INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTÍERREZ

CARRERA:
Ingeniería Bioquímica

INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL
PROYECTO TITULADO:

"Determinar entre dos especies hibridas y una variedad cual presenta mejor calidad nutrimental"

ALUMNO:
Esmeralda Azucena Recinos Narcia

No. CONTROL:
07270196

ASESOR INTERNO:
Ing. Margarita Marcelin Madrigal

Asesor externo:
Dr. Néstor Espinosa Paz

REVISORES:
Dr. Miguel Abud Archila
IBQ. Jaqueline Leyra Hernández

Ciclo:
Agosto-Diciembre 2012

INDICE

CAPITULO l

l. Introducción
1.1 Objetivo General…… 4
1.2 Objetivo Especifico
1.3 Justificación
1.4 Caracterización del área en que se participó …….. 5
1.5 Alcances y limitaciones
1.5.1. Alcances
1.5.2. Limitaciones

CAPITULO II

II.- Antecedentes……... 6
2.1 Importancia de la semilla mejorada y certificada ……... 7
2. 1.2 Importancia de las razas de maíz en nuevos materiales……..… 9

CAPITULO III

III.- Ubicación Geográfica…….….. 10
3. 1 Clima y precipitación

CAPITULO IV

IV. Marco Teórico……... 11
4.1 Desarrollo de variedades e híbridos de maíz…….…… 12
4.1.1 Variedad de Polinización Libre (VPL)
4.1.2 Maíz híbrido
4.1.3 Características de los Híbridos más empleados a nivel nacional.15
4.1.3.1. H-3086 (blanco)
4.1.3.2. H-30F35 (amarillo)
4.1.3.3. H-30F87 (Amarillo)
4.1.3.4. H-3041 (Amarillo)
4.2 importancia y producción…….. 16
4.2.1 Planificación de la producción…….17

CAPITULO V
V. Materiales y Métodos……. 19
5.1 Determinación de impurezas que acompañan al grano
5.2 Determinación de olor y Aspecto
5.3 Determinación del peso Hectolitrico
5.4 Determinación de la energía germinativa y la capacidad de germinación
5.5 Determinación de grano quebrado y/o desnudo
5.6 Determinación de humedad
5.7 Determinación de pH
5.8 Determinación de granulometría
5.9 Determinación de acidez
5.10 Determinación de cenizas
5.11 Determinación de sólidos solubles
5.12 Determinación de nitrógeno proteico
5.13 Determinación de fibra cruda bruta
5.14. Determinación de grasa

CAPITULO VI.
VI. Resultados ……. 20
6.1 Discusión de Resultados …… 22
VII. Conclusión…… 23
VIII. Anexos……. 24
8.1 Técnicas para determinaciones del proyecto
8.1.1 Determinación de la energía germinativa o velocidad de germinación.
8.1.2 Determinación de grano quebrado y/o desnudo……..… 25
8.1.3 Determinación de granos dañados
8.1.4 Análisis de las propiedades sensoriales de la harina de trigo.
8.1.5 Determinación de Humedad ……..… 26
8.1.6 Determinación del pH……..... 27
8.1.7 Determinación de sólidos solubles
8.1.8 Determinación de la granulometría (grado de finura)
8.1.9 Determinación de acidez
8.1.10 Determinación de cenizas……... 28
8.1.11 Determinación de extracto etéreo …….. 29
8.1.12 Determinación de fibra cruda bruta……. 30
8.1.13 Determinación de nitrógeno proteico…… 31
8.2 Datos obtenidos para los resultados de las determinaciones…… 33

IX. Bibliografía

CAPITULO l

1. Introducción

Los granos de maíz común son fuente alimenticia para humanos y animales domésticos, y contienen en su mayor parte hidratos de carbono, y en menor proporción, proteínas, aceite comestible y un mínimo de fibra (Paliwal et al., 2001).

Comparado con otros cereales, el grano de maíz es una fuente importante de energía pero menor como fuente de proteína, tanto en proporción como en calidad, dada las carencias en aminoácidos esenciales; el porcentaje de lisina en grano es menor a 0.29, y el triptófano no rebasa el 0.07 (Dale, 1997; Araba, 1998, citado en Feed and Grain, 1998).

Desde la mejora genética del maíz, se han desarrollado híbridos y variedades especializadas tanto para calidad proteica (ricos en lisina y triptófano) como para alto contenido de aceite, las cuales están en proceso de adopción por los agricultores y usuarios; en México, los maíces de alta calidad proteica se han venido promoviendo durante los últimos años con éxito limitado todavía; los maíces de alto contenido en aceite no ingresan al mercado nacional de semillas por su origen transgénico, así como las variantes en el manejo especializado para su producción. (Rodríguez, 1981).

Dado que el maíz es fundamental en la alimentación de los mexicanos, una alternativa es incrementar el consumo o bien mejorar la calidad del maíz que se consume, lo que es factible con los maíces de calidad proteínica (QPM).

En México en más de 64 años de investigación en mejoramiento genético de maíz, realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y sus antecesores, se ha tratado de cubrir las necesidades de híbridos y variedades mejoradas, con adaptación especifica a diferentes condiciones ambientales.

El INIFAP liberó los últimos 6 años más de 30 nuevos maíces de calidad normal con características agronómicas ventajosas para diferentes regiones de México, adicionalmente los últimos tres años liberó 21 nuevos maíces de calidad proteínica (QPM) para promover tratar de elevar el nivel nutricional de los mexicanos con este tipo de variedades, las cuales poseen el doble en porcentaje de los aminoácidos lisina y triptófano. (Espinosa C., 1997)

En este proyecto de investigación determinaremos la calidad nutrimental de tres genotipos de maíces (un híbrido, una variedad y una variedad sintética), desarrollados por el Instituto Nacional de investigaciones forestales, agropecuarias y pecuarias (inifap), este estudio se llevará a cabo con base a los análisis bromatológicos y organolépticos que permitirán comparar el aporte nutrimental entre cada uno de ellos

1.1 Objetivo General

Determinar el aporte nutrimental de cada genotipo de maíz mediante los análisis bromatológicos y organolépticos.

1.2 Objetivo Especifico

Determinar el contenido de carbohidratos, proteínas, sales minerales y grasas de las especies de maíz H-565, VS-536 y V-560.

Determinar cuál de las especies de maíz tiene un mayor aporte nutrimental de acuerdo a los datos obtenidos en la investigación.

1.3 Justificación:

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (inifap), se encarga de contribuir al desarrollo productivo, equitativo y sustentable de las materias primas, mediante la generación y adaptación de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas y la formación de recursos humanos para atender las demandas y necesidades en beneficios del sector y la sociedad en un marco de incorporación institucional con organismos públicos y privados.

