



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz
duro (*Zea mays*)”

AUTOR:

Jilmar Jhair Damiany Valenzuela

TUTOR:

Ing. Agr. Juan Ortiz Dicado M.Sc

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2022

RESUMEN

El presente documento se desarrolló con la finalidad de plantear la idea de la producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz (*Zea mays*), para mejorar la producción de los cultivos de nuestros productores evitando la compra de semillas híbridas internacionales debido a su alto costo. La semilla es el elemento principal para dar inicio a una producción agrícola; la misma promueve la formación de plantas con un alto potencial genético, cuya finalidad es producir más frutos en menor espacio. Las semillas híbridas son el resultado del cruzamiento de dos variedades diferentes, plantas de la misma especie. Los híbridos ayudan a aumentar la productividad, la calidad de las cosechas y brindan un mayor rendimiento al agricultor. El uso de tecnologías junto con los híbridos de alto rendimiento, han ayudado a incrementar la productividad y disminuir pérdidas por efecto de las plagas y otros factores, en varios países y en el Ecuador; de la misma manera han ayudado a incrementar la productividad y a disminuir las importaciones del maíz, generando así, un gran ahorro económico para el país.

La información se desarrolló de acuerdo a las investigaciones recopiladas de artículos científicos, textos, revistas, ponencias, congresos y páginas virtuales. Toda esta información posteriormente fue sometida a la técnica de análisis y resumen donde se trató todo lo referente al tema de estudio. El uso de semillas híbridas nacionales podría garantizarnos una mayor producción en el cultivo de maíz duro, además que, a pesar de que la gran mayoría de las semillas híbridas presentes en el país sean importadas, y no estén totalmente adaptadas a las condiciones climatológicas de nuestro país, ofrecen también un gran beneficio productivo en nuestras plantaciones, y gracias a ello, el aumento de la producción del cultivo de maíz duro ha sido evidente en los últimos años.

Palabras claves: Producción comercial, semillas híbridas, cruzamiento, importaciones, condiciones climatológicas.

SUMMARY

This document was developed with the purpose of raising the idea of the commercial production of hybrid seeds of the corn crop (*Zea mays*), to improve the production of our producers' crops, avoiding the purchase of international hybrid seeds due to their high cost. . The seed is the main element to start an agricultural production, it promotes the formation of plants with a high genetic potential, whose purpose is to produce more fruits in less space. Hybrid seeds are the result of crossing two different plant varieties of the same species. Hybrids help increase productivity, crop quality and provide a higher yield to the farmer. The use of technologies together with high-yield hybrids have helped to increase productivity and reduce losses due to pests in several countries and in Ecuador, in the same way they have helped to increase productivity and reduce corn imports. , thus generating a great contribution to the country. The information was developed according to the research compiled from scientific articles, texts, magazines, presentations, congresses and virtual pages. All this information was subsequently submitted to the analysis and summary technique where everything related to the subject of study was discussed. Due to the above, it was determined that the use of hybrid seeds could guarantee us a greater production in the cultivation of hard corn, in addition to the fact that, despite the fact that the vast majority of the hybrid seeds present in the country are imported, and are not fully adapted Due to the climatic conditions of our country, they offer a great productive benefit in our plantations, and thanks to this, the increase in the production of the hard corn crop has been evident in recent years.

Keywords: Commercial production, hybrid seeds, crossing, imports, weather conditions.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
DESARROLLO	4
DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
JUSTIFICACIÓN	4
OBJETIVO	7
General.....	7
Específicos	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
Técnicas aplicadas para la recolección de la información	18
RESULTADOS OBTENIDOS.....	19
CONCLUSIONES.....	21
RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) posiblemente sea originario y nativo de México; los tipos genéticos que luego mejor se desarrollaron, se dispersaron y emigraron hacia distintos lugares de América. No hay dudas de que el origen del maíz es americano, pues nunca fue descrito en ningún tratado antiguo, ni en la biblia.

El maíz apareció entre los años 8000 y 6000 AC en Mesoamérica, México y Guatemala (Acosta, citado por Peña 2020).

La actual obtención de semilla de maíz híbrido es el resultado de más de setenta años de investigación, entre avances científicos y tecnológicos, contando desde el primer híbrido comercial obtenido en Brasil, en 1919, hasta la actualidad. Con el progreso y desarrollo del primer híbrido genéticamente modificado, se nos demuestra el avance de la agricultura moderna en Brasil (Monteros, citado por Guerra 2016).

El maíz duro es identificado como uno de los principales cultivos transitorios del Ecuador, esto, gracias a que, además de ser un componente básico en la alimentación de gran parte de la población, representa también una variable de producción económicamente rentable, debido a la infinidad de usos que tiene, sobre todo en la industria de alimentos y balanceados (Albán *et al.* 2021).

