



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE TITULACIÓN
Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN VARIAS POBLACIONES
DE MAÍCES CRIOLLOS (*Zea mays* L) DE LA PROVINCIA DE
MANABÍ**

AUTORES:

**DELGADO ZAMBRANO JOSHUE PAUL
MACÍAS VÉLEZ WAGNER ANDRÉS**

**TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
ING. FERNANDO SANCHEZ MORA PhD.**

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2022

Dedicatoria:

“Camina con paso firme y constante, con profunda fe y absoluta convicción de que alcanzaras cualquier meta que te hayas fijado y conseguirás todo lo que te propongas”

Dedico este trabajo de tesis:

A mis padres y mi hermana, que fueron parte esencial en todo lo que me propongo al demostrarme su apoyo incondicional para llegar a alcanzar mis ideales y metas.

Delgado Zambrano Joshué Paúl

Dedicatoria

Al culminar esta etapa estudiantil dedico este logro a las personas más importantes en mi vida que siempre creyeron en mí y que de una u otra manera me ayudaron a llegar a la meta, dándome las fuerzas necesarias para nunca rendirme y alcanzar mi objetivo tan anhelado durante años.

A mis padres Ana y Vanner quienes fueron mi mayor impulso e inspiración para seguir adelante, sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen y me lleva por el camino del bien. Ellos siempre estuvieron en todo momento de esta etapa estudiantil que hoy culmina, sin su apoyo incondicional nada de esto hubiese sido posible, esto es por y para ustedes.

A mis hermanos, hermana y cuñada por el apoyo y las palabras de aliento en todo momento.

A mi Novia Mayra por acompañarme todos estos años y ser un pilar fundamental para lograr esta meta, su apoyo moral y entusiasmo de que llegara este día siempre estuvieron presente y eso se convirtió en fortaleza para mí.

A mis abuelos por brindarme sus sabias palabras, apoyo y cariño siempre. De manera especial a mis tíos familia Ponce Vélez, familia Macías Loo y mi tío Carlos Macías que hicieron el papel de padres cuando más lo necesite y por estar siempre pendientes de mi bienestar, y a mi familia en general mis más sinceros agradecimientos.

Y de manera muy especial y cariñosa para mi abuelita Aida Castro, que hoy ya no está conmigo, pero siempre en mi corazón, gracias a su apoyo incansable y sus enormes ganas de verme convertido en un profesional fueron motivación para cumplir su sueño tan anhelado, gracias mi ángel te lo dedica de todo corazón hasta el cielo tu Ingeniero.

A mis compañeros de aulas que se convirtieron en buenos amigos y a los docentes que siempre me guiaron de la manera más profesional durante toda la carrera.

A todos y cada uno de ustedes, ¡GRACIAS!

Wagner Andrés Macías Vélez

Agradecimiento

Principalmente nuestro agradecimiento se dirige a quien ha forjado nuestro camino y nos permite sonreír de los logros que son resultado de su ayuda, a Dios, por darnos la vida, salud y fuerzas necesarias para cumplir nuestras metas.

A la Universidad Técnica de Manabí, por brindarnos la oportunidad de crecer profesionalmente y desarrollar nuestras capacidades por medios de la especialización de una carrera.

Al doctor Fernando Sánchez Mora, Tutor de tesis, quien con su valiosa comprensión y apoyo; nos ayudó en cada paso que dimos, siendo nuestra guía en este proyecto que en base a su experiencia y sabiduría ha sabido direccionarnos.

Finalmente, nuestro sincero agradecimiento a nuestra querida Facultad de Ingeniería Agronómica por el acogimiento brindado durante todos estos años y a todo su personal, en especial al Ing. Fredy Santana Parrales por ser una gran persona y un docente en el cual siempre podíamos contar, y a todo quienes en todo momento estuvieron prestos a ayudarnos de la manera más amable y respetuosa.

Delgado Zambrano Joshué Paúl

Macías Vélez Wagner Andrés

Certificación

Ing. Fernando Sánchez Mora; Ph.D.; Docente de la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifica:

Que el trabajo de titulación **“SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN VARIAS POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS (*Zea mays* L) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ”**, es trabajo original realizado por los estudiantes **Joshué Paúl Delgado Zambrano y Wagner Andrés Macías Vélez**, el cual fue realizado bajo mi tutoría.

Ing. Fernando Sánchez Mora; Ph.D.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Certificación

Ing., Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.

Certifico:

Que he revisado, estilo y ortografía del trabajo de titulación **“SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN VARIAS POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS (*Zea mays* L) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ”**, elaborado por los estudiantes **Joshué Paúl Delgado Zambrano** y **Wagner Andrés Macías Vélez**, el presente trabajo de investigación ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes en el Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí.

Ing.....

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certificación

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA: “SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA EN VARIAS POBLACIONES DE MAÍCES CRIOLLOS (*Zea mays* L) DE LA PROVINCIA DE MANABÍ”.

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión, Sustentación y Legalidad por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:

Ing. Fernando Sánchez Mora; Ph.D.
TUTOR

Ing.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Declaración

Delgado Zambrano Joshué Paúl y Macías Vélez Wagner Andrés, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de los autores.

Delgado Zambrano Joshué Paúl
AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Macías Vélez Wagner Andrés
AUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1. Importancia del cultivo de maíz en el Ecuador.....	4
3.2. Razas de maíz criollo existentes en el Ecuador	5
3.3. Importancia y usos del maíz criollo en la alimentación.....	7
3.4. Producción y conservación de maíz criollo	8
3.5. Selección masal.....	9
3.6. Selección Masal Estratificada en maíz.....	10
3.7. Experiencias de mejoramiento genético del maíz criollo	12
4. METODOLOGÍA	15
4.1. Localización del sitio experimental y características edafoclimáticas.....	15
4.2. Descripción de la población original.....	15
4.3. Criterios para la selección masal estratificada	15
4.4. Análisis estadístico de los datos.....	16
4.5. Variables evaluadas.....	16
4.6. Manejo específico del experimento	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5.1. Análisis descriptivo de la población seleccionada y la población original.	19
5.2. Selección de plantas previo a la antesis	24
5.3. Selección de plantas al momento de la cosecha.....	30
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
8. ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis descriptivo de las características de la planta y de la mazorca evaluadas en la población original y una población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.....	20
Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en la población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.	21
Tabla 3. Análisis de correlación del coeficiente de correlación de Pearson (Probabilidades / Coeficientes - $P < 0,05$) para identificar la relación entre las variables evaluadas en la población original y la población seleccionada.	23
Tabla 4. Cuadrados medios del análisis de varianza del diferencial de selección para cada una de las variables evaluadas en la población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.	25
Tabla 5. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds), en las variables altura de planta, número de hojas e inserción de mazorca, en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.	27
Tabla 6. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds) de las variables número de líneas, diámetro de mazorca y longitud de mazorcas evaluadas en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.....	28
Tabla 7. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds) de las variables peso de mazorca, tusa y semillas evaluadas en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.	29

Índice de Anexos

Anexo 1. Sumatoria de los valores de clasificación el índice de la de suma de los ranks (Mulamba y Mock, 1978) en plantas de maíz criollo seleccionadas al momento de la cosecha.	37
Anexo 2. Atividades realizadas en el campo	42

Resumen

Las poblaciones de maíz criollo de la provincia de Manabí, aún son conservadas por pequeños agricultores que lo utilizan en la elaboración de diferentes productos alimenticios. Estas poblaciones se caracterizan por ser muy heterogéneas fenotípicamente en relación a la altura de planta y rendimientos. El objetivo de esta investigación fue emplear la selección masal estratificada en diferentes poblaciones de maíces criollos de la provincia de Manabí. La investigación se llevó a cabo, desde julio a diciembre del 2019, en el campo experimental “La Teodomira” de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la parroquia Lodana, Cantón Santa Ana. Se realizaron selecciones plantas antes y después de la antesis en poblaciones de maíz criollo provenientes de la Comuna La Laguna, del Cantón Sucre. Las poblaciones fueron establecidas en diferentes densidades poblacionales: 16.667, 20.000, 25.000 y 33.333 plantas ha^{-1} . Como criterio de selección previa a la antesis se seleccionaron plantas con tallo grueso y vigoroso, sanidad y que presenten baja altura en la inserción de mazorcas. Se registraron las variables altura de planta (cm), inserción de mazorca (cm) y las características de la mazorca: peso (g), diámetro (cm), longitud (cm), peso de tusa (g), peso de semillas (g) y número de líneas. Para calcular el diferencial de selección (ds), en cada parcela se registraron observaciones iniciales de las variables estudiadas, denominándosela como población original. Cada parcela constó de una población original y una población seleccionada. Los datos obtenidos en la selección de plantas antes de la antesis fueron analizados mediante estadística descriptiva, prueba de t de Student, análisis de varianza y coeficiente de correlación de Pearson ($P < 0,05$). Los datos obtenidos en la selección de plantas después de la antesis fueron analizados utilizando el índice de la suma de los ranks. El análisis de variancia del ds estimado en cada parcela, no registró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas. Evidenciando que las distintas densidades poblacionales no interfieren en la selección de características de la planta, ni de la mazorca del maíz criollo. La variable peso de mazorca registró la mayor variación tanto en la población original (CV: 34,47%) como en la seleccionada (CV: 40,27%), mientras que, la variable inserción de mazorca en la población original (CV: 6.01%) y altura de planta en la población seleccionada (CV:

5.09%) registraron las menores variaciones. En la comparación entre la población original y la población seleccionada utilizando la prueba de t, las variables altura de planta, inserción de mazorca y peso de semilla mostraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), en cuanto que, las variables peso y diámetro de mazorca mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$). Con la selección fue posible verificar que la altura de planta e inserción de mazorca se redujeron en las plantas seleccionadas en un 10,2%, mientras que las variables relacionadas al rendimiento incrementaron la media en un 10,5% en comparación a la población original. Antes de la antesis se seleccionaron 200 plantas. En la cosecha se identificaron las plantas con menor altura e inserción de la mazorca, y con buen tamaño y sanidad de la mazorca, aplicando una intensidad de selección de 3% se seleccionaron 20 plantas. Con un ciclo de selección en las poblaciones de maíz criollo ya se evidencia una respuesta positiva, sin embargo, son necesarios varios ciclos de presión de selección para estabilizar las características genéticas de interés.

Palabras clave: Zea mays, Variedades criollas, Selección, Componentes de rendimiento

Abstract

The creole maize populations of the Manabí province are still conserved by small farmers who use it in the elaboration of different food products. These populations are characterized by being phenotypically much heterogeneous in relation to plant height and yields. This research aimed the use stratified in different populations of creole maize in the province of Manabí. The research was carried out, from July to December 2019, in the experimental field "La Teodomira" of the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí, located in the Lodana parish, Canton Santa Ana. Plant selections were made before and after anthesis in creole maize populations from La Laguna Commune, Sucre Canton. The populations were established in different population densities: 16 667, 20 000, 25 000 and 33 333 plants ha^{-1} . As a selection criterion before to anthesis, plants with thick and vigorous stem, healthy and that present lower height in the insertion of ears were selected. The variables plant height (cm), ear insertion (cm) and the characteristics of the ear maize were recorded: weight (g), diameter (cm), length (cm), weight (g), weight of seeds (g) and number of lines. To calculate the selection differential (ds), initial observations of the variables studied were recorded in each plot, calling it the original population. Each plot consisted of an original population and a selected population. The data obtained in the selection of plants before anthesis were analyzed using descriptive statistics, Student's t test, analysis of variance and Pearson's correlation coefficient ($P < 0.05$). The data obtained in the selection of plants after anthesis were analyzed using the index of the sum of the ranks. The analysis of variance of the estimated of the ds in each plot did not register statistically significant differences ($P > 0.05$) for any of the variables studied. Evidence that the different population densities do not interfere in the selection of characteristics of the plant, nor of the ear maize. The weight of ear maize variable registered the greatest variation both in the original population (CV: 34.47%) and in the selected population (CV: 40.27%), while the ear insertion variable in the original population (CV: 6.01%) and plant height in the selected population (CV: 5.09%) registered the lowest variations. In the comparison between the original population and the selected population using the t test, the variables plant height, ear insertion and seed weight showed highly significant differences ($P < 0.01$), in that the variables weight and

ear diameter showed significant differences ($P < 0.05$). With the selection it was possible to verify that the plant height and ear insertion were reduced in the selected plants by 10.2%, while the variables related to yield increased the average by 10.5% compared to the original population. Before anthesis 200 plants were selected. In the harvest, plants with lower height and ear insertion, with good size and ear healthy, were identified, applying a selection intensity of 3% were selected 20 plants. With a selection cycle in the creole maize populations, a positive response is already evident, however, several cycles of selection pressure are necessary to stabilize the genetic characteristics of interest.

