



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

**Informe final de Investigación para optar al título de Ingeniero
Agropecuario**

**Evaluación de cuatro variedades criollas de maíz en el
ciclo productivo de primera, con manejo agroecológico
en la comunidad Santa Adelaida 2023**

Autor

Norman José Leiva Soza
Eduardo José González Almendarez

Tutor

Ing. Juan José Monzón Talavera

Estelí, agosto 2025



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda



Informe final de Investigación para optar al título de Ingeniero Agropecuario

Evaluación de cuatro variedades criollas de maíz en el ciclo productivo de primera, con manejo agroecológico en la comunidad Santa Adelaida 2023

Autor

Eduardo José González Almendarez

Norman José Leiva Soza

Tutor

Ing. Juan José Monzón Talavera

Estelí, agosto de 2025

Este informe final de investigación fue aceptado en su presente forma por la Oficina de Investigación de la Dirección de Ciencias Agropecuarias (DCA) de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP) y aprobado por el Honorable Comité Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título de: **INGENIERO AGROPECUARIO.**

Tutor

Ing. Juan José Monzón Talavera

Miembros del Comité

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo

M.Sc. Roberto Armando Ramos Andino

Ing. Byron Uriel Rojas Valverde

Sustentantes

Br. Norman José Leiva Soza

Br. Eduardo José González Almendarez

ÍNDICE

Contenido	Páginas
ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. FORMULACION DEL PROBLEMA	5
V. OBJETIVOS	6
5.1. Objetivo general	6
5.2. Objetivos específicos.....	6
VI. LIMITACIONES	7
VII. MARCO TEÓRICO.....	8
7.1. Generalidades del cultivo del maíz	8
7.2. Estrategia de las 4 R	9
7.3. Desarrollo vegetativo del maíz.....	9
7.4. Estadios reproductivos.....	12

7.5.	Alternativas de manejo agroecológico	15
7.6.	Plagas y enfermedades del maíz.....	16
VIII.	HIPOTESIS.....	18
IX.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	19
9.1.	Ubicación geográfica.....	19
9.2.	Enfoque, tipo de investigación y su alcance	19
9.3.	Descripción de la unidad de análisis	19
9.4.	Definición de variables con su operacionalización	8
9.5.	Diseño experimental.....	10
9.6.	Procedimientos para el análisis de datos	11
9.7.	Confiabilidad y validez de los instrumentos	11
X.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
10.1.	Rendimiento	12
10.2.	Nivel de afectación de plagas y enfermedades.....	15
10.3.	Plan de manejo agroecológico.....	17
XI.	CONCLUSIONES	20
XII.	RECOMENDACIONES.....	21
XIII.	BIBLIOGRAFÍA	22
XIV.	ANEXOS	25

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Páginas
Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables	8
Tabla 2. Análisis de varianza para peso de la mazorca	12
Tabla 3. Análisis de varianza para altura de la planta	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Páginas
Figura 1. Peso de los granos de maíz	13
Figura 2. Altura de la planta de maíz por variedad	14
Figura 3. Afectación de plagas y enfermedades	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Páginas
Anexo 1. Ubicación.....	25
Anexo 2. Distribución de los tratamientos (24.2 ancho x 24.2 de largo).....	25
Anexo 3. Análisis de varianza.....	26
Anexo 4. Galería fotográfica.....	30

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con todo mi corazón a mi familia, por ser el pilar fundamental en mi vida. A mis padres por todo el amor y el apoyo incondicional, por sus sacrificios y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

Dedico también este trabajo a Dios, por darme la fuerza en los momentos más difíciles y por iluminar mi camino con esperanza y propósito.

Eduardo José González Almendarez

Dedico este trabajo de investigación con todo mi corazón a mi familia en especial a mi papá, por ser el pilar fundamental en mi vida, a mi abuela por todo el amor y el apoyo incondicional, por sus sacrificios y por enseñarme lo que es el esfuerzo y la perseverancia para salir adelante sin importar las circunstancias.

Dedico este trabajo a Dios por darme la fuerza, paciencia y la sabiduría para resolver y llevar a cabo con éxito todo lo que me propongo también por ayudarme en los momentos más difíciles, por iluminar mi camino con esperanza y propósito.

Norman José Leiva Soza

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por encaminarme hasta donde estoy y darme la fortaleza y la sabiduría para llegar a culminar esta etapa. Sin Su guía y Su presencia constante en mi camino, este logro no habría sido posible.

A mis padres y mis hermanos por siempre apoyarme en todo este camino y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y ser mi mayor motivación.

Agradezco también a mis maestros y maestras de mi carrera, quienes no solo compartieron sus conocimientos, sino que también inspiraron un mayor entusiasmo por mi carrera.

Eduardo José González Almendarez

Primeramente, agradezco a Dios por encaminarme donde estoy y brindarme fortaleza y sabiduría para lograr culminar esta etapa, sin su guía y su presencia constante en mi camino este logro no habría sido posible.

A mi papá, abuelita, hermano y también a Arlen Gámez por siempre apoyarme en todo este camino y creer en mí incluso en los momentos más difíciles y ser mi mayor motivación para salir adelante y lograr culminar mis estudios de la mejor manera.

Agradezco también a mis maestros y maestras que no solo compartieron sus conocimientos, sino que también inspiraron un mayor entusiasmo en mi carrera.

Norman José Leiva Soza

RESUMEN

La presente investigación, realizada en la comunidad santa Adelaida durante el ciclo productivo de primera en 2023, donde tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y la adaptación de cuatro variedades criollas de maíz bajo un sistema de manejo agroecológico, este estudio busca mostrar alternativas sostenibles, sustentables, económicamente viables para los pequeños y grandes productores. Mediante el riguroso trabajo de campo se analizó el comportamiento de las variedades de maíz criollo en términos de potencial productivo, vigor del cultivo y plantas y resistencia de plagas y enfermedades. Se utilizó el diseño experimental de bloque completamente al azar (BCA) donde este diseño está conformado por 16 unidades experimentales, es decir cuatro bloques y cuatro tratamientos, la técnica que se utilizó para el levantamiento de datos fue lanzar un objeto a los surcos de cada variedad (olotillo, pujagua, criollo blanco y NB6) de manera al azar, esta técnica estuvo acompañada por una hoja de campo donde se evaluó el tamaño de las plantas, largo de las hojas, grosor del tallo y ancho de hojas, los datos recolectados fueron procesados en software estadístico Infostat, en donde se tomó como referencia 100 granos y quien dio mejores resultados fue la variedad Pujagua con diferencias estadísticas de p-Valor de 0.0001, siendo la variedad que mostro mejores rendimientos fue Pujagua con un peso de 0.09 libras (40.86 gr) en los 100 granos. En relación a la altura de la planta se puede observar la diferencia a nivel de grupos, aunque estadísticamente no tiene diferencias ya que presentó un p-Valor de 0.0909. Esta investigación demuestra que las variedades criollas tienen un gran potencial productivo con un manejo agroecológico para los pequeños productores.

Palabras claves: Pujagua, agroecológico, variables, altura de planta, peso de mazorca.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población demanda más alimentos, ejerce presión en los recursos naturales que conduce a la ampliación de áreas agrícola vinculado a prácticas agrícolas intensivas en la agricultura convencional las que han provocado degradación en los suelos por exceso de uso de fertilizante sintético, ha modificado paulatinamente la fertilidad de los suelos provocando alteraciones ecológicas. La utilización de abonos orgánicos es una alternativa económica y eficiente por recuperar la materia orgánica en los suelos degradados, (Moraga, 2021).

La agroecología cuenta con un sin número de ventajas que favorecen a los pequeños productores, que trabajan en familias o con empresas pequeñas, estas ventajas son: ventajas sociales, ventajas económicas, ventajas agro-tecnológicas, La agroecología se presenta como una estrategia viable y consistente para afrontar el cambio climático, pues sus fundamentos hunden sus raíces en los saberes ancestrales, los intercambios y la reciprocidad, pero bajo una defensa distinta a la del capitalismo (Zuniga, 2021).

Se requiere de la integración de prácticas agroecológicas como la incorporación de materiales orgánicos edáficos y foliares que favorecerán la nutrición de las plantas. El propósito del estudio es evaluar la influencia de alternativas agroecológicas en variables de crecimiento, resistencia a plagas, enfermedades y rendimiento productivo en el cultivo de maíz.

