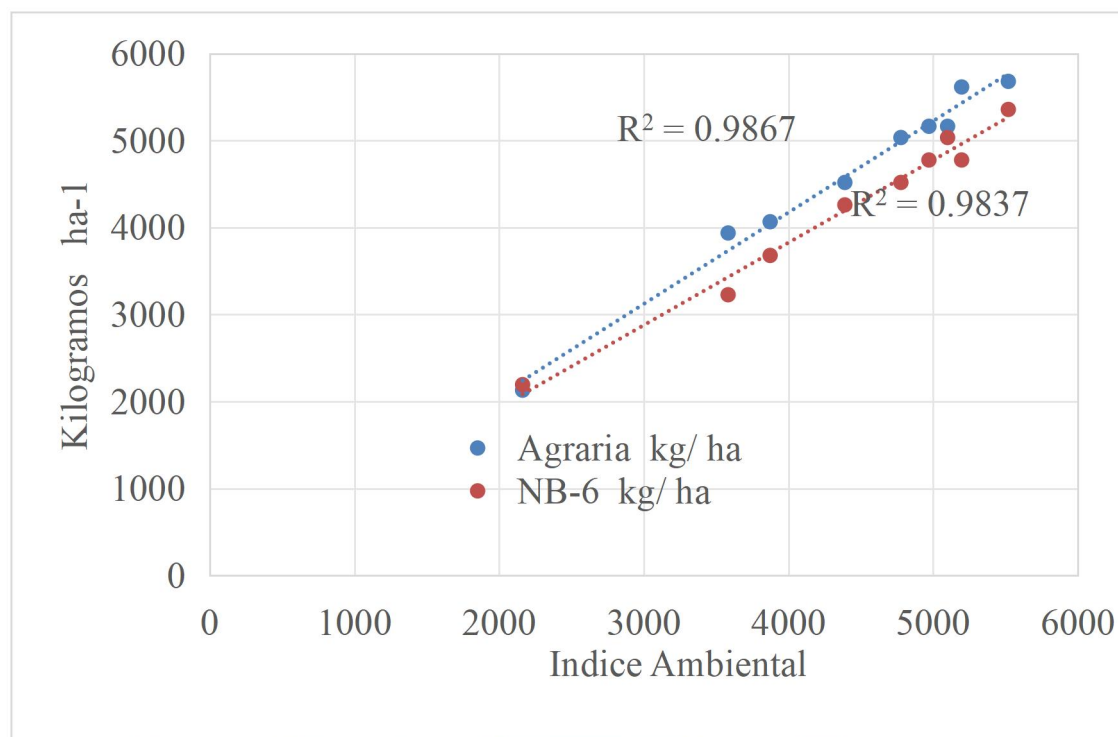


Figura 3. Interacción de los genotipos con los ambientes evaluados

La figura 3. muestra que no hay interacción en la respuesta de tendencia de los genotipos por lo cual se recomienda definir los dominios de recomendación a partir del promedio del índice ambiental que fue de 4396 kg ha⁻¹. Lo anterior nos indica que los dominios de recomendación serán dos, el primero que estará formado por ambientes que su índice ambiental es menor a 4396 kg ha⁻¹ y el segundo conformado por ambientes que su índice ambiental es superior. Obsérvese que el genotipo Agraria 02 es superior en rendimiento de grano a la variedad NB-6. Confirmando que este genotipo tiene la capacidad de adaptarse a todos los ambientes evaluados de la zona centro sur.

"La Figura 3 ilustra una interacción GxA de tipo divergente. Aunque no existe un cruce significativo de líneas de tendencia dentro del rango productivo medio-alto, la brecha de rendimiento a favor de Agraria 02 se amplía conforme aumenta el Índice Ambiental. La segmentación de ambientes propuesta es válida: en el 'Dominio Superior' (>4396 kg/ha), la

ventaja comparativa de Agraria 02 es máxima, justificando su adopción prioritaria en zonas de cultivo intensivo o suelos fértiles."