La producción de maíz en Ecuador a pesar de ser una de las más importantes para la alimentación humana y animal, no satisface la demanda nacional, y por eso se tiene que importar significativas cantidades del grano para poder atender y tener reservas para los requerimientos, principalmente de la agroindustria. (Rodríguez *et al.*, citado por Vera 2021).

Sin embargo, en los últimos años el maíz amarillo duro que se cultiva, principalmente en la costa ecuatoriana, ha incrementado su importancia, por el aumento del área de cultivo, por el incremento de la productividad y producción, etc;

esto a su vez, se debe, entre otros aspectos, a la innovación por la utilización de semillas certificadas, mejores técnicas de nutrición de cultivo, dotación de riego, indexación a las cadenas de valor comerciales y agroindustriales, entre otros aspectos. Sin embargo, también hay que decir que existen otros tipos de maíces cultivados en la Sierra ecuatoriana que no han incrementado de manera significativa su rendimiento, y cuya cadena de valor se encuentra en estadios iniciales de desarrollo (Albán *et al.* 2021).

Para preservar y mejorar la diversidad de especies vegetales que producimos en el País, debemos producir nuestra propia semilla. Esto nos permitirá disponer de semillas de calidad en el momento oportuno para la siembra.

Como regla general, para producir semillas debemos elegir líneas promisorias, elegir variedades que nos proporcionen las mejores plantas, que sean sanas, vigorosas, muy productivas, y que se adapten a diversas condiciones de suelo, clima, plagas y enfermedades. A su vez, estos atributos serán los deseables para un mayor avance genético, expresado en las “semillas híbridas”.

Las Semillas Híbridas se obtienen por cruce de dos plantas de la misma especie, creadas para generar grandes rendimientos al momento de la cosecha. El crecimiento es mas rápido, y logran resistir de mejor manera la acción de plagas y enfermedades gracias a que hay mayor vigorosidad en las semillas, mayor rendimiento y calidad en los granos.

Sin embargo, tiene la desventaja de que sus resultados son para la primera cosecha; o sea que, si se espera obtener semillas del mismo tipo para sembrar en la siguiente cosecha, puede no ser posible, porque no tendrá el mismo rendimiento que la semilla híbrida original.

Es por eso que las empresas comerciales, cada cierto tiempo, están produciendo nuevas semillas de maíz híbrido, porque las variedades de los años anteriores ya no pueden adaptarse a los cambios de clima, ni a las nuevas

enfermedades de estos cultivos.

El desarrollo de las semillas híbridas ha suscitado grandes avances en la productividad de los cultivos a nivel mundial, y va en aumento, ya que su implementación se ha visto reflejado en la reducción de costos de producción e incrementado la demanda de uso.

Cada vez más, los avances científicos en materia agrícola aportan mayores recursos para que, quienes las implementan, puedan obtener los resultados más óptimos que necesitan cada año.

DESARROLLO

DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO

El presente documento se desarrolló con la finalidad de plantear la idea de la producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz (*Zea mays*), para mejorar la producción de los cultivos de nuestros productores evitando la compra de semillas híbridas internacionales debido a su alto costo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La principal problemática del tema es la baja productividad del cultivo del maíz duro en el país. Se conoce que la mayoría de semillas híbridas utilizadas en el país son importadas de países vecinos, por ende, su precio de venta en el mercado es alto y además, no siempre se obtiene el rendimiento que ofrecen las empresas por medio de estas semillas en una producción agrícola. Basándonos en lo mencionado, se propone realizar una investigación para producir semillas híbridas de maíz (*Zea mays*) en el país, con la finalidad de obtener semillas adaptadas netamente a las condiciones climatológicas de nuestro país y con un precio de venta menor en los mercados ya que serán producidas dentro del país.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se justifica por proponer la producción nacional de semilla híbrida de maíz duro a partir del cruzamiento de variedades mejoradas y el cumplimiento del proceso legal para producir y multiplicar esta clase de semilla. El propósito es mantener y hacer que los agricultores dispongan de una fuente de semilla de calidad superior, producida, procesada y distribuida de manera que se pueda asegurar su identidad genética, su alta calidad, y a un costo económico inferior a la semilla híbrida importada.

La semilla constituye el material de partida para la producción agrícola y es indispensable que ésta tenga una adecuada respuesta a las condiciones de siembra

y demás factores de cultivo, para obtener plantas vigorosas de máximo rendimiento. Por tanto, este insumo es el principal componente de la producción y abastecimiento de alimentos, lo que representa un significativo desafío en la historia de la humanidad, ya que tiene que alimentar a una población que supera los 6 billones de habitantes, de los cuales 17 millones son ecuatorianos. Para enfrentar un desafío de tal naturaleza, se debe adoptar tecnologías modernas que garanticen la máxima utilización del potencial genético del maíz en el ámbito de la fitotecnia (Caviedes 2019:118).