En Nicaragua los bancos de semillas criollas son el sendero que usan los campesinos para guardar y mantener las semillas de la comunidad y contar con ellas cuando sea el momento de la siembra. Hace mucho tiempo las semillas criollas han sido parte de la vida del campesino y tengan un importante valor para las futuras generaciones ya que son la herencia de ellos, en diferentes partes del mundo los campesinos resisten al uso de insumos químicos agrícolas. Las semillas mejoradas en la actualidad llegan a tener altos costos para los campesinos que no tienen acceso a estas.

Este trabajo de investigación fue realizado en el Marco del Proyecto “AGRICULTURA FAMILIAR CON ENFOQUE AGRO ECOLÓGICO Y PROMOCIÓN DE LA SALUD ECOLÓGICA” que ejecuta la UNFLEP en coordinación con la Fundación Familias Unidas y el socio local, La Coop. Salud Para Todos, RL.

II. ANTECEDENTES

Los principios de las prácticas agroecológicas surgen del campesino en los años 80's, a contra corriente del sistema de producción planteado después del triunfo de la revolución sandinista y como respuesta ante la pérdida (ecológica, económica y social) la agroecología se refuerza después de la catástrofe provocada por el huracán Mitch (1998) y llega a ser considerada como una “solución milagro” de resiliencia de los productores a las presiones del medio ambiente. Es a partir de 2007, y a pesar de que Nicaragua es un país con políticas públicas que no tienen una trayectoria rectilínea, que los conceptos de agroecología y agricultura orgánica van a institucionalizarse (Sabourin, 2017)

Según Altieri (1999), los modelos de producción agroecológicos son diversidad biológica, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y conforman la base de una estrategia energética y productiva altamente asociada a la soberanía alimentaria. En cambio, los sistemas de producción agrícola convencionales modifican a la naturaleza, con sustitutos de fertilizantes producidos industrialmente para las relaciones entre las plantas y las bacterias que fijan el nitrógeno, saturan a los agro ecosistemas en vez de trabajar con ellos.

Para el cultivo de Maíz se encuentra información y conocimiento generado por el INTA en los últimos años, abarca un espectro de temas que comprende desde los recursos genéticos y mejoramiento de los usos industriales, pasando por los requerimientos climáticos del cultivo, su eco fisiología, su utilización como forraje conservado, los aspectos sanitarios y la economía. Es el resultado del trabajo de profesionales en su mayoría del INTA, pero también del ámbito universitario que han prestado con generosidad sus saberes, espíritu de colaboración y paciencia en el proceso de edición. Esta obra está destinada a complementar la literatura disponible, pero entendemos que puede ser un valioso auxiliar para profesionales y estudiantes de Agronomía, así como también para productores agrícolas. (Eyhérabide, 2003).

III. JUSTIFICACIÓN

El aumento de la población mundial ejerce presión en los sistemas productivos agrícolas y en los recursos naturales la frontera agrícola avanza y con ello se multiplica el uso irracional y excesivo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos que degradan cada día más nuestros suelos y todo nuestro medio, es por ellos que surge la idea de nosotros en realizar esta investigación, por la poca costumbre que hay de los manejos agroecológicos en los cultivos por parte de los productores.

La agroecología es el manejo ecológico del agro ecosistema, a través de formas de acciones colectivas, portadoras de sistemas que buscan activar el potencial endógeno, promoviendo la biodiversidad ecológica y socio cultural de sus acciones productivas. Agroecología es la aplicación de conceptos y principios a la ecología también es una disciplina globalizadora que conceptualiza, también clasifica y estudia los sistemas agrícolas, también se ocupa de mantener una productividad que optimice el uso de locales, minimizando el impacto medioambiental y socio económico de las nuevas tecnologías.

La presente cartilla es un esfuerzo desarrollado por el proyecto: Agricultura Familiar con Enfoque Agroecológico y Promoción de la Salud Ecológica, auspiciado por la Cooperación del Gobierno de Aragón-España. Tiene como objetivo, servir como material de apoyo y de consulta a productores en los procesos de capacitación y acompañamiento técnico facilitado por el proyecto, para que se implementen las buenas prácticas agrícolas o nuevas tecnologías que contribuyan a mejorar la productividad, calidad y eficiencia en el manejo de su sistema de producción con enfoque agroecológico.

La cartilla es una herramienta de consulta dirigida a productores agropecuarios protagonistas del proyecto: Agricultura Familiar con Enfoque Agroecológico y Promoción de la Salud Ecológica. Contiene información práctica para el desarrollo de los procesos de facilitación, ofreciendo una nueva perspectiva a la producción agropecuaria con la finalidad de incorporar prácticas agroecológicas para el manejo de fincas.

IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los altos costos de producción debido el uso excesivo e irracional de agroquímicos y por la falta de conocimiento de parte de los agricultores de la comunidad acerca de alternativas agroecológicas y del beneficio a corto, mediano y largo plazo que nos brinda este tipo de actividades, impide la aplicación de estas técnicas sumándole a ello el factor clima por efectos del cambio climático con precipitaciones y altas temperaturas repentinas. los organismos nacionales e internacionales están empezando a promover masivamente prácticas amigables con el medio, contribuyendo así a la seguridad alimentaria de las familias de todo el mundo.

Es por ello que con esta investigación se pretende Evaluar el comportamiento de variedades criollas de maíz en el ciclo productivo de primera, con manejo agroecológico en la comunidad Santa Adelaida rescatando esa cultura entre nuestros campesinos de usar semillas criollas de la zona apoyándoles con la creación de un plan de manejo aplicando los principios de fertilización con materiales orgánicos que fácilmente se pueden elaborar y encontrar en la zona.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de tres variedades criollas de maíz en el ciclo productivo de postrera, con manejo agroecológico en la comunidad Santa Adelaida.

5.2. Objetivos específicos

Identificar el material criollo con mayor potencial productivo y con mejor vigor.

Determinar la variedad con mayor capacidad de resistencia a plagas y enfermedades en época de postrera

Proponer ficha técnica sobre el manejo agroecológico del cultivo del maíz, contribuyendo a la conservación y aprovechamiento de materiales criollos de la comunidad

VI. LIMITACIONES

Las limitantes que afectaron durante el proceso de investigación fueron por estrés hídrico debido al exceso de agua durante el mes de octubre, ya que además de esto algunas plantas presentaron acame.

La recolección de datos relacionados a producción se vio afectado por la extracción de mazorcas en algunos de los tratamientos por agentes externos, además la topografía del suelo ya que al establecer el ensayo se presentó mucho encharcamiento, por lo que se procedió a realizar zanjeo para drenar el exceso de agua.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Generalidades del cultivo del maíz

El maíz (*Zea mays* L.) perteneciente a las gramíneas, tribu maideas, este cultivo se originó en los trópicos de Latinoamérica, particularmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia inicia en la relación fitogenética con el género *Zea* (Deras, 2020).

El cultivo de maíz es de rápido crecimiento de tres a cinco meses, que facilita un mejor rendimiento con temperaturas moderadas y un abastecimiento adecuado de agua, al contrario de las zonas altas en donde el crecimiento del cultivo llega hasta los ocho meses y su adaptación ronda entre 0 - 2,500 msnm (Cruz, 2017).

El cultivo de maíz es uno de los cultivos más básicos, más importantes y extendidos en el mundo entero. Conforman una de las principales fuentes de alimento en millones de personas, en especial en toda América y Asia. Es una de las primeras plantas que fueron domesticadas y que se extendieron alrededor del mundo.

La diversificación vegetal es crucial para el manejo y control de plagas. La utilización de plaguicidas es una práctica muy común para el control de plagas en cultivos. Aun cuando los plaguicidas no se pueden eliminar totalmente, se sugiere ir reemplazando poco a poco el uso de agroquímicos para el manejo fitosanitario, por prácticas que reduzcan las densidades de las especies de plagas.

El manejo agroecológico, es un sistema de manejo eminentemente preventivo, en el que se espera disminuir las causas que pueden aumentar la presencia de una plaga en los cultivos, en lugar de emplear medidas que tienen como prioridad eliminar los síntomas que son provocados por los ataques de una plaga. En las prácticas de manejo agroecológico de plagas que buscan la viabilidad, la seguridad del cultivo debe de ser preventiva, impactando negativamente contra las condiciones que ayudan al desarrollo de las plagas, pero teniendo un resultado positivo sobre los organismos benéficos.