Los híbridos y variedades que se generan en esta institución, son con la finalidad de adaptar y fortalecer el grano de maíz, de manera que sea optimo no solo en el ámbito nutrimental sino también para soportar las variantes climáticas y evitar la pérdida por contaminación microbiológica o plagas.

Este proyecto se llevo a cabo en base a la necesidad de analizar y comparar el aporte nutrimental entre cada genotipo de maíz, para cubrir mayor superficie de recomendación, además de promover el uso de semillas mejoradas genéticamente para aumentar el nivel competitivo en la producción.

1.4 Caracterización del área en que se participó

En el sureste de México se siembran anualmente 2.5 millones de hectáreas con maíz, de éstas, un millón están comprendidas en provincias agronómicas de buena y muy buena productividad y 100 mil hectáreas son sembradas bajo condiciones de riego, (Sierra et al., 2004).

En esta superficie se recomienda la siembra tanto de híbridos como de variedades, ya que estos expresan al máximo su potencial genético bajo condiciones de clima, suelo y manejo por parte de los agricultores (Sierra, 2004; Vasal, 1994).

En la selección de mejores híbridos y variedades se debe tener en cuenta la adaptabilidad de los genotipos, porque permite conocer la respuesta a los diferentes ambientes, definidos por el clima, suelo y manejo agronómico. (Sierra, 2008)

El presente proyecto se tomó a partir de un programa que lo sustento gobierno en desarrollo del maíz, el cual se realizó en el área de campo para la situación agronómica y los análisis organolépticos en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (inifap); en cuanto al área de laboratorio se llevo a cabo en el laboratorio de alimentos del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, una de las áreas óptimas para llevar a cabo los análisis bromatológicos en alimentos.

1.5 Alcances y limitaciones

I.5.1. Alcances

El siguiente proyecto es primordial para estudiar la harina y los granos de diferentes especies de maíz, con el objetivo de determinar cuál de ellos tiene un mayor aporte nutrimental; en base a los análisis realizados podemos decir que se cumplió con las expectativas para realizar las comparaciones en cuanto a la calidad nutrimental entre cada genotipo, y así, los productores podrán emplear el más apropiado para su producción y que les sea redituable, como los consumidores compraran el de mayor aporte nutrimental según su consumo (en animales o humano) y que sea a un precio económico.

I.5.2. Limitaciones

Una limitante en este proyecto fue el tiempo de crecimiento y maduración de la planta como del fruto del maíz para su estudio, también el muestreo es un factor determinante al realizar estudios en los laboratorios, pero un inconveniente fue que se perdió tiempo por no contar con los reactivos o materiales necesarios para llevar a cabo las determinaciones; los resultados no serán cien por ciento confiables ya que abran variaciónes en los resultados dando así un margen de error mayor.
Uno de los análisis que no se pudo realizar debido a la falta de equipo(foto colorímetro) fue la determinación del índice de color, el cual evalúa la calidad del maíz en cuanto a su coloración, por lo que solo se pudo evaluar de manera sensorial (visualmente) el color de cada muestra, este resultado hace que el proyecto no alcance la confiabilidad deseada.

CAPITULO II

II.- Antecedentes.

El origen exacto del maíz actual (Zea mays) es algo que, incluso en nuestros días, no ha llegado a esclarecerse plenamente. Existen dos corrientes distintas con respecto a su origen. La primera y más extendida sitúa su origen en una evolución del teosinte, cultivo anual que posiblemente sea el más cercano al maíz. La segunda tendencia cree que se desarrolló a partir de un maíz silvestre hoy desaparecido. Gracias a la datación por medio de Carbono 14 realizada sobre espigas de maíz encontradas en yacimientos arqueológicos del Valle de Tehuacán se ha sabido que el maíz era consumido en México hace 7000 años.

Las mazorcas de aquella época se diferenciaban considerablemente de las que conocemos hoy en día. Medían entre 3 y 4 cm. de longitud y tenían escasa cantidad de granos cada una. Unos 1000 años después este maíz primitivo ya estaba domesticado. La evolución natural y las capacidades agrícolas de los indígenas precolombinos transformaron progresivamente esas pequeñas mazorcas salvajes en algo más parecido a lo que conocemos actualmente. El maíz era un alimento básico de las culturas indígenas americanas muchos siglos antes de que los europeos llegaran a América. En el año 1604 se inició su cultivo en España. Debido a su productividad y a su fácil adaptación al medio, el cultivo del maíz se extendió rápidamente en la dieta popular. Durante el siglo XVIII el cultivo se difundió de forma gradual por el resto de Europa, primero por los lugares de clima más cálido del Mediterráneo y posteriormente por la Europa septentrional. Es el único cereal proveniente del Nuevo Mundo. Actualmente se cultiva en la mayoría de los países del mundo siendo la tercera cosecha más importante después del trigo y el arroz. Hoy en día el maíz se utiliza como fuente fundamental en la nutrición tanto de seres humanos como animales.. Una de las principales características de las culturas mesoamericanas continúa siendo, hasta nuestros días, el empleo variado y predominante del maíz como nutrimento básico; principalmente, en las comunidades indígenas que organizan su vida comunitaria en torno a la agricultura.

Figura 1.Cosecha de maíz

Por otra parte el estudio del maíz no ha llevado a punto donde sean creado nuevas variedades, esto se debe a su manejo y alteración genética para mejorar la calidad y productividad del maíz las variedades hibridas de maíz son variedades con características muy homogéneas en su desarrollo y productividad, además de que se han seleccionado para resistir diversos problemas o enfermedades que afectan a la mayoría de variedades de maíz. Por cierto, llamamos "variedad" en el caso del maíz y demás plantas a lo que en animales llamaríamos "razas".

Figura 2. Maíz hibrido y variedad sintética

2. 1 Importancia de la semilla mejorada y certificada

El uso de semilla mejorada es un elemento clave en todos los países, para alcanzar niveles competitivos en la producción. En México y Centro América, el uso de semilla mejorada de maíz es aún muy bajo. A excepción de El Salvador, donde el uso de la semilla híbrida supera el 50% de la superficie total sembrada, el resto de países de la región registran un bajo uso de semilla mejorada, sembrándose una proporción importante de esta superficie con variedades de polinización libre (VPL), y muy poco con semilla híbrida. En México cada año se siembran de 7 a 8.4 millones de hectáreas (Sánchez, et al, 1998) de maíz.

