



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



Tratado Internacional
sobre los Recursos Fitogenéticos
para la Alimentación y la Agricultura



**FEDERACIÓN DE COOPERATIVAS PARA EL DESARROLLO
FECODESA R.L.**

RESCATANDO NUESTRAS RAICES

**CRUZA DE TEOCINTLE (*Zea
nicaragüensis*) CON
VARIEDADES CRIOLLAS DE
MAIZ (*Zea mays*)**



PRODUCTOR: SANTOS LUIS MERLO OLIVERA

Pueblo Nuevo, Diciembre de 2024

Federación de Cooperativas para el Desarrollo R.L.

Proyecto: Sistemas comunitarios de agrobiodiversidad para mejorar los medios de vida y la resiliencia climática.

Documentación y fotografías

Ing. Blanca Castro Briones

Ing. Rolando Herrera

Revisión técnica

Lic. Javier Pasquier Luna

Presentación

El paso del Huracán Mitch, en muchas zonas del país, dejó afectaciones severas en los recursos naturales, determinando un antes y un después en la vida de las familias. Después de éste, se han hecho frecuentes los periodos de sequía prolongados, lluvias intensas en periodos cortos de tiempo, la aparición de plagas y enfermedades más resistentes; las cuales dificultan la producción, la adaptabilidad, incrementan los costos de producción, reducen la rentabilidad y productividad de las variedades y cultivos.

En este sentido se inició el Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo (programa FP-MA), como una iniciativa de integración y colaboración entre instituciones, organizaciones de productores, centros de investigación y otros actores. El principal objetivo de este consiste en el desarrollo de capacidades en los agricultores, agricultoras y socios del programa para la conservación y protección de los recursos naturales, además de la integración de los saberes ancestrales y la ciencia moderna para generar nuevas variedades de cultivos que garanticen la subsistencia, el desarrollo de las comunidades y las familias.

A través del programa, se han desarrollado diferentes estrategias y acciones para fortalecer las capacidades de los agricultores y sus organizaciones. Algunas de estas han sido la organización en cooperativas o grupos, participación en intercambios, eventos de capacitación continua y espacios de incidencia; además de la implementación de estrategias de fitomejoramiento participativo como cruzamientos, caracterizaciones, rescate y conservación de variedades; selección y evaluación de líneas y plantas, la generación de nuevas variedades, producción de semillas, diseminación de variedades, pruebas gastronómicas, entre otros. Todo esto, permitió una amplia participación de hombres, mujeres, jóvenes y comunidades indígenas para desarrollar iniciativas por si mismos en los diferentes ámbitos.

Han sido muchas las iniciativas que han implementado los agricultores ya sea solos o con el acompañamiento técnico y científico para generar nuevas variedades. Algunos de estos procesos han iniciado a partir de cruzamientos con variedades locales, la introducción de poblaciones, líneas o familias de variedades

de frijol y maíz; a partir de la cual se desarrollaron nuevas variedades que han diversificado los cultivos y han brindado opciones para que los agricultores de la comunidad elijan lo que van a cultivar conforme sus necesidades y preferencias.

En el país existe además, una amplia diversidad de recursos tanto silvestres como variedades nativas o mejoradas locales; que han sido cultivadas y conservadas por los agricultores de generación en generación junto con sus conocimientos y cultura; facilitando muchos avances en la agricultura actual. Sin embargo; los agricultores más jóvenes enfrentan muchos retos en la agricultura y deben probar variedades nuevas, las cuales amenazan el germoplasma local y generan mayor dependencia de semillas de fuentes externas que afectan su economía y soberanía, debido a su alto costo y disponibilidad limitada, principalmente en las familias con menos recursos.

El presente documento tiene como finalidad visibilizar la experiencia del productor Santos Luis Merlo, quien junto con su hijo Jonathan Merlo y otros miembros de su familia ha logrado integrar sus conocimientos, su experiencia y curiosidad para lograr lo que muchos consideran imposible. Don Santos ha logrado, mediante técnicas de cruza simples y retrocruzas realizar la hibridación de una población de teocintle silvestre, con variedades de maíz locales como el Tuza Morada, Rocamel y Pueblo Nuevo SL y realizando procesos continuos de selección masal e individual durante más de 7 años se logró generar una nueva variedad de maíz liberada a nivel municipal con el nombre **“Soberanía Ancestral”**.

El documento ha sido generado a través del proyecto “Sistemas comunitarios de agrobiodiversidad para mejorar los medios de vida y la resiliencia climática”, ejecutado con fondos de la Iniciativa Darwin de Reino Unido, a través del Fondo de Desarrollo Noruego en colaboración con el Proyecto “Uso sostenible de la agro-biodiversidad en comunidades indígenas y campesinas de Centroamérica: Una estrategia para la seguridad alimentaria y adaptación climática”, financiado por el Fondo de Distribución de Beneficios del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, durante el V Ciclo.

Contenido

Presentación	2
1. Reseña biográfica del productor.....	5
2. El fitomejoramiento participativo.....	6
3. Importancia de las reservas silvestres.....	8
4. El teocintle	9
4.1 Origen e importancia.....	9
4.2 Ubicación en Nicaragua	10
4.3 Morfología de la planta de teocintle.....	10
4.3.2 Inflorescencia	10
4.3.3 Semillas.	11
4.4 Usos del teocintle.....	11
4.5 Amenazas del teocintle	11
5. Narrativa de la experiencia del agricultor	12
5.1 Fuente de la semilla de teocintle	12
5.2 Proceso de cruzamiento con el teocintle	13
5.2.2 Manejo de las poblaciones F1	14
5.2.3 Manejo de las poblaciones F2.....	15
5.2.4 Manejo de las poblaciones F3 a F5.....	17
5.2.5 Manejo de las poblaciones F5 a F8.....	17
5.3 Liberación local de la variedad.	18
6. Características heredadas del teocintle.....	20
7. Cómo involucrar a otros agricultores	21
8. Fortalecimiento de la investigación campesina	22
9. Dificultades y retos.....	23
10. Lecciones aprendidas	24
11. Recomendaciones	25
12. Bibliografía	27