5.4 análisis de riesgo de los genotipos validados en ambientes del centro sur de Nicaragua

Cuadro 3. Análisis de riesgo de los genotipos bajo condiciones ambientales del centro sur de Nicaragua.

Nombre de productor	IA	Agraria kg/ ha	NB-6 kg/ ha
Noel Martinez	5519	5680	5357
Evenor Sequeira	5196	5615	4776
Ausner Martinez	5099	5164	5035
Denis Gutierrez	4970	5164	4776
Jersan Jarquin	4776	5035	4518
Jose Antonio Lopez Fargas	4389	4518	4260
Juan Oporta	3873	4066	3679
Jaime Mendoza	3582	3937	3227
Justino Gaitan	2162	2130	2194
Promedio	4396	4590	4203
Desviacion standar		1109	1002
Observaciones	9		
Raiz cuadrada	3		

Cuadro 4. Cálculo de riesgo incluyendo desviación estándar, T studen y raíz cuadrada de las observaciones de los genotipos Agraria 02 y NB-6.

Probabilidad	Tstuden 8 grados de libertad	Agraria kg/ha ⁻¹	NB-6 kg/ha ⁻¹
25	0.706	4329.015333	3967.196
20	0.889	4261.366333	3906.074
15	1.108	4180.409333	3832.928
10	1.397	4073.575667	3736.402
5	1.86	3902.42	3581.76
2.5	2.306	3737.548667	3432.796