En la investigación en México desde 1940, Destacaron dos grandes corrientes, una de ellas promovía el empleo de híbridos (de cruza doble en su mayoría) y otra el uso de variedades mejoradas de polinización libre, en este ultimo tipo se trató de aprovechar las variedades o híbridos estabilizados. Ambos tipos de variedades trataron de cubrir una mayor superficie de recomendación además de promover el uso de semilla mejorada. Los últimos años el Dr. Turrent e investigadores de maíz definieron en el INIFAP que en México mayoritariamente existen 15 grandes macroambientes donde se cultiva maíz, en cada uno de estos macroambientes se presentan por su potencial productivo, las provincias agronómicas, las cuales fueron clasificadas con base a elementos de productividad como es disponibilidad de humedad, fertilidad, pendiente, profundidad de suelo, etc. Lo anterior podría ser un auxiliar para organizar y determinar el tipo de variedades que conviene sembrarse en cada agrosistema, de esta manera en las áreas de riego deben sembrarse híbridos de cruza simple ya que estos explotan al máximo las ventajas favorables de estas provincias; en las áreas de "Muy Buena Productividad" conviene emplearse híbridos trilíneales y dobles; en cambio en las superficies de "Buena productividad" es mejor el uso de cruzas dobles; en las áreas de "Mediana Productividad" el tipo de variedades que convienen son las sintéticas, híbridos varietales y variedades mejoradas de polinización libre, las cuales amortiguan las características limitantes de estos agrosistemas. De la combinación de 15 macroambientes y cinco provincias agronómicas resultaría de manera simplista 75 ambientes específicos con cierto nivel productivo, para los cuales se requerirían variedades adecuadas a cada condición. Es evidente que el número de variedades desarrolladas es insuficiente para cubrir las condiciones donde se cultiva maíz. Por otra parte, el número de variedades tampoco apoyaría la conservación de la biodiversidad.

El uso de nuevas variedades mejoradas implica en mayor o menor medida impacto en la biodiversidad directamente proporcional al número de variedades que se utilicen en forma extensiva. Es claro que la percepción y estrategia de las grandes empresas considera el uso de pocas variedades para facilitar la producción de semilla y manejo de los esquemas y planes de multiplicación. En cambio la concepción desde el punto de vista tratando de mantener la biodiversidad, implica el mayor número posible de variedades mejoradas. Otro elemento en contra de la biodiversidad se concentra en los programas que ha promovido la SAGARPA y sus antecesores como fue el programa kilo por kilo de maíz, que bajo el objetivo de propiciar una mayor utilización de semilla mejorada a través del cambio de esta por semilla criolla, tratando de duplicar el nivel de uso de semilla certificada de los mejores materiales disponibles. Distribuyó semilla para más de 400 mil hectáreas cada año, además de apoyar la organización de la multiplicación de semilla en categorías: original, básica, registrada, certificada.

2. 1.2 Importancia de las razas de maíz en nuevos materiales

Se tienen descritas más de 50 razas diferentes en México, de un universo estimado en más de 200 razas a nivel mundial, reconociéndose gran variación dentro de poblaciones de la misma raza (Ortega et al., 1991). Dentro de cada raza existe variación de rubrazas, variedades y en el caso especifico de maíz toda una gama de poblaciones genéticamente mejoradas, donde se incluyen variedades de polinización libre así como diferente tipo de híbridos, obtenidos todos ellos por selección recurrente, variedades compuestas, variedades sintéticas, híbridos simples, híbridos trilineales e híbridos dobles. Obtener y Desarrollar una nueva variedad de maíz, implica una gran inversión económica y por lo menos 12 años de dedicación constante de personal altamente capacitado, para elegir el mejor germoplasma, la raza de donde proviene el germoplasma, sus características, derivación de líneas, formación de híbridos, y/o variedades, evaluación y selección de mejores materiales, validación comercial, incremento de progenitores, producción de semilla, distribución comercial, frecuentemente se tienen resultados después de 20 ó más años. Por ello mismo obtener, desarrollar y promover una nueva variedad es una actividad que se considera estratégica para cada país, donde se resume el esfuerzo de numerosos científicos.

Figura 3.cosecha de maíz mejorado

CAPITULO III

III.- Ubicación Geográfica.

Normalmente este tipo de genotipo es encontrado al sureste de la republica mexica en el estado de Chiapas especialmente en el instituto nacional de investigaciones forestales, agropecuarias y pecuarias (inifap) ubicado en el municipio ocozocoautla de Espinoza, Chiapas.

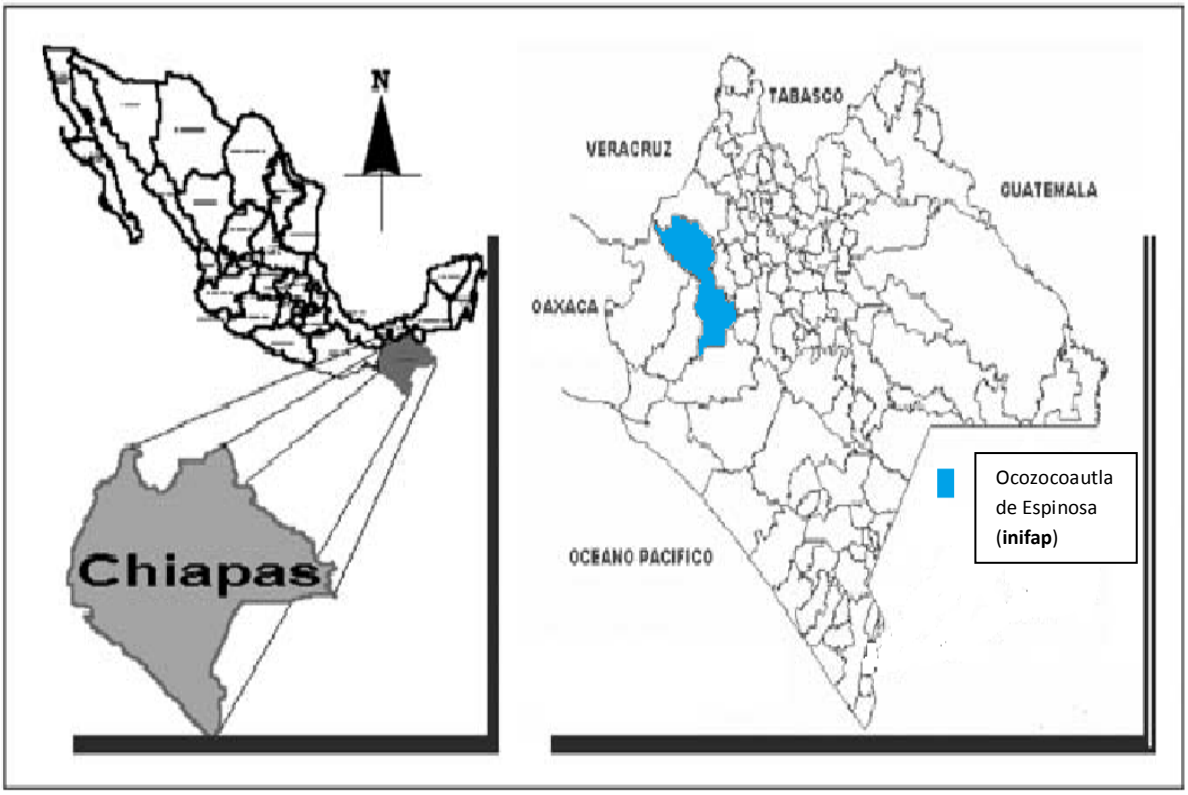


Figura 4. A) Descripción geográfica del área de estudio, b) Localización del sitio de estudio de operación y manejo de información.