1. Reseña biográfica del productor

Santos Luis Merlo es originario de la comunidad El Rosario, municipio de Pueblo Nuevo, en el departamento de Estelí, Nicaragua. Es parte de una familia de 9 hermanos y padres agricultores. Su padre siempre cultivó maíz, no había normas para producir, lo hacían de la forma que habían aprendido de sus ancestros; las mazorcas secas las tapiscaban en tuza, no se conocían los barriles, sino que desgranaban las semillas y las almacenaban en recipientes de barro viejos que ya nos les servían para acarrear agua (tinajas), solo se guardaba lo necesario para la próxima siembra; las semillas no se picaban, no se fertilizaban los suelos, las tierras no estaban contaminadas y eran buenas cosechas.



Productor mejorador Santos Luis Merlo. El Rosario, Pueblo Nuevo

En los periodos de 1960 hasta mediados de la década de los 70`s; la mayoría de las familias trabajaban en los cultivos de algodón y tabaco, posteriormente se fueron diversificando los cultivos en el lugar. En el caso del frijol cultivaban distintas variedades aunque predominaba el frijol chile, barreño y otras variedades de colores distintos, únicamente las cultivaban para consumo, razón por la que sembraban áreas pequeñas. Algunos años, perdían las cosechas por sequía o plagas como la langosta y el chapulín; lo que provocaba escases y la gente más pobre viajaba a otros departamentos para conseguir semillas o comida, pero había muchas dificultades en el transporte.

Toda la gente conocía el maíz, pero muchos desconocen de donde proviene este cultivo. Inicialmente en la comunidad había poca variabilidad; pero con los periodos de sequía y escasez, la gente se trasladó a distintos lugares y trajo semillas de otras variedades como los maíces overas o pintos (de color variado) y estos se mezclaron con la polinización y se fue generando más variedades. La gente sembraba poco, no había comercio con granos y tenían que sacar la cosecha anterior de la casa para traer la cosecha nueva, porque no tenían mucho espacio para guardar. El maíz viejo se lo daban a los cerdos para engordarlos, obtener carne y manteca.

Santos Luis Merlo, es un gran ejemplo de aplicación de la ciencia ancestral acompañada de la ciencia moderna pueden llegar a generar cambios para mejorar la producción agrícola de una región o el país. El creció cultivando la tierra con su padre y sus hermanos, pero las semillas solo seleccionaban las mejores mazorcas las desgranaban o las guardaban en mazorcas en el humo hasta la próxima siembra. La planta se le daba manejo de siembra, limpia, cosecha, pero no se prestaba mucha atención a la reproducción, no tenían esos conocimientos. Pero a medida que fue participando en diferentes capacitaciones con distintas organizaciones, se despertó su curiosidad para probar nuevas cosas.

Desde antes la gente comentaba que el maíz era originario del teocintle y que este era una especie silvestre que había en algunos lugares de Nicaragua. Su gran pasión por el fitomejoramiento participativo le ha permitido realizar muchos trabajos de investigación en su finca destacándose y siendo reconocido por científicos, técnicos, agricultores y diferentes personalidades del país y de otros países.

Su experiencia parte de la curiosidad por saber si verdaderamente el maíz está emparentado con el teocintle o no. Es por ello que junto a sus hijos se plantearon inicialmente el establecimiento de parcelas de maíz común, para lograr coincidencia con la floración del teocintle y posteriormente realizar cruza de medios hermanos utilizando la variedad Pueblo Nuevo SL, Tuza Morada y Rocamel, en diferentes etapas. Inicialmente se colectó polen de la variedad tuza morada y se polinizaron los chilotos de teocintle, y se les dio seguimiento a las siguientes generaciones hasta generar una nueva variedad de maíz.

2. El fitomejoramiento participativo

El Fitomejoramiento participativo (FP), es un proceso dinámico enfocado en la conservación, utilización y mejoramiento de los recursos genéticos de cultivos básicos para mejorar la producción, la seguridad alimentaria y el bienestar socioeconómico, facilitar la participación, el desarrollo de talentos y capacidades de las organizaciones y actores claves del proceso (agricultores, familias y comunidades, técnicos y científicos).

El programa de FP, inició en el año 2000 como una alianza estratégica entre los países de Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Cuba. El programa se ha llevado a cabo a través de la coordinación de técnicos, científicos, centros de investigación, organizaciones de agricultores, hombres, mujeres, jóvenes, representantes de instituciones, entre otros actores. Esto permitió la integración de saberes y experiencias de distintos ámbitos para desarrollar capacidades en los agricultores relacionados a la conservación, generación de nuevas variedades y producción de semillas a fin de contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional y mejorar la calidad de vida de las familias participantes y sus comunidades (ver figura 1).

Figura 1: Esquema de desarrollo del Programa Colaborativo de Fitomejoramiento Participativo en Centroamérica (programa FP-MA).



Fuente: Presentación Power Point del programa de FP. Archivos del proyecto

Entre los principales resultados del programa, destaca la capacidad de los agricultores para realizar procesos de investigación en el mejoramiento de los

cultivos. Una gran parte de los participantes han adoptado e implementado diferentes capacidades, habilidades o técnicas que han sido claves para el impacto y logros de éste. La integración de distintos saberes, el intercambio de experiencias, semillas u otros han generado el espacio propicio para que muchos pongan en práctica estas habilidades para mejorar sus cultivos y las vidas de las familias.

3. Importancia de las reservas silvestres

Uno de los principales componentes de un esquema de fitomejoramiento es la base genética local, proveniente de especies silvestres o cultivadas que han sido conservadas a través del tiempo, durante el cual han logrado evolucionar y adaptarse a condiciones hostiles permitiendo la sobrevivencia de los individuos con mejores capacidades. El maíz, debido a su importancia, ha sido un cultivo muy estudiado sus orígenes, distribución, características y usos a través de la historia.