Los híbridos aumentan la producción y la productividad, además de garantizar la calidad de las cosechas y procurar mayores ingresos económicos al productor, lo que los hace más competitivos, comparado con el uso de variedades nativas o de libre polinización. Este cultivo constituye el alimento básico de millones de habitantes en todo el mundo; aporta entre el 15 y 56 % de todas las calorías ingeridas por los seres humanos (Vera *et al.*, 2019).

En Ecuador las semillas de maíz híbrido, que en la actualidad se siembra, han sido evaluadas para la producción agronómica, por análisis de la calidad del grano, considerando el contenido proteico y no el de aminoácidos. Los híbridos de maíz se adaptan a las diferentes localidades y parámetros de producción y calidad (Díaz, citado por Peña 2020).

La utilización de la tecnología con híbridos de alto rendimiento y de materiales genéticamente modificados en varios países ha incrementado la productividad y disminuido las pérdidas causadas por plagas y no adaptabilidad a condiciones de suelo y clima, y en el caso del Ecuador, adicional a la utilización de la semilla híbrida, y el precio de sustentación comercial determinado para el productor, han permitido el incremento de la producción y productividad nacional de maíz duro y la disminución de las importaciones comerciales de este cereal, generando un gran beneficio para el país (Caviedes 2019:118).

En Ecuador, se utilizan híbridos de maíz amarillo duro, principalmente importados y no siempre pueden expresar su potencial genético de rendimiento debido a las diversas, y casi siempre extremas condiciones climáticas y edáficas de nuestras zonas de cultivo. Este comportamiento diferenciado de los genotipos a través de los ambientales es conocido como Interacción Genotipo x Ambiente (IGA) que es un factor determinante del rendimiento, lo que puede ser aprovechado para el mejoramiento genético orientado a la selección de genotipos de alta productividad y adecuada estabilidad ambiental (Zambrano *et al*, citado por Vera 2019).

OBJETIVO

General

Estudiar la producción comercial de semillas híbridas para el cultivo de maíz duro (*Zea mays*) en el Ecuador

Específicos

- Reconocer el nivel de producción del maíz duro en el Ecuador en los últimos años.
- Recopilar información sobre la importancia que tiene el cultivo de maíz duro en el Ecuador.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Semilla

Según Álvarez *et al.* (2016:8) “*semilla*” es la parte del fruto que da origen a una nueva planta, y por ende el principal órgano reproductivo de ésta. Toda semilla, además, es importante en el proceso de producción de alimentos, producción de bebidas, u obtención de fibras, siendo uno de los recursos alimenticios utilizados desde siempre.

Formación de la semilla

De acuerdo con Megías *et al.* (2018:3) “La semilla se forma a partir del rudimento seminal, localizado en el ovario de las flores, tras producirse la fecundación por los granos de polen”.

Tipos de semillas

Álvarez *et al.* (2016:9) indica que existen semillas nativas, híbridas, y transgénicas. Las semillas nativas son semillas naturales cuya estructura genética deviene de continuas mejoras espontáneas en el tiempo; las semillas híbridas resultan del cruce natural o artificial de líneas o variedades mejoradas; y, las semillas transgénicas son genéticamente modificadas, es decir, contienen en sus genes sendas alteraciones realizadas por medio de técnicas de ingeniería genética.

Partes de la semilla

De acuerdo con la Universidad nacional de la Plata, Argentina (2017:5) la semilla está conformada por la testa, tegumento, cubierta seminal o episperma, las sustancias de reserva y el embrión.

Testa: Se la define como la capa secundaria del ovulo

Tegumento: Es conocido como la estructura de protección de la semilla.

Cubierta seminal: Capa cuya función es rodear a la semilla para ofrecerle protección de posibles agresiones del ambiente.

Endospermo o Sustancias de reserva: Es un tejido nutritivo que se encuentra a un lado, o rodeando completamente al embrión (Megías *et al.* 2018).

Embrión: Producto de una reproducción sexual que está latente hasta que las condiciones externas son favorables para su germinación y desarrollo (Germinación de semillas 2018).

Genética

Wattiaux (2020) menciona que la genética estudia la variación y la transmisión de rasgos o características de una generación a la otra.

De otra parte, De la Peña (2017) define a la “*genética*” como la rama del conocimiento que estudia la manera en que la información biológica es transferida de una generación a la siguiente, y cómo dicha información es expresada dentro de un organismo.

Diversidad genética

Se refiere a las variaciones heredables que ocurren en cada organismo, entre los individuos de una población y entre poblaciones dentro de una especie, en condiciones naturales más o menos estables (Rimieri 2017).