7.2. Estrategia de las 4 R

Fuente	Dosis	Momento	Lugar
Gallinaza	20 sacos	Previo A La Siembra	Edáfico
Lombrihumus	8 sacos	Post Geminación & Desarrollo	Edáfico
Insecticida de Chile	100 ml por Bomba	Con Intervalo de 15 Días por Aplicación	Foliar
Caldo Sulfucaleico	2 litros por Bomba	Con Intervalo de 15 Días de por aplicación	Foliar
<i>Beauveria Bassiana</i>	50 gramos por Bomba	Con Intervalo De 20 Días	Foliar

Algunas alternativas de manejo para el mejoramiento y fortalecimiento de la fertilidad de los suelos cultivados por los agricultores de escasos recursos, se ha ido haciendo uso de tecnologías agroecológicas como los abonos verdes (AV), cuyas investigaciones a nivel mundial, buscan producir una base teórica que explique la importancia de su aplicación dentro del manejo de agro-ecosistemas. Su utilidad se fundamenta en el aprovechamiento de la energía solar para generar biomasa vegetal de gran calidad nutricional, la cual se adiciona al suelo con influencia positiva sobre algunas propiedades físicas, químicas, biológicas de los suelos y rendimientos de los cultivos (Mosquera, 2012).

7.3. Desarrollo vegetativo del maíz

Etapas VE (germinación y emergencia)

La etapa VE (emergencia) llega cuando el coleóptilo brota de la superficie del suelo. Las plantas de maíz pueden emerger dentro de los 5-7 días siguientes a la siembra en condiciones de temperatura y humedad ideales. Pero bajo condiciones frías y húmedas o incluso bajo condiciones muy secas pueden tomar más de dos semanas para emerger (Gómez et al., s. f.). Germinación: se entiende por germinación a la serie de procesos que comprenden desde la impregnación o absorción de agua por parte de la semilla, hasta la emergencia de la raíz. El

proceso de la germinación se desata como consecuencia de la absorción de agua a través de la cubierta de la semilla, a dicha etapa se da el nombre de imbibición, durante cuando la semilla absorbe hasta un 30% de su peso seco en agua antes de comenzar a germinar. Las importantes causas de reducción de la germinación son el daño por heladas (baja temperatura y alta humedad), la infección con organismos patógenos de suelo y las malas condiciones de almacenamiento (Gómez et al., s. f.).

Emergencia: Es la etapa desde que emerge la radícula hasta la aparición del coleóptilo sobre el suelo (Gómez et al., s. f.).

Indicadores visuales de la germinación

Emergencia de la radícula. Este fenómeno tarda de 2 a 3 días en lugares cálidos y con una adecuada humedad, pero puede también tardar hasta una o dos semanas cuando se tienen suelos secos y/o más frescos ($< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Gómez et al., s. f.).

Emergencia del coleóptilo. Puede ocurrir en uno o varios días dependiendo de la temperatura del suelo, esta estructura vegetal rígida es la encargada de abrir paso a través del suelo para la emergencia de la planta, debido a la elongación del mesocótilo (Gómez et al., s. f.).

Etapa V3 (tres hojas verdaderas)

En V3, el crecimiento de la planta está todavía por debajo de la superficie. El tallo no está alargado. Los pelos de la raíz crecen de las raíces nodales a medida que las raíces seminales dejan de crecer. Los brotes de hojas y espigas que la planta produce se forman desde la etapa vegetativa 3 hasta la etapa vegetativa 5. Se forma una espiga en el extremo del punto de crecimiento. La altura de la parte aérea de la planta es de alrededor de 20 cm (Gómez et al., s. f.).

El punto de crecimiento afectado por las temperaturas del suelo. Los suelos fríos pueden aumentar el tiempo de etapas vegetativas, incrementa el número total de hojas formadas, atrasar la formación de espigas y minimizar la disponibilidad de nutrientes. En este punto, el viento y las heladas causan un efecto reducido en el punto de crecimiento o rendimiento del

grano final. A pesar de ello, la inundación puede matar la planta. El control de malezas reduce la competencia por luz, agua y nutrientes (Gómez et al., s. f.).

Etapas V6 (seis hojas verdaderas)

El punto de crecimiento y la espiga se elevan por encima de la superficie del suelo cerca de la etapa V6. El tallo comienza a alargarse. El sistema de raíces nodales crece a partir de los 3 o 4 nudos más bajos del tallo. Algunos brotes de espigas o macollos son visibles. El desarrollo de los macollos (hijuelos) depende de cada variedad, densidad de población, fertilidad y otras condiciones (Gómez et al., s. f.).

La colocación precisa de abono es un poco crítica a medida que las raíces se extienden. Es conveniente asegurar los posibles signos de deficiencias o necesidades de nutrientes. Aplicaciones foliares o al suelo pueden favorecer, pero los suelos con deficiencias son modificados eficientemente antes que aparezcan los signos. Fertilizar en tiempo y forma puede ayudar en la etapa vegetativa 8 en suelos húmedos. Es momento de monitorear daños de insectos tales como plantas acamadas o signos de alimentación en hojas (Gómez et al., s. f.)

Etapas V9 (nueve hojas verdaderas)

La disección de una planta en etapa vegetativa nueve muestras varios brotes de mazorcas. Estos se desarrollan en todos los nudos de la parte aérea, a excepción de los últimos seis a ocho nudos por debajo de la espiga. Los brotes que están por debajo de la mazorca crecen de manera más rápida al principio, pero solo uno o dos de los más altos desarrollan una mazorca lista para la cosecha. La espiga empieza a desarrollar rápidamente. Los tallos se extienden a medida que los entrenudos crecen. Para V10, el tiempo entre etapas de hojas nuevas se acorta a alrededor de dos a tres días (Gómez et al., s. f.).

Cerca de la etapa vegetativa diez, un rápido crecimiento de nutrientes y almacenamiento de materia seca comienza. Esto sigue a lo largo de las etapas reproductivas. Las necesidades de agua y nutrientes del suelo son muy elevadas. Esto es para satisfacer una mayor demanda debido a la tasa elevada de crecimiento en esta etapa (Gómez et al., s. f.).

Etapas V10 (diez hojas verdaderas)

La planta comienza un rápido aumento en la acumulación de materia seca que continuará hasta la etapa reproductiva avanzada. Se requieren altas cantidades de nutrientes y agua del suelo para cumplir con la demanda que necesita el cultivo para seguir con su crecimiento y buen desarrollo de esta (Gómez et al., s. f.).

Etapas V12 (doce hojas verdaderas)

Aunque las espigas potenciales se forman justo antes de la formación de la panoja (V5), el número de hileras en cada espiga y el tamaño de la espiga se establecen en V12. No obstante, la determinación del número de óvulos (granos potenciales) no se completará hasta una semana antes de la emergencia de barbas o cerca de V17 (Gómez et al., s. f.).

Etapas VT (Panojamiento)

Esta etapa inicia aproximadamente 2-3 días antes de la emergencia de las barbas, tiempo durante en que la planta de maíz ha alcanzado su altura máxima y comienza la liberación de polen. El tiempo entre VT y R1 puede variar considerablemente en función del cultivar y de las condiciones ambientales (Gómez et al., s. f.).

7.4. Estadios reproductivos

Etapas R1 (emergencia de barbas).

La etapa R1 comienza cuando algunas barbas son visibles fuera de las vainas (chala). La polinización ocurre cuando los granos de polen se depositan sobre las barbas. Un grano de polen capturado requiere 24 horas para crecer dentro de la barba hasta el óvulo donde ocurre la fertilización y el óvulo es fecundado. Generalmente se necesitan entre 2 y 3 días para que todas las barbas de una espiga queden expuestas y sean polinizadas. Las barbas van a crecer 2.5-3.8 cm por día y continuarán alongándose hasta ser fertilizadas (Gómez et al., s. f.).