En Nicaragua, por su topografía y ubicación geográfica es un territorio con amplia diversidad biológica, lo cual representa un gran potencial de recursos que pueden ser aprovechados tanto de forma natural como en procesos de mejora. En este sentido fue creada natural de Recursos Genéticos de Apacunca, mediante el artículo 154 de la ley 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, publicada en La Gaceta Número 105 del seis de junio de 1996, con el único objetivo de preservar las últimas poblaciones del maíz primitivo o teocintle, *Zea nicaraguensis* (Iltis & Benz), especie nativa de gran importancia mundial y única especie que crece a nivel del mar. Dicha Reserva es un área protegida de unos 15.73 km², perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas de la República de Nicaragua. Localizándose entre los municipios de Somotillo y Villanueva, Chinandega, al norte de la región del Pacífico de Nicaragua, a unos 170 kilómetros de la capital Managua (MARENA, 2006 citado por Tercero, H. 2015).

El teocintle, es una fuente de germoplasma valioso para la mejora genética del maíz; en cuanto a su origen y evolución del maíz bajo domesticación, es considerado un ancestro o al menos un contribuyente importante en las características del maíz, especialmente a lo que respecta a resistencia de

enfermedades y factores adversos, sin embargo se está extinguiendo actualmente en los alrededores de los campos donde se sabe que ocurrió la hibridación con el maíz durante por lo menos dos milenios en Mesoamérica. Es claro que el teocintle es un pariente muy cercano al maíz por lo que a futuro se pueden realizar mejoras genéticas incorporando genes del teocintle al maíz; sin embargo los fitomejoradores buscan seleccionar cultivares que se comporten bien en un amplio rango de ambientes (Rea & de Sousa, 2001, citado por Tercero, H. 2015).

4. El teocintle

4.1 Origen e importancia

El maíz es considerado originario de México, ya que los restos arqueológicos más antiguos han sido encontrados en este territorio. La mayor diversidad genética, está representada en sus criollos y hay presencia del pariente más cercano y posible ancestro el teocintle anual, el cual crece en forma silvestre en México y norte de Centroamérica.

El maíz, constituye el alimento básico de las civilizaciones aztecas, mayas e incas. Para muchos investigadores el nivel cultural de estas civilizaciones no se hubiera alcanzado sin el maíz, ya que desempeñaba un papel predominante en las creencias y ceremonias religiosas como elemento decorativo de cerámicas, tumbas, templos y esculturas, siendo además motivo de leyendas, y tradiciones que resaltan la importancia económica, agrícola y social de su cultivo. (Segovia et al., 1999; citado por Benavides, 2003), citado por Tercero H, 2015.



Planta de teocintle cultivada por el productor. El Rosario, Pueblo Nuevo

4.2 Ubicación en Nicaragua

El teocintle anual de Nicaragua, se encuentra a una altitud entre 0 y 10 metros sobre el nivel del mar, en la depresión de Apacunca y en su hábitat natural la mayoría de las plantas superan los 5 metros, más de 5 centímetros de diámetro del tallo, longitud de hoja superior a 100 cm y raíces prominentes; longitud de panojas de más de 50 cm, esto indica que los descriptores que conforman la panoja son mayores que los valores de otros teocintles mesoamericanos. Presenta de 5 a 8 rugosidades transversales bien pronunciadas en las glumas (Iltis y Benz, 2000; citado por Benavides, 2003), especialmente cuando están jóvenes.

Es una planta herbácea perenne o anual que llega a alcanzar alturas superiores a los tres metros. Tiene un aspecto similar al maíz, en lo que se refiere al tallo, las hojas y la espiga terminal.

4.3 Morfología de la planta de teocintle

4.3.1 Altura de la planta

El teocintle es una planta que responde a los periodos de luz, siendo los meses de octubre a enero las fechas de floración. La altura de planta, está influenciada por diferentes factores como la humedad, temperatura y la competencia con malezas. Se encontraron plantas entre 1 a 5 metros de altura y un diámetro de tallo de 3 a 5 centímetros. En el maíz, es fácil distinguir los hijos del tallo principal, en cambio en el teocintle el número de hijos es variable y no se pueden distinguir fácilmente.

4.3.2 Inflorescencia

La inflorescencia femenina consiste en 2 hileras de pares de espiguillas que nacen en una cavidad en su segmento de raquis llamado copilla, cavidad que está cerrada por la gluma inferior endurecida. Algunas plantas logran producir hasta 700 espiguillas, siendo un promedio entre 11 a 28 espigas por planta, y

entre 4 a 8 semillas por espiga. Las dimensiones de la semilla van de 7 a 10 milímetros de longitud, grosor de 3 a 6 milímetros de diámetro.

La inflorescencia masculina, o espiga, se extiende verticalmente desde el extremo de cada rama principal del teosinte. Cada espiga consta de una delgada rama central con numerosas y delicadas ramas laterales (también llamadas rames). Las ramas laterales de la espiga presentan diminutas espiguillas, cada una con dos flósculos. Cada flósculo tiene tres estambres, o estructuras productoras de polen.

En estudios realizados en Nicaragua, se ha observado que el teocintle responde a los periodos de luz para inducir la floración la cual ocurre entre los meses de octubre a enero.

4.3.3 Semillas.

Por lo general produce entre cinco y ocho semillas por mazorca, la que consta de dos hileras de granos protegidos por una dura membrana (tuza). La forma de la semilla es trapezoidal (casi romboide) y la parte central presenta forma circular (transversalmente) y frecuentemente tiene 5 ó 6 cariósides por mazorca. Las semillas pueden ser de colores muy variados desde blanco, gris, crema, café o negro dependiendo de la especie

4.4 Usos del teocintle

El teocintle ha sido utilizado en algunas zonas ganaderas como forraje en la alimentación del ganado, sobre todo en tiempos de sequía. En algunas regiones la semilla se muele para alimento de cerdos y gallinas.