Keywords: Zea mays, creole varieties, selection, yield components

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, Manabí es considerada la segunda provincia en producción de maíz (*Zea mays*), en el año 2017, se cultivaron 62.124 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1.834 kg/ha. En el 93% de esta área se emplearon semillas mejoradas y en un 7% (Herrera, 2017) únicamente de cultivares criollos (Herrera, 2017). Este hecho, evidencia que las semillas criollas forman parte de la vida de los pueblos (MAG, 2019). Por otro lado, los rendimientos obtenidos en la provincia, aún son bajos en comparación a los obtenidos en otras provincias, como Los Ríos (2.234 kg/ha), o más aún si se compara con la media de otros países (2.876 kg/ha) (FAO, 2018).

La implementación de medidas concretas, en el uso de variedades criollas de maíz, frente al uso de variedades de tipo híbridas o transgénicas, promueve dos atributos importantes en el marco de la construcción de sistemas agrícolas sostenibles, como es el mantenimiento de la diversidad genética como atributo ecológico de los ecosistemas, y la posibilidad de consolidar una soberanía alimentaria en la población (Salgado, 2013).

La selección masal a nivel mundial, es el método más antiguo de selección, ha sido empleada en maíz para la modificación del rendimiento y sus componentes, así como para lograr la adaptación de materiales introducidos de regiones tropicales a regiones templadas (Hallauer, 2013).

En América este método de selección, se utiliza preferentemente para caracteres de alta heredabilidad, o de baja interacción con el ambiente, correlacionados con el rendimiento, en el maíz, uno de los caracteres que reúne tal requerimiento es la prolificidad (Biasuti, 2011). Además, este carácter, ha sido indicado para conferir tolerancia a factores como la distancia entre plantas y su estrés hídrico (Prior, 2014), también, incrementar la tolerancia al quebrado del tallo a altas densidades (Duvick, 2012). Sin embargo, este método también puede ser aplicado para mejorar las características de rendimiento del maíz.

Antes de utilizar la selección masal en el cultivo de maíz y en cualquier especie vegetal, es importante conocer las características morfológicas florales de la planta, ya que de ella depende el proceso de selección y decidir la mejor aplicación del método de mejoramiento (Vasco et al., 2017). La selección masal, es un método de mejoramiento genético que

consiste en llevar a cabo la selección individual de plantas dentro de pequeños sublotos de un lote general para minimizar la interacción genotipo-medio ambiente. Actualmente, la selección masal estratificada es uno de los mejores métodos para la formación de variedades sintéticas, originalmente designadas variedades estabilizadas (Vega, 2013). Fue así como el maíz durante casi seis milenios, ha sido mejorado a través de un largo tiempo. La siembra en ambientes diversos dio lugar a la amplia variabilidad genética que ahora existe en esta especie (Coyac, 2013). Por ello, la importancia de realizar una selección masal estratificada antes y después de la antesis en diferentes poblaciones de maíces criollos, para identificar plantas con menor altura y mayores tamaños de mazorcas, características de interés agronómico.

Existen pocos estudios y tecnologías para la producción de maíz criollo, porque las tecnologías ofrecidas para los híbridos comerciales no son compatibles con los maíces criollos, debido a la variabilidad genética existente en estos promueve una mayor interacción con el ambiente. Un ejemplo de esto es las bajas densidades poblacionales (inferior a 25.000 plantas /hectárea) que utilizan los agricultores en la producción de maíz criollo, lo que no permite una mayor producción y rentabilidad del maíz criollo. Así no existen estudios donde se hallan realizado selecciones de plantas que permitan mejores combinaciones alélicas y no se conoce el potencial de rendimiento del maíz criollo en la Provincia de Manabí.

Esta investigación permitió aplicar la selección masal estratificada en diferentes poblaciones de maíces criollos para identificar genotipos con características agronómicas superiores que permitan una mayor producción.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Emplear la selección masal estratificada en diferentes poblaciones de maíces criollos (*Z. mays*) de la provincia de Manabí.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la selección masal estratificada en la identificación de genotipos superiores de maíz.
- Seleccionar los genotipos de maíz criollo antes y después de la antesis.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Importancia del cultivo de maíz en el Ecuador

El maíz es un cultivo de suma importancia en el Ecuador debido al significativo rol que cumple en seguridad alimentaria de la población. El maíz amarillo duro, destinado en un 80% a la producción de alimento balanceado, se produce mayoritariamente en la región litoral y es el primer cultivo transitorio en importancia en relación con la superficie sembrada (300.000 ha) (Coyac, 2013). Su producción y rendimiento ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos 20 años, lo cual se debe al uso de semilla certificada (híbrida) y a las tecnologías de manejo que las compañías privadas, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el 2018 se observó un rendimiento promedio de 3,6 t/ha (MAG, 2019).

Es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario y la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas (Herrera, 2017).

Según Vasco et al. (2017), en la costa se continúa con el desarrollo de semillas mejoradas y está próximo a liberar un híbrido de grano amarillo duro con un rendimiento promedio de 8,5 t/ha, una variedad de maíz blanco qpm (quality protein maize) para consumo en fresco (con un rendimiento de 40.000 choclos comerciales/ha) y un híbrido forrajero que produce 12,5 t/ha de materia seca. Adicionalmente, se estudia la variación en la acumulación de carbono en el suelo y otras propiedades físicas, de fertilidad y microbiológicas en la rotación maíz-soya y en el monocultivo maíz-maíz, con diferentes sistemas de preparación del suelo. El maíz harinoso o suave se cultiva en la región Andina

o Sierra, donde es también el cultivo transitorio más importante de la región por sus 67.000 ha sembradas.

Las familias campesinas han cultivado el maíz por siglos y han logrado mejorarlo gracias a su conocimiento y por el diario vivir con la naturaleza (Pérez, 2012). Su uso para el consumo humano es milenario, por lo que se le considera la planta más evolucionada y domesticada de todo el reino vegetal (FAO, 2018).

Sin embargo, las técnicas de campo de la selección masal presentan algunas restricciones de tipo práctico, por ello, Molina (2004), ha utilizado semillas para generar variedades de maíz de polinización libre con buena respuesta a condiciones ecológicas específicas, y para modificar el comportamiento de algunos caracteres agronómicos (Torregrosa, 2013).

El maíz suave ha tenido un decrecimiento en la producción y área sembrada, mientras que su rendimiento se ha mantenido constante en los últimos 20 años, con excepción del último (2018), en donde se observó un ligero aumento, logrando 1,1 t/ha (MAG 2019).

3.2. Razas de maíz criollo existentes en el Ecuador

La biodiversidad del maíz presente en las fincas de los agricultores está ligada al conocimiento cultural y es de fundamental importancia para la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático (Arboleda, 2016).

Por su parte Timothy et al (1998), reconoce 29 razas de maíz en Ecuador. Esta diversidad de razas de maíz que hay en Ecuador tiene relación con la historia y la geografía del país, ya que muchas de ellas han sido introducidas del norte y del sur (durante la conquista de los Incas) produciéndose innumerables cruzamientos entre razas; además el aislamiento geográfico ha permitido el desarrollo de nuevas formas en las tierras altas del centro de Ecuador (García, 2014).

Según Sturtevant (1899), los tipos de maíz según la constitución del endosperma pueden clasificarse en:

1. Maíz duro generalmente de granos redondos, duros y suaves al tacto y posee buen porcentaje de germinación.
2. Maíz reventón de granos son pequeños, es un tipo de maíz temprano, usado en la alimentación humana como bocaditos.
3. Maíz dentado que cuando comienza a secarse el grano, el almidón blando de la parte superior se contrae y produce una pequeña depresión que simula a un diente.
4. Maíz harinoso como su nombre sugiere su grano está formado mayoritariamente de almidón muy blando, lo convierte en el tipo de maíz más cultivado, principalmente para alimentación humana.
5. Maíz semiharinoso o Morocho que proviene del cruce entre maíces suaves harinosos y maíces duros, de mayor resistencia a plagas y muy generalizado para consumo humano y para la industria en las zonas altas del trópico. En Ecuador por ejemplo la raza Morocho se presenta en toda la región Interandina.
6. Maíces cerosos su endospermo tiene una apariencia opaca y cerosa, de interés industrial para la extracción de este almidón con características similares a la yuca.
7. Maíces dulces sus granos tienen un alto contenido de azúcar, lo cual los hace muy apetecibles para consumo humano

En Ecuador, según López (2011) se reconocen 29 razas, según (Canguil, Sabanero Ecuatoriano, Cuzco Ecuatoriano, Mishca, Complejo Mishca-Chillo, Complejo Mishca-Huandango, Complejo Mishca-Kcello, Patillo Ecuatoriano, Racimo de Uva, Kcello Ecuatoriano, Chillo, Chulpi Ecuatoriano, Huandango, Montaña Ecuatoriano, Morochón, Blanco Harinoso Dentado, Cónico Dentado, Uchima, Clavito, Tusilla, Gallina, Pojoso Chico Ecuatoriano, Candela, Maíz Cubano, Tuxpeño, Chococéño), seis de las cuales no están bien definidas (Blanco Blandito, Cholito Ecuatoriano, Yunga, Enano Gigante, Yunquillano, Yunqueño Ecuatoriano (Timothy et al., 1963). Además, en las dos últimas décadas se han identificado materiales con otras características como: Complejo Chillo-Huandango, Chaucho, Zhima y Guagal (Pérez 2012). De las cuales, 24 se han colectado últimamente en la Sierra de Ecuador.

Esta clasificación se basa en 675 colecciones, estudiadas en relación con los caracteres de la mazorca. El arreglo hecho sobre esta base se revisó cuando se estudiaron

las plantas, las espigas y otras características. Para cada raza se presentó una descripción general, los datos tabulados de las mazorcas; de las espigas, el diagrama de entrenudos y el diagrama de la sección transversal de la mazorca. Adicionalmente, se determinó la posición de los nudos cromosómicos en 14 de las 29 razas descritas. El modelo Andino de nudos, fue propuesto por Mendoza (2011), aplicado en Bolivia y por su similitud de características es aplicable hasta el norte de Ecuador.

3.3. Importancia y usos del maíz criollo en la alimentación

En Ecuador se preparan sopas, tortillas, se consumen directamente sus granos maduros y en tierno, el maíz y la papa constituyen la base alimenticia de los ecuatorianos y ecuatorianas, como lo ratifica (Jiménez-Carrillo 2015), quien describe “Quince formas diferentes de usar el maíz para chichas y mazamorras, en Ecuador”, lo cual brinda mayor énfasis en la culturización de esta especie en nuestro País.

Por otro lado, los indicios recogidos mediante estudios de botánica, genética y citología apuntan a un antecesor común de todos los tipos existentes de maíz. La mayoría de los investigadores creen que este cereal se desarrolló a partir del teosinte. Otros creen, en cambio, que se originó a partir de un maíz silvestre, hoy en día desaparecido. En cualquier caso, la mayoría de las variedades modernas del maíz proceden de material obtenido en el sur de los Estados Unidos, México y América Central y del Sur (2014).

García (2014), manifiesta que el maíz suave llamado también harinoso es el más importante de los maíces en la alimentación humana; sus granos blandos y grandes se pueden cocinar tiernos (choclo, choclo tanda), semi tiernos, en mote con grano semi tierno (mote choclo, champús), en mote (grano seco), en mote molido, germinados y luego molidos (chicha de jora elaborada a base de siete clase de granos de maíz) secos y tostados (de sal y de dulce), secos y molidos en harina. López (2011) señala otros usos, por ejemplo, el consumo como canguil, coladas, colorantes naturales y otras formas de conservación.

Además, se utiliza en la alimentación animal como forraje (consumo directo de la caña o ensilaje) para ganado ovino, bovino y equino (Pérez, 2012). Los granos amarillos duros sirven para la preparación de alimentos, principalmente en la industria avícola, también en la elaboración de concentrados para la crianza de cerdos y especies menores (MAG, 2019).

De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, alimentos balanceados para otros animales 6%, exportación a Colombia 25%, industrias de consumo humano 4%, el resto sirve para el autoconsumo y semilla. Además, Ecuador tiene la capacidad de exportar subproductos del maíz, tales como el grits y la sémola. Estos productos son utilizados para elaborar polenta, arepas y snacks (García, 2014).

3.4. Producción y conservación de maíz criollo

En Ecuador se produciría el mejoramiento que llevaría a la creación del linaje maíz de a ocho. Primero como maíz de grano duro y luego como maíz de grano suave o harinoso. Este viajaría luego regreso a México, donde se encontraría con el linaje del Nal Tel Chapalote (maíz reventón de grano redondo) y se difundiría por América. El tercer linaje del maíz, el Palomero Toluqueño (maíz reventón de grano puntiagudo, tipo arrozillo) también se habría desarrollado en esta área, como una adaptación del maíz a grandes alturas. Su introducción en Mesoamérica sería tardía, con los comerciantes marítimos (Betancour, 2015).

La evidencia más antigua del cultivo del maíz en el Ecuador, obtenida a partir de fitolitos hallados en el sitio Vegas de la costa sur, data de hace 5.000 años. El cambio hacia el maíz duro de 8 hileras empezaría a darse aún más tarde. El cultivo del maíz se suceden para las distintas culturas de los periodos históricos Formativo, Desarrollo Regional, Integración e Incario (Paliwal, 2013).