Inflorescencia femenina

La inflorescencia femenina está conformada por espiguillas, las cuales se ubican en forma individual en cada una de las cavidades de la coronta; cada espiguilla, a su vez, contiene dos

flores, de las cuales sólo una logra emitir su estilo; la otra flor aborta, originándose, por lo tanto, sólo un grano por cavidad. La cantidad de óvulos de la mazorca apical puede variar entre 500 y 1000; éstos se presentan alineados en 16 a 20 hileras de 30 a 50 óvulos cada una. Cada flor funcional tiene un ovario simple, el cual genera un estilo que se elonga y emerge a través de las brácteas en el extremo superior de la mazorca. Los estilos originados por cada flor femenina conforman una característica cabellera en cada mazorca (Gómez et al., s. f.)

Inflorescencia masculina

La inflorescencia masculina o panoja, normalmente se hace visible entre las últimas hojas de la planta, 7 a 10 días antes de que aparezcan los estilos de la inflorescencia femenina. Generalmente, 2 a 3 días antes de comenzar la liberación del polen, se elongan los internudos de la parte alta del tallo impulsando a la panoja, la cual queda completamente desplegada; la planta, en ese momento, alcanza su altura definitiva (Gómez et al., s. f.)

Polinización

El polen derramado por las flores masculinas y conducidas por el viento se deposita sobre los estilos. Estos son receptivos a todo su largo, y por ser de carácter mucilaginoso (húmedos y pegajosos), permiten la adherencia y germinación del polen. Cada estilo puede ser colonizado por varios granos de polen, pero sólo uno de ellos, luego de germinar, penetrará al interior a través de su tubo polínico; éste su elongación hasta alcanzar hasta alcanzar el saco embrionario femenino donde se encuentra el ovulo. Cuando entra al saco embrionario, el tubo polínico se rompe liberando los dos espermatozoides. El núcleo de uno de los espermatozoides ($n=10$) se fusiona con el núcleo del óvulo ($n=10$) formando el cigoto ($2n=20$) del maíz. El otro espermatozoide se fusiona con los dos núcleos polares estableciendo el endospermo primario de 30 cromosomas ($3n$). Este proceso es denominado doble fertilización (Gómez et al., s. f.).

Los óvulos que no son fertilizados no producirán granos. Condiciones ambientales adversas en este momento causan una escasa polinización (bajo número de granos), especialmente un estrés hídrico que tiende a desecar las barbas y el polen (Gómez et al., s. f.).

Etapas R2

Aunque el embrión todavía se está desarrollando lentamente durante esta etapa, la radícula, el coleóptilo y la primera hoja embrionaria ya se han formado. La mazorca está casi por alcanzar, o ya alcanzó, su tamaño completo. Las barbas, habiendo completado su función de floración, se oscurecen y comienzan a secarse. Los granos presentan cerca de 85% de humedad, porcentaje que irá descendiendo gradualmente hasta la cosecha (Gómez et al., s. f.).

Etapas R3

En R3 el grano es externamente de un color amarillo y el fluido interno es blanco lechoso debido a la acumulación de almidón. El embrión en esta etapa crece rápidamente. Los granos presentan una rápida acumulación de materia seca y contiene aproximadamente 80% de humedad. En R3 las divisiones celulares del endospermo están esencialmente terminadas, por lo que el crecimiento es debido principalmente a la expansión celular y la acumulación de almidón en las células (Gómez et al., s. f.)

Etapas R4

La continua acumulación de almidón en el endospermo causa que el fluido interno se convierta en una consistencia pastosa. Normalmente en esta etapa ya se han formado las cuatro hojas embrionarias y el embrión ha crecido considerablemente en tamaño con respecto a la etapa R3 (Gómez et al., s. f.)

Etapas R5 (grano dentado)

Los granos se empiezan a secar por la parte superior donde se muestra una capa dura de almidón de color blanco. Condiciones adversas en esta etapa se reduce el rendimiento a través de una disminución del peso de los granos y no de la cantidad de granos. Un frío severo antes de la etapa R6 en siembras tardías puede detener la acumulación de materia seca u causar la formación temprana del punto negro. También se puede minimizar el rendimiento retrasando las operaciones de cosecha. En esta etapa es cuando se recomienda normalmente realizar el ensilaje.

Etapas R6 (madurez fisiológica)

En la etapa R6 se define cuando todos los granos de la espiga han alcanzado su máximo peso seco o mayor acumulación de materia seca y se forma una abscisión café o negra en la zona de inserción del grano a la mazorca (punto o capa negros). Esta abscisión es un buen indicador de la máxima acumulación de materia seca (madurez fisiológica) y señala el crecimiento final del grano. El promedio de humedad de grano en R6 es de 30-35%. El grano aún no está pronto para un almacenamiento seguro, para lo cual se requiere 13-15% de humedad. La tasa de secado después de R6 depende del cultivar y del ambiente (Gómez et al., s. f.).

7.5. Alternativas de manejo agroecológico

Caldo sulfocalcico

Es un fungicida acaricida preventivo de uso aceptable en la agricultura orgánica, compuesto de minerales como el azufre y la cal. El caldo sulfocalcico es un producto muy usado para evitar y controlar enfermedades causadas por hongos como mildiu, cenicilla y brotitis, además por el contenido de azufre controla ácaros y trips (Ortiz, 2017).

Para la preparación de este caldo se necesita hervir 20 litros de agua en una lata o un depósito metálico, agregar un kilo de cal y luego un kilo de azufre. Hervir por una hora aproximadamente y moviendo la mezcla.

Lombrihumus

El lombrihumus contiene macronutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, micronutrientes como boro, hierro, zinc, manganeso y cobre, el cual quiere decir que el lombrihumus suministra una dieta completa a las plantas (Blanco, 2015).

Insecticida a base de chile

El chile contiene ácido cápsico, es un insecticida orgánico para el control de plagas como lo son los pulgones, ácaros, mosca blanca, mosca de la fruta, hormigas, gusanos, coleópteros o

minadores. Este produce quemaduras en la piel de insectos de cuerpo blando (Agropolis, 2023).

Para la elaboración de este repelente, se necesitarán: una libra de chile picante, una cabeza de ajo, una barra de jabón de glicerina, cinco litros de agua y un rallador de cocina. Se pone a hervir la libra de chile en los cinco litros de agua por 15 minutos, luego agregar la cabeza de ajo triturada. Luego se tritura el jabón y se coloca en el agua hirviendo. Este insecticida funciona para controlar plagas como gallina ciega, gusanos y caracoles.

Incorporación de gallinaza

La gallinaza es uno de los abonos orgánicos más completos y que mejores nutrientes puede proporcionar a los suelos. Contiene nitrógeno, fosforo, potasio y carbono en excelentes cantidades. La utilización de gallinaza como abono para los cultivos es una opción muy recomendada por los bajos costos que representa (Paredes, 2012).

Beauveria bassiana

Es un hongo entomopatógeno que en la actualidad se usa como insecticida biológico por su gran eficacia contra plagas de gran variedad en cultivos de mucha importancia. Este hongo puede llegar a controlar mosca blanca, pulgones, ácaros, etc. (Belchim, 2022).

7.6. Plagas y enfermedades del maíz

Gusano cogollero

Es una plaga muy importante y común en el cultivo de maíz, que puede llegar a causar graves pérdidas en el cultivo. El gusano puede dañar las hojas y especialmente las barbas y mazorcas. Esta plaga inverna en el suelo ninfa y cuando estas son orugas normalmente se encuentran en el cogollo de la planta.

Barrenador del tallo

El barrenador del tallo es una de las plagas más importantes que atacan al cultivo de maíz. Este puede llegar a ocasionar daños de alta gravedad con una pérdida de producción de hasta

el 75% de las plantaciones de maíz. Esta plaga ataca específicamente en el tallo, ocasionándole agujeros y cortando la planta.

Gallina ciega

La gallina ciega es una de las principales plagas en el cultivo del maíz con complejo de plagas del suelo. Esta plaga se hospeda y se alimentan de las raíces de las plantas causándoles daños físicos.

Roya común

Es una enfermedad causada por el hongo *Puccinia polysora*, esta enfermedad puede sobrevivir en el material vegetal vivo, esta entra por las esporas que dispersa el viento y se extiende planta por planta.

Carbón de la espiga

Es una enfermedad causada por el hongo *Sporisorium reilianum*. Este patógeno sobrevive en el suelo. Esta se propaga mediante el viento, agua, animales, maquinaria agrícola o semillas contaminadas. El síntoma principal de esta es el desarrollo de agrupaciones de *teliosporas* de color gris en la mazorca o espiga de la planta.