4.5 Amenazas del teocintle

Uno de los principales problemas asociados al teosinte es precisamente que es el ancestro del maíz domesticado. Es por esto que la contaminación de campos de maíz con teosinte es uno de los problemas a los que se enfrentan los agricultores,

puesto que no existe ningún tipo de herbicida que pueda diferenciar entre estas dos especies tan cercanas; y muchos de ellos la consideran como una mala hierba en sus campos y buscan mecanismos para erradicarlo, lo que representa un alto riesgo para la especie y para futuros procesos de investigación. (<https://biologia>, 2000).

Otra de las amenazas para esta especie es la ganadería, debido al pastoreo intensivo, el ganado come las semillas y puede arrancar las plantas con todas sus raíces, haciendo que las poblaciones se reduzcan. Otros riesgos son el uso de agroquímicos principalmente herbicidas los incendios agrícolas o forestales, así como la ampliación de la frontera agrícola y la población.

5. Narrativa de la experiencia del agricultor

5.1 Fuente de la semilla de teocintle

Don Santos, relata que desde los tiempos antiguos, los primeros pobladores han observado las formas de reproducción de los cultivos, como cultivarlos o consumirlos; lo que les permitió adaptarse y establecerse en algunos sitios donde lograron cultivar sus propios alimentos. En la comunidad de Guasuyuca, en la rivera de la quebrada, los pobladores decían que existía el “**maíz de monte**” y que producía algunas mazorquitas; pero él nunca lo conoció. La gente comentaba que no se cruzaban con el maíz común, lo conoce como maíz silvestre o teocintle, inclusive hay comunidades nombradas de esta manera, como la comunidad Teocintal, en el municipio de Quilalí, pero se desconoce si aún existe en estos lugares.



Productor Santos Luis Merlo durante el cultivo de plantas F2 El Rosario, Pueblo Nuevo

Él había escuchado que el teocintle crece en zonas cercas del mar, en la zona de Chinandega de donde consiguió unas semillas. Hizo contacto con un amigo periodista llamado Santos Méndez, que había conocido antes del terremoto de Managua; durante un encuentro con niños que trabajan en

los Clubes 4S, en el Rama (Don Santos estuvo en un intercambio enseñando a los jóvenes en la crianza de animales y cómo hacer los injertos en aguacates, mango, naranja y otros cultivos).

El señor le trajo unas doce semillas y las puso a germinar de la misma manera como se siembra el maíz, pero solo 6 lograron germinar; no recuerda la fecha de siembra, era solo por curiosidad no había ninguna intención de realizar cruza, solo era sembrarlo y tenerlo como una planta silvestre en su parcela y mostrarla a las personas que le visitaban en su comunidad, hace más o menos unos 10 años que lo ha cuidado.

5.2 Proceso de cruzamiento con el teocintle

Su experiencia parte de su curiosidad por “***saber si verdaderamente el maíz está emparentado con el teocintle o no***”. Es por ello que junto a sus hijos se plantearon inicialmente el establecimiento de parcelas de maíz común, para lograr coincidencia con la floración del teocintle y luego realizar cruza de medios hermanos.

La semilla de teocintle se desarrolló normal como el cultivo de maíz. Es una planta foto sensitiva con sistema reproductivo similar al maíz, primero sale el chilote (flor femenina) con los estigmas extendidos, de color rosado. La espiga es de color blanca. La polinización inicia desde el ápice de la espiga y desciende hacia la base. El periodo de polinización, es más prolongado que el maíz, inicia en los tallos principales y luego los tallos secundarios-

5.2.1 Proceso de cruzamiento con el teocintle

La primera etapa de cruzamientos las realizó en el mes de marzo de 2019 y cosechó en el mes de mayo de 2020. No se tenía nada planificado era solo una prueba y se aprovecharon los recursos disponibles en este momento.

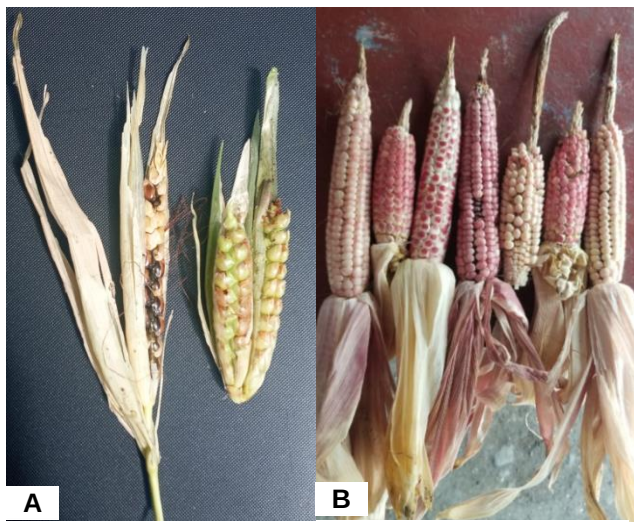
Aprovechando que la planta de teocintle, había iniciado floración se inició la prueba de cruzamiento. Para esto se utilizó el polen de unas plantas de maíz, que

un familiar tenía sembrado en el patio de su casa, una variedad criolla con tuza color morada (se desconoce la identidad de la variedad). Su hijo Jonathan, quien le ha acompañado desde su inicio en el programa de FP, colectaba el polen de la variedad de maíz, por la mañana en una bolsa de papel y lo trasladaba hasta donde estaba la planta de teocintle.

Previo a realizar la polinización, las espiguillas (chilotes) del teocintle, se cubrieron con bolsas plásticas para protegerlos de la polinización cruzada. Luego, al momento de realizar la polinización le retiraban la bolsa y le coloca el polen en los estigmas (pelos del chilote), lo cubría nuevamente con una bolsa nueva de papel kraft, que no estuviera húmeda para que el polen se mantuviera vivo y se lograra fecundar.