Los pequeños productores aportan alrededor de 60 % de la producción nacional, al unirse con los medianos productores (de hasta 10 t/ha), suman el 91 % de la superficie sembrada, lo que significa que juntos aportan alrededor del 75 % de la producción nacional de maíz. El 18% de las colecciones de maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) proviene de Ecuador, lo que le sitúa como en tercer país en cuanto a diversidad de cultivo (Villalobos, 2015).

Los factores antrópicos y climáticos, tales como: Humedad, temperatura, ganadería, medios de transporte entre otros, han influido en la conservación de muchas variedades nativas de maíz. Y pese a que muchas expediciones de recolección y algunos proyectos de

investigación se han llevado a cabo, se necesita más financiamiento para la recolección y conservación de germoplasma (Mendoza, 2011).

3.5. Selección masal

La selección masal es el método de mejoramiento más antiguo y simple que se conoce. En forma general consiste en la mezcla de semillas de los individuos seleccionados, la cual es sembrada en conjunto a fin de formar con ella una nueva población (Brauer 2014). Las principales razones por las cuales el método de selección masal había resultado ineficaz para mejorar el rendimiento fueron analizadas por (Sprague 2015), que coincide que entre los problemas más importantes figuran la imposibilidad de diferenciar si una planta es individualmente más productiva por acción del medio ambiente o por su herencia misma.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2014), señala que el mejoramiento genético es la ciencia y el arte de incrementar el rendimiento o productividad, la resistencia o tolerancia, el rango de adaptación de las especies animales y vegetales y la calidad de sus productos, por medio de modificaciones del genotipo (la constitución genética) de los individuos. En síntesis, el aumento en el rendimiento del cultivo de maíz en las últimas décadas puede atribuirse, en gran medida, al mejoramiento genético y, en menor medida, a las mejoras en el manejo del cultivo (aumento en la densidad de siembra, uso de fertilizantes y agroquímicos, etc.). En este contexto, las herramientas del mejoramiento tradicional aún permanecen vigentes y son muy útiles al mejoramiento del cultivo de maíz.

Betancourt (2015), registró que las poblaciones mejoradas por selección masal son mejores fuentes que sus poblaciones originales para la obtención de líneas de alta aptitud combinatoria general para rendimiento de grano. Así mismo señala que los compuestos de mayor variabilidad genética mostraron mayor adaptación y mayor respuesta a la selección masal que a la hibridación; y los compuestos de menor variabilidad genética mostraron mayor respuesta a la obtención de híbridos que para compuestos de selección masal.

García (2014), señala que la selección por eficiencia fue más efectiva en disminuir los días a floración masculina que la - selección por rendimiento de grano. A su vez la selección por eficiencia de rendimiento fue mayor que la selección por área foliar para

producir grano. Mientras que Wilson (2016), sostiene que la eficiencia de la selección en masa depende de la precisión con que el fenotipo refleje al genotipo el método ha sido eficaz para modificar el tipo de la planta, la precocidad, las características del grano, la composición química y otras características fáciles de observar y medir.

Brauer (2014), describe al método de selección masal moderna, en la que se parte como base de una población de unas 2,000 a 4,000 plantas, no tomada en cuenta plantas que no estén rodeadas de otras, lo que se llama "cosechar solamente plantas con competencia completa". Además, el lote completo se divide en parcelas de unos 10 surcos por 10 metros de largo en el caso del maíz. Las 12 plantas seleccionadas se localizan e identifican dentro de cada una de estas parcelas.

3.6. Selección Masal Estratificada en maíz

El método de selección masal, consiste en elegir dentro de una población de plantas, las mejores plantas o las que se acerquen más a las características deseadas (selección individual) y recoger sus semillas reuniéndolas en una mezcla de todas las plantas seleccionadas para sembrar una nueva parcela, de la cual se vuelven a tomar los individuos más deseables, para obtener nuevamente su semilla y proseguir así generación tras generación de la misma forma el proceso de selección (Ritchie, 2013).

Una forma más refinada de la selección masal es cosechar las mejores plantas separadamente y cultivarlas como líneas puras para compararlas entre sí. Una vez evaluadas, las líneas puras superiores y similares se mezclarán para mejorar una variedad ya establecida (UNAD, 2013).

Cuando se quiere introducir un nuevo cultivo en un área, la mejora inicial del mismo comienza por la realización de una selección masal. Por eso se puede decir que este es el método más antiguo utilizado por los seleccionadores de las viejas variedades, para conservar la pureza o la homogeneidad y también para llegar a su constitución a partir de poblaciones indiferenciadas (UNAD, 2013). Con la selección masal se llega a n genotipos. En cuanto se refiere, por ejemplo, al carácter rendimiento, este tipo de selección ofrece

bastante uniformidad debido a que la variabilidad ambiental hace que los genotipos se adapten más y por tanto, la variedad se adapte mejor (Coyac, 2013).

El método de selección se basa en la apariencia fenotípica de las plantas y que, por lo general, no comprende la evaluación de las progenies seleccionadas, fue probablemente usado por los agricultores durante las primeras etapas de domesticación y evolución del maíz hacia una planta de gran producción de granos (2014) Así mismo conlleva la reproducción de las plantas de la subsiguiente generación a fin de obtener nuevas variedades o mantener la pureza de las variedades ya existentes (Duvick, 2012).

Evidentemente, lo que se hace es una selección para gametos femeninos, puesto que al tomar la semilla producida por la planta seleccionada se está seleccionando la aportación génica femenina, mientras que no se puede seleccionar las plantas que van a actuar como polinizadores. A pesar de ello, se espera un progreso en la selección por acumulación de genes favorables (UNAD, 2013).

La descendencia puede obtenerse mediante polinización abierta normal (sin control de los gametos masculinos) o puede hacerse controlando la reproducción. Esto dependerá de si el carácter que estemos teniendo en cuenta puede observarse o medirse antes de la fecundación. Por ejemplo, la altura de la planta se puede medir antes de la fecundación, pero el contenido en proteína de la semilla no. Si la selección se hace antes de la antesis, las plantas se eliminan y se permiten cruces aleatorios sólo entre las elegidas. Si se hace después de la fecundación, las plantas seleccionadas se habrán cruzado, en parte, con las no deseadas (Sevilla, 2014).

Cuando la población es muy variable, la presión de selección debe ser suave, para dar oportunidad a que se mezcle bien los caracteres. Después de varios ciclos se debe llevar a cabo un ciclo de selección fuerte para escoger los individuos más sobresalientes y obtener así la máxima respuesta (Arboleda, 2016). De lo contrario, si se utiliza siempre una presión de selección fuerte, la variabilidad genética se agota rápidamente, esto conduce a la homocigosis y por tanto a poca respuesta a la selección (UNAD, 2013).

Molina (2014), indica que, debido a las limitaciones prácticas de la metodología de Gardner, propuso y desarrolló la Selección Masal Visual Estratificada, con el objetivo de encontrar una mayor efectividad para el caso del rendimiento. Añade que este método de selección masal propuesto por Gardner en 1961, ha sido aplicado a materiales de amplia variabilidad genética, posteriormente otros Fito mejoradores han modificado y ampliado esta metodología.

En la modificación de la Selección Masal Estratificada se realiza la selección de manera visual manteniendo los principios básicos: la sublotificación y la cosecha de plantas en competencia completa. Se selecciona visualmente las mejores plantas de cada estrato y se aplica la fórmula de Molina para ajustar el rendimiento de las plantas individuales. Según la UNAD (2013) este método consiste en una estratificación o división de las parcelas de evaluación; es la recombinación en áreas de igual tamaño y preferiblemente cuadradas. Se sugieren 25 subparcelas, las cuales resultan de dividir el lote en cinco franjas de 10 m. de largo y subdividir cada franja en 10 surcos. Dentro de cada subparcela se eligen las mejores plantas, como en la selección masal ordinaria. Añade que el objetivo principal de esta modificación es, precisamente, reducir dentro de cada subparcela el efecto ambiental que se tiene en toda la parcela; lo anterior permite una mayor eficiencia en la selección, al trabajar más sobre la variación genética.

3.7. Experiencias de mejoramiento genético del maíz criollo

Castellón (2016) trabajando en la "Sierra de Chihuahua" con dos variedades criollas regionales, "Perla Blanco", "Perla Amarillo" y algunos ciclos de selección masal en 9 ambientes; estudió los Parámetros de Estabilidad propuestos por Russell, mediante los cuales concluyó que ante la falta de respuesta de la selección masal moderna, la razón podría ser, que el ambiente difícilmente se repite en los ensayos de comparación. La metodología propuesta puede auxiliar en la decisión de abandonar o continuar la selección masal.

Villalobos (2015), al comparar dos materiales de maíz analizados individualmente señala que entre "Perla Blanco", "Perla Amarillo" y sus ciclos de selección masal moderna cuando existieron diferencias numéricas en rendimiento, ésta no llegó a manifestarse

estadísticamente. También reporta que en un análisis combinado entre los maíces antes mencionados y sus ciclos de selección masal moderna, no hubo incremento de rendimiento en "Perla - Blanco", mientras que para "Perla Amarillo" el aumento fue leve.

Arboleda (2016), usando selección masal, reporto una ganancia de 10.52% por ciclo en rendimiento de una población seleccionada y probada en buenos ambientes y de 5,34% o se la mitad, cuando selecciono en ambos ambientes buenos y malos, y la probo solo en buenos ambientes. En la selección masal no se puede aumentar experimentalmente la heredabilidad, lo que es posible en métodos donde los genotipos se prueban en varias repeticiones.

Mientras que Sevilla (2014), cuando determinó la heredabilidad para su uso en la programación de pruebas regionales indicaron que se obtienen muy poco incremento en la heredabilidad al aumentar las repeticiones. El aumento fue más notable al aumentar las localidades y los años. El número óptimo de repeticiones fue de 4 13 mientras que el número de años fue de 2 a 3 y de localidades en condiciones de sierra baja fue de 3 a 4. En la misma investigación se mostró que lo sintéticos interaccionan con el medio ambiente menos que los híbridos.

Wilson (2016), hizo un recuento de los resultados obtenidos con los experimentos de selección masal en el Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM). Veintiocho variedades o poblaciones fueran seleccionadas; la ganancia promedio por ciclo fue de 4.61% y el número de ciclos de selección fue en promedio entre 3 a 4 ciclos, o sea; que la productividad había mejorado en promedio aproximadamente 20%.

Molina (2014), sugirió que cuando se trabaje con poblaciones de maíz de base amplia, la selección masal será más efectiva en los primeros ciclos a fin de incrementar el valor de adaptación de la población y mejorar las características agronómicas tales como altura de la planta, resistencia al acame y resistencia a los insectos y enfermedades. La importancia de la selección masal para mejorar rápidamente la adaptación de poblaciones exóticas a un nuevo ambiente se ha demostrado por varios mejoradores tanto en ambientes tropicales como templados.

Biasuti (2011), afirma para la sierra del Perú se requiere seleccionar variedades estables o de estabilidad promedio. Indica además que las características correlacionadas con la estabilidad son: precocidad, baja altura de mazorca, pocas hojas, angostas y cortas. Concluye que las variedades mejoradas, en lo posible, deben de tener genes de calidad y un mecanismo genético que impida la contaminación de dichas variedades locales. También recomiendan que las variedades mejoradas deben tener capacidad genética de adaptación a condiciones agronómicas pobres y de alto riesgo, ser positivos en sus respuestas a los fertilizantes y otros insumos para compensar la alta inversión que requiere el uso de dicha tecnología. Finalmente agregan que las poblaciones mejoradas entregadas al campesino deben de tener la posibilidad de seguir mejorándose genéticamente.

4. METODOLOGÍA

4.1. Localización del sitio experimental y características edafoclimáticas

La presente investigación se realizó durante los meses de julio a diciembre del 2019, en el Campus Experimental La Teodomira, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, parroquia Lodana, Cantón Santa Ana Provincia de Manabí (coordenadas: latitud 01° 09' 51" S y longitud 80° 23 '24" W) y a una altura 60 msnm. La temperatura media anual es de 25,2 °C, precipitación de 750 mm al año, heliofanía anual de 1.134 horas luz. La zona de vida se corresponde a un bosque tropical seco de origen aluvial.

4.2. Descripción de la población original

Se realizaron selecciones en poblaciones de maíz criollo provenientes de la Comuna La Laguna, del Cantón Sucre. Las poblaciones fueron establecidas en diferentes densidades poblacionales: 16.667, 20.000, 25.000 y 33.333 plantas ha⁻¹.

Estas condiciones de siembra permitieron establecer estratos dentro del ensayo. De esta manera, se consideraron un total de 21 parcelas descritas a continuación: Siete parcelas en la densidad de 33.333 plantas ha⁻¹, seis parcelas en la densidad de 25.000 plantas ha⁻¹, tres parcelas en la densidad de 20.000 plantas ha⁻¹ y cinco parcelas en la densidad de 16.667 plantas ha⁻¹.