Variabilidad Genética

Remieri (2017) dice que al hablar de variabilidad genética nos referimos a la variabilidad disponible para seleccionar, que se encuentra en poblaciones o genotipos previamente adaptados, ya que la variabilidad genética de cada especie en estado silvestre, generalmente, no puede utilizarse directamente.

Mejoramiento genético

Murillo *et al.* (2017) define al mejoramiento genético como “un proceso artificial que utiliza la variación natural y los mecanismos de la herencia, para lograr incrementar la producción en volumen y calidad de las plantaciones forestales”.

Fenotipo

El fenotipo se refiere a las características que observamos (morfológicas, fisiológicas o bioquímicas), como el color de las hojas (Juárez-Vázquez *et al* 2017).

Genotipo

Representa el gen o grupo de genes responsable por un rasgo en particular. En un sentido más general, el genotipo describe todo el grupo de genes que un individuo ha heredado (Wattiaux 2020).

Gen

De acuerdo con Juárez-Vázquez *et al.* (2017), “el gen es la unidad fundamental de la herencia”. Además, menciona que “Las diferentes versiones de cada gen se denominan alelos, es decir, son las formas alternativas de un gen”.

Cruzamiento genético

El mejoramiento genético de plantas se define como el conjunto de operaciones que partiendo de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en la condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse y que se denomina “cultivar”, lo cual constituye un progreso en algunas características, como un medio para satisfacer, cada vez en mejor forma, las necesidades de la humanidad (Nakayama *et al.* 2018:9).

Híbridos

Dávila (2016:4) nos dice lo siguiente:

Los híbridos provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar la heterosis o el llamado vigor híbrido. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismo.

Para seleccionar una buena *línea progenitora* de híbrido comercial, es necesario identificar aquellas características sobresalientes con base en sus efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE), su comportamiento per se, su adaptación, su capacidad para producir buena cantidad y calidad de semilla, y su tolerancia a las principales enfermedades, en el caso del maíz duro, de planta y mazorca en el trópico (Espinosa Calderón et al.1998; Vasal et al., 1994; Sierra Macías et al., 2004; citado por Sierra-Macías *et al.* 2016).

Híbridos en maíz

Dávila (2016:13-14) afirma que:

El primer maíz híbrido comercializado se desarrolló en 1926 y desde la década de 1930 se expandió en todo el cinturón del maíz de los Estados Unidos. En 1960 el 95 % del maíz sembrado en Estados Unidos era híbrido. Hoy es prácticamente el 100 %.

Eguez *et al.* (2020:47) para el caso de nuestro país, dice lo siguiente:

En Ecuador, el maíz duro de tipo amarillo es el segundo en importancia de los cultivos transitorios después del arroz y es la principal materia prima para la industria de alimentos balanceados. Se estima que entre los años 2013 al 2015 la superficie sembrada pasó las 300.000 hectáreas, siendo el Litoral ecuatoriano con tres provincias (Los Ríos, Manabí, Guayas) y una provincia de la región interandina

(Loja) las que contribuyeron con el 78.39% de esta superficie.

La producción de maíz es cada vez mayor en los cultivos ecuatorianos, ya que las semillas híbridas de alto rendimiento permiten a los agricultores cosechar más en una misma superficie (Monteros & Salvador, citado por Guamán 2020). La producción de maíz se triplicó pasando de 0,42 a 1,4 millones de toneladas de maíz, producidas en el periodo 2000-2013, variación que fue generada por el cambio en la utilización de semilla criolla, a paquetes tecnológicos, los cuales incluyen semilla híbrida (Lusero, citado por Guamán 2020).

Caviedes *et al.* (2017:36) nos indica que:

Durante los últimos cinco años ha existido un incremento en la producción y rendimiento de grano de tipo amarillo duro, cultivado mayormente en la región litoral o costa del país, pasando de un rendimiento promedio a nivel nacional de 3,68 a 5,63 t/ha, en una superficie de 329. 652 ha, año 2016; mientras que la producción y el rendimiento de los maíces de tipo amiláceo o suave han sido inestables desde el año 2010 y su superficie cosechada ha disminuido significativamente de 121.477 ha en el 2010 a 68.313 ha en el año 2016.

Eguez *et al.* (2020:47) informa que:

El Programa de investigación de Maíz del INIAP tiene como objetivo generar variedades e híbridos tolerantes a enfermedades, con alto potencial de rendimiento, para lo cual el INIAP desarrolló el primer híbrido simple de maíz blanco duro INIAP H-248 “Soberano” que reúne las características de productividad y culinarias ideales para consumo humano y procesos agroindustriales para la región Litoral o Costa del Ecuador.

El INIAP, como institución líder en la investigación y desarrollo de tecnologías para el sector maicero, desarrolla híbridos para la costa basados en líneas locales e introducidas desde el CIMMYT. Estos híbridos producen entre 6,0 y 8,5 t ha,

dependiendo de las condiciones de manejo y medioambiente (Caviedes *et al.* 2017:36).