5.2.2 Manejo de las poblaciones F1

De esta práctica se lograron obtener unas cuantas semillas, las que fueron sembradas y se logró la germinación de 6 plantas, pero solo una sobrevivió. La planta originada presentaba características de las 2 especies: planta de unos 2 metros de altura, con mucha ramificación y ahijamiento, en cada una de las ramas se produjeron espigas y mazorcas, con pocos granos y cubiertas con pequeñas tuzas, un poco parecidas al maíz.



Mazorcas de poblaciones F1 (A) y F2 (B), con rasgos del teocintle y maíz

En esta planta (F1), se estableció cerca de una plantación de la variedad de maíz Pueblo Nuevo SL y se polinizó la planta F1 con polen de esta variedad. La realización de la cruce se realizó en el mes de marzo de 2019 y cosechadas en el mes de mayo. La primera planta (F1) fue bastante tardía, lo que dio la oportunidad de realizar polinizaciones continuas para obtener más semillas. Los primeros granos que se obtuvieron fueron de distintos colores, pequeños y puntiagudos, pero con una mejor envoltura de la mazorca.

5.2.3 Manejo de las poblaciones F2

La siembra de las plantas F2 coincidió con la siembra de unas plantas de maíz sembrado en el ciclo de postrera en asocio con el cultivo de frijoles y se dejó que se polinizara con la variedad.

Como producto de la crusa se cosecharon 5 mazorcas, de 5 plantas polinizadas las que se obtuvieron 7 granos de maíz, los que fueron sembradas en el mes de mayo nuevamente, logrando germinar una sola planta. Al mismo tiempo fueron establecidas otras plantas de la variedad Pueblo Nuevo SL, las que fueron utilizadas como testigo para comparar al híbrido con sus progenitores y evaluar sus diferencias.

Las características principales en esta etapa fueron, plantas bajas con tallos fuertes, hojas anchas y muy largas. Al inicio de la floración el tallo principal se ramificó en 9 ramas al centro de la planta y cada rama produjo entre 6 a 8 chilotes, para un total de 56 chilotes. En cada una de los tallos secundarios o ramas se produjo una espiga.



Híbrido F2 a partir de la crusa de teocintle y maíz

La floración femenina inició desde la parte central de los tallos y se prolongó hacia los ápices de los tallos secundarios. Los chilotes son muy delgados similares al teocintle y van madurando de forma irregular, los primeros que nacen maduran primero y luego los demás. Lo mismo ocurre con la floración masculina, primero salen la espiga del tallo principal y luego la de los tallos secundarios. Tanto las inflorescencias masculinas y femeninas son muy similares con el maíz común.

En la segunda y tercera generación se presentó ahijamiento de tallo, prolificidad (muchos chilotes por planta), mazorcas pequeñas con granos parecidos al maíz, mazorca similares a una espiga con mejor cobertura de la tuza. El grano era pequeño, duro similar al teocintle. De la primera planta se lograron sembrar 6 u 8 plantas, se polinizaron, cosecharon y luego se volvieron a sembrar. En el proceso de selección había distintos colores de granos, pero se priorizaron las de color

blanco, seleccionando las mejores mazorcas al momento de la madurez. Los hijos en los tallos van desapareciendo en cada etapa.

“En cuanto al ciclo reproductivo es más tardado que la variedad Pueblo Nuevo SL, entre 15 a 20 días, pero es una planta muy resistente a la sequía porque a pesar de haber estado más de 30 días sin lluvias no se vio afectada y su producción fue muy buena”. (Santos Luis Merlo)

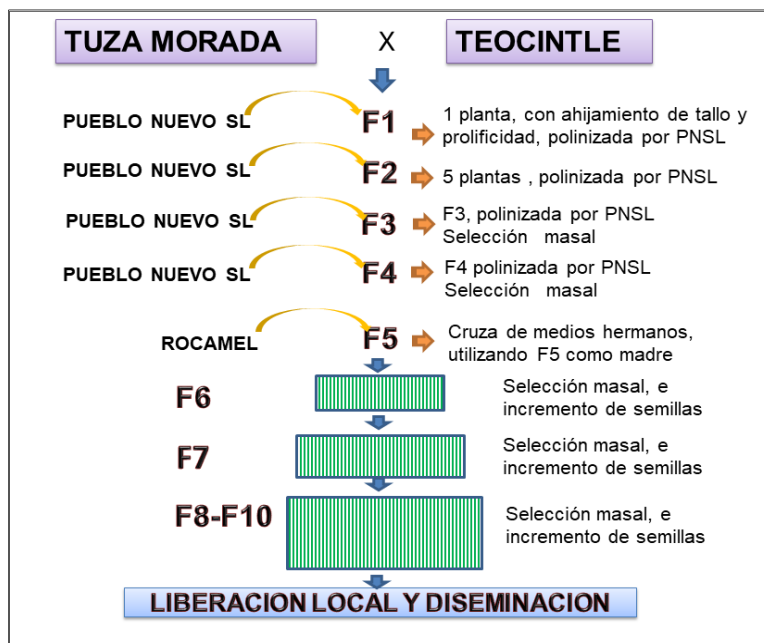


Productor Santos Luis Merlo muestra la primera cruza F1.

Esta experiencia nos deja la *inquietud de saber “¿Qué herramientas utilizaron los antepasados para mejorar las variedades y que potencial tendrían en los procesos de mejora actuales?*

¿Cuál es el eslabón que se ha perdido en la mejora genética? “(palabras Santos Luis Merlo). En las primeras etapas desde la F1 a F4, solo se continuaron realizando polinizaciones y selecciones individuales de plantas.

Figura 2: Esquema del proceso de mejoramiento del teocintle con variedades de maíz, en Pueblo Nuevo.



Fuente: Esquema creado a partir de la información proporcionada en la entrevista con el agricultor y su hijo. (PNSL es abreviado de Pueblo Nuevo SL).