3. 1 Clima y precipitación

Los climas predominantes son el cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media A(W1) en el 58.04% de la superficie municipal y el cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad A(W2) en el 38.60% de la superficie municipal. La temperatura media anual promedio es de 28.10º C. En los meses de mayo a octubre, la temperatura mínima promedio va de los 15°C a los 22.5°C, mientras que la máxima promedio oscila entre 24°C y 34.5°C. En el periodo de noviembre - abril, la temperatura mínima promedio va de 12°C a 19.5°C, y la máxima por arriba de 30 grados.

CAPITULO IV

IV. Marco Teórico

El maíz ha sido por mucho tiempo el cultivo agrícola más importante de América, desde una perspectiva en las siguientes producciones: alimentario, industrial, político y social. También ha sido el principal fuente de la alimentación humana a través de numerosas preparaciones desde maíz tierno hasta grano duro, en toda suerte de sopas, coladas, pasteles, tortas, bebidas y harinas. El maíz ha sido vital para las culturas indígenas y campesinas base de su alimentación, bebidas ceremoniales y rituales, relacionados con siembra y cosecha especialmente, también en la producción de forraje y alimentos para animales. Componente principal junto al frijol de sus chagras tradicionales. El maíz suministra cantidades significativas de nutrientes, sobre todo calorías y proteínas.[1]

El maíz ha sido importante en la nutrición animal como humana ya que es importante en la nutrición y Contiene aminoácidos como Lisina, Triptófano, Histidina, Arginina, Ácido aspártico, Treonina, Serina, Ácido glutámico, Prolina, Glicina, Alalina, Cistina, Valina, Metionina, Isoleucina, Leucina, Tirosina y Fenilalanina. El maíz es el cereal de mayor y más amplia distribución a nivel del mundo y ocupa el tercer lugar en los estimativos de producción total precediendo al arroz y el trigo. Tiene amplia distribución geográfica desde el nivel del mar hasta los 3000msnm.El 78% del maíz se usa en alimentación animal como en (torta, harina, grano, forraje y concentrados), el 10.1 en edulcorantes (productos de panificación y pastelería, bebidas de frutas, helados, refrescos), el 6.4% en alcoholes (bebidas alcohólicas, alcoholes carburantes, tintas), el 3.1% en almidones (productos de pastelería y panificación, bebidas de chocolate, bombones, chicles, salsa de asados, rellenos de pasteles) y solo el 2.4% en productos alimenticios directos y procesados como aceites de mesa, margarina, mayonesa, aderezos para ensaladas, sopas, salsas, harina de maíz, caramelos, saborizantes y colorantes, bebidas lácteas), NovartisSeed, 1997.

El maíz genéticamente modificado Agro-Bio, primera edición 2005.http://www.fiagro.org.sv/systemFiles/maiz%20geneticamente%20modificado.pdf

4.1 Desarrollo de variedades e híbridos de maíz

El inifap ha desarrollado diferentes alternativas tecnológicas a través de la aplicación del Fitomejoramiento genético, lo que posibilita el disponer de variedades e híbridos de maíz adaptados a diferentes condiciones agrocológicas del país. La semilla obtenida de este proceso de Mejoramiento constituye un insumo estratégico que proporciona las mejores tasas de retorno a Capital comparada con otras tecnologías utilizadas en el proceso de producción del cultivo. Además, esta tecnología puede incluir genes que proporcionan tolerancia a determinado estrés Clasificado como factor biótico (plagas ó enfermedades) o abiótico (sequía, suelos ácidos) que Afecte el potencial de rendimiento. La orientación del trabajo de investigación en el área de fitomejoramiento ha enfatizado en el desarrollo de las tecnologías:

4.1.1 Variedad de Polinización Libre (VPL)

Representa la fracción superior de líneas o familias (6-10)que provienen de una población en Mejoramiento y que al recombinarse proporcionan plantas con características definidas en relación a sus características agronómicas, tipo de grano, textura de grano, adaptación agroecológica.

4.1.2 Maíz Híbrido

En el maíz híbrido, el cultivo controlado reemplaza al que se hacía sin orden alguno. Primero se desarrolla una especie pura, fertilizando el brote de un tallo con el polen de la propia planta. Se ata una bolsa en la borla del cogollo para recoger el polen; luego se vacía este sobre el brote de abajo de la misma planta, estando encerradas en bolsas todas las espigas de maíz. Al cabo de siete años de tan extraordinario y cuidadoso trabajo, surgirá una caña de maíz que presentará en idénticos rasgos de estación en estación, si se planta a conveniente distancia de cualquier otra planta de maíz.