Híbridos comercializados en el Ecuador

(Caviedes *et al.* 2017:36) indica que:

A nivel comercial en la costa del país existen alrededor de 22 híbridos comercializados por la empresa privada (INIAP), mientras que en la sierra no existen empresas privadas comercializando semilla certificada de maíz.

El reto principal que enfrenta el sector maicero de la costa es la presencia de plagas: insectos, virus y enfermedades foliares, mientras que, en la sierra el incremento de rendimiento, sanidad y calidad de mazorca, son los objetivos principales.

En la región Costa, se utilizan híbridos de maíz amarillo duro, nacionales o introducidos, en los ciclos de cultivo lluvioso y seco. En circunstancias de clima extremo, los híbridos no pueden expresar su potencial de rendimientos debido a las anómalas condiciones climáticas y edáficas de las zonas de cultivo (Arellano *et al.*, citado por Zambrano 2017).

Dentro de los híbridos que se comercializan en Ecuador encontramos los siguientes:

Híbrido DK - 7088

De acuerdo con Villares (2020:30):

Es procedente de Brasil. En Ecuador es comercializado por la empresa privada Ecuaquímica; dicho híbrido ha tenido buena adaptabilidad a la costa ecuatoriana dando buenos rendimientos de 8,326 t/ha, a una distancia de siembra de 0.8 x 0.2m.

Híbrido AGRI 104

Según León (2018:125):

Uno de los híbridos que se cultiva en el Ecuador es el AGRI 104, por su alto rendimiento. Este híbrido fue creado por la casa comercial boliviana Agricomseeds, para climas cálidos y medianamente cálidos, tiene un alto potencial de rendimiento con un peso promedio de 400,2 g por cada 1000 semillas; presenta resistencia al volcamiento y es tolerante a enfermedades y su producción promedio es de 5 t./ha

Híbrido SOMMA

Es un maíz procedente de Colombia; es híbrido de la transnacional Syngenta. En Ecuador es comercializado por la empresa privada Ecuaquímica, dicho híbrido ha tenido una buena adaptabilidad y comercialización a nivel nacional; tiene un rendimiento promedio de 6,61t/ha, en una población recomendada de 60 a 65 mil plantas/Ha. Siendo así, un híbrido acogido por los agricultores maiceros de las diferentes provincias dedicadas al cultivo de maíz amarillo duro en la actualidad (Villares 2020:30).

Híbrido INIAP H-551

Es un híbrido triple, formado por tres líneas endogámicas (S4 C-523 X S4 B-521) X S4 B-520. Estas dos líneas provienen de diferentes maíces básicos de amplia base genética. El híbrido fue liberado por la EET-Pichilingue en el año 1990 y hasta ahora es preferido por muchos agricultores del litoral ecuatoriano (Hidalgo y Efraín 2016), esto es gracias a su bajo valor económico dentro del mercado nacional, a su buena adaptación en el litoral Costa y a su buen nivel de producción según el manejo que se le otorgue.

Híbridos más comercializados en el Ecuador en la actualidad

Dentro de este listado de híbridos encontramos al INIAP-603, INIAP-601 y

INIAP-551, los cuales representan una cobertura de 269 hectáreas comerciales que benefician a 269 productores en el país. Por otro lado, la empresa Ecu química logró vender 65.000 fundas de maíz en el año 2020, de las cuales destacan el híbrido SOMMA, el DK – 7088 y el ATL 200 (El productor 2020).

Posicionamiento de los híbridos en el país.

El incremento de la producción del cultivo de maíz duro (*Zea mays*), se ha visto reflejado en los últimos años gracias a la implementación de las semillas híbridas de maíz de alto rendimiento y la introducción de nuevos híbridos por parte de la empresa privada (INIAP).

Sin embargo, la producción de semillas híbridas nacionales por medio del cruzamiento inducido, no deja de ser una buena opción para mejorar y aumentar la producción del maíz en el Ecuador, esto deberá ir de la mano con precios accesibles en el mercado, ya que el alto precio de las semillas híbridas comerciales que se encuentran de momento copando el mercado de nuestro país, impide que los pequeños y medianos agricultores utilicen semillas híbridas de buenas características genéticas en sus cultivos.

Simulación para producir semilla híbrida con fines comerciales

Planteamiento situacional:

Generar un tipo de híbrido simple por cruzamiento de dos líneas puras A x B,

Objetivo:

Obtener: 3.000 bolsas (de 20 kg cada una), o sea, obtener 60.000 kg del híbrido para comercializarlo como semilla.