5.2.4 Manejo de las poblaciones F3 a F5

Al igual que otros procesos de mejoramiento convencionales, inicia un proceso de incremento de semillas a partir de la tercera generación. Estas poblaciones poseen mucha variabilidad, en cuanto a la altura de planta, coloraciones de las espigas y los chilotes, así como su vigor y productividad; lo cual brinda la oportunidad para seleccionar las mejores plantas conforme los criterios del agricultor. Las plantas con características negativas se cortaban o desespigaban para evitar que estas características se hereden y se multipliquen. Cada lote de incremento se sembraba alejado de otras plantaciones de maíz para evitar la contaminación por el polen.



Población F4 partir de la cruza de teocintle y maíz.

En la quinta generación, (F5) el agricultor, realiza una nueva cruza, esta vez con la variedad Rocamel, la cual es una variedad cultivada por los agricultores desde hace mucho tiempo. Esta variedad posee excelentes características de calidad de grano grande, blanco, con múltiples hileras y tolerante a la pica por gorgojo. Estas características eran de mucho interés para agregar a la nueva variedad. Para esta etapa se estableció la población F5 y a los lados se sembraron surcos de Rocamel. Se cortaron las espigas a la población y se dejó que fueran polinizadas por la variedad Rocamel.

5.2.5 Manejo de las poblaciones F5 a F8

El manejo de las poblaciones F5 hasta la F8, lo realizó de manera tradicional, como produce su maíz, sin ningún manejo especial. Se sembraba en parcelas aisladas, con pocos insumos y las dejaba para ver la tolerancia a sequía o lluvia según el ciclo. Continuó realizando procesos de selección negativa, quitando todo lo que no parece tener potencial y seleccionando las mejores plantas para obtener semillas para la siguiente generación. Una vez cosechadas las mazorcas, las destusaban y elegían aquellas que tenían las características que él quería. Al

principio, aparecían mazorcas con granos u olotes de colores; pero poco a poco se fueron quitando y dejando solo de color blanco.

En la etapa F5, se cruzó con la variedad Rocamel (esta es una variedad cultivada desde hace varios años, la cual posee buena calidad de grano, buena cobertura de tuza y buen rendimiento para aportar estas características a la descendencia. Realizó la siembra de la población F4 de la cruce (10 surcos de 20 metros de largo) y se sembraron 2 surcos de maíz Rocamel a cada lado de la parcela. Al momento de la floración les quitó las espigas a la población F4 y las dejó polinizar por el maíz Rocamel.



Productor muestra mazorcas
provenientes cruce en la etapa F4

En esta población pueden apreciarse plantas híbridas con diferentes características: plantas bajas muy precoces, plantas con granos blancos grandes, mazorcas grandes con buena cobertura. El productor comenta que la variabilidad permitiría generar hasta cinco o más poblaciones de maíz, o más según las características que quiera potenciar en cada una de ellas y lo que prefiera cada mejorador.

Esta experiencia es una gran demostración que los agricultores pueden llevar diferentes procesos de mejoramiento genético de cultivos indispensables para su alimentación y economía familiar. Él mismo, considera que ***“todo su esfuerzo permitirá generar una nueva variedad que contribuya a mejorar la alimentación de las familias de agricultores que no pueden acceder a tecnologías para mejorar su producción”*** y por esto es necesario ***“difundir estas experiencias para gestionar el apoyo y fortalecer de los sistemas de investigación y experimentación campesina”***.

5.3 Liberación local de la variedad.

Una vez que se ha logrado uniformar las características de la nueva variedad y se dispone de suficientes semillas, se procede a la etapa de liberación para que

llegue a otros agricultores. Para el productor mejorador, esta etapa es muy importante, ya que la variedad no le pertenece; sino que a partir de su trabajo, otros agricultores se benefician y mejoran la producción de sus parcelas y las comunidades disponen de suficiente alimento.

Para liberar la variedad el agricultor establece una parcela demostrativa teniendo en cuenta algunas normas de producción de semilla. Se busca que la parcela está ubicada en un sitio accesible y una época donde se pueda tener mayor participación. Para la liberación de la variedad se convocó a otros agricultores de la comunidad o sectores aledaños, representantes de cooperativas, bancos comunitarios de semillas, cooperativas, autoridades municipales, técnicos de organizaciones e instituciones.

Para la presentación de la variedad, el agricultor con el apoyo de algún técnico prepara la información histórica de la variedad; así como las características relevantes que la identifica.

Es importante que los participantes reconozcan el trabajo, el tiempo y los recursos que se han requerido para llegar a esta etapa y lograr un mayor impacto y adopción de la nueva variedad. La charla se complementa con una



gira de campo, para conocer la variedad. En este caso, se realizó en la etapa de formación de grano (elote) y se culminó la liberación con una prueba degustativa de productos elaborados a partir de ésta (montucas, elotes y tamales).

La variedad generada a partir de este proceso fue nombrada por el agricultor como “**Soberanía Ancestral**”. El nombre indica el legado del pariente silvestre, los conocimientos del agricultor y el producto nuevo que contribuye a la soberanía de los agricultores y sus comunidades para no depender de semillas patentadas e importadas.

6. Características heredadas del teocintle

El teocintle, es una especie silvestre que ha desarrollado características de supervivencia ante las condiciones edafoclimáticas adversas como: altas temperaturas, inundaciones, sequía, plagas, enfermedades u otros. Aunque se han realizado varios estudios del potencial genético de la especie, es muy poco lo que se ha utilizado en el mejoramiento del maíz y es posible que aun existan especies por descubrir y evaluar.