Mancha foliar gris

Esta enfermedad se considera como la principal amenaza del cultivo de maíz en la mayor parte del mundo, causando daños hasta un 100% de pérdidas de producción de granos. Las infecciones empiezan desde las hojas inferiores y se propaga hacia arriba, las lesiones presentan un tamaño pequeño creando manchas grises grandes.

VIII. HIPOTESIS

Una de las variedades de maíz evaluadas mostrara un mayor rendimiento rentable y óptimo sobre las otras variedades con el manejo agroecológico que se realizara.

IX. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1. Ubicación geográfica

Geográficamente, el sitio donde se realizó el experimento de la presente investigación está ubicado en el módulo educativo agrícola de la UNFLEP, ubicada en el km 166 ½ de la carretera panamericana norte, Comunidad Santa Adelaida, Estelí- Nicaragua, con la coordenada 13.2452936, -86.3721665.

El clima de la zona de Estelí está clasificado como tropical seco, la temporada de lluvia es bochornosa y nublada, con bajas y pocas precipitaciones dependiendo del año, la temporada seca es parcialmente nublada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 17 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 34 °C.

9.2. Enfoque, tipo de investigación y su alcance

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, ya que se construye mediante la observación y las mediciones de los datos, utilizando los métodos estadísticos para obtener conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos. El diseño de la presente investigación es puramente experimental.

9.3. Descripción de la unidad de análisis

El total de la parcela corresponde a un total de 585.64 m² con el establecimiento de 16 bloques con cuatro tratamientos, de siete surcos de 4.8 metros de longitud, espaciados a 0.80 metros entre calle y 0.30 metros entre planta. La parcela útil o de interés estará formada por los dos surcos centrales, al momento del muestreo se dejarán las plantas que están a la orilla del surco para evitar efectos de borde y se muestrearán 10 plantas del centro, para un total de 160 plantas muestreadas

9.4. Definición de variables con su operacionalización

Tabla 1. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnica de recolección de información	Fuente de información
Identificar el material criollo con mayor potencial productivo y con mejor vigor.	Rendimiento	Cálculo total de producción	Potencial productivo de las variedades evaluadas	Numero de mazorcas Ancho y largo de la hoja Grosor del tallo Altura de la planta Peso de 100 de semillas. Peso de la mazorca	Observacional	Parcela demostrativa en modulo agroecológico Santa Adelaida.
Determinar la variedad con mayor capacidad de resistencia a plagas y enfermedades	Nivel de afectación de plagas y enfermedades	Muestreo de plagas y enfermedades por plantas en tres etapas fenológicas	Afectación de plagas y enfermedades	Numero de insectos y por planta muestreada. Nombre	Observacional	Parcela demostrativa en modulo

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Subvariables	Indicadores	Técnica de recolección de información	Fuente de información
plagas y enfermedades en época de postrera		del cultivo (15, 30 y 55 dd)		de las plagas presentes Números de plantas enfermas. Nombre de la enfermedad		agroecológico Santa Adelaida.
Proponer ficha técnica sobre el manejo agroecológico del cultivo del maíz, contribuyendo a la conservación y aprovechamiento de materiales criollos de la comunidad	Elaboración de plan de manejo agroecológico	Realización de cartilla de ficha técnica con manejo agroecológico	Promoción del manejo agroecológico en los cultivos	Numero de alternativas incorporadas a la cartilla	Revisión documental	Parcela demostrativa en modulo agroecológico Santa Adelaida.

9.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizará es un Bloque Completamente al Azar (BCA), formado aleatoriamente, por cuatro bloques y cuatro tratamientos para un total de 16 unidades experimentales. Unidad experimental= N° de tratamientos x por el número de repeticiones (4x4=16).

Modelo matemático

El modelo matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + e_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} : Valor del carácter estudiado

μ : Media General

G_i : Efecto del genotipo

B_j : Efecto del Bloques dentro de repetición

Tratamientos

No	Tratamiento	Distancias entre planta y entre surco
1	T1 Maíz Olotillo	80 entre surco/30 entre planta
2	T2 Maíz Criollo blanco	80 entre surco/30 entre planta
3	T3 Maíz Pujagua	80 entre surco/30 entre planta
4	T4 Maíz NB6	80 entre surco/30 entre planta

9.6. Procedimientos para el análisis de datos

El análisis de la información se realizará teniendo en cuenta las particularidades propias del instrumento, de tal manera que, para procesar los datos, se utilizarán técnicas básicas de estadística utilizando el programa estadístico INFOSTAT versión estudiantil. Con la información recolectada en las hojas de toma de datos, se tendrá una base de datos en Excel para su posterior análisis. Previo al análisis estadístico se realizaron prueba de normalidad (ShapiroWilks) y homocedasticidad para las variables numéricas, procediendo con el análisis de la varianza (ANOVA) al 95% de confianza y su correspondiente prueba de separación de medias con DUNCAN al 5% de error y un valor alfa $p < 0.05$.

9.7. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Para la validez de los instrumentos de toma de datos se procederá a un proceso de análisis estadístico, que permita las mejoras respecto del contenido, la confiabilidad, determinada por el hecho de hacer uso de procedimientos ya establecidos.

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El siguiente apartado se describen los principales resultados obtenidos durante el estudio, teniendo en cuenta los tratamientos aplicados.

10.1. Rendimiento

Peso de la mazorca

De acuerdo a la tabla 2 se observan tres agrupaciones de acuerdo al rendimiento, en donde se tomó como referencia 100 granos y quien dio mejores resultados fue la variedad Pujagua. Estadísticamente existen diferencias en el ANOVA con un p-Valor de 0.0001 (anexo 3)

Tabla 2. Análisis de varianza para peso de la mazorca

Tratamientos	Medias	n	E.E	Grupos
NB6	0.07	4	1.30E-03	A
Criollo Blanco	0.07	4	1.30E-03	A
Olotillo	0.08	4	1.30E-03	B
Pujagua	0.09	4	1.30E-03	C

En la figura 1 se muestra que la variedad que mostro mejores rendimientos fue Pujagua con un peso de 0.09 libras (40.86 gr) en los 100 granos, es importante mencionar que esta variedad a nivel de campo tuvo el mejor comportamiento ya que no tuvo muchas afectaciones en relación a plagas y enfermedades. Teniendo en cuenta que el área a muestreada fue de 1.2 m² tendremos rendimientos de 16 quintales por manzana.

Actualmente la producción de maíz Pujagua de acuerdo al INTA (2015), es de 20-24 quintales por manzana para regiones de Jinotega y Matagalpa, por lo cual es meritoria destacar que los rendimientos obtenidos en el estudio son aceptables ya que estamos dentro del corredor seco y están próximos a los rendimientos obtenidos en zona semihúmeda.

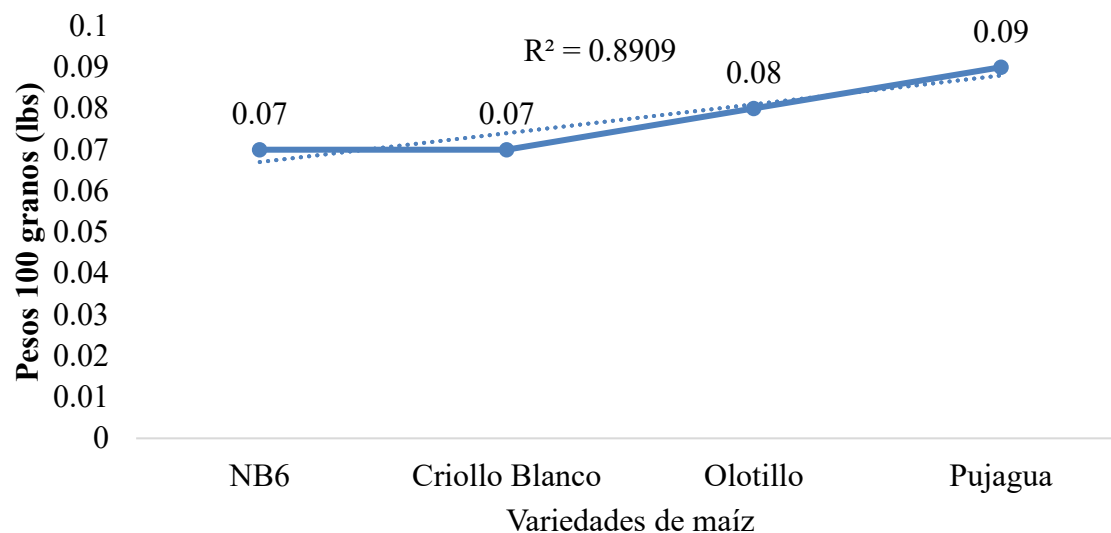


Figura 1. Peso de los granos de maíz

De acuerdo a World Visión Nicaragua (2023) la producción estimada dentro del corredor seco y con las condiciones edafoclimáticas es de 15 quintales en promedio por manzana, teniendo en cuenta el uso de semilla certificada, reduciendo las pérdidas producidas por le escasez de agua y de esta forma se contribuyen a la sostenibilidad alimentaria de las familias del Corredor Seco de Nicaragua.