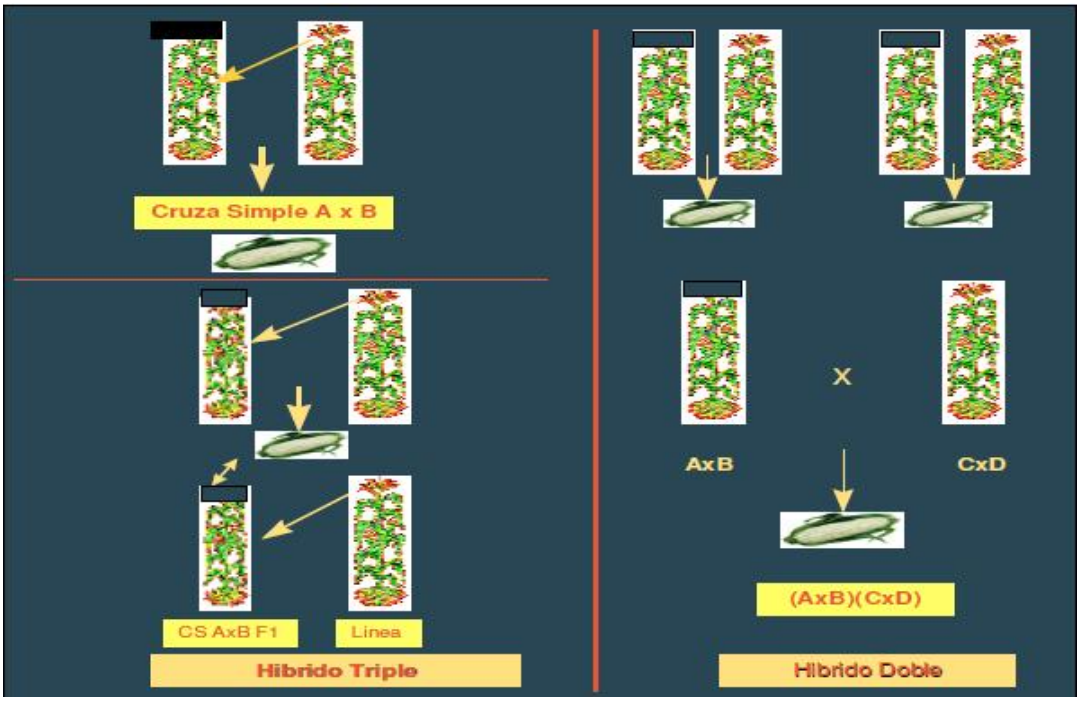


Fig. 5. Formación de Híbridos

De las plantas cultivadas en esta forma, tomando dos especies puras, se obtendrá por cruzamiento, en otros tres años de trabajos, el maíz híbrido, que tendrá los caracteres por ejemplo, de los cuatro abuelos anteriores: tallo fuerte y bien arraigado, mazorcas más grandes y nutridas, granos más gruesos y resistentes; más almidón y féculas y aceite y proteínas.

Una vez que se ha desarrollado la especie híbrida de doble cruzamiento, ésta puede reproducirse año tras año, por un simple métodos de alineamiento, sólo ese maíz híbrido se sembrara y no el producido comercialmente en las cosechas del mismo, porque éste tiende a degenerar.

Casi todas las mazorcas de maíz tienen un número igual de hileras de granos, por lo que es posible calcular las cosechas que se recogen, por el número de mazorca recogidas.

México es el primer país de Hispanoamérica y tercero en el mundo, después de los Estados Unidos y del Canadá, en el que se ejecutaron las operaciones técnicas para producir los híbridos dobles, con lo cual se está refrenando la producción de maíces de polinización libre, de los que, según registro hecho por la fundación Rockefeller, solo en nuestro país hay más de mil quinientas clases diversas, que han ido degenerando y perdiendo rendimiento y virtudes alimenticias.

Los antiguos mexicanos practicaban la hibridación por instinto: acostumbraban sembrar su maíz en forma de mata, para la cual hacían un hoyo en el que depositaban los granos escogidos, seleccionados con cuidado: un grano rojo, uno morado, uno amarillo dorado y uno blanco, los cuatro granos que por costumbre colocaban en cada hoyo de siembra. Sabían, por instinto, que tal método les favorecía mucho, porque veían aumentadas sus cosechas; pero no conocían a fondo el problema. Lo que hacían era producir una hibridación natural, conservando plantas en una forma pura y que reunían las necesarias características para tener mejores cosechas cada año. Pero fue hasta el año de 1810 cuando algunos investigadores norteamericanos descubrieron científicamente que, cruzando dos líneas puras de maíz, se mejoraba el rendimiento, y nació así el maíz híbrido.

Alzate se refiere a los métodos de cultivo del maíz que tenían, desde hace siglos, los indígenas de Xochimilco, y allí encontró que venían sembrando el " maíz pregerminado", con lo cual se obtienen grandes producciones por hectáreas, y que el método se viene empleando en la actualidad para acelerar y aumentar la producción. En otro producto,

Pero que demuestra el adelanto que habían logrado ya los indios mexicanos en la agricultura, se comprueba que los totonacas de la costa del golfo de México sabían hacer la fecundación artificial de la flor de la vainilla, hecho que es la base de la genética contemporánea, que por la fecundación artificial ha revolucionado la agricultura mundial, y la ganadería.

En qué consiste el vigor del híbrido, ocurre al realizarse cruzamientos programados entre linajes endogámicos divergentes (genéticamente diferentes), que son las unidades fundamentales para el desarrollo de programas de producción de semillas de maíz híbrido. Los linajes son poco productivos en general, pues para obtenerlos, las plantas de maíz son fecundadas manualmente, con lo que se pierde productividad (cuatro veces inferior a los híbridos en general, o menos), representando el talón de Aquiles en la producción de semillas. El primer híbrido a ser producido fue el híbrido simple, como muestra el ejemplo de la Figura 6, donde se evidencia la progresiva pérdida de vigor y, consecuentemente, de productividad a los alargo de las autofecundaciones.

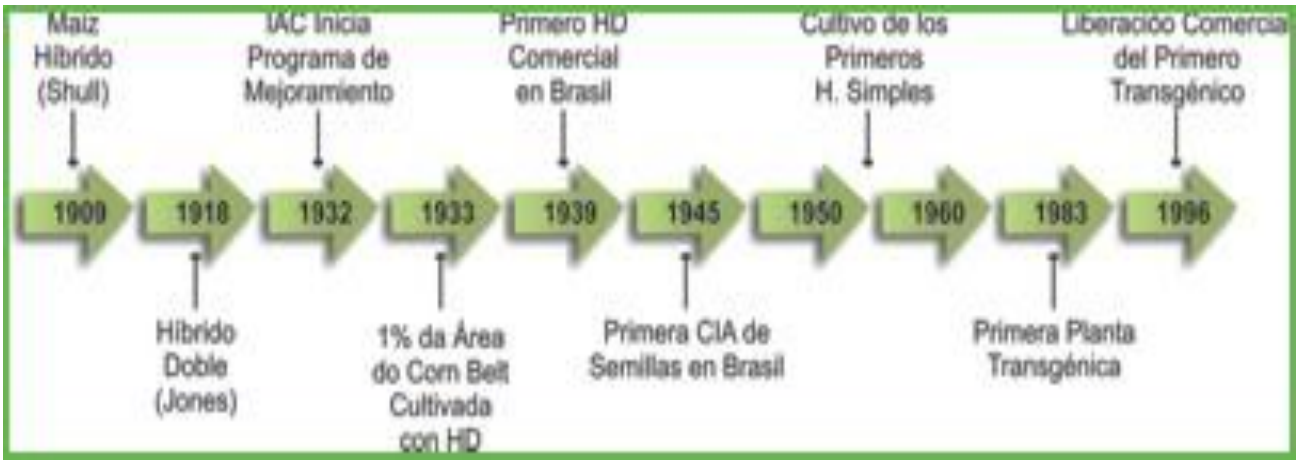


Fig. 6. Mejoramiento de los híbridos a través de la autofecundación.

Existen varios tipos de híbridos, todos ellos constituidos de linajes. Algunos fueron pensados para viabilizar la producción económica de semillas, como es el caso del híbrido doble creado por Donald Jones en 1918. Este investigador trató de eliminar un problema de baja productividad de semillas de las hembras de los primeros híbridos simples, que eran linajes de bajo rendimiento de semillas. Utilizó como hembra el mismo híbrido formado entre dos linajes, lo que significó bastantes más semillas. En este tipo de híbrido, se disminuyó un poco de vigor, pero se viabilizó en la época, la producción económica de semillas.