Algunas características de la nueva variedad de maíz son las siguientes:

- Buena altura de planta (160 a 180 cm).
- Buen rendimiento de plantas, con mazorcas grandes bien cargadas, hasta 30 quintales por manzana.
- Buena cobertura de tuza hasta el ápice (punta de la mazorca).
- Inicialmente el grano era pequeño y duro, ahora tiene mejor textura.
- Elotes dulces y abundante producción de chilotes
- Buena calidad de grano, blanco y grande, semi cristalino ubicados en hileras casi rectas.
- No se ha observado resistencia a plagas o enfermedades, es similar con las otras variedades de maíz
- Generalmente se ha sembrado con riego, para evitar la polinización cruzada con otras variedades; en plantaciones de consumo se ha observado tolerancia a sequía y se adapta en terrenos con poca fertilidad.
- Seleccionan la semilla, destusan las mazorcas, seleccionan lo que les gusta, eligen la uniformidad y se eliminan colores distintos.



Muestra de mazorcas de la variedad Soberanía Ancestral.

7. Cómo involucrar a otros agricultores

La participación de otros agricultores es esencial en todas las etapas de domesticación de cultivos y generación de nuevas variedades. Estos procesos han generado una acumulación de conocimientos y prácticas que se han transmitido de generación en generación; sin embargo en la actualidad hay mayor dependencia de las semillas que provienen de casas comerciales o centros de investigación, las que muchas veces no se adaptan o tienen un alto costo. En este sentido, es vital el involucramiento de otros agricultores tanto en procesos de formación, investigación e incidencia para que las nuevas variedades sean seleccionadas tomando en cuenta sus propias condiciones y criterios para que los procesos sean sostenibles.

La protección de estas especies y demás recursos naturales es una tarea de todos, dado que de éstas depende la seguridad y soberanía alimentaria del país y otras partes del mundo. Es importante que los agricultores reconozcan las especies silvestres, su hábitat, como conservarlas, utilizarlas o mejorarlas. Muchas especies silvestres están en peligro de extinción debido al avance de las fronteras agrícolas, excesivo uso de agroquímicos o quemas.

Es importante divulgar experiencias como éstas para que otros las conozcan y participen. Este descubrimiento puede ser útil porque las semillas mejoradas están desplazando las variedades locales y muchas de ellas se están perdiendo. No se requiere muchos recursos, con algunas capacitaciones para formar a nuevas personas, que sirvan de capacitadores a otros agricultores se pueden continuar los procesos de mejora.

El aprendizaje en mejoramiento ha despertado el interés de otros agricultores para mejorar y conservar sus semillas. Lo importante son los aprendizajes conocer las normas y procedimientos, como preservar la calidad de las semillas por mayor tiempo, aprender nuevas cosas y la motivación de la persona. Es importante dar a conocer que las variedades nuevas son producto del trabajo y esfuerzo de mucha gente que las ha conservado y esto les ha dado de comer. Actualmente muchos agricultores tienen menos interés en la agricultura debido a los riesgos por factores climáticos y la baja rentabilidad de los cultivos; pero la alimentación de muchas personas depende de ello.

8. Fortalecimiento de la investigación campesina

La producción agrícola es un proceso continuo de investigación, donde los agricultores comparan el comportamiento de sus cultivos con fenómenos climáticos, suelos, plagas, enfermedades, desarrollo del cultivo, necesidades o preferencias; lo que permite conservar o eliminar variedades y cultivos. Sin embargo estos procesos no son documentados, existen en la experiencia de cada agricultor o agricultora y los resultados suelen ser muy variables. Muchas veces no existe una base científica de datos que corrobore dichas investigaciones, pero se puede observar la diseminación y adopción de variedades a través de las diferentes interrelaciones que establecen los agricultores y sus comunidades.

Una de las alternativas es el fortalecimiento y de alianzas con el Instituto Nicaragüense de Investigación Agropecuaria quien es el encargado de innovar tecnologías y desarrollar programas de desarrollo productivo. A través de ellos, se promueven la participación activa, la investigación y formación con los agricultores; además de programas educativos en escuelas y universidades donde los estudiantes y agricultores intercambien conocimientos para generar tecnologías que contribuyan a mejorar el sector productivo de cada región.

La producción agrícola en pequeña escala no se considera como una actividad rentable y muchas veces es marginada y considerada como un símbolo de pobreza. Sin embargo, de estas actividades depende la alimentación de la mayor parte de la población tanto urbana como rural y es un aporte significativo para la economía de la familia como del país. Se debe enfatizar en fomentar el apego con la tierra y la producción de alimentos que son parte de la soberanía y patrimonio del país.

Otra de las estrategias es la implementación de programas y proyectos dirigidos al cuidado y protección de los recursos fitogenéticos locales, donde se deben involucrarse todos los actores. Dichos programas deberían incluir temas como el cuidado de las semillas, como conservarlas y mejorarlas, conocer el valor nutricional de variedades y cultivos, procesos de capacitación, seguimiento técnico y participación de los agricultores.

El tema de comunicación es también uno de los elementos importantes en cualquier proceso de investigación. Se requiere facilitar el acceso a espacios para dar a conocer los descubrimientos y tecnologías de los agricultores, hacia otros agricultores o personas interesadas. A través de estos también se visibiliza y se reconoce y se valora el aporte de los agricultores.

La pérdida de la biodiversidad es una realidad y lucha constante que afecta a todos. Es por ello que se requieren estrategias de los involucrados, para la conservación de las semillas a nivel del mundo, como prolongar la vida de las semillas, mejorarlas cuando se están deteriorando y establecer sistemas de semillas que sean accesibles a todos los agricultores, ya que de ello depende el abastecimiento de alimentos y productos.

9. Dificultades y retos

Los procesos de investigación pueden tener algunos costos para los agricultores, es por esto que muchos no se comprometen. Algunos de estos costos son la falta de insumos adecuados como fertilizantes, insumos para controlar plagas, enfermedades, mano de obras para el cuido y manejo de las parcelas.

El establecimiento de ensayos en finca de agricultores, requiere disponer de un terreno con las condiciones básicas (topografía, aislamiento, acceso o fertilidad), y algunos productores disponen de poco terreno que utilizan para la producción de alimentos. Esto además implica un proceso largo, que puede durar entre 5 o más ciclos productivos y en ocasiones no se obtienen los resultados que se esperan.