Altura de la planta

En relación a la altura de la planta se puede observar la diferencia a nivel de grupos, aunque estadísticamente no tiene diferencias ya que presento un p-Valor de 0.0909. (Anexo 3)

Tabla 3. Análisis de varianza para altura de la planta

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Grupos	
NB6	98.75	4	9.58	A	
Criollo Blanco	106.50	4	9.58	A	B
Pujagua	126.25	4	9.58	A	B
Olotillo	132.00	4	9.58		B

En la figura 2 se presenta la altura de las plantas, dando como resultado que la variedad pujagua presento una altura menor a las demás, esto permitió que la mazorca lograra expresar su máximo rendimiento en relación a las demás variedades en estudio.

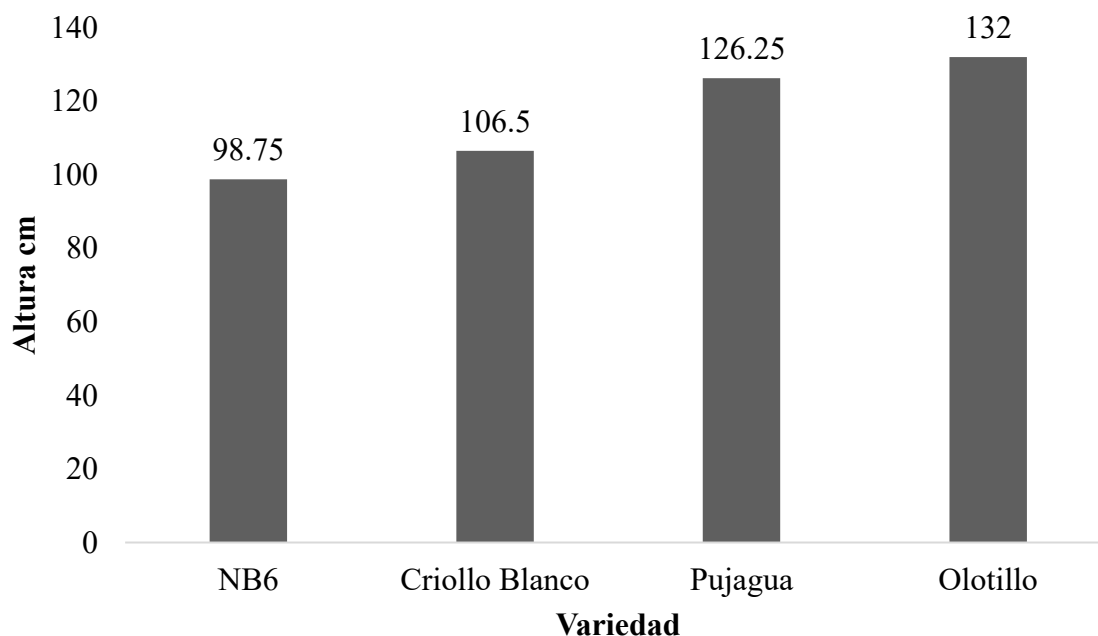


Figura 2. Altura de la planta de maíz por variedad

De acuerdo (INTA) la altura promedio de la variedad pujagua es de 182 cm en la zona de estudio. La altura está relacionada con la producción y es crucial para obtener mejores rendimientos, ya que la inserción de la mazorca a una altura promedio de 126 cm expresa su máximo potencial. De acuerdo a Blandón Garmendia & Smit Marriaga (2001), una altura de planta muy alta puede dificultar directamente la producción, debido a es el olotillo fue de menor rendimiento en relación al pujagua.

10.2. Nivel de afectación de plagas y enfermedades

Las principales plagas que afectaron el cultivo durante su desarrollo vegetativo estuvieron presentes en los siguientes ciclos:

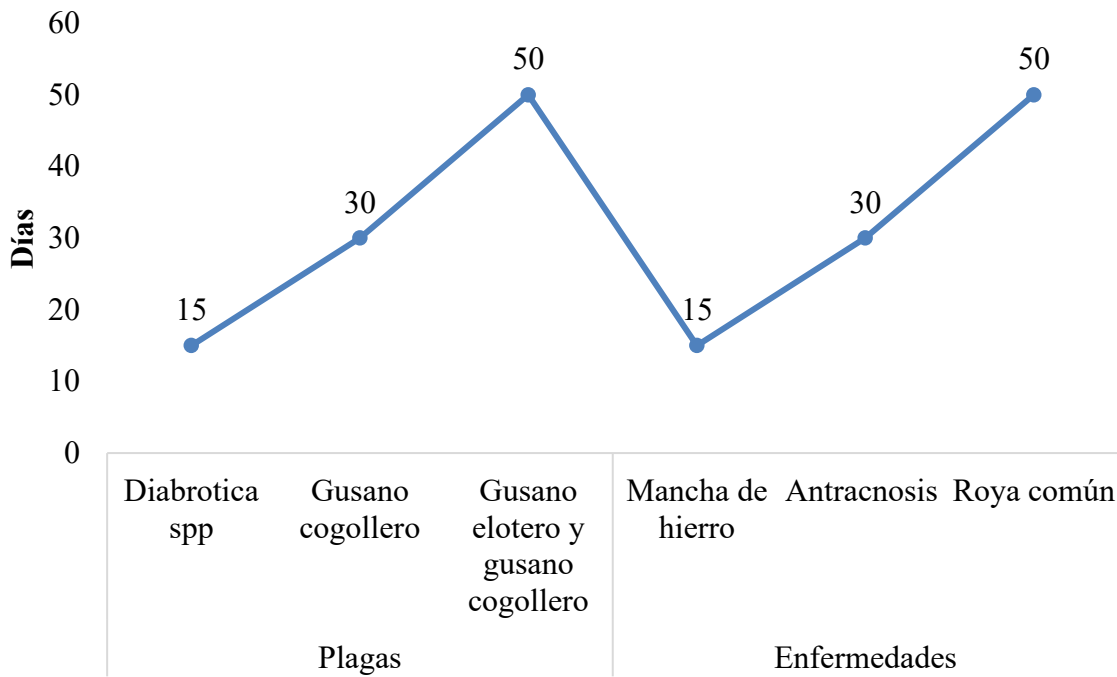


Figura 3. Afectación de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron métodos naturales o que se elaboraron de manera artesanal y a si de esta manera evitar la intervención química o sintética. Así mismo, la aplicación de caldo sulfocalcico, que es un fungicida acaricida preventivo, esta ayuda a controlar enfermedades causadas por hongos.

También se utilizó un insecticida a base de chile que resulto ser efectivo para el control de pulgones, ácaros, gusanos, hormigas y minadores de hoja, ya que por ser un producto fuerte por el chile le causa quemaduras a los insectos de cuerpo blanco reduciendo significativamente el porcentaje de afectación. Esto se realizó mediante foleos con un

intervalo de 15 a 20 días de repetición por aplicación de producto utilizando una dosis de 100 ml para una bomba de 20 litros

Por otra parte, se utilizó la *Beauveria bassiana* que es un patógeno que también controla mosca blanca, pulgones entre otros, esta alternativa resultó a un 99% de efectividad ya que actúa en las etapas de: adhesión, germinación, penetración ya que produce toxinas que causan la muerte de los insectos que tratan de dañar el cultivo. También se incorporó gallinaza y lombrihumus para proteger y garantizar un mejor desarrollo del sistema radicular de las plantas garantizan una mayor fijación, también se le aseguró de que el riego fuese parejo y continuo por cada una de las plantas evitando el encharcamiento y criaderos de hongos o gusanos que pueden afectar al maíz.