Actualmente, se avanza hacia el uso de híbridos con menor número de linajes, como es el caso de los híbridos triples (hembra HS y macho linaje), híbridos simples modificados (hembra HS entre linajes relacionados y macho linaje), y el simple puro (cruzamiento solo entre linajes). Por esa razón, las empresas estimulan y direccional a sus mejoradores (investigadores especializados en la generación de nuevos híbridos) a la selección de linajes que produzcan buenos híbridos, pero sin perder de vista las características favorables a la producción económica de semillas. Es en este aspecto que las modernas tecnologías de ingeniería genética, como los marcadores moleculares y el uso de di-haploides, pueden auxiliar a los mejoradores a reducir el número de ciclos y aumentar la efectividad de la selección. En contrapartida, se trata de un nivel de tecnología que no está disponible para todas las empresas del sector, pues exige inversiones continuas de millones de dólares, existiendo empresas alrededor del mundo que invierten cerca de U$ 2 millones por día en investigaciones agrícolas.

4.1.3 Características de los Híbridos más empleados a nivel nacional

4.1.3.1. H-3086 (blanco)

Es el Híbrido más sembrado en zonas tropicales con amplia adaptabilidad a cualquier ambiente y zona.

Características:

• Rusticidad
• Excelente cobertura de mazorca
• Tolerancia al acame por sus excelentes tallos y raíces
• Adecuado a sus condiciones de manejo
• Excelente apariencia de planta, fuerte sana y vigorosa

4.1.3.2. H-30F35 (amarillo)

Es un hibrido intermedio y es una opción para elevar su productividad en suelos profundos y fértiles, donde hay un buen control de plagas.

Características:

• Es un híbrido simple con excelente potencial de rendimiento y precocidad en el secado de grano.
• Excelente tolerancia al acame de tallo y raíz.
• Muy buena cobertura de mazorca**.**

4.1.3.3. H-30F87 (Amarillo)

Es un híbrido intermedio con excelente capacidad de rendimiento, por su alta defensividad.

Características:

• Excelente calidad de grano por su grano duro, cristalino y su alto peso específico.
• Muy buena tolerancia al acame de tallo y raíz.
• Excelente cobertura de mazorca.
• Muy buena velocidad de secado del grano.

4.1.3.4. H-3041 (Amarillo)

Características:

• Híbrido de doble propósito por su calidad de grano y forraje.
• La mejor calidad de forraje para ensilaje de planta entera.
• Alta calidad proteínica de grano.

Probado y avalado por Socios productores de leche de la cooperativa 2 Pinos en Costa Rica.
• Alto rendimiento para ambientes tropicales.
• Rusticidad para los diferentes ambientes tropicales de Centro América.
• Híbrido Validado y con programa de abasto para la industria de concentrados.

4.2. Importancia y producción

La producción actual de semillas de maíz híbrido es el resultado de aproximadamente 70 años de avances científicos y tecnológicos, desde el lanzamiento del primer híbrido comercial en el Brasil, en 1919, hasta nuestros días, con el avance y aparición de los primeros híbrido genéticamente modificados, evidenciando el gran avance de la moderna agricultura brasileña. La importancia de las semillas híbridas para el cultivo del maíz queda demostrada cuando se compara la evolución de la superficie sembrada con semillas híbridas y la productividad en toneladas por hectárea (ton/ha). En los últimos cuatro años, la superficie sembrada con semillas híbridas de maíz saltó de 8,2 millones de hectáreas a 10,3 millones (Gráfico 1), y en el mismo período, el incremento en el rendimiento fue superior al 17%.

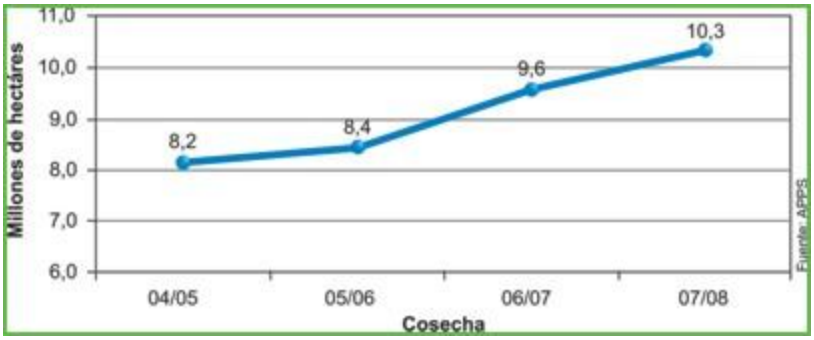


Gráfico 1 – Evolución del mercado de semillas híbridas en millones de hectáreas de las últimas 4 cosechas

A pesar de la interferencia de varios factores, se puede inferir que este incremento de productividad también muestra una correlación con el aumento del uso de semillas híbridas. Ese mismo hecho fue observado históricamente en otras partes del mundo, cuando se avanza en tecnología, tal como se muestra e el Gráfico 2. En los EUA, hasta la década de 1930, se utilizaba solamente variedades (llamadas de "polinización abierta"), y en las décadas siguientes hasta hoy, solo híbridos, comenzado con los híbridos dobles, cambiando posteriormente a los híbridos simples, y actualmente, híbridos simples genéticamente modificados en gran volumen (los llamados híbridos "Biotech").

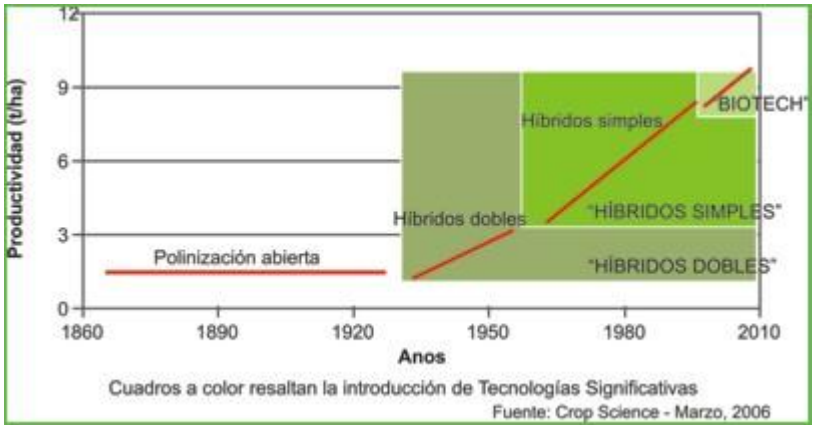


Gráfico 2. - Promedio de productividad del maíz en Estados Unidos desde la Guerra civil hasta nuestros días