Planteamiento problemático:

Calcular el área y la cantidad de semilla en kg de las líneas A y B para iniciar el proceso de producción del híbrido

Los datos son:

- Producción total: 3000 bolsas de 20 kg (cada un 60.000 kg)
- Rendimiento esperado de las líneas: 1.000 kg/ha
- Densidad de siembra: 50.000 plantas/ha
- Peso de 1000 semillas: 400,2 gr.

Adquisición de las líneas

La adquisición de las líneas-base se realiza mediante un contrato con un productor público o privado que pueda proporcionar las semillas.

Importante. -

Como está planteado en los datos del problema, el rendimiento de las dos líneas se debe determinar con anticipación al año que se va a realizar el cruzamiento.

Para este caso, el objetivo es producir 60.000 kg del híbrido;

El rendimiento esperado de las dos líneas a cruzar, en este ejercicio es: 1000 kg/ha, y la densidad de siembra; 50.000 plantas de las líneas A y B/ ha.

Generalmente, para el cruzamiento, se debe sembrar el doble de cantidad en la línea A respecto de la línea B; por ejemplo, 4 surcos son de la línea A y 2 surcos de la línea B.

Solución del problema

Producción de las líneas A y B

Producción total: 3.000 bolsas de 20kg = 60.000kg

Cálculo del área a sembrar

En los datos, el rendimiento es de 1.000 kg/ha

$$\frac{60000 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/ha}} = 60 \text{ has}$$

Cálculo del número de plantas/ha

En los datos, la densidad de siembra es de 50.000 plantas/ha

60 has x 50.000 plantas/ha = 3.000,000 plantas

Conversión a kg

El peso de las 1.000 semillas es de 400,2 gr.

$$3.000,000 \times \frac{400,2 \text{ g}}{1000 \text{ semillas}} = 1.200,600 \text{ gr} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 1.200,6 \text{ kg}$$

Producción de las variedades A y B

Línea A es la línea hembra por tanto es el doble de la línea B macho (A = 2B)

$$A = 2B$$

$$2B + B = 1.200,6 \text{ kg}$$

$$A = 2B$$

$$3B = 1.200,6 \text{ kg}$$

$$A = 2 (400,2 \text{ kg})$$

$$B = \frac{1.200,6 \text{ kg}}{3}$$

$$A = 800,4 \text{ kg}$$

$$B = 400,2 \text{ kg}$$

Los valores obtenidos para las líneas A y B son: **A = 800,4 kg y B = 400,2 Kg**

Técnicas aplicadas para la recolección de la información

La metodología a desarrollar en el presente componente práctico del trabajo de titulación se realizó de acuerdo a las investigaciones recopiladas de artículos científicos, textos, revistas, ponencias, congresos y páginas virtuales relacionados con la producción comercial de semillas híbridas.

Toda esta información posteriormente fue sometida a la técnica de análisis y resumen de todo lo referente a la producción comercial de semillas híbridas del cultivo de maíz duro (*Zea mays*).

RESULTADOS OBTENIDOS

Desarrollo del caso

La presente investigación fue realizada con el propósito de promover en el país, la producción comercial de las semillas híbridas de maíz duro (*Zea mays*), para ayudar a los pequeños y medianos productores del país a obtener una mayor productividad y producción de sus cultivos, gracias al uso correcto de las semillas híbridas producidas nacionalmente; con esto se espera además, abaratar el costo de las semillas que es un rubro importante del costo del cultivo, y si se trata de semillas híbridas se procuraría mayor producción por la calidad de éstas, y a bajo costo.

Situaciones detectadas

Entre las situaciones detectadas podemos destacar las siguientes:

- Altos niveles de importación de semillas híbridas de maíz duro para aumentar la producción en nuestro país.
- Baja producción de semillas híbridas nacionales del maíz duro en nuestro país.
- Costos elevados de las semillas híbridas del maíz duro, debido a que, la mayoría son importadas.

Soluciones planteadas

En razón de las situaciones detectadas anteriormente, se debe incentivar a los distintos productores y profesionales de la agronomía, para que produzcan su propia semilla híbrida de maíz duro, utilizando el método del simple cruzamiento de líneas o variedades mejoradas, y así obtener una semilla híbrida nacional, adaptada a

nuestras condiciones y que brinde un alto rendimiento productivo a un bajo costo, aprovechando las condiciones climatológicas y edáficas del país.

Además, es necesario que el Estado brinde ayuda a los pequeños y medianos productores del país para que, de esta manera, se promueva el uso de las semillas híbridas dentro del país.

CONCLUSIONES

Según lo expresado anteriormente se concluye lo siguiente:

- El uso de semillas híbridas garantiza mayor productividad, producción y calidad de mazorcas en el cultivo de maíz duro.

- El híbrido INIAP H-551 sigue siendo una buena alternativa para los agricultores del país, debido a su buen nivel de producción por Ha, adaptación al clima y su bajo precio en el mercado.