Para tener una base del progreso genético en cada parcela se registraron observaciones iniciales de las variables estudiadas, denominándosela como población original. De esta manera cada parcela constó de una población original y una población seleccionada.

4.3. Criterios para la selección masal estratificada

Se realizaron dos selecciones durante el experimento una previa a la antesis y otra al momento de la cosecha. Como criterio de selección previa a la antesis se seleccionaron plantas con tallo grueso y vigoroso, sanidad y que presenten baja altura en la inserción de mazorcas. Se seleccionaron 200 plantas en todo el experimento.

Como las parcelas fueron establecidas alrededor de maíz híbrido, fue necesario conducir la fertilización mediante cruzamientos manuales. Al momento de la cosecha se seleccionaron plantas con los mismos criterios mencionados anteriormente y que presenten mazorcas con buen tamaño y sanidad.

4.4. Análisis estadístico de los datos

Con las variables registradas fueron realizados los siguientes análisis estadísticos: i) Anova con las variables registradas en la población seleccionada ($p < 0.05$); ii) Estadística descriptiva por variables en la población seleccionada y la población original, así como la prueba t de Students ($p < 0.05$) para comparar a las dos poblaciones; iii) Diferencial de selección calculado con la información de la población original y la población seleccionada; iv) Análisis de correlación del coeficiente de correlación de Pearson ($p < 0.05$) para identificar la relación entre las variables evaluadas, y v) Aplicación del índice de la suma de los ranks propuesto Mulamba & Mock (1978) para identificar las plantas superiores seleccionadas al momento de la cosecha, a partir de la selección simultánea de las características evaluadas, utilizando pesos distintos para cada uno de ellos (altura de planta – 30, inserción de mazorca – 30 y peso de mazorca – 50). Los análisis fueron procesados en el programa InfoStat versión 2020 (Di Rienzo et al, 2020).

4.5. Variables evaluadas

Las siguientes variables fueron registradas en plantas de la población seleccionada, así como de la población original.

- **Altura de planta:** Este carácter se midió en centímetros, desde el cuello hasta el ápice, en las plantas seleccionadas, a los 30, 60 y 90 días, transcurrida la siembra.
- **Altura de inserción de la mazorca:** Se midió desde el cuello de la raíz hasta la inserción de la mazorca a la madurez fisiológica; en caso de existir más de una mazorca, hasta la base de la primera.
- **Número de hojas a la floración:** Se contabilizaron el número de hojas después de la floración masculina y femenina.

- **Longitud de mazorca:** Se midió el largo de la mazorca desde la base hasta la punta de la misma, utilizando un calibrador, los valores promedios fueron registrados en centímetros.
- **Diámetro de la mazorca:** Se midió el diámetro ecuatorial o central en la parte más ancha de la mazorca sin envoltura, utilizando un calibrador; también se tomó el diámetro de la punta o inferior y el diámetro basal o superior, solo como datos informativos. Estos datos fueron evaluados en 10 mazorcas seleccionadas cuando el grano alcanzó una humedad promedio de 13% y serán expresados en mm.
- **Número de hileras por mazorca:** Se contabilizaron las hileras de grano en la parte central de las mismas, en una muestra de 10 mazorcas.
- **Número de granos por hilera de mazorca:** Se contó el número de granos de tres hileras por mazorca, para registrar el promedio.
- **Peso de 100 granos:** Se pesaron 10 mazorcas por cada parcela, las cuales fueron desgranadas manualmente y se contaron 100 granos de semillas utilizando una balanza de precisión; valor que fue expresado en gramos (g).

4.6. Manejo específico del experimento

- **Preparación del terreno:** Se realizaron trabajos de limpieza, labores de arado y rastrillado, el área para la demarcación de las parcelas, para posteriormente instalar las líneas de riego con sus respectivos goteros
- **Desinfección de semilla:** Se utilizó como desinfectante de semilla Semevin, aplicando 3 centímetros cúbicos del producto por 1000 semillas.
- **Riego:** El riego fue por goteo y previo a la siembra se instalaron las cintas netafin, con sus respectivos goteros que fueron ubicados cada 20cm, con sus válvulas y conectados a una bomba de agua y se realizaron los riegos de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo.

- **Siembra:** Se aplicó el método de siembra manual, será con la ayuda de un espeque, los hoyos se realizaron a las distancias de 0,30; 0,40; 0,50 y 0,60 m entre plantas y 1 metro entre hilera, colocando dos semillas por sitio.
- **Fertilización:** Para la fertilización se empleó Mix Pac en tres aplicaciones 15-13-17 (N-P-K) (2qq/ha) al inicio del cultivo, 28-0-36 (N-P-K) en su fase de desarrollo y 28-0-16 (N-P-K) a los 35 días, según recomendaciones del INIAP-Portoviejo.
- **Control de malezas:** Se aplicaron herbicidas premergentes: Alapac, más Butryn 500 centímetros cúbicos más 1 litro de Gramoxone por tanque, posteriormente se realizaron deshierbas controles manuales, utilizando para ello el machete.
- **Controles fitosanitarios:** Se lo realizó de acuerdo al criterio técnico del tutor de la investigación de la FIAG.
- **Cosecha:** Se procedió cuando las variedades de maíces criollos completan su ciclo fisiológico y las mazorcas muestran su secamiento.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis descriptivo de la población seleccionada y la población original

En la Tabla 1, se muestran un análisis descriptivo de las variables registradas en la población original y la población seleccionada. La variable peso de mazorca registró la mayor variación tanto en la población original (CV: 34,47%) como en la seleccionada (CV: 40,27%), mientras que, la variable inserción de mazorca en la población original (CV: 6.01%) y altura de planta en la población seleccionada (CV: 5.09%) (Tabla 1). De esta manera, es posible verificar una amplia variabilidad en el tamaño de la mazorca que podría ser explorada mediante el uso de métodos de selección. En la comparación entre la población original y la población seleccionada utilizando la prueba de t de Student, las variables altura de planta, inserción de mazorca y peso de semilla mostraron diferencias altamente significativas ($P<0,01$), en cuanto que, mostraron diferencias significativas ($P<0,05$) en las variables peso de mazorca y diámetro de mazorca.

En proceso de selección masal, fue posible verificar que la altura de planta e inserción de mazorca se redujeron en las plantas seleccionadas en un 10%, mientras que las variables relacionadas al rendimiento registraron la media superior en al menos 10,5% a la población original (Tabla 1). La variable altura de que no presentó una elevada variación respondió a la selección. Estos resultados muestran que es posible realizar selecciones en las poblaciones de maíz criollo, que con una sola selección ya se evidencia una respuesta positiva.

Experiencias mexicas de utilizando la selección masal evidencian el progreso genético utilizando este método de selección en poblaciones criollas. Según López-Morales et al. (2017), la productividad y calidad industrial del maíz Tuxpeño con 19 ciclos ('C19') de selección masal visual, incremento los rendimientos en un 45.7%, en las condiciones agroclimáticas de Montecillo Estado de México. En otro estudio, se observó que el maíz Tuxpeño V-520C con 19 ciclos (C19) de selección masal visual aumentó el rendimiento de grano hasta en un 67.0 % con respecto al ciclo cero (C0), mientras que el Compuesto Universal de la raza Chalqueño (CU) superó al C19 en 34.7 %, con granos de mayor tamaño (López-Morales et al., 2021).

Tabla 1. Análisis descriptivo de las características de la planta y de la mazorca evaluadas en la población original y una población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

Variables	Población Original (n=170)					Población Seleccionada (n= 200)					Valor t	p-valor
	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx	Media	D.E.	CV(%)	Mín	Máx		
Altura de planta (cm)	3,07	0,22	7,166	2,6	3,44	2,75	0,14	5,091	2	3	16,62	<0,0001
Inserción de mazorca (cm)	1,81	0,11	6,077	1,55	2,05	1,63	0,1	6,135	1,2	1,9	15,85	0,0001
Número de hojas	12,75	0,91	7,137	11	15	12,81	1,15	8,977	11	15	-0,54	0,5884
Peso de mazorca (g)	87,45	30,14	34,47	20	150	96,67	38,93	40,27	2	258	-2,56	0,0107
Diametro de mazorca (cm)	4,11	0,48	11,68	2,9	5,6	4,26	0,9	21,13	2	14	-2,02	0,0441
Longitud de mazorca (cm)	12,29	1,45	11,8	7,6	16,3	12,56	1,76	14,01	4,4	18,5	-1,61	0,1088
Peso de tusa (g)	13,15	3,71	28,21	6	26	13,89	5,54	39,88	2	42	-1,53	0,1275
Peso de semillas (g)	74,29	28,21	37,97	12	130	83,18	35,23	42,35	1	216	-2,69	0,0075
Número de líneas	14,89	2,08	13,97	10	20	15,26	2,51	16,45	3	20	-1,54	0,1245

En análisis de varianza en la población seleccionada no mostró diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) para ninguna de las variables evaluadas entre las parcelas donde se realizaron las selecciones (Tabla 2). Esto muestra que es posible realizar selecciones en diferentes densidades poblacionales, siendo que estas no influyen en las características de la planta, ni de la mazorca.

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en la población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios								
		AP	NH	IM	PM	NL	DM	LM	PT	PS
Parcela	3	0,0037 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,009 ^{ns}	18,27 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,33 ^{ns}	2,75 ^{ns}	15,22 ^{ns}
Bloque	6	0,0022	0,12	0,0027	580,57	1,76	0,06	0,71	8,06	453,32
Error	11	0,0024	0,34	0,0019	579,86	2,17	0,27	0,60	9,19	424,44

GL: grado de libertad; **ns:** no significativo. **AP:** Altura de planta (cm); **NH:** Número de hojas; **IM:** inserción de mazorca (cm); **PM:** Peso de Mazorca (g); **NL:** Número de líneas; **DM:** Diámetro de mazorca (cm); **LM:** Longitud de mazorca (cm); **PT:** Peso de tusa (g); **PS:** Peso de semillas (g).

Así también, en Cuba, se han obtenido poblaciones mejoradas de maíz mediante el fitomejoramiento participativo, donde se obtienen por los productores a nivel local y en condiciones de polinización abierta, poblaciones de maíz con caracteres morfológicos que muestran un comportamiento estable después de varios ciclos de selección y mejoramiento (Roca et al., 2013).

Las poblaciones de maíz Tuxpeño de ciclos avanzados de selección para adaptación a Valles Altos (México) aumentaron su rendimiento con respecto a las poblaciones originales; aunque éstas no superaron ni igualaron el rendimiento de los testigos locales, constituyen variedades de ciclo intermedio adaptadas a Valles Altos con avances de hasta cinco veces el rendimiento de los compuestos de los ciclos originales. Los componentes del rendimiento longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras, y número de granos por hilera aumentaron su valor por el proceso de selección (Santiago-López et al., 2020).

El proceso de adaptación al Altiplano Central de México, por selección masal en genotipos de maíz exótico, modificó la morfología en precocidad a floración, longitud y

ramificación de espiga central, forma de mazorca, número de granos por hileras de mazorca y cantidad de hileras por mazorca (Velasco-García et al., 2020).

En la Tabla 3, se presentan las correlaciones del coeficiente de Pearson ($P < 0.05$) para identificar la relación entre las variables evaluadas en la población original. Como se puede observar la altura de planta está correlacionada positivamente con la inserción de mazorca ($r = 0,96$) y el número de hojas ($r = 0,32$). Mientras que las variables del componente del rendimiento, se encuentran relacionadas positivamente. El peso de mazorca está correlacionado con el número de líneas ($r = 0,44$), diámetro ($r = 0,69$), longitud ($r = 0,48$), peso de tusa ($r = 0,57$) y peso de semilla ($r = 0,99$).

Coefficientes de correlación fenotípica significativos entre la altura de planta e inserción de mazorca ($r = 0,81^{**}$) también fueron encontrados por Hernández et al. (2016) en la evaluación de líneas S1 en una población segregante de maíz tropical.

El número de líneas está relacionado con el diámetro de la mazorca ($r = 0,51$), peso de tusa ($r = 0,21$) y peso de semilla ($r = 0,44$). El diámetro de mazorca está relacionado con la longitud de mazorca ($r = 0,19$), peso de tusa ($r = 0,41$) y peso de semilla ($r = 0,68$). La longitud de mazorca está relacionada con el peso de tusa ($r = 0,53$) y peso de semilla ($r = 0,44$). El peso de tusa con el peso de semilla ($r = 0,47$).

El análisis de correlación para estimar el grado de asociación de las variables en la población seleccionada (Tabla 3), mostró correlaciones positivas y significativas ($P < 0,05$) en la altura de planta con la inserción de mazorca ($r = 0,36$). El peso de mazorca fue correlacionado con el número de líneas ($r = 0,43$), diámetro ($r = 0,56$), longitud ($r = 0,53$), peso de tusa ($r = 0,65$) y peso de semilla ($r = 0,99$). El número de líneas está relacionado con el diámetro de la mazorca ($r = 0,30$), peso de tusa ($r = 0,27$) y peso de semilla ($r = 0,43$). El diámetro de mazorca está relacionado con el peso de tusa ($r = 0,35$) y peso de semilla ($r = 0,54$). La longitud de mazorca está relacionada con el peso de tusa ($r = 0,59$) y peso de semilla ($r = 0,48$). El peso de tusa con el peso de semilla ($r = 0,54$). En esta investigación la mayoría de las características evaluadas estuvieron correlacionadas tanto en la población original como en la población mejorada. Se observó que la correlación significativa entre altura de planta y la inserción de mazorca se redujo en la selección.