4.2.1 Planificación de la producción

La planificación de la producción de semillas híbridas es uno de los puntos más críticos en este sector, pues depende una programación perfectamente alineada con el mercado, las oportunidades y las tendencias. Todo proceso industrial requiere de una buena conexión entre el análisis de marketing, ventas y producción, para determinar el volumen correcto de productos, pero en el caso del mercado de semillas, ello implica un particular desafío. Es necesario tener muy bien identificadas las necesidades de los agricultores y del mercado, donde diversos eventos pueden llevar a un cambio radical en la planificación, incluso influyendo el rumbo de las investigaciones de los mejoradotes, como en el caso de las nuevas enfermedades. Otro hecho que muestra la importancia de esta anticipación, es que, para algunos tipos de híbridos, se necesitan estimaciones de producción de hasta tres campañas, así como para los híbridos simples modificados, híbridos triples y también en el caso del híbrido doble. Este último se toma como ejemplo por ser el más complejo, pues para obtenerlo, se debe aumentar la cantidad de semillas de los linajes "A", "B", "C" y "D" en una campaña. En otra, se cruza el "A" con el "B" para formar el macho híbrido simple "AB", y también se cruza los linajes "C" con "D" para formar la hembra híbrido simple "CD". Finalmente, en la tercera, se produce la semilla del híbrido doble "ABCD" a través del cruzamiento de dos híbridos simples "AB" con el "CD". En verdad, en la planificación de la producción, esto se hace de atrás para adelante, comenzando por estimar cuándo será la venta de semillas del híbrido final y, sobre la base de la productividad histórica de semillas de hembras y machos, se debe prever los requerimientos de semillas de híbridos simples, parentales y linajes.

Existe otro factor que implica también un desafío constante en la producción de semillas: el clima. La primera parte de la "fábrica" de semillas está a cielo abierto, es decir, es en el campo donde las semillas son producidas y, por lo tanto, están sujetas a variaciones de las condiciones climáticas que muchas veces pueden ocasionar pérdidas considerables debido a lluvias en la cosecha, heladas, sequías, etc.

Para países como los EUA, que está en otro hemisferio, existe mayor necesidad de planificación de la producción, lo que se entiende fácilmente por la ocurrencia de inviernos rigurosos. En el Brasil, en muchos de sus estados, se puede producir semillas en dos campañas (verano e invierno). De esa

Forma, también Argentina, Bolivia y Chile pueden producir semillas durante el invierno del hemisferio norte y posteriormente, exportar semillas listas para la siembra, lo que representa una

Importante fuente de divisas. Se exportan semillas híbridas no solamente para los Estados Unidos, sino también hacia otros países de América Latina que tienen diferentes dificultades de producción. Hay otro camino inverso, cuando es necesaria la importación de semillas en ciertas situaciones, como las posibilidades de utilizar los recursos genéticos de diferentes filiales internacionales y también, de laboratorios de ingeniería genética de la casa matriz, para estudios o introducción de genes en linajes parentales. Esas semillas vuelven en pocas cantidades al país de origen para su posterior incremento y producción de híbridos.

En los últimos dos años se ha visto un cambio importante en el escenario mundial de los comodities y, particularmente para el maíz; los stocks están muy bajos, elevando los precios de los alimentos. La industria de semillas sufrió así un gran impacto, aumentando rápidamente su demanda. Este aumento puede llevar a "cuellos de botella" en la producción de semillas de alta calidad, si algunos aspectos no pueden ser previstos. Las empresas de semillas están visualizando este momento y están invirtiendo millones de dólares en la expansión de sus instalaciones para elevar considerablemente su capacidad.

Para tener volumen y calidad es necesario adquirir máquinas de última generación para dichas expansiones (ver fotografías más abajo), equipando las unidades de beneficiado de semillas ("UBS") e iniciando la introducción de innovaciones tecnológicas, como las máquinas de separación de semillas dañadas a través de imágenes de alta resolución y filtros de colores, los llamados "color sorters". Esos equipos son capaces de separar las semillas atacadas eventualmente por hongos e insectos y descartarlas, quedando las semillas de alta calidad germinativa para ponerlas a disposición de los clientes agricultores.

CAPITULO V

V. Materiales y Métodos

5.1 Determinación de impurezas que acompañan al grano
Se determina usando una criba N. 4.5/ 64^n X $3/4^n$.

5.2 Determinación de olor y Aspecto
Se determina por medio de la nariz y vista.

5.3 Determinación del peso Herctolitrico
Se determina con una probeta y embudo especial con válvula.

5.4 Determinación de la energía germinativa y la capacidad de germinación
Se determina con una hoja de cartón, algodón, y una charola perforada.

5.5 Determinación de grano quebrado y/o desnudo
Se determina por medio de una balanza granataria.

5.6 Determinación de humedad
Método de la termobalanza marca eurotherml con una sensibilidad de 0.001, Método de calentamiento en una estufa.

5.7 Determinación de pH
Se determina por medio de un potenciómetro marca conductronic y la sensibilidad de 0.01.

5.8 Determinación de granulometría
Se determina por medio de tamices marca alphalabs.

5.9 Determinación de acidez
Método de acidez titulable con una bureta.

5.10 Determinación de cenizas
Se determina usando una termo lámpara marca eurotherml.

5.11 Determinación de sólidos solubles
Se determina en un refractómetro ABBE.

5.12 Determinación de nitrógeno proteico
Método de micro kjeldahl.

5.13 Determinación de fibra cruda bruta
Se determina por el método de destilación simple.

5.14. Determinación de grasa
Método de soxhlet modificado se utilizó el equipo soxhlet.

CAPITULO VI

VI. Resultados

Resultados obtenidos de los meses agosto-diciembre 2012

En los análisis de varianza se detectaron diferencias estadísticas significativas para la mayoría de las variables, excepto para el porcentaje de humedad, pH y acidez (cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza y promedio

Fuente de variación	Variedad	C. V.	$\overline{x}$
Impurezas del maíz (%)	**	33.80	0.02
Peso hectolitrito (%)	*	0.61	72.32
Velocidad de germinación (%)	**	3.16	54.66
Capacidad germinativa (%)	**	1.53	65.33
Grano quebrado o desnudo (%)	**	0.25	96.95
Granulometría (%)	*	5.06	4.62
Humedad (%)	N.S	10.29	11.75
Grados Brix	**	12.12	0.38
pH	N.S	2.35	6.54
Acidez (g/l)	N.S	180.99	0.01
Cenizas del grano (%)	**	1.80	1.32
Cenizas de la harina (%)	**	1.78	1.47
Fibra cruda (g)	**	0.16	33.59
Grasas (%)	**	0.03	89.73
Nitrógeno (%)	**	13.00	1.13
Proteína (%)	**	5.17	6.82

N.S. = no significativo, * y **= significativo a nivel de $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$, respectivamente.
C.V. = coeficiente de variación
$\overline{x}$ = promedio.