- Los híbridos que comercializan las empresas INIAP y Ecu química poseen mayor preferencia por parte del agricultor a nivel nacional.

- La producción comercial de semillas híbridas de maíz duro en nuestro país, será de gran ayuda para los cultivadores de este cereal, principalmente de aquellos que, por el costo actual, no tienen acceso a esta calidad de semillas, ellos son principalmente los pequeños y medianos productores.

RECOMENDACIONES

- Promover la producción nacional de semillas híbridas de maíz duro en nuestro país, mediante la metodología del cruzamiento de variedades mejoradas.

- Incentivar a los pequeños y medianos productores a utilizar las semillas híbridas en sus cultivos, con la finalidad de garantizar una mayor productividad y producción; semillas que responderán muy bien a las condiciones climatológicas y de suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albán, MG; Caviedes, GM; Zambrano, JL. 2022. Archivos Académicos USFQ Número 38 Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz Editores (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2022. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5809/1/Producci%c3%b3n%20de%20semilla%20b%c3%a1sica%20de%20ma%c3%adz.pdf>.

Álvarez Insignarez, J; Esteban, AR; Daniela, BM; Luz Marinela, LR. 2016. MODIFICACIÓN GENÉTICA DE SEMILLAS (en línea, sitio web). Consultado 25 mar. 2022. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62116896/Modificacion_Genetica_de_Semillas20200216-91859-t4nzam-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1648572015&Signature=aMxINHdFOyqJrM0psmLJ6wL6rthdL5vJZtBgbI8OFU57wmP4SeoXkUB-9BcOZyn4Gn~aYRtcPQjul99EEExvyOMluo62u7wMJuMjtAiE0cHQCF6RXn9BoZU3DwoTu5R1FR-oOR2S88L1YaqSehVUs0eaxZjtivkkm3C1kXANJzoJQTbqdP8MeyPdl0TL1eYVoe-lyCbzIVUDZcaroyJUN1zPgRJopjCCILnS8uFOumfEQIFWT4dozWKSQHqgtwbVXpurlzOCV2hSRr~Vh8rmurkEpg2NPMkkShz6PTVDnJdtt98V9ECrwBje7Q2F-kQ4EUuu10Dtxu9YiNe2v4-sZ9g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.

Caviedes, M. 2019. Vista de Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2022. Disponible en <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100/1415>.

Caviedes, M; Albán, MG; Zambrano, JL; Yáñez, C. 2017. Memorias de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz 2017 (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5722/1/INIAPBEETPMEM.pdf>.

Clara Ibet Juárez-Vázquez, Ricardo Alejandro Lara-Aguilar, Francisco Javier Ochoa-Carrillo, Herbert García-Castillo. 2022. Conceptos básicos de genética clínica para la práctica oncológica (en línea, sitio web). Consultado 1 abr. 2022. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Herbert-Garcia-Castillo/publication/321091607_Conceptos_basicos_de_genetica_clinica_para_la_practica_oncologica/links/5b8417924585151fd135ff44/Conceptos-basicos-de-genetica-clinica-para-la-practica-oncologica.pdf.

Dávila Camacho, GM. 2016. Evaluación agronómica de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L) en lotes comerciales en la zona de Mata de Cacao, provincia de Los Ríos (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en <http://201.159.223.180/bitstream/3317/5404/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-69.pdf>.

Eguez Moreno, JF; Pintado, PW; Ruilova Narvaez, FL; Zambrano Mendoza, JL; Villavicencio Linzán, JP; Caicedo Villafuerte, MB; Alarcón Cobeña, FD; Zambrano Zambrano, EE; Limongi Andrade, JR; Yáñez Guzmán, CF; Narro, LA; San-Vicente, FM. 2019. Vista de Desarrollo de un híbrido de maíz de grano blanco para consumo humano en Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 1 abr. 2022. Disponible en <https://revistas-olnx.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1102/1412>.

Producción y venta de semilla de arroz y maíz duro. 2020. (en línea, sitio web). Consultado 19 abr. 2022. Disponible en <https://elproductor.com/2020/01/produccion-y-venta-de-semilla-de-arroz-y-maiz-duro/>.

Germinación de la semilla. 2018. (en línea, sitio web). Consultado 27 mar. 2022. Disponible en <https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>.

Guamán Guamán, RN; Desiderio Vera, TX; Villavicencio Abril, ÁF; Ulloa Cortázar, SM; Romero Salguero, EJ. 2020. Vista de Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos (en línea, sitio web).

Consultado 29 mar. 2022. Disponible en <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2556>.

Guerra, E. 2016. Análisis económico de la producción de semilla del maíz híbrido experimental Uteq (en línea). Quevedo, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1642/1/T-UTEQ-0011.pdf>.