Fórmula para calcular el riesgo = $X - (t \times S/\sqrt{n})$

T= T studen S= desviación Estándar $\sqrt{n}$ = raíz cuadrada

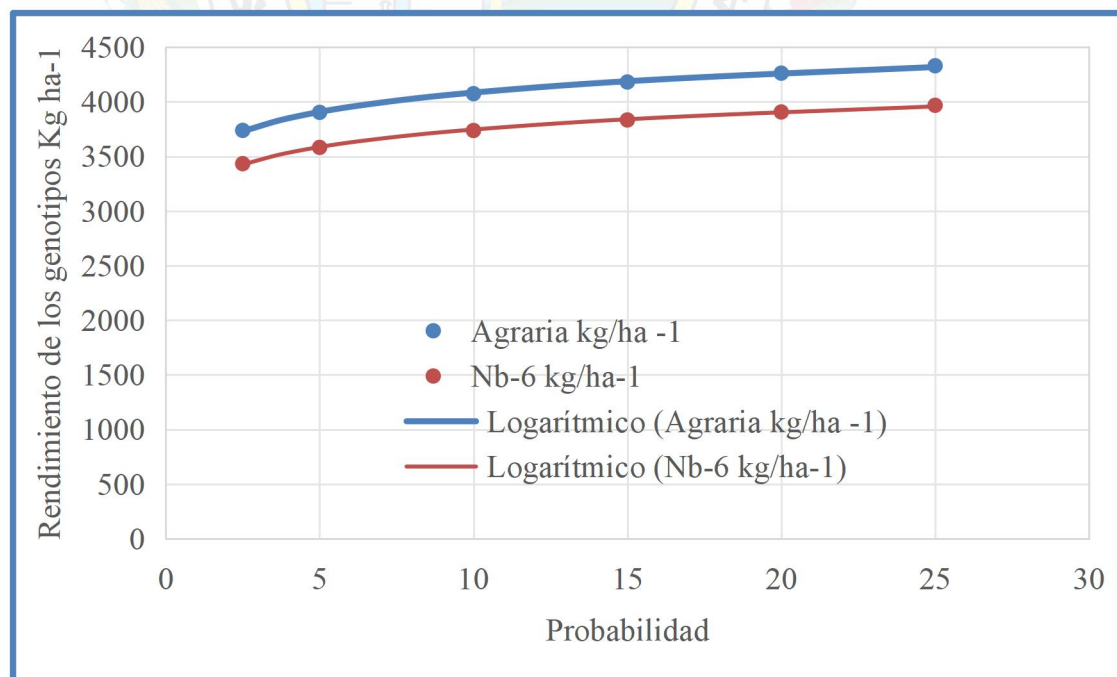


Figura 4. Estimación del Riesgo para los tratamientos Agraria 02 y NB-6

La figura 4. muestra el análisis de riesgo de los genotipos validados en condiciones del centro sur de Nicaragua. El análisis nos indica que el genotipo Agraria 02 si se establece nuevamente en los 9 ambientes mantendrá una probabilidad de 90% que sus rendimientos sean de hasta de 4,000 kg ha⁻¹. Con la misma probabilidad el genotipo NB-6 podría presentar rendimientos de 3,700 kg ha⁻¹. Lo anterior confirma que la variedad Agraria 02 tiene una buena adaptación a las condiciones del centro sur de Nicaragua. Esto implica que, adoptando la nueva variedad, el productor reduce el riesgo de inseguridad alimentaria y aumenta su rentabilidad, incluso considerando la variabilidad natural del clima."

5.5 Análisis económico

5.5.1 Cálculos de los costos que varían

Con la realización del análisis económico, se llevó registro de los costos que varían (en este caso la semilla, sacos y costo del desgrane) puesto que solo estos costos fueron los que variaron y se debe a que los genotipos validados recibieron el mismo manejo agronómico. De tal manera que permitiera calcular la tasa marginal de retorno, utilizando la metodología propuesta por del CIMMYT (1998).

Cuadro 5. Cálculo de los costos que varían.

Descripción	Testigo (NB-6)	Agraria 02
Costo de semilla / qq	4,500	3,000
costo de los sacos	1,849	2,000
costo de destusa y desgrane	27,000	30,294
Total de cotos que varían	33,349	35,294
Rendimiento kg ha-1	4,203	4,590

5.5.2 Presupuesto parcial de la validación de los genotipos en estudio

Cuadro 6. Presupuesto parcial de los genotipos validados.

Descripción	Testigo (NB-6)	Agraria 02
Rendimientos medios en kg ha-1	4,203	4,590
Rendimientos medios ajustado kg ha-1 (10%)	3,783	4,131
Beneficio bruto (C\$ ha-1) *	124,839	136,323
Total costos que varían (C\$ ha-1)	33,349	35,294
Beneficio neto parcial (C\$ ha-1)	91,490	101,029



Costo del kilogramo C\$ 33

El análisis del presupuesto parcial nos refleja que el genotipo Agraria 02 presenta un mayor beneficio neto parcial con C\$ 101,029. Superando al genotipo NB-6 el cual presentan un beneficio de C\$ 91,490.

5.5. 3. Análisis de dominancia

Cuadro 7. Análisis de dominancia de los genotipos validados

Alternativas	C.T.V C\$ ha-1	B.N C\$ ha-1	Dominancia
NB-6	33,349	91,490	
Agraria 02	35,294	101,029	

Los tratamientos se ordenaron de manera ascendente con respecto a sus totales costos que varían, con sus respectivos beneficios netos parciales. Si una tecnología tiene mayores costos y menores beneficios con respecto a las demás ésta se considera dominada. En este estudio ninguna tecnología (genotipos) presenta esta condición por lo que las dos pasan al análisis de tasa de retorno marginal.

5.5.4 Análisis marginal

Cuadro 8. Análisis marginal de los genotipos validados

Alternativas	C.T.V C\$ ha-1	B.N C\$ ha-1	Tasa de Retorno Marginal
NB-6	33,349	91,490	
Agraria 02	35,294	101,029	4.90

La tasa de retorno marginal que se obtiene en este estudio es la siguiente: cuando el productor cambia la variedad mejorada NB-6 por el genotipo Agraria 02, por cada córdoba invertido recupera su córdoba más 4.90 adicionales.



VI. CONCLUSIONES

Potencial Genético: Agraria 02 es un genotipo de **alta respuesta**. Su coeficiente de regresión indica que es agronómicamente superior para explotar ambientes favorables (suelos fértiles, fertilización adecuada, buen régimen de lluvias). Su estabilidad en sus rendimientos es muy buena

Comparación con Testigo: Aunque comparte un alto porcentaje genético con NB-6, Agraria 02 representa una mejora evolutiva en "techo productivo". En ambientes pobres (bajos insumos/sequía), se comporta igual que NB-6, pero nunca peor; en ambientes buenos, lo supera ampliamente.