Tabla 3. Análisis de correlación del coeficiente de correlación de Pearson (Probabilidades / Coeficientes - $P < 0,05$) para identificar la relación entre las variables evaluadas en la población original y la población seleccionada.

Población seleccionada									
	AP	IM	NH	PM	NL	DM	LM	PT	PS
AP	1	1,60E-07	0,95	0,43	0,56	0,28	0,28	0,45	0,42
IM	0,36	1	0,31	0,87	0,59	0,87	0,25	0,52	0,97
NH	4,20E-03	0,07	1	0,17	0,99	0,11	0,89	0,77	0,24
PM	0,06	-0,01	-0,1	1	2,30E-10	0	0	0	0
NL	-0,04	-0,04	9,00E-04	0,43	1	1,60E-05	0,18	1,10E-04	3,30E-10
DM	0,08	0,01	-0,11	0,56	0,3	1	0,39	3,30E-07	0
LM	-0,08	-0,08	0,01	0,53	0,1	-0,06	1	0	1,10E-12
PT	-0,05	-0,05	-0,02	0,65	0,27	0,35	0,59	1	0
PS	0,06	3,10E-03	-0,08	0,99	0,43	0,54	0,48	0,54	1

Población original									
	AP	IM	NH	PM	NL	DM	LM	PT	PS
AP	1	0	2,20E-05	0,94	0,4	0,14	0,23	0,37	0,85
IM	0,96	1	3,70E-05	0,91	0,37	0,14	0,25	0,55	0,85
NH	0,32	0,31	1	5,00E-01	0,58	0,22	0,35	0,47	0,53
PM	0,01	0,01	0,05	1	1,60E-09	0	4,30E-11	0	0
NL	0,06	0,07	-0,04	0,44	1	0,00E+00	0,15	1,00E-02	1,30E-09
DM	0,11	0,11	0,1	0,69	0,51	1	0,01	2,00E-08	0
LM	-0,09	-0,09	0,07	0,48	0,11	0,19	1	0	1,80E-09
PT	-0,07	-0,05	0,06	0,57	0,21	0,41	0,53	1	7,00E-11
PS	0,01	0,02	0,05	0,99	0,44	0,68	0,44	0,47	1

AP: Altura de planta (cm); **NH:** Número de hojas; **IM:** inserción de mazorca (cm); **PM:** Peso de Mazorca (g); **NL:** Número de líneas; **DM:** Diámetro de mazorca (cm); **LM:** Longitud de mazorca (cm); **PT:** Peso de tusa (g); **PS:** Peso de semillas (g).

En México, Velasco-García et al. (2020), evaluando el rendimiento y sus componentes en poblaciones representativas de razas de maíz originarias del trópico y subtrópico adaptadas por selección masal recurrente, encontraron que correlaciones positivas y significativas del rendimiento con el índice de prolificidad ($r = 0.67$), longitud ($r = 0.64$), diámetro de mazorca ($r = 0.65$) y número de granos por hilera ($r = 0.64$). Los mismos autores mencionan que se debe considerar tales componentes en la selección para rendimiento del maíz.

Álvarez (2015) evaluando 18 líneas de maíz en Brasil encontró correlaciones positivas / negativas en la altura planta con el diámetro de mazorca ($r = 0,60 *$). De las correlaciones positivas altamente significativas, presta interés la alta relación entre AP- DM pudiéndose definir como un aspecto positivo para la selección, ya que se podría esperar una reducción de las mismas, con una ganancia en tiempo de maduración y en tamaño de planta. Además, se observó que la altura de planta y su inserción de la mazorca presentaron una correlación positiva ($r = 0,74$); es decir, a medida que aumenta la altura de la planta, la altura de su primera mazorca también.

Esto concuerda con lo señalado por Martínez et al. (2010), quien manifiesta que, este tipo de correlaciones son las más frecuentes en maíz. Las correlaciones significativas entre algunos caracteres, se debe a que ellos probablemente representen diferentes vías para medir el mismo carácter, aunque también se puede deber a una relación estructural o del desarrollo, como la relación entre la altura de planta con la altura de inserción de la mazorca, las variables correlacionadas son de interés porque están en conexiones con las causas genéticas de correlación, además algunos caracteres correlacionados podrían ser descartados; mientras que, otras correlaciones podrían ser dependientes de un germoplasma.

5.2. Selección de plantas previo a la antesis

El análisis de variancia del diferencial de selección, estimado entre las medias de la población original y la población seleccionada en cada parcela, no registró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas (Tabla 4).

Evidenciando que las distintas densidades poblacionales no interfieren en la selección de características de la planta, ni de la mazorca.

Tabla 4. Cuadrados medios del análisis de varianza del diferencial de selección para cada una de las variables evaluadas en la población seleccionada de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios								
		AP	NH	IM	PM	NL	DM	LM	PT	PS
Parcela	3	0,03 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,0018 ^{ns}	63,32 ^{ns}	3,89 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,94 ^{ns}	64,11 ^{ns}
Bloque	5	0,02	0,16	0,0047	1596,3	6,06	0,25	1,51	17,27	1242,8
Error	8	0,01	0,74	0,01	435,28	2,21	0,13	1,03	6,5	343,18

GL: grado de libertad; **ns:** no significativo. **AP:** Altura de planta (cm); **NH:** Número de hojas; **IM:** inserción de mazorca (cm); **PM:** Peso de Mazorca (g); **NL:** Número de líneas; **DM:** Diámetro de mazorca (cm); **LM:** Longitud de mazorca (cm); **PT:** Peso de tusa (g); **PS:** Peso de semillas (g).

Tong (1978) en un estudio recolectó muestras de maíces criollos que se cultivan en el Distrito Baralt del Estado Zulia (Venezuela), las cuales con estas muestras representativas, se formó un compuesto de maíces criollos, el cual constituyó la población original y la población seleccionada, encontrando que la selección masal es un método eficaz para modificar favorablemente la producción, debido a que se obtuvieron respuestas significativas en cada uno de los ciclos de selección, respecto a la población original en ambas épocas de siembra. De esta manera, las comparaciones entre las poblaciones seleccionadas y la original, indicaron un incremento total de 37,3 % para la primera época y un 19,3 %, para la segunda época, donde la altura de mazorca respondió a la selección solamente en la primera época, ya que en la segunda época las respuestas fueron variables, tendiendo a ser nulas, de la misma forma, la altura de planta respondió mejor a la selección en la primera época que en la segunda época.

El diferencial de selección obtenido en la variable altura de planta, en las parcelas P12D30 y P34D30 se obtuvieron reducciones de altura de más de 50 cm, mientras que las parcelas P15D60 y P5D60 registraron menores reducciones de altura de planta (< 20 cm) (Tabla 5). En el número de hojas, 10 parcelas (58,5%) no mostraron diferencias entre la población original y la seleccionada, en cuanto que las parcelas P4D30, P5D60, P18D50 y

P20D40 incrementaron una hoja en las selecciones, y solamente la P9D40 tuvo una reducción de dos hojas en las plantas seleccionadas (Tabla 5). En la variable inserción de mazorca, las parcelas P12D30 y P16D30 mostraron la mayor reducción de la inserción con 30 y 29 cm, respectivamente (Tabla 5).

Según Magdaleno-Hernández et al. (2016), sólo 4 % de los campesinos de la comunidad de Pueblo Nuevo ubicada, en el Valle de Acambay, Estado de México seleccionan su semilla antes y después del ciclo agrícola (preselección), al cosechar mazorcas previamente marcadas y quienes emplean esta variante son los que tienen formas o tipos de maíz con características particulares (altura de la planta y tamaño de mazorca).

En las variables componentes del rendimiento, el número de líneas aumentó hasta más de dos líneas en algunas selecciones (P2D40, P22D30, P34D30 y P4D30); mayores valores de diámetro de mazorca fueron encontrados en las parcelas P34D30 y P4D30, con valores de 0,65 y 0,67 cm, respectivamente (Tabla 6). En la longitud de mazorca, cinco parcelas (29,4%) mostraron el diferencial de selección superior a 1 cm, registrando el mayor valor la parcela P34D30 con 2.48 cm (Tabla 6).

Así también, Rodríguez (2013) menciona que en estudios realizados encuentra alta significación estadística en las medias en de la población seleccionada siendo los promedios obtenidos para las dos variables de altura de planta, inserción de mazorca son de 2,46 m y 1,52 m. Además, manifiesta que es recomendable tener mayor altura de planta y altura de mazorca, en vista que está muy correlacionado en forma positiva con el rendimiento; también es de interés agronómica que la altura a la mazorca sea uniforme (1,5 m) para el proceso de cosecha en maíz choclo o en maíz para grano seco.

Las parcelas P34D30, P4D30, P33D60, P2D40 y P28D50 mostraron mejor diferencial de selección en el peso de mazorca, peso de semilla y peso de tusa (Tabla 7). Este comportamiento muestra la relación directa que tienen estas variables.

Tabla 5. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds), en las variables altura de planta, número de hojas e inserción de mazorca, en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

Parcela	Altura de planta (cm)				Número de hojas				Inserción de mazorca (cm)		
	Fo	Fs	ds		Fo	Fs	ds		Fo	Fs	ds
P2D40	3,0±0,24	2,71±0,18	-0,31		12,7±0,82	12,4±1,07	0		1,78±0,12	1,58±0,13	-0,20
P4D30	2,8±0,18	2,61±0,33	-0,20		12,5±0,85	13±0,82	1		1,67±0,1	1,69±0,21	0,02
P5D60	2,8±0,17	2,77±0,14	-0,10		12,1±0,74	13,33±1	1		1,72±0,07	1,54±0,21	-0,18
P9D40	3,1±0,17	2,83±0,1	-0,35		13,5±0,71	12±1,1	-2		1,87±0,09	1,7±0,13	-0,17
P10D50	2,9±0,18	2,75±0,1	-0,23		12,5±1,08	12,73±1,1	0		1,76±0,09	1,63±0,06	-0,13
P12D30	3,3±0,14	2,77±0,13	-0,54		12,7±0,82	12,57±0,98	0		1,94±0,09	1,64±0,08	-0,30
P15D60	2,9±0,22	2,79±0,16	-0,15		12,9±0,99	12,7±0,95	0		1,74±0,1	1,64±0,08	-0,10
P16D30	3,2±0,23	2,79±0,13	-0,44		13±0,94	12,73±1,27	0		1,9±0,13	1,61±0,1	-0,29
P18D50	3,1±0,22	2,74±0,17	-0,41		12,1±0,88	13,4±1,26	1		1,84±0,11	1,61±0,09	-0,23
P20D40	3,0±0,15	2,75±0,09	-0,32		12,9±0,88	13,64±1,12	1		1,79±0,08	1,61±0,05	-0,18
P22D30	3,2±0,16	2,72±0,17	-0,48		12,2±0,79	12,4±0,84	0		1,87±0,09	1,63±0,08	-0,24
P23D60	3,14±0,16	2,77±0,07	-0,37		11,7±0,67	11,67±0,5	0		1,83±0,11	1,61±0,08	-0,22
P27D40	3,08±0,16	2,79±0,11	-0,29		13±0,47	13,2±1,03	0		1,8±0,08	1,61±0,1	-0,19
P28D50	3,06±0,17	2,73±0,07	-0,33		13±0,82	12,4±0,84	-1		1,79±0,1	1,62±0,06	-0,17
P30D30	3,±0,27	2,75±0,1	-0,27		13,4±0,52	13,1±1,45	0		1,8±0,13	1,66±0,08	-0,14
P33D60	2,9±0,1	2,74±0,17	-0,23		13,3±0,82	12,8±1,55	-1		1,74±0,05	1,65±0,11	-0,09
P34D30	3,1±0,16	2,65±0,13	-0,53		13,2±0,63	13,2±1,03	0		1,86±0,1	1,65±0,1	-0,21

Tabla 6. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds) de las variables número de líneas, diámetro de mazorca y longitud de mazorcas evaluadas en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