Otra de las dificultades que enfrentan los agricultores es la variabilidad climática que afecta la calidad y perdurabilidad de las semillas. Con las afectaciones continuas de sequías, lluvias intensas, plagas y enfermedades, muchas variedades no se adaptan, la calidad de las semillas se deteriora y algunas se dejan de cultivar debido a su vulnerabilidad. Las semillas también pueden perderse durante el almacenamiento, por daños de plagas, hongos, bacterias o temperaturas que afectan la viabilidad de las semillas.

Las aportaciones de los agricultores a los procesos de investigación, conservación de variedades y semillas, son muy valiosos. El agricultor facilita un espacio en su parcela donde cultiva sus alimentos, realiza las labores de su cultivo, la dedicación en tiempo, cuidado de la persona y aunque son parte de la rutina de trabajo no se llevan registros de costos, insumos, equipos y materiales, los conocimientos y experiencias adquiridos para seleccionar, mejorar conforme sus criterios y necesidades de la comunidad entre otros.

Un reto importante es el establecimiento continuo de parcelas de reproducción de semillas, ya que requiere recursos y mucho cuidado para garantizarla calidad. Algunas estrategias como la formación de alianzas con programas o proyectos que demanden semilla, bancos comunitarios de semillas, venta o intercambio con agricultores u organizaciones de otras zonas. Además se pueden promover espacios de degustación de productos gastronómicos elaborados a base de estos en ferias días de campo u otros eventos, donde también se pueden facilitar pequeñas muestras de semillas.

10. Lecciones aprendidas

La preservación de las variedades locales y parientes silvestres, son parte importante del patrimonio de las familias y las comunidades. Entre las principales medidas se incluyen: la protección de los sitios naturales de reserva, la siembra de las poblaciones en sitios diferentes, protección contra los incendios, daños por ganado, la quema, uso de herbicidas, disminución de la frontera agrícola u otros amenazas para las especies.

Actualmente existe un desplazamiento de las especies y variedades nativas, las cuales son reemplazadas por semillas mejoradas. Estas variedades presentan buenas características de uniformidad, calidad, rendimiento; pero son más susceptibles al cambio de clima, la falta de insumos agrícolas o prácticas de manejo adecuado, demandan suelos de buena calidad y pendientes moderadas, los cuales no son las condiciones de muchos agricultores. Esto implica además que los agricultores tenga que comprar las semillas cada vez que van sembrar, lo que altera los costos e influye en la soberanía y cultura de los agricultores.

Las variedades mejoradas regularmente vienen acompañadas de una campaña publicitaria y hay mucha presión de las casas comerciales para extender las áreas de cultivo y los usuarios. Esto facilita que algunos agricultores las adquieren y las cultivan; pero muchas veces estas nuevas no funcionan y ya se han perdido las variedades locales y no se logran recuperar ya que no hay empresas que produzcan semillas de variedades criollas y muchas veces están en manos de pocos agricultores.

La conservación de las variedades locales es necesaria para garantizar la alimentación de las familias. Es por ello que se requiere fortalecer las iniciativas locales que faciliten el acceso a los agricultores para evaluar e integrar las nuevas variedades en sus sistemas productivos. La producción local de semillas es otra estrategia que permite a los agricultores acceder a semillas de buena calidad, de las variedades que requieren y pueden conservarlas durante mucho más tiempo, ya que estas son de polinización libre y no están patentizadas.

La conservación *in situ* requiere menos esfuerzo que la conservación *ex situ* en sitios con condiciones controladas donde se necesitan equipos, infraestructuras y personal entrenado. La conservación local depende de reconocer la importancia de cada especie o variedad, entrenamiento para el cuidado en sanidad y calidad de la semillas y disponer de ambiente adecuado para conservar y renovarlas continuamente.

11. Recomendaciones

Es importante involucrar mayor número de agricultores, sus familias y comunidades en estos procesos, ya que su seguridad y alimentación dependen de ello. Muchas especies y variedades se han perdido por que caen en desuso, debido a la falta de adaptabilidad o demanda de mercado. Es por ello que es necesario conocer las características particulares, el potencial de cada uno y como conservarlas.

Debido a la continua pérdida de biodiversidad se deben retomar algunos planes para disminuir y conservar por más tiempo, de modo contrario habrá muchas dificultades para la subsistencia. La supervivencia de las familias depende de la disponibilidad de especies adaptadas a diferentes condiciones, como: lluvia,

sequía, temperatura, resistencia a plagas o enfermedades; ciclo productivo o los nutrientes disponibles en cada una de ellas.

Es importante vincular las experiencias de las agricultoras en el tema de semillas, y fitomejoramiento participativo con planes gubernamentales para ampliar estas iniciativas a otros lugares; además de gestionar recursos tanto económicos, técnicos y científicos para continuar procesos de investigación en conjunto con los agricultores y realizar eventos para la formación e intercambio de experiencias con agricultores, jóvenes, mujeres, estudiantes y personas claves.

Las organizaciones como las cooperativas, bancos comunitarios de semillas u otros tipos de asociación campesina también son importantes para garantizar la conservación y preservación de las especies, así como la divulgación para que otros agricultores también puedan beneficiarse.

12. Bibliografía

Tercero, H. 2015 Estado actual del teocintle (*Zea nicaraguensis* Iltis & Benz) y potencial ecoturístico, con enfoque agroecológico en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía, Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible. Managua, Nicaragua.

Vela, Enrique, "Teocintle (*Zea mays* L. sp. *Parviglumis*)", *Arqueología Mexicana*, edición especial, núm. 98, pp. 14-15.

<https://biologia.laguia2000.com/tecnicas-en-biologia/taxonomia/teosinte-la-familia-del-maiz>

<https://idp.cimmyt.org/la-domesticacion-del-maiz-y-su-contribucion-a-la-teoria-de-la-evolucion/>