Riesgo: La adopción de Agraria 02 disminuye el riesgo productivo, elevando el rendimiento mínimo esperado en más de 300 kg/ha respecto a la variedad comercial actual.

El análisis de interacción de los genotipos con el ambiente realizado en la etapa de validación, nos muestra que se definen dos dominios de recomendación: el primero los que su índice ambiental es menor o igual a 4,396 kg ha⁻¹ y el segundo los que son superior o igual al índice ambiental anterior. Los análisis nos muestran que en ambos dominios de recomendación el genotipo sobresaliente fue Agraria 02.

El establecimiento del genotipo Agraria 02 es el que presenta más beneficios económicos ya que se obtiene la mayor tasa de retorno marginal. Por cada córdoba invertido se recuperan adicionalmente C\$ 4.90.

VII. RECOMENDACIONES

Presentar ante la Comisión Nacional de Semilla (CONASEM) el genotipo Agraria 02 para que se registren como variedad mejorada comercial.

Liberar el genotipo para ambientes del centro sur de Nicaragua desde la zona seca, intermedia y húmeda de la región.

Producir semilla genética de la variedad Agraria 02 una vez que se haya presentado en el CONASEM.





VIII. LITERATURA CITADA

- Balzarini, M., Bruno, C., & Arroyo, A. (2005). *Análisis de ensayos agrícolas multi-ambientales. Ejemplos con Info-Gen. December 2015*, 9-138.
- Cañón, J., & Fernández, J. (2010). Glosario de términos y conceptos genéticos. *Universidad Complutense de Madrid.*, 1, 1-7. www.ucm.es/genetvet
- Castillo Cajina, R., & Bird Moreno, R. (2013). *Caracterización del Cultivo de Maíz en Nicaragua: Un análisis de Varianza de los Determinantes del Rendimiento. Banco Central de Nicaragua*. [https://bcn.gob.ni/sites/default/files/revista/volumenIV/4-Análisis de los determinantes del rendimiento del maíz Castillo y R Bird.pdf](https://bcn.gob.ni/sites/default/files/revista/volumenIV/4-Análisis%20de%20los%20determinantes%20del%20rendimiento%20del%20maíz%20Castillo%20y%20R%20Bird.pdf)
- Castillo, R., & Bird, R. (2017). *Análisis de los determinantes del rendimiento del maíz en Nicaragua*.
- Cubero, J. I., & Flores, F. (2014). *MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA EL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD VARIETAL EN ENSAYOS AGRÍCOLAS*. 01, 1-23. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337170142Mxtodos_Estadxsticos_para_el_Estudio_de_la_Estabilidad_Varietal_en_Ensayos_Agrxcolas__BAJA.pdf
- Cruz, C. D. (2012) Programa GENES. Analise multivariada e simulação. MG: Editora UFV
- Delgadillo, F. & Bonilla, P. (2025) Generación y caracterización del genotipo de maíz (*Zea mays* L.) Agraria 02 en condiciones de riego del municipio de Juigalpa, Departamento de Chontales, periodo 2023-2024. [Tesis de grado ingeniería agronomica no publicada, Univrsidad Nacional Agraria].
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2000) *Ficha municipal de San Pedro de Lóvago*.Recuperado_de: <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Chontales/SanPedrodeLovago.html>
- Finlay, K. W., & Wilkinson, G. N. (1963). THE ANALYSIS OF ADAPTATION IN A PLANT-BREEDING PROGRAMME The ability of some crop varieties to perform well over a wide range of environ - mental conditions has lng been appreciated by the agronomist and plant breeder. In the cereal belts of southern Au. *Australian Journal of Agricultural*



Research, 14(1958), 742-754.

FIRA; Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2016). *Panorama agroalimentario*.