Parcela	Número de líneas			Diámetro de mazorca (cm)			Longitud de mazorca (cm)		
	Fo	Fs	Ds	Fo	Fs	Ds	Fo	Fs	ds
P2D40	15,8±1,87	18,3±2,45	2,5	4,25±0,27	4,28±0,39	0,03	12,36±1,69	12,9±1,68	0,54
P4D30	13,1±2,33	16,86±2,19	3,76	3,93±0,55	4,6±0,62	0,67	12,19±2,12	13,17±1,05	0,98
P5D60	16,2±2,04	15,44±2,46	-0,76	4,45±0,44	4±0,3	-0,45	12,57±1,64	11,72±1,95	-0,85
P9D40	14,4±2,27	15,33±3,2	0,93	4,08±0,42	4,42±0,35	0,34	12,55±1,94	11,42±1,41	-1,13
P10D50	15,2±1,93	14,18±2,6	-1,02	4,08±0,45	4,07±0,37	-0,01	12,95±1,15	12,25±0,78	-0,7
P12D30	14,6±1,9	13,71±2,75	-0,89	4,41±0,51	4,2±0,44	-0,21	11,75±1,85	11,64±0,92	-0,11
P15D60	15,3±1,83	14,2±2,39	-1,1	4,04±0,48	4,08±0,44	0,04	13,38±1,33	12,76±1,56	-0,62
P16D30	15,2±0,92	15,27±1,49	0,07	4,42±0,36	4,23±0,42	-0,19	12,68±1,28	11,37±1,6	-1,31
P18D50	15,5±1,65	15±2	-0,5	3,98±0,61	3,94±0,8	-0,04	11,82±1,07	13,22±1,59	1,4
P20D40	15,4±2,32	14,64±1,43	-0,76	3,78±0,43	3,84±0,33	0,06	12,41±1,2	11,95±0,9	-0,46
P22D30	14,1±1,91	16,6±2,12	2,5	4,08±0,33	4,28±0,45	0,2	11,56±0,93	12,82±1,6	1,26
P23D60	16,7±2,21	14,33±1,22	-2,37	4,23±0,45	4,47±0,51	0,24	11,81±1,3	12,42±1,58	0,61
P27D40	13,8±1,99	15,6±1,58	1,8	3,9±0,37	4,12±0,47	0,22	12,5±1,26	12,77±1,61	0,27
P28D50	14±2,11	15,8±2,15	1,8	3,85±0,7	4,33±0,34	0,48	11,91±1,05	13,16±1,65	1,25
P30D30	14,8±1,69	11,56±4,75	-3,24	4,08±0,4	3,27±0,84	-0,81	12,07±1,12	11,96±1,69	-0,11
P33D60	14,9±2,02	14,9±1,66	0	4,12±0,49	4,51±0,5	0,39	12,3±1,87	13,38±2,08	1,08
P34D30	14,2±2,2	16,8±1,4	2,6	4,21±0,45	4,86±0,64	0,65	12,13±0,94	14,61±2,02	2,48

Tabla 7. Media de la población original (F0) y población seleccionada (Fs), diferencial de selección (ds) de las variables peso de mazorca, tusa y semillas evaluadas en parcelas de maíz criollo. Lodana, Santa Ana, Manabí, 2021.

	Peso de Mazorca (g)			Peso de tusa (g)			Peso de semillas (g)		
Parcela	Fo	Fs	peso	Fo	Fs	tusa	Fo	Fs	semilla
P2D40	85,8±20,67	113,6±26,18	27,8	13,8±5,69	17,2±6,55	3,4	72±18,9	96,3±23,49	24,3
P4D30	83,8±47,81	121,57±37,88	37,77	14±3,89	16,29±5,59	2,29	69,8±45,47	105,29±35,15	35,49
P5D60	105,2±24,19	84,22±24,67	-20,98	14,6±3,66	11,33±3,74	-3,27	90,6±21,81	72,89±24,7	-17,71
P9D40	87,2±28,24	95±31,46	7,8	12,6±3,89	12,5±3,45	-0,1	74,6±25,79	82,5±30,21	7,9
P10D50	90,8±30,66	88,36±26,53	-2,44	13,4±4,33	11,09±2,26	-2,31	77,4±28,35	77,27±25,79	-0,13
P12D30	88,6±30,93	88,29±29,38	-0,31	13,2±3,43	12,86±3,63	-0,34	75,4±28,32	75,43±29,02	0,03
P15D60	87,6±30,46	86,6±29,87	-1	13,6±3,63	12,4±2,46	-1,2	74±28,13	74,2±29,64	0,2
P16D30	100,6±21,77	86,55±20,38	-14,05	13,8±3,33	13,82±3,28	0,02	86,8±20,66	72,73±19,29	-14,07
P18D50	78±33,73	92±41,54	14	13,2±3,68	12±4,71	-1,2	64,8±31,65	80±37,77	15,2
P20D40	66,8±26,2	66,18±26,28	-0,62	10,9±2,69	11,09±2,26	0,19	55,9±24,88	55,09±26,96	-0,81
P22D30	88±19,71	92,2±27,62	4,2	12,3±3,27	13,8±4,57	1,5	75,7±19,57	78,4±26,14	2,7
P23D60	88,4±19,93	108,22±36,87	19,82	12±2,98	16,44±7,06	4,44	76,4±18,13	91,78±31,52	15,38
P27D40	78,4±34,7	98,4±28,11	20	13±4,03	14±4,99	1	65,4±31,5	85±29,23	19,6
P28D50	80,6±36,49	106,4±32,79	25,8	10,8±3,55	14,6±4,62	3,8	69,8±35,76	91,8±28,81	22
P30D30	97,8±32,09	41±33,67	-56,8	13,6±1,26	9,9±6,01	-3,7	84,2±31,91	34,56±30,53	-49,64
P33D60	91±34,94	120,4±42,52	29,4	14±2,98	17,2±7,67	3,2	77±32,8	103,2±37,53	26,2
P34D30	88±29,09	154,6±58,01	66,6	14,8±5,01	22,4±9,51	7,6	73,2±25,18	132,2±52,56	59

Vega (2014) Reporta en su trabajo de tesis conducido en Vilcashuaman (México) a 3050 msnm características del maíz criollo de libre polinización, denominado blanco amiláceo como un cultivar de características homogéneas en la mazorca, como longitud de mazorca de 12.cm, número de hileras 8, diámetro de mazorca 4.2 cm, peso de mazorca de 145.5 g y peso de 1000 semillas de un valor de 807.g. Además, indica que las variables mencionadas son modificadas por el ambiente, básicamente por el manejo agronómico presentando una plasticidad fenotípica en sus características. Los valores de peso de mazorca y peso de grano por mazorca en promedios de 160.7g y 154.1 g. respectivamente. Acosta (2014) menciona, que las principales razones por la cuales el método de selección masal le había resultado ineficaz para mejorar el rendimiento, coinciden que entre los problemas más importantes figuraban la imposibilidad de diferenciar si una planta es individualmente más productiva por acción del medio ambiente o por su herencia misma. Media de la población original y población seleccionada sobre las variables peso de mazorca, tusa y semillas evaluadas reportó una ganancia de 10.52% por ciclo en rendimiento de una población seleccionada.

5.3. Selección de plantas al momento de la cosecha

Al momento de la cosecha se identificaron las mejores plantas y se aplicó una intensidad de selección de 2,69% (188 plantas seleccionadas), buscando la identificación de las mejores plantas que fueron seleccionadas al momento de la cosecha, se utilizaron las variables altura de planta, inserción de mazorca y peso de la mazorca, para la selección de plantas mediante el índice de la suma de los ranks (Mulamba y Mock, 1978). El resultado de la selección se presenta en el Anexo 1.

De acuerdo, con los criterios establecidos en la selección, la suma de los ranks obtuvo un rango de 44 a 506 para las plantas P37D50-40 y P4D30-6, respectivamente. Según Magalhães-Bertini et al. (2010), el menor valor de los ranks indica una combinación más favorable entre todos los caracteres establecidos y el mayor valor es una combinación desfavorable presentando valores por debajo del requerido para el mejoramiento genético.

De esta manera, aplicando una intensidad de selección del 10,6%, se seleccionaron 20 plantas (P37D50-40, P37D50-12, P37D50-14, P37D50-68, P37D50-54, P37D50-11, P37D50-65, P13D40-2, P37D50-6, P37D50-9, P25D60-3, P37D50-32, P37D50-45, P37D50-23, P37D50-24, P37D50-63, P37D50-58, P37D50-3, P31D40-1 y P6D20-1) que registraron los mejores índices variando de 44 a 135. Estas plantas serán plantadas para continuar con los procesos de evaluación y selección.

En un estudio realizado por Magdaleno-Hernández et al. (2016) en el Valle de Acambay, Estado de México, para identificar el método de selección de semilla de maíz de variedad criolla y las características físicas de la mazorca, encontraron que las características que toman en cuenta los campesinos para seleccionar su semilla son tamaño de mazorca (70 %), mazorcas con olote delgado (18 %), sanidad de la mazorca (8 %), otro color diferente (4 %).

La técnica de selección de semilla que realizan los campesinos en el Valle de Acambay, Estado de México es aceptable, aunque se pueden agregar algunas medidas: realizar la práctica de selección antes, durante y después de la cosecha, con la cual es posible identificar plantas sanas (tallos fuertes, altura de planta y mazorca ideal, llena y grande, entre otros) (Magdaleno-Hernández et al., 2016).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis de los resultados y de la discusión de los mismos se concluye lo siguiente:

- Existe una amplia variación fenotípica en el peso de mazorca del maíz criollo.
- Las variables altura de planta, inserción de mazorca, peso de mazorca y semillas, y diámetro de mazorca mostraron una respuesta positiva a la selección.
- Las diferentes densidades poblacionales no tuvieron ninguna influencia en las características de la planta, ni de la mazorca en el momento de la selección.
- La estrategia de selección previo a la antesis permitió identificar 200 plantas de maíz criollo que presentaron mejor diferencial de selección en las características de la planta y la mazorca.
- La aplicación del índice de la suma de los ranks con las plantas seleccionadas al momento de la cosecha, permitió la selección de 20 plantas de maíz criollo.
- La selección masal estratificada se muestra como una técnica eficaz en la selección de plantas de maíz criollo con menor altura de planta e inserción de mazorcas, así como, con mejores características de mazorca.

Se recomienda lo siguiente:

- Continuar con el establecimiento y evaluación de las progenies obtenidas en este estudio para avanzar con los ciclos de selección masal estratificada en el maíz criollo.
- Incorporar material genético oriundos de otras localidades que aún cultivan el maíz criollo para enriquecer el acervo genético en las poblaciones que están siendo seleccionadas y mejoradas en la FIAG.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, M. (2014). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque.
- Acosta, R., Colomer, A., Ríos, H., & Martínez, M. (2013). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de polinización abierta en el Municipio Batabanó, Provincia de Mayabeque. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*.
- Allard, P. (2012) *Principios de mejora genética de las plantas*. Informe genético del cultivo de maíces nativos, Barcelona, España: Editorial Omega 6ta edición.
- Álvarez, G. 2015. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. México DF., MX. Limusa. 120 p
- Arboleda, M. (2016). «Interacción genotipo-ambiente. Selección masal en diferentes ambientes.» *V Reunión de maiceros de la zona andina*. Cochabamba, Bolivia: Editorial Ares. Pág. 84.
- Betancour, A. (2015). *Selección masal moderna de una variedad de maíz de riego en la región Pabellón*. Informe Técnico de Selección masal en maíz criollo, Chapingo, México: Editorial Universidad ENA.
- Biasuti, G. (2011). *Efecto de la selección en diferentes ambientes y densidades de siembra en maíz criollo*. VI Jornadas de investigación de Ciencias Agropecuarias, Chapingo, México: Secretaría de Ciencias y Técnica. Facultad de Ciencias Agropecuarias de México.
- Brauer, A. (2014). *Informe de fitogenética aplicada a variedades de maíces criollos*. Informe tecnológico de mejoramiento en maíz, Trujillo, Perú: Editorial Piura.
- Brito, M. (2017). *Respuesta de diez cultivares de maíz bajo las condiciones del Valle del Río Portoviejo*. Portoviejo, Ecuador: Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí.
- Castellón, C. (2016). «Usos de parámetros de estabilidad como criterio de selección masal en maíces cristalinos de la Sierra de Chihuahua.» *Revista de la Escuela de Agricultura de Guadalajara*: Pág. 89.
- Coyac, J. (23 de Octubre de 2013). *La selección masal permite aumentar el rendimiento sin agotar la variabilidad genética aditiva del maíz* (<http://www.scielo.org.mx/scielo>). (último acceso: 18 de Julio de 2019).
- Duvick, G. (2012). *Continuos backcrossing to transfer prolificacy to single eared inbred line maize*. Informe basal de la extrusión de estilos en la producción de maíz nativo, Oregon. EE.UU.: Editorial Crops Science.

FAO. (2018). «Maiz en la nutrición humana.» *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*: Pág. 12-15.

García. M. (2014). «Evaluación de métodos de selección masal modificada en la variedad de maíz Lanchero.» *VII Congreso Nacional de Fitogenética*. Monterrey, México: Editorial Trillas. Pág. 83.

Hallauer. C. (2013). *Quantitative genetics in maize breeding*. Informe de investigaciones masales en maíz, Lova, EE.UU.: Lova State University Press Ames.

Herrera. K. (2017). *El cultivo de maíz en la provincia de Manabí*. Portoviejo, Ecuador: Ministerio de Agricultura y ganadería.