Estos datos encontrados son similares a lo expuesto por INTA (2000) en donde refieren que el manejo integrado se debe realizar en etapa de desarrollo vegetativo y floración, para lograr que la infestación del Cogollero disminuya abajo del nivel crítico (menos del 30%), se pueden hacer controles naturales, biológicos y mecánicos. Cuando la plaga sobrepasa este porcentaje el control natural no es efectivo, teniendo como última opción control químico.

10.3. Plan de manejo agroecológico



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda



Manejo agroecológico en cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

Modulo Educativo Agrícola en la comunidad Santa Adelaida.

INTRODUCCIÓN

La presente ficha técnica describe el manejo sobre tres variedades criollas de maíz (olotillo, criollo blanco, pujagua), con manejo agroecológico y a si evaluar su ciclo productivo.

El maíz, conocido por su nombre científico (*Zea mays* L.), ampliamente cultivado y consumido a nivel mundial. Es una planta anual, de la familia de las gramíneas, caracterizada por su tallo robusto y las mazorcas, que contienen los granos de maíz. El maíz es una fuente importante de alimento, tanto para humanos como para animales, y también se utiliza en la elaboración de diversos productos industriales.

Alternativas agroecológicas que se utilizaron para producir maíz



Las alternativas agroecológicas que se utilizaron para el manejo en el cultivo del maíz fueron:

Gallinaza: esta se utiliza 20 sacos previo a la siembra para fijar nitrógeno y de esta manera logran buena germinación de las semillas.

Lombrihumus: se aplica 8 sacos post germinación y cuando el maíz ya está comenzando a entrar en la etapa de desarrollo esto para garantizar de la buena formación de raíces y tallo para que crezca una planta fuerte y con buen desempeño nutricional.



Insecticida a base de chile: Para la elaboración de este repelente, se necesitarán: una libra de chile picante, una cabeza de ajo, una barra de jabón de glicerina, cinco litros de agua y un rallador de cocina. Se pone a hervir la libra de chile en los cinco litros de agua por 15 minutos, luego agregar la cabeza de ajo triturada. Luego se tritura el jabón y se coloca en el agua hirviendo. Este insecticida funciona para controlar plagas como gallina ciega, gusanos y caracoles, la dosis a utilizar será de 100 ml por 20 lt de agua para ser aplicados vía foliar cada 15 días después de que comenzó a desarrollar el segundo par de hojas.



***Beauveria bassiana*:** Es un hongo entomopatógeno que en la actualidad se usa como insecticida biológico por su gran eficacia contra plagas de gran variedad en cultivos de mucha importancia. Este hongo puede llegar a controlar mosca blanca, pulgones, ácaros, la dosis a utilizar será de 50 gramos por bombada de 20 litros cada 20 días.

Técnicas de aplicación

Riego y drenaje:

- Procurar que el riego este de manera uniforme y adecuado esto para evitar el estrés hídrico en las plantas.
- Garantizar un buen drenaje de las aguas para que no encuentre problemas en las raíces,
- Incorporar riego por goteo para que el cultivo tenga una distribución eficiente de agua, por otra parte, también con este sistema controlamos mejor la maleza ya que no se desperdicia agua por lo que únicamente está cayendo directamente a la planta de maíz.

Manejo del suelo:

- Realizar labranza mínima para mantener el suelo con buenas estructuras es decir podemos aporcar para asegurar las raíces y evitar la exposición de las mismas.
- Incorporar materia orgánica regularmente para mejorar la capacidad de retención de nutrientes y agua.

Control de plagas y enfermedades

- Utilizar métodos biológicos como *Beauveria bassiana* que ayuda a controlar la mosca blanca, pulgones, ácaros, entre otros. Este patógeno actúa en seis etapas diferentes: adhesión, germinación, penetración, producción de toxinas, muerte del insecto y multiplicación y crecimiento. Después de que el insecto muere, el hongo empieza a propagar sus unidades infectivas y estas de manera paralela aumentan, terminando por invadir todos los tejidos del insecto y haciéndose resistente a la descomposición.
- Aplicar repelentes naturales que no sean contaminantes al medio ambiente como el insecticida a base de chile que controla gallina ciega, gusanos y caracoles. Este repelente actúa de forma inmediata a lo que son las plagas como el gusano cogollero, provocándole quemaduras en todo lo que es el cuerpo segmentado.

Importancia de la práctica de alternativas agroecológicas

El manejo agroecológico en el cultivo del maíz es importante, ya que es una práctica que ayuda y favorece al medio ambiente y en la conservación de los suelos, por otra parte el rendimiento y calidad del cultivo son más puros ya que se trabaja con productos que la misma naturaleza nos regala, Los métodos de trabajo descrito en esta ficha son con mucha eficacia, accesibles y adaptadas a las condiciones locales, al seguir estas indicaciones los pequeños y grandes productores pueden mejorar significativamente en producción de calidad y en conservar sus suelos por la intervención química.

XI. CONCLUSIONES

A través del trabajo de campo, se logró identificar las variedades de maíz criollo que exhiben un mayor potencial productivo y vigor, así como una mejor resistencia a plagas y enfermedades. Estos hallazgos demuestran que las semillas criollas, adaptadas a las condiciones locales, son una opción robusta y resistente frente a los desafíos agrícolas, como el estrés hídrico y las plagas. La implementación de alternativas agroecológicas, como la fertilización con materiales orgánicos y el uso de insumos naturales, demostró ser una estrategia efectiva para fortalecer la salud del suelo y el desarrollo del cultivo sin recurrir a productos químicos sintéticos.

El estudio subraya la importancia de rescatar y valorar la cultura de las semillas criollas, que representan una herencia invaluable para los campesinos de la región. La falta de conocimiento sobre estas prácticas agroecológicas y los altos costos de los agroquímicos se presentan como barreras significativas. Por ello, la propuesta de una ficha técnica sobre el manejo agroecológico del cultivo del maíz es una contribución fundamental de esta investigación. Este recurso busca facilitar la transferencia de conocimientos y promover la adopción de prácticas amigables con el medio ambiente, contribuyendo así a la conservación de la agrobiodiversidad y a la seguridad alimentaria de las familias en la comunidad de Santa Adelaida.

En conclusión, este trabajo no solo valida el potencial de las variedades criollas de maíz bajo un sistema de manejo agroecológico, sino que también ofrece una herramienta práctica para empoderar a los agricultores. Los resultados obtenidos sugieren que la agroecología es una estrategia viable y necesaria para afrontar los retos del cambio climático y la degradación de los suelos, promoviendo una producción agrícola más sostenible, resiliente y económicamente accesible.

XII. RECOMENDACIONES

Promover programas de capacitación agrícola, es crucial desarrollar talleres y capacitaciones prácticas para los agricultores sobre las técnicas de manejo agroecológico. Estos programas deben centrarse en la elaboración de insumos orgánicos, la rotación de cultivos, el control biológico de plagas y la conservación de la fertilidad del suelo, utilizando la ficha técnica propuesta en esta tesis como herramienta principal.

Realizar análisis de suelos y manejo de fertilidad, se aconseja capacitar a los agricultores en la toma de muestras de suelo y en la interpretación de análisis básicos. Esto les permitirá conocer las deficiencias de su terreno y aplicar estrategias específicas de fertilización orgánica, como la elaboración de compost, el uso de abonos verdes, optimizando los recursos disponibles.

Establecer bancos de semillas criollas comunitarios: Para asegurar la conservación de la agrobiodiversidad y garantizar la disponibilidad de material genético adaptado a las condiciones locales.