Gastón Eduardo, Q., Omar, B., Lucía, G., Mariana, M., Jorge, M., & Ramiro, L. (2013). *Sistemas de fenotipado para la evaluación de las respuestas al estrés salino en Lotus*.
<http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v17n1/v17n1a02.pdf>

Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). *Fundamentos de Análisis Económico: guía para Investigación Rural* (p. 61).

Instituto Nacional de Biología. (2010). *Genética clásica o Mendeliana*.
<https://institutonacional.cl/wp-content/uploads/2019/11/3-Biología-Guía-1-Genética.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2001). *CARACTERÍSTICAS DEL DEPARTAMENTO DE CHONTALES III CENAGRO*.

Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2005). *Caracterización Sociodemográfica del Departamento de Chontales*.
<https://www.inide.gob.ni/docu/censos2005/MONOGRAFIASD/CHONTALES.pdf>

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2013). *Catálogo de variedades de granos básicos Liberados por el INTA*.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Proyecto Red SICTA COSUDE. (2013). *Estudio de las cadenas de valor maíz blanco y frijol en Centroamérica*.
<http://repiica.iica.int/docs/b3540e/b3540e.pdf>

Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR 2025) mapa nacional de turismo de Nicaragua.

Ministerio De Fomento Industria Y Comercio. (2007). *Maíz Blanco Nicaragua*.
www.mific.gob.ni

Kato Yamakake, T. Á., Mapes Sánchez, C., Mera Ovando, L. M., Serratos Hernández, J. A., & Bye Boettler, R. A. (2009). *Origen y diversificación del maíz, una revisión analítica*, Universidad Nacional Autónoma de México (1.^a ed.).

López González, Á. S. (2017). *Análisis de la medición de productividad de granos básicos, en*



- Nicaragua, periodo 1961-2013. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/10277/1/6969.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Composición y caracterización de la Cadena del Maíz*.
- Radulovich, R., & Karremans, J. (1992). Validación de tecnologías CATIE.pdf. Turrialba. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9769/A0791e01-09.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rival, A. (2013). Genotipo y fenotipo. Exploración de la caja negra de los mejoradores. *Palmas*, 34(1), 161-167.
- Rivas Valencia, P., Virgen Vargas, J., Rojas Martínez, I., Cano Salgado, A., & Ayala Escobar, V. (2018). Evaluación De Pudrición De Mazorca De Híbridos De Maíz En Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(6), 845-854. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i6.1565>
- Simón, M. R., & Golik, S. I. (2020). Cereales de verano. En *Cereales de verano*. <https://doi.org/10.35537/10915/68613>
- Schoch, C. L., Ciufo, S., Domrachev, M., Hotton, C. L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., McVeigh, R., O'Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, J. P., Sun, L., Turner, S., & Karsch-Mizrachi, I. (2020). NCBI Taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. In *Database* (Vol. 2020). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>
- Somarriba Rodríguez, C. (1998). *Texto de granos básicos, Departamento de cultivos anuales*. <https://repositorio.una.edu.ni/2704/1/NF01S693g.pdf>
- Torrez, M., y Zeledón, P. (2012). Caracterización de cinco variedades de maíz (*Zea mays*) criollo en las comunidades de Samulalí y Guadalupe, municipio de Matagalpa, en el año 2011. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua].
- Urango, L. A. (2018). Componentes del maíz en la nutrición humana. *Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad de Antioquia.*, 186–208. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/336229/20791758>



Universidad Nacional Agraria. (UNA 2020) Proyecto: Tecnologías productivas y de agroindustria en el cultivo de maíz.



IX. ANEXOS

<Incluye información que puede ser de utilidad para el lector, pero que no es fundamental para el entendimiento del contenido de la tesis. Los anexos deben incorporarse al final de la tesis, después del listado de la literatura citada. Ejemplos de este tipo de material son, cuadros de análisis de varianza, programas de cómputo ejecutados, listados de organismos vivos, cuadros de datos provenientes del experimento, etc. Un anexo también puede ser usado para incluir material aludido en el texto, por ejemplo, formatos de encuesta, formulario, etc. Al referirse a un anexo en particular, deberá escribirse la letra inicial con mayúscula, ej. Anexo 1.>