INTA. (2014). *Importancia fenológica de las variedades criollas de maíz de una región*. INT14, Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Jiménez, E., Carrillo, M. (2005) «Evaluación de dos híbridos y una variedad criolla de maíz, bajo tres distanciamientos de siembra en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. » [www.secsuelo.org/.../11.- %20Evaluacion%20de%20dos%20Hibridos.pd](http://www.secsuelo.org/.../11.-%20Evaluacion%20de%20dos%20Hibridos.pd). 21 de Octubre de 2015. Jim15 (último acceso: 11 de Julio de 2020).

López. L. (2011). *Modificación de la variedad sintética 2 (VS2) de maíz mediante selección masal*. Informe Técnico, Santa Ana, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica.

López, F., Vázquez, G., Molina, J., García, J., Corona, T., Cruz, S., Esquivel, G. (2017). Interacción genotipo-ambiente, estabilidad del rendimiento y calidad de grano en maíz Tuxpeño. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Numero 1, paginas 356.

López, F., Vázquez, G., García, J., Reyes, D., Bonilla, O., Esquivel, G., . . . Molina, J. (2021). Rendimiento y calidad del maíz Tuxpeño V-520C adaptado con selección masal a Valles Altos, México. *Fitotec México*. Numero 6, año 2011, paginas 56.

MAG. (2019) *Superficies de siembra del cultivo de maíz en la provincia de Manabí*. Portoviejo, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Martínez, M.; Ortiz, H.; Ríos, H.; Acosta, R. (2010). Análisis de las correlaciones en poblaciones cubanas de maíz. *Cultivos Tropicales*. 31(2): 82-91.

Magdaleno, E., Mejía, A., Martínez, T., Jiménez, M., Sanchez, J., & García, J. (2016). Selección tradicional de semillas de maíz criollo. 6/2016/45.

Magalhães Bertini, C.H.C.; Almeida, W.S.; Silva, A.P.M.; Lima, J.W.; Teófilo, E.M. (2010). Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. *Acta Scientiarum*. Agronomy, 32(4): 613-619.

- Mendoza. L. (2011). *Caracterización de las variedades criollas en Manabí*. Boletín Técnico sobre el cultivo de Maíz, Portoviejo, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Molina. A. (2014). *Selección masal visual estratificada en maíz*. Mol14, México D.F. : Editorial Talleres Gráficos de la Nación.
- Mulamba, N.N.; Mock, J.J. (1978). Improvement of yield potential of the method Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, 7: 40-51.
- Paliwal. R. (2013). Mejoramiento del maíz por selección recurrente. *INTA PERGAMINO*
- Paliwal. R (2013). «Maíz en los trópicos. Mejoramiento y Producción.» <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm>. Pal13 (último acceso: 14 de Agosto de 2020).
- Pérez. G. (2012). *Importancia de cultivares criollos en la producción de maíz en Manabí*. Portoviejo, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP-Portoviejo.
- Prior. R. (2014). *Yield performance of nonprolific and maize hybrids at six plant densities*. Informe técnico de selección masal en maíz, Baja California, USA: Editorial Crop Science.
- Rebolloza, H., Castillo, A., Carapia, V., Andrade, M., Villegas, O., Núñez, M., . . . Perdomo, F. (2016). Estimación de parámetros genéticos y selección de líneas S1 en una población segregante de maíz tropical. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- Ritchie. D. «Fenología del maíz.» www.fagro.edu.uy/~agromet/curso/1-2/te%F3rico%20FENO . 12 de Diciembre de 2013. Rit13 (último acceso: 21 de Agosto de 2020).
- Rodríguez, A. (2013). Comparación de dos tipos de selección en poblaciones de maíces criollos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.
- Santiago, N., García, J., Espinoza, A., Santiago, U., Esquivel, G., & Molina, J. (2020). Adaptación de maíz Tuxpeño a Valles Altos de México mediante selección masal. *Fitotec*.
- Salgado. J. (2013). *La conservación de maíces criollos en el marco de los sistemas agrícolas sostenibles, para el mantenimiento de la diversidad genética*. México D.F.: Centro internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Sevilla. S. (2014). «Evaluación de cuatro generaciones de selección de mazorca hilera modificada en una población de maíz de la Sierra del Perú.» *VII Reunión de maiceros de la zona andina*. Maracay, Venezuela: Editorial Thompson. Pág. 123.

Sprague. F. (2015). *The Quantitative Genetics of Heterosis*. Book of abstract the genetics and explotation of heterosis un crops, México D.F.: Editorial CIMMYT.

Tong, F. (2014). Tres ciclos de selección masal para rendimiento, altura de mazorca y altura de planta, en una variedad de maíz criollo del Estado Zulia. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 4(4). Recuperado a partir de <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25820>

Torregrosa. R. (2013). *Selección masal por prolificidad y rendimiento en las variedades de maíz*. Informe de fitotecnia del maíz, Palmira, Colombia: Editorial Fitotécnia Latinoamericana. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

UNAD. «Selección Masal.» *datateca.unad.edu.co/contenidos/30162/Curso_de_Fitomejoramiento/*. 20 de Diciembre de 2013. UNA13 (último acceso: 21 de Agosto de 2020).

Vasco, A., Medina, C. Morales & Vasco Mora. (2017). «Comportamiento Agronómico y Evaluación Económica de Híbridos de Maíz Cristalino Duro en Tres Zonas Agroecológicas del Litoral Ecuatoriano.» *Revista Siembra*: Pág. 1-74.

Vega. M. (2013). *Efecto del medio ambiente sobre la relación altura de mazorca, altura de planta de maíz* (*sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2205/*). (último acceso: 21 de Julio de 2019).

Vega, E. (2014) Aporques en el rendimiento y calidad del maíz amiláceo (*Zea mays* L. subsp. *Mays Amilácea*) Vilcashuaman 3050 msnm. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. UNSCH- Ayacucho.

Velasco, Á., García, J., Sahagún, J., Lobato, R., Sánchez, C., & Marín, I. (2019). Rendimiento, componentes de rendimiento y heterosis de germoplasma de maíz adaptado a Valles Altos. *Fitotec*.

Velasco, Á., García, J., Sahagún, J., Lobato, R., Sánchez, C., & Marín, I. (2020). Análisis de la variabilidad morfológica de maíces nativos y exóticos en Valles Altos de México. . *Fitotec*.

Villalobos. E. (2015).«Selección poblacional del maíz.» *Revista agrícola sobre el estudio de diferentes métodos de mejoramiento genético en Guadalajara*: Pág. 123.

Wilson. F. (2016). *Producción de cosechas* . Informe técnico de mejoramiento de maíz, Buenos Aires, Argentina: Editorial CECSA.

Zulia, M. (2014). Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Fitogenética Aplicada. México, Ed. Limusa*.

8. ANEXOS

Anexo 1. Sumatoria de los valores de clasificación el índice de la de suma de los ranks (Mulamba y Mock, 1978) en plantas de maíz criollo seleccionadas al momento de la cosecha.

Plantas	Altura (m)			Inserción de mazorca (m)			Peso de mazorca (g)			Suma de los Ranks
	Valor real	Valor estandarizado	Ranks	Valor real	Valor estandarizado	Ranks	Valor real	Valor estandarizado	Ranks	
P10D50-1	3,10	19,86	176	2,15	59,39	188	120,0	42,0	35	399
P12D30-1	3,00	12,41	160	1,80	5,57	108	94,0	-18,3	121	389
P12D30-2	2,85	1,23	111	1,80	5,57	109	98,0	-9,0	101	321
P12D30-3	2,90	4,95	126	1,80	5,57	110	103,0	2,6	76	312
P13D40-1	2,50	-24,87	7	1,70	-9,81	45	76,0	-60,0	173	225
P13D40-2	2,60	-17,41	23	1,60	-25,18	18	114,0	28,1	46	87
P13D40-3	7,75	366,54	188	1,60	-25,18	19	90,0	-27,5	131	338
P13D40-4	2,80	-2,50	79	1,75	-2,12	83	82,0	-46,1	163	325
P14D25-1	3,00	12,41	161	1,90	20,95	161	86,0	-36,8	146	468
P14D25-2	2,90	4,95	127	1,80	5,57	111	96,0	-13,6	113	351
P14D25-3	2,80	-2,50	80	1,90	20,95	162	112,0	23,4	52	294
P15D60-1	3,10	19,86	177	1,98	33,25	180	124,0	51,2	25	382
P15D60-2	2,70	-9,96	41	1,90	20,95	163	96,0	-13,6	114	318
P16D30-1	2,90	4,95	128	1,72	-6,73	67	92,0	-22,9	127	322
P17D20-1	2,80	-2,50	81	1,80	5,57	112	96,0	-13,6	115	308
P18D50-1	2,64	-14,43	31	1,55	-32,87	13	70,0	-73,9	178	222
P18D50-2	3,00	12,41	162	2,10	51,70	186	88,0	-32,2	136	484
P18D50-3	2,76	-5,48	66	1,72	-6,73	68	84,0	-41,4	156	290
P18D50-4	2,90	4,95	129	1,86	14,80	147	202,0	231,9	1	277
P19D50-1	2,80	-2,50	82	1,85	13,26	144	136,0	79,0	12	238
P19D50-2	2,85	1,23	112	1,80	5,57	113	132,0	69,8	17	242
P19D50-3	2,65	-13,69	34	1,70	-9,81	46	72,0	-69,2	177	257
P19D50-4	2,90	4,95	130	1,80	5,57	114	80,0	-50,7	166	410
P19D50-5	2,50	-24,87	8	1,45	-48,25	3	86,0	-36,8	147	158
P19D50-6	2,54	-21,89	17	1,55	-32,87	14	96,0	-13,6	116	147
P19D50-7	2,75	-6,23	60	1,70	-9,81	47	98,0	-9,0	102	209
P19D50-8	2,85	1,23	113	1,74	-3,66	74	100,0	-4,4	93	280
P1D50-1	2,65	-13,69	33	1,70	-9,81	40	86,0	-36,8	145	218
P1D50-10	2,50	-24,87	5	1,55	-32,87	12	94,0	-18,3	119	136
P1D50-2	2,50	-24,87	4	1,70	-9,81	41	84,0	-41,4	153	198
P1D50-3	2,90	4,95	121	1,90	20,95	152	96,0	-13,6	108	381

P1D50-4	2,80	-2,50	74	1,90	20,95	153	92,0	-22,9	124	351
P1D50-5	2,80	-2,50	75	1,64	-19,03	28	100,0	-4,4	90	193
P1D50-6	2,92	6,44	147	1,80	5,57	101	66,0	-83,1	183	431
P1D50-7	2,71	-9,21	54	1,70	-9,81	42	96,0	-13,6	109	205
P1D50-8	2,86	1,97	116	1,79	4,03	100	96,0	-13,6	110	326
P1D50-9	2,72	-8,47	56	1,52	-37,49	8	102,0	0,3	78	142
P20D40-1	3,10	19,86	178	1,70	-9,81	48	118,0	37,3	39	265
P20D40-2	2,80	-2,50	83	1,80	5,57	115	100,0	-4,4	94	292
P20D40-3	3,10	19,86	179	1,90	20,95	164	88,0	-32,2	137	480
P20D40-4	2,90	4,95	131	1,70	-9,81	49	92,0	-22,9	128	308
P21D25-1	2,50	-24,87	9	1,50	-40,56	5	94,0	-18,3	122	136
P21D25-2	2,95	8,68	150	1,90	20,95	165	106,0	9,5	69	384
P22D30-1	3,00	12,41	163	1,80	5,57	116	88,0	-32,2	138	417
P22D30-2	2,80	-2,50	84	1,90	20,95	166	90,0	-27,5	132	382
P22D30-3	3,20	27,32	187	2,00	36,32	183	94,0	-18,3	123	493
P22D30-4	2,70	-9,96	42	1,90	20,95	167	98,0	-9,0	103	312
P24D20-1	2,80	-2,50	85	1,68	-12,88	34	90,0	-27,5	133	252
P24D20-2	2,85	1,23	114	1,82	8,65	136	68,0	-78,5	180	430
P25D60-1	2,50	-24,87	10	1,70	-9,81	50	102,0	0,3	81	141
P25D60-2	3,00	12,41	164	1,80	5,57	117	118,0	37,3	40	321
P25D60-3	2,70	-9,96	43	1,70	-9,81	51	136,0	79,0	13	107
P25D60-4	3,02	13,90	171	1,99	34,79	181	100,0	-4,4	95	447
P26D20-1	2,88	3,46	119	1,80	5,57	118	99,0	-6,7	98	335
P26D20-2	2,90	4,95	132	1,82	8,65	137	84,0	-41,4	157	426
P26D20-3	2,90	4,95	133	1,60	-25,18	20	110,0	18,8	56	209
P27D40-1	3,00	12,41	165	1,90	20,95	168	150,0	111,5	4	337
P27D40-2	3,00	12,41	166	1,90	20,95	169	102,0	0,3	82	417
P27D40-3	3,00	12,41	167	1,85	13,26	145	77,0	-57,6	171	483
P27D40-4	2,80	-2,50	86	1,80	5,57	119	88,0	-32,2	139	344
P27D40-5	2,90	4,95	134	1,75	-2,12	84	113,0	25,8	47	265
P27D40-6	2,95	8,68	151	1,80	5,57	120	108,0	14,2	65	336
P27D40-7	3,05	16,14	173	1,87	16,33	149	85,0	-39,1	151	473
P28D50-1	2,90	4,95	135	1,75	-2,12	85	121,0	44,3	32	252
P28D50-2	3,00	12,41	168	1,80	5,57	121	104,0	4,9	73	362
P29D25-1	2,80	-2,50	87	1,80	5,57	122	75,0	-62,3	175	384
P29D25-2	2,80	-2,50	88	1,70	-9,81	52	150,0	111,5	5	145
P29D25-3	2,90	4,95	136	1,89	19,41	151	115,0	30,4	45	332
P29D25-4	2,95	8,68	152	1,70	-9,81	53	102,0	0,3	83	288
P29D25-5	2,80	-2,50	89	1,76	-0,58	87	68,0	-78,5	181	357
P2D40-1	2,98	10,92	154	1,84	11,72	139	84,0	-41,4	154	447
P2D40-2	3,18	25,83	183	1,80	5,57	102	100,0	-4,4	91	376