Lara Hidalgo, GE. 2016. Existencias: INIAP H-551: Híbrido de maíz duro para la zona central del Litoral (en línea, sitio web). Consultado 18 abr. 2022. Disponible en <http://bibliotecasdelecuador.com/Record/ir-:41000-2884>.

León Aguilar, R; Torres García, A; Héctor Ardisana, E; Fosado Téllez, O; Véliz Mantuano, F; Pin Quimis, W. 2018. Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en http://revistasepam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/163/171.

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal. 2018. Órganos vegetales SEMILLAS (en línea, sitio web). Consultado 25 mar. 2022. Disponible en <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/o-v-semilla.pdf>.

Murillo, O; Espitia, M; Castillo, C. 2017. CONCEPTOS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022. Disponible en https://fondohondurasespana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion_Superior/4_Mejoramiento_Genetico_Forestal_Fusion.pdf.

Nakayama, HD; González; Caridad, M; Oggero, AS; Britos, RM; Cataldi, CM; Cantero, FA; Benítez, JV; López, IP. 2018. FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO DEL KAA HEE (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2022.

Disponible en https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual-Fitomejoramiento.pdf.

Palafox-Caballero, R-M; Palafox, L` . A; Rodríguez, F; Sierra, M; Meza, A; Tehuacatl, L; Rérez, F; Figueroa, E; Godínez, L; Quiroz, J; García, R). 2022. Comportamiento agronómico de híbridos de maíz formados con líneas tropicales sobresalientes (en línea, sitio web). Consultado 1 abr. 2022. Disponible en https://www.ecorfan.org/handbooks/Handbook_Quimica_Biologia_y_Agronomia_T1V1/Particiones/6.pdf.

Peña, A. 2020. DISEÑO DE UNA LÍNEA PARA LA PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL DE DERIVADOS DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL CANTÓN BALZAR (en línea, sitio web). Consultado 17 mar. 2022. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91A%20CASTRO%20ANTHONY%20RICARDO.pdf>.

Peña, C. 2017. De la genética a la epigenética. Distrito Federal, FCE - Fondo de Cultura Económica.

Rimieri, P. 2022. LA DIVERSIDAD GENÉTICA Y LA VARIABILIDAD GENÉTICA: DOS CONCEPTOS DIFERENTES ASOCIADOS AL GERMOPLASMA Y AL MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL* GENETIC DIVERSITY AND GENETIC VARIABILITY: TWO DIFFERENT CONCEPTS ASSOCIATED TO PLANT GERMPLASM AND BREEDING (en línea, sitio web). Consultado 1 abr. 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/bag/v28n2/v28n2a01.pdf>.

Sierra-Macías, M; Rodríguez-Montalvo, FA; Palafox-Caballero, A; Espinosa-Calderón, A; Andrés-Meza, P; Gómez-Montiel, NO; Valdivia-Bernal, R. 2016. PRODUCTIVIDAD DE SEMILLA Y ADOPCIÓN DEL HÍBRIDO DE MAÍZ H-520, EN EL TRÓPICO DE MÉXICO SEED PRODUCTIVITY AND ADOPTION OF THE H-520 MAIZE HYBRID IN MÉXICO'S TROPICS (en línea, sitio web). Consultado 29

mar. 2022. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v13n1/1870-5472-asd-13-01-00019.pdf>.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES. 2017. Morfología de las semillas (en línea, sitio web). Consultado 25 mar. 2022. Disponible en https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/46288/mod_folder/content/0/TP%2015.%20MORFOLOGIA%20DE%20LA%20SEMILLA.pdf?forcedownload=1.

Vera Rodriguez, JH; Cepeda-Landin, WE; Alcívar-Llivicur, MF; Pineda-Macas, GL; Medranda-Parraga, KE. 2021. Comportamiento agronómico y económico de genotipos de maíz duro (*Zea mays* L.) en La Troncal, Ecuador Agronomic and economic behavior of hard corn genotypes (*Zea mays* L.) in La Troncal, Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 16 mar. 2022. Disponible en <http://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4412517007/4412517007.pdf>.

Villares Rea, J. 2020. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2022. Disponible en https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLARES%20REA%20JESSICA%20YADIRA_compressed.pdf.

Wattiaux, MA. 2022. Conceptos básicos sobre genética (en línea, sitio web). Consultado 27 mar. 2022. Disponible en <https://www.medvet.una.ac.cr/posgrado/gen/invest/14concepgen.pdf>.

Zambrano Zambrano, EE; Ricardo, J; Andrade, FL; Daniel, F; Cobeña, A; Paul, J; Linzan, V; Brainer, M; Villafuerte, C; Fernando, J; Moreno, E; Luis, J; Mendoza, Z. 2022. Vista de Interacción genotipo ambiente de híbridos de maíz bajo temporal en Manabí y Los Ríos, Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 1 abr. 2022. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5292/1/iniaptpR2017z8p7-14.pdf>.