Que la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda implemente otros estudios de manejo agroecológico con diferentes cultivos además del maíz para conocer el comportamiento y desarrollo de estas.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aenverde, R. (06 de Agosto de 2019). *Aenverde La revista del agricultor*. Obtenido de Aenverde La revista del agricultor: <https://www.aenverde.es/la-melaza-un-nuevo-peligro-para-la-fauna-auxiliar/#:~:text=La%20melaza%20es%20un%20l%C3%ADquido,parasitoides%20y%20depredadores%20de%20insectos>
- Agropolis. (2023). *Agropolis*. Obtenido de Agropolis: <https://agropolis.myshopify.com/products/extracto-de-chile-500-ml-insecticida-organico?variant=30266629324851>
- Albina. (2004). *Eumed*. Obtenido de Eumed: <https://www.eumed.net/rev/delos/27/4R.html>
- Altieri. (1999). Desarrollo de sistemas agroecologicos. *Revisa de ciencias sociales*.
- Belchim, C. (15 de Diciembre de 2022). *Certis Belchim*. Obtenido de Certis Belchim: <https://certisbelchim.es/beauveria-bassiana-todo-lo-que-necesitas-saber/#:~:text=Pero%2C%20%C2%BFqu%C3%A9%20es%20Beauveria%20bassiana,como%20frutales%2C%20c%C3%ADtricos%20y%20hortalizas>
- Blanco. (2015). *Repositorio UNAN Managua*. Obtenido de Repositorio UNAN Managua: <https://core.ac.uk/download/pdf/84460624.pdf>
- Blandón Garmendia, E. J., & Smit Marriaga, A. Z. (2001). *Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) var. NB6*. Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua. Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://repositorio.una.edu.ni/1787/1/tnf04b642.pdf>
- Cruz, I. O. (Febrero de 2017). *DICTA*. Recuperado el 9 de Mayo de 2023, de DICTA: <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>
- Deras, I. H. (2020). *IICA*. Obtenido de IICA: <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>
- Eyhérabide, I. A. (2003). *INTA*. Obtenido de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_reglon_100-2_2.pdf
- Gliessman. (2002). *Universidad Veracruziana*. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de Universidad Veracruziana:

- <https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2019/08/2019-De-La-Rosa-Tesis-LAI.pdf>
- INTA. (2000). *Manejo Integrado del cultivo de maíz*. Managua. Recuperado el 10 de Agosto de 2025, de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/INTA-OPSNicaragua2000MIPmaiz.pdf>
- INTA. (2015). *Catálogo de variedades criollas y acriolladas de frijol y maíz (Jinotega, Matagalpa)*. Managua. Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2023/11/Catalogo-de-variedades-criollas-maiz-y-frijol-Centro-Norte.pdf>
- Lastres, L. (2009). *Malargue*. Obtenido de Malargue: <https://www.malargue.gov.ar/wp-content/uploads/2022/07/sanidad-vegetal-03.pdf>
- Moraga, M. (2021). *Enmiendas orgánicas y sintéticas y su efecto en la producción de maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) y en la fertilidad del suelo Nicaragua universidad nacional agraria, Abril 2021*.
- Mosquera, P. (2012). *Universidad de Murcia*. Obtenido de Universidad de Murcia: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/170991>
- Nicaragua, W. V. (08 de septiembre de 2023). *Familias del Corredor Seco de Nicaragua ven “primeros frutos” en sus cosechas de maíz*. Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://worldvisionamericalatina.org/ni/2023/09/08/familias-corredor-seco-nicaragua-cosechas-maiz/#:~:text=Hasta%20la%20fecha%2C%20el%20proyecto,ubicadas%20en%20el%20Corredor%20Seco.>
- Ortiz, A. G. (2017). *JICA*. Obtenido de JICA: https://www.jica.go.jp/Resource/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_12.pdf
- Paredes, R. A. (27 de Julio de 2012). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/ROGGER03/qu-es-la-gallinaza>
- Sabourin, E. (2017). *POLÍTICAS PÚBLICAS A FAVOR DE LA AGROECOLOGIA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE*. Porto Alegre: Editora Evangraf Ltda.
- Zuniga, S. (Juilio de 2021). *INNOVA Agricultura familiar*. Recuperado el 14 de Marzo de 2023, de INNOVA Agricultura familiar:

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/19868/CDHN22038300e.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=La%20agroecolog%C3%ADa%2C%20adem%C3%A1s%20de%20satisfacer,y%20desarrolla%20los%20recursos%20naturales>

XIV. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación



Anexo 2. Distribución de los tratamientos (24.2 ancho x 24.2 de largo)

	1 mt		1 mt		1 mt		1 mt	
1 mt	T1 Maiz Olotillo 4.8 m2	1 mt	T2 Maíz Criollo blanco 4.8 m2	1 mt	T3 Maíz Pujagua 4.8 m2	1 mt	T4 Maíz Catacama 4.8 m2	1 mt
	1 mt		1 mt		1 mt		1 mt	
1 mt	T4 Maíz Catacama 4.8 m2	1 mt	T3 Maíz Pujagua 4.8 m2	1 mt	T1 Maiz Olotillo 4.8 m2	1 mt	T2 Maíz Criollo blanco 4.8 m2	1 mt
	1 mt		1 mt		1 mt		1 mt	
1 mt	T3 Maíz Pujagua 4.8 m2	1 mt	T4 Maíz Catacama 4.8 m2	1 mt	T2 Maíz Criollo blanco 4.8 m2	1 mt	T1 Maiz Olotillo 4.8 m2	1 mt
	1 mt		1 mt		1 mt		1 mt	
1 mt	T2 Maíz Criollo blanco 4.8 m2	1 mt	T1 Maiz Olotillo 4.8 m2	1 mt	T4 Maíz Catacama 4.8 m2	1 mt	T3 Maíz Pujagua 4.8 m2	1 mt
	1 mt		1 mt		1 mt		1 mt	

Anexo 3. Análisis de varianza

Nueva tabla: 23/4/2025 - 09:25:50 - [Versión: 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Peso mazorca (Lbs)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso mazorca (Lbs)	16	0.69	0.62	14.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	3	0.03	9.00	0.0021
Tratamientos	0.08	3	0.03	9.00	0.0021
Error	0.04	12	3.0E-03		
Total	0.12	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0030 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Pujagua	0.25	4	0.03	A
NB6	0.41	4	0.03	B
Criollo Blanco	0.41	4	0.03	B
Olotillo	0.42	4	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Peso de 100 granos (Lbs)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 100 granos (Lbs)	16	0.94	0.92	3.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.1E-03	3	3.7E-04	58.67	<0.0001
Tratamientos	1.1E-03	3	3.7E-04	58.67	<0.0001
Error	7.5E-05	12	6.2E-06		
Total	1.2E-03	15			

Test:Duncan Alfa=0.05*Error: 0.0000 gl: 12*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
NB6	0.07	4	1.3E-03	A
Criollo Blanco	0.07	4	1.3E-03	A
Olotillo	0.08	4	1.3E-03	B
Pujagua	0.09	4	1.3E-03	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Largo de la Hoja (Cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo de la Hoja (Cm)	16	0.44	0.30	11.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1178.19	3	392.73	3.17	0.0637
Tratamientos	1178.19	3	392.73	3.17	0.0637
Error	1486.25	12	123.85		
Total	2664.44	15			

Test:Duncan Alfa=0.05*Error: 123.8542 gl: 12*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
NB6	81.25	4	5.56	A
Olotillo	95.00	4	5.56	A B
Pujagua	98.25	4	5.56	A B
Criollo Blanco	104.75	4	5.56	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***Altura de la planta (Cm)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta (Cm)	16	0.40	0.26	16.53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2995.25	3	998.42	2.72	0.0909
Tratamientos	2995.25	3	998.42	2.72	0.0909

Error	4402.50	12	366.88
Total	7397.75	15	

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 366.8750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
NB6	98.75	4	9.58	A	
Criollo Blanco	106.50	4	9.58	A	B
Pujagua	126.25	4	9.58	A	B
Olotillo	132.00	4	9.58	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho de la hoja (Cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de la hoja (Cm)	16	0.30	0.12	10.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.25	3	1.08	1.68	0.2245
Tratamientos	3.25	3	1.08	1.68	0.2245
Error	7.75	12	0.65		
Total	11.00	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6458 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Criollo Blanco	7.38	4	0.40	A
Pujagua	7.88	4	0.40	A
Olotillo	8.13	4	0.40	A
NB6	8.63	4	0.40	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Grosor del tallo (Cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grosor del tallo (Cm)	16	0.10	0.00	13.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	1.30	3	0.43	0.43	0.7355
Tratamientos	1.30	3	0.43	0.43	0.7355
Error	12.06	12	1.00		
Total	13.35	15			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.0046 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Pujagua	7.13	4	0.50	A
NB6	7.55	4	0.50	A
Olotillo	7.75	4	0.50	A
Criollo Blanco	7.88	4	0.50	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Galería fotográfica

Variedad de maíz Pujagua



Preparación de suelo



Parcela agrícola de la investigación