P2D40-3	2,85	1,23	108	1,74	-3,66	73	120,0	42,0	33	214
P2D40-4	2,70	-9,96	40	1,80	5,57	103	94,0	-18,3	120	263
P2D40-5	3,18	25,83	184	1,80	5,57	104	96,0	-13,6	111	399
P2D40-6	2,99	11,66	155	1,90	20,95	154	112,0	23,4	49	358
P2D40-7	2,94	7,94	149	1,85	13,26	142	102,0	0,3	79	370
P30D30-1	2,90	4,95	137	2,00	36,32	184	141,0	90,6	7	328
P30D30-2	2,70	-9,96	44	1,55	-32,87	15	61,0	-94,7	186	245
P30D30-3	2,80	-2,50	90	1,76	-0,58	88	87,0	-34,5	141	319
P30D30-4	3,10	19,86	180	1,90	20,95	170	100,0	-4,4	96	446
P31D40-1	2,75	-6,23	61	1,38	-59,01	1	106,0	9,5	70	132
P31D40-2	2,70	-9,96	45	1,70	-9,81	54	108,0	14,2	66	165
P31D40-3	2,80	-2,50	91	1,70	-9,81	55	42,0	-138,7	188	334
P31D40-4	2,70	-9,96	46	1,80	5,57	123	64,0	-87,8	184	353
P31D40-5	2,84	0,48	104	1,74	-3,66	75	86,0	-36,8	148	327
P31D40-6	2,86	1,97	117	1,90	20,95	171	100,0	-4,4	97	385
P31D40-7	2,70	-9,96	47	1,80	5,57	124	80,0	-50,7	167	338
P31D40-8	2,90	4,95	138	1,71	-8,27	64	92,0	-22,9	129	331
P34D30-1	2,90	4,95	139	1,70	-9,81	56	96,0	-13,6	117	312
P34D30-2	2,84	0,48	105	1,72	-6,73	69	74,0	-64,6	176	350
P34D30-3	2,91	5,70	146	1,76	-0,58	89	98,0	-9,0	104	339
P34D30-4	2,00	-62,15	1	1,70	-9,81	57	80,0	-50,7	168	226
P37D50-1	2,60	-17,41	24	1,70	-9,81	58	86,0	-36,8	149	231
P37D50-10	2,40	-32,32	2	1,60	-25,18	22	87,0	-34,5	142	166
P37D50-11	2,60	-17,41	27	1,60	-25,18	23	122,0	46,6	29	79
P37D50-12	2,46	-27,85	3	1,50	-40,56	6	117,0	35,0	42	51
P37D50-13	2,95	8,68	153	1,90	20,95	172	108,0	14,2	67	392
P37D50-14	2,50	-24,87	12	1,52	-37,49	9	122,0	46,6	30	51
P37D50-15	2,86	1,97	118	1,74	-3,66	76	88,0	-32,2	140	334
P37D50-16	2,90	4,95	140	1,80	5,57	127	79,0	-53,0	169	436
P37D50-17	2,78	-3,99	69	1,74	-3,66	77	86,0	-36,8	150	296
P37D50-18	2,90	4,95	141	1,76	-0,58	90	127,0	58,2	21	252
P37D50-19	2,78	-3,99	70	1,74	-3,66	78	98,0	-9,0	105	253
P37D50-2	2,78	-3,99	68	1,80	5,57	125	109,0	16,5	60	253
P37D50-20	2,65	-13,69	36	1,80	5,57	128	133,0	72,1	16	180
P37D50-21	2,90	4,95	142	1,80	5,57	129	101,0	-2,0	88	359
P37D50-22	2,70	-9,96	49	1,70	-9,81	60	113,0	25,8	48	157
P37D50-23	2,59	-18,16	19	1,65	-17,50	31	108,0	14,2	68	118
P37D50-24	2,80	-2,50	92	1,60	-25,18	24	164,0	143,9	2	118
P37D50-25	2,92	6,44	148	1,74	-3,66	79	125,0	53,6	22	249
P37D50-26	3,00	12,41	169	1,90	20,95	173	110,0	18,8	57	399
P37D50-27	2,80	-2,50	93	1,90	20,95	174	120,0	42,0	36	303

P37D50-28	2,80	-2,50	94	1,78	2,49	97	140,0	88,3	9	200
P37D50-29	2,80	-2,50	95	1,90	20,95	175	112,0	23,4	53	323
P37D50-3	2,60	-17,41	25	1,60	-25,18	21	102,0	0,3	84	130
P37D50-30	2,65	-13,69	37	1,76	-0,58	91	85,0	-39,1	152	280
P37D50-31	2,78	-3,99	71	1,85	13,26	146	120,0	42,0	37	254
P37D50-32	2,60	-17,41	28	1,60	-25,18	25	110,0	18,8	58	111
P37D50-33	2,70	-9,96	50	1,74	-3,66	80	84,0	-41,4	160	290
P37D50-34	3,00	12,41	170	1,69	-11,34	36	102,0	0,3	86	292
P37D50-35	2,90	4,95	143	1,90	20,95	176	97,0	-11,3	107	426
P37D50-36	2,80	-2,50	96	1,80	5,57	130	117,0	35,0	43	269
P37D50-37	2,78	-3,99	72	1,71	-8,27	65	104,0	4,9	74	211
P37D50-38	2,90	4,95	144	1,80	5,57	131	101,0	-2,0	89	364
P37D50-39	2,90	4,95	145	1,76	-0,58	92	89,0	-29,8	135	372
P37D50-4	2,88	3,46	120	1,80	5,57	126	102,0	0,3	85	331
P37D50-40	2,50	-24,87	13	1,58	-28,26	16	134,0	74,4	15	44
P37D50-41	2,70	-9,96	51	1,80	5,57	132	147,0	104,5	6	189
P37D50-42	2,60	-17,41	29	1,54	-34,41	11	92,0	-22,9	130	170
P37D50-43	2,75	-6,23	62	1,86	14,80	148	67,0	-80,8	182	392
P37D50-44	2,82	-1,01	102	1,78	2,49	98	123,0	48,9	27	227
P37D50-45	2,50	-24,87	14	1,60	-25,18	26	106,0	9,5	71	111
P37D50-46	2,71	-9,21	55	1,82	8,65	138	95,0	-15,9	118	311
P37D50-47	2,75	-6,23	63	1,70	-9,81	61	122,0	46,6	31	155
P37D50-48	2,70	-9,96	52	1,78	2,49	99	109,0	16,5	61	212
P37D50-49	2,80	-2,50	97	1,69	-11,34	37	98,0	-9,0	106	240
P37D50-5	2,84	0,48	106	1,68	-12,88	35	117,0	35,0	41	182
P37D50-50	2,75	-6,23	64	1,80	5,57	133	109,0	16,5	62	259
P37D50-51	2,80	-2,50	98	1,65	-17,50	32	76,0	-60,0	174	304
P37D50-52	2,59	-18,16	20	1,70	-9,81	62	87,0	-34,5	143	225
P37D50-53	3,10	19,86	181	1,94	27,10	178	112,0	23,4	54	413
P37D50-54	2,60	-17,41	30	1,50	-40,56	7	123,0	48,9	28	65
P37D50-55	2,70	-9,96	53	1,74	-3,66	81	99,0	-6,7	99	233
P37D50-56	2,80	-2,50	99	1,69	-11,34	38	103,0	2,6	77	214
P37D50-57	2,85	1,23	115	1,71	-8,27	66	164,0	143,9	3	184
P37D50-58	2,65	-13,69	38	1,72	-6,73	70	132,0	69,8	18	126
P37D50-59	2,50	-24,87	15	1,40	-55,94	2	90,0	-27,5	134	151
P37D50-6	2,50	-24,87	11	1,70	-9,81	59	131,0	67,5	19	89
P37D50-60	2,75	-6,23	65	1,76	-0,58	93	87,0	-34,5	144	302
P37D50-61	2,78	-3,99	73	1,72	-6,73	71	69,0	-76,2	179	323
P37D50-62	2,80	-2,50	100	1,76	-0,58	94	110,0	18,8	59	253
P37D50-63	2,59	-18,16	21	1,69	-11,34	39	109,0	16,5	63	123
P37D50-64	2,80	-2,50	101	1,73	-5,19	72	125,0	53,6	23	196

P37D50-65	2,64	-14,43	32	1,52	-37,49	10	116,0	32,7	44	86
P37D50-66	2,84	0,48	107	1,75	-2,12	86	104,0	4,9	75	268
P37D50-67	2,74	-6,98	57	1,80	5,57	134	102,0	0,3	87	278
P37D50-68	2,55	-21,14	18	1,60	-25,18	27	140,0	88,3	10	55
P37D50-7	2,70	-9,96	48	1,78	2,49	96	84,0	-41,4	158	302
P37D50-8	2,60	-17,41	26	1,64	-19,03	29	84,0	-41,4	159	214
P37D50-9	2,65	-13,69	35	1,66	-15,96	33	123,0	48,9	26	94
P3D25-1	2,80	-2,50	76	1,78	2,49	95	112,0	23,4	50	221
P3D25-2	2,90	4,95	122	1,92	24,02	177	96,0	-13,6	112	411
P3D25-3	3,00	12,41	156	1,82	8,65	135	108,0	14,2	64	355
P4D30-1	3,00	12,41	157	1,88	17,87	150	62,0	-92,4	185	492
P4D30-2	2,85	1,23	109	1,90	20,95	155	112,0	23,4	51	315
P4D30-3	2,80	-2,50	77	1,90	20,95	156	54,0	-110,9	187	420
P4D30-4	2,75	-6,23	58	1,80	5,57	105	98,0	-9,0	100	263
P4D30-5	3,00	12,41	158	2,15	59,39	187	130,0	65,1	20	365
P4D30-6	3,20	27,32	185	1,90	20,95	157	80,0	-50,7	164	506
P6D20-1	2,50	-24,87	6	1,50	-40,56	4	92,0	-22,9	125	135
P6D20-2	2,60	-17,41	22	1,60	-25,18	17	78,0	-55,3	170	209
P6D20-3	2,90	4,95	123	1,85	13,26	143	80,0	-50,7	165	431
P7D60-1	2,75	-6,23	59	1,90	20,95	158	102,0	0,3	80	297
P7D60-2	2,84	0,48	103	1,71	-8,27	63	124,0	51,2	24	190
P7D60-3	2,78	-3,99	67	1,84	11,72	140	136,0	79,0	11	218
P7D60-4	2,90	4,95	124	1,90	20,95	159	134,0	74,4	14	297
P7D60-5	2,53	-22,63	16	1,75	-2,12	82	76,0	-60,0	172	270
P7D60-6	2,80	-2,50	78	1,65	-17,50	30	84,0	-41,4	155	263
P8D20-1	2,68	-11,45	39	1,80	5,57	106	110,0	18,8	55	200
P8D20-2	2,90	4,95	125	2,00	36,32	182	104,0	4,9	72	379
P8D20-3	3,15	23,59	182	1,70	-9,81	43	120,0	42,0	34	259
P8D20-4	3,00	12,41	159	1,90	20,95	160	92,0	-22,9	126	445
P8D20-5	3,10	19,86	174	1,98	33,25	179	100,0	-4,4	92	445
P8D20-6	3,20	27,32	186	2,10	51,70	185	140,0	88,3	8	379
P9D40-1	3,05	16,14	172	1,80	5,57	107	118,0	37,3	38	317
P9D40-2	3,10	19,86	175	1,70	-9,81	44	82,0	-46,1	161	380
P9D40-3	2,85	1,23	110	1,84	11,72	141	82,0	-46,1	162	413

Anexo 2. Actividades realizadas en el campo



Encapsulamiento del órgano masculino



Encapsulamiento del órgano femenino



Proceso de recolección de mazorca



Pesaje de semilla



Secado de semilla



Porcentaje final de humedad de semillas



Almacenamiento de semilla en cuarto frio del INIAP