El programa estadistico SAS (Statistical Analysis System) es un sistema de programas para el análisis de datos. Consiste de un conjunto de módulos capaces de entregar resultados de diferentes procesos como regresión, análisis de varianza, estadística básica, distribución de frecuencias, procedimientos multivariados y muchos mas.

Con base en la información del análisis de varianza se observa que existen las suficientes diferencias entre las variedades en sus características físicas y químicas para seleccionarlas de acuerdo a la finalidad que se proponga que puede ser alimenticia, industrial, etc.

Cuadro 2. Resultados estadísticos de las determinaciones del proyecto			
Determinaciones	**H-565**	**vs-536**	**v-560**
Impurezas del maíz (%)	**0.03 a***	**0.04 a**	**0.003 b**
Peso hectolitrito (%)	**72.66 a**	**71.60 a**	**72.70 a**
Velocidad de germinación (%)	**26.33 c**	**72.33 a**	**65.33 b**
Capacidad germinativa (%)	**34.33 c**	**89.33 a**	**72.33 b**
Grano quebrado o desnudo (%)	**98.11 a**	**95.47 c**	**97.26 b**
Granulometría (%)	**5.02 a**	**4.66 ab**	**4.17 b**
Humedad (%)	**11.42 a**	**11.68 a**	**12.16 a**
Grados Brix	**0.50 a**	**0.43 a**	**0.23 b**
Ph	**6.50 a**	**6.55 a**	**6.59 a**
Acidez (g/l)	**0.006 a**	**0.04 a**	**0.007 a**
Cenizas del grano (%)	**1.22 c**	**1.31 b**	**1.42 a**
Cenizas de la harina (%)	**1.52 a**	**1.39 b**	**1.49 a**
Fibra cruda (g)	**34.90 a**	**33.15 b**	**32.72 c**
Grasas (%)	**88.16 c**	**89.85 b**	**91.18 a**
Nitrógeno (%)	**0.84 b**	**1.43 a**	**1.12 ab**
Proteína (%)	**5.27 c**	**8.55 a**	**6.66 b**

*Las medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (tukey 0.05)

En las características de velocidad y porcentaje de germinación destaco la variedad VS-536, superando estadísticamente al resto de las variedades, también presento los valores mas altos en nitrógeno proteico y porcentaje de proteína; por lo tanto este material sobresalió tanto en características agronómicas y en composición nutrimental.
En porcentaje de grasas la V-560 tuvo el mayor porcentaje de grasas y cenizas del grano; mientras que el H-565 sobresalió en fibra cruda y tuvo el mayor porcentaje de grano quebrado (cuadro 2).

6.1 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos de las tres muestras analizadas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias (inifap), variaron con respecto a cada una de ellas, un factor de los cuales pudó haber sido la causa fue el tipo de suelo, debido a que cada grano de maíz ya sea hibrido o variedad depende del agua y de los minerales que da la tierra; en la determinación de cenizas en harina nos muestra que la VS-536 (variedad sintética) fue la muestra con menor porcentaje en cenizas y la mayor fue el H-565 (híbrido), en el caso de la determinación de cenizas en grano dio como resultado que el H-565 arrojó el porcentaje menor y el mayor fue de la V-560 (variedad), esto se debe a que la mayoría de las cenizas se encuentran en la cáscara, es decir que el tipo de fibrosidad es diferente entre cada muestra, por lo tanto varía el refinamiento de cada una.

En cuestión del refinamiento de la harina, los resultados anteriores concuerdan con el resultado de la determinación de granulometría, los cuales nos muestran en su respectiva tabla la cantidad de residuo en cada tamiz.

Si se compara los resultados la determinación de sólidos solubles con la determinación de acidez, lógicamente el resultado es aceptable debido a que el VS-536 fue la muestra con menor grado Brix y fue el que tuvo mayor acidez, igualmente con las muestras restantes.

No hubo variaciones significativas en la determinación del porcentaje de humedad, acidez y pH; esto nos dice que los resultados en estos análisis fueron casi iguales en los tres genotipos analizados (cuadro 1).

En cuanto a las propiedades bromatológicas, en la determinación de grasas las tres muestras tuvieron un alto porcentaje (cuadro 2), por lo tanto si los granos no se mantienen en un lugar seco puede desarrollarse rápidamente la oxidación (rancidez).

Para el análisis de fibra cruda en cada muestra, la que tuvo menor contenido fue la V-560 esto quiere decir que mientras menor sea la cantidad de fibra bruta, mayor será el proceso digestivo.

Tanto los resultados de la determinación de nitrógeno como de proteína, el H-565 fue el de menor porcentaje y el mayor fue la V-560, debido a que un análisis depende del otro.

VII. Conclusión

Empleando los análisis sensoriales y las pruebas bromatológicas correctamente, se pudo evaluar el aporte nutrimental de cada muestra, y así determinar que la mejor opción es la VS.536 porque es la mejor en cuestión de viabilidad del grano para siembra y como harina tiene buena textura, sabor y olor; tomando en cuenta de que también tiene una cantidad moderada de grasa, proteína, fibra y nitrógeno.

Concluyendo con respecto al análisis realizado por el programa estadístico "sas", podemos observar (cuadros 1 y 2) que los tres genotipos varían significativamente en la mayoría de las determinaciones, por lo tanto, en cada uno va a variar su aporte nutrimental. Dado que el valor P de la prueba F, es de $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$ (uno o dos asteriscos, respectivamente) si hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables en el nivel de confianza del 95%.

La estadística muestra en ambos cuadros (1 y 2,) la prueba de la hipótesis nula de que las desviaciones estándar dentro de cada uno de los 3 genotipos son diferentes, se pueden comparar de las desviaciones típicas para cada par de muestras. Valores P por debajo de 0,01, son la mayoría de las determinaciones que indican una diferencia estadísticamente significativa entre cada muestra.

Es así, como resultado de las comparaciones que el genotipo óptimo es la variedad sintética VS-536 desde el punto de vista agronómico como nutrimental.

VIII. Anexos

8.1 Técnicas para determinaciones del proyecto

8.1.1 Determinación de la energía germinativa o velocidad de germinación.

Se tomaron 100 gramos del cereal en estudio, de tamaño estándar. Se distribuyó en forma homogénea sobre la hoja de cartón, colocándola posteriormente sobre una cama de algodón saturado de agua, la cual se preparó previamente sobre una charola metálica con perforaciones.
Se mantuvo presionada la hoja de cartón con los granos sobre el algodón hasta saturarla de agua, se incubó a 20 ^{o}C durante 3 días.
Al cabo de este tiempo se efectuó el conteo de los granos germinados. La muestra se guardó para su uso en la determinación de capacidad germinativa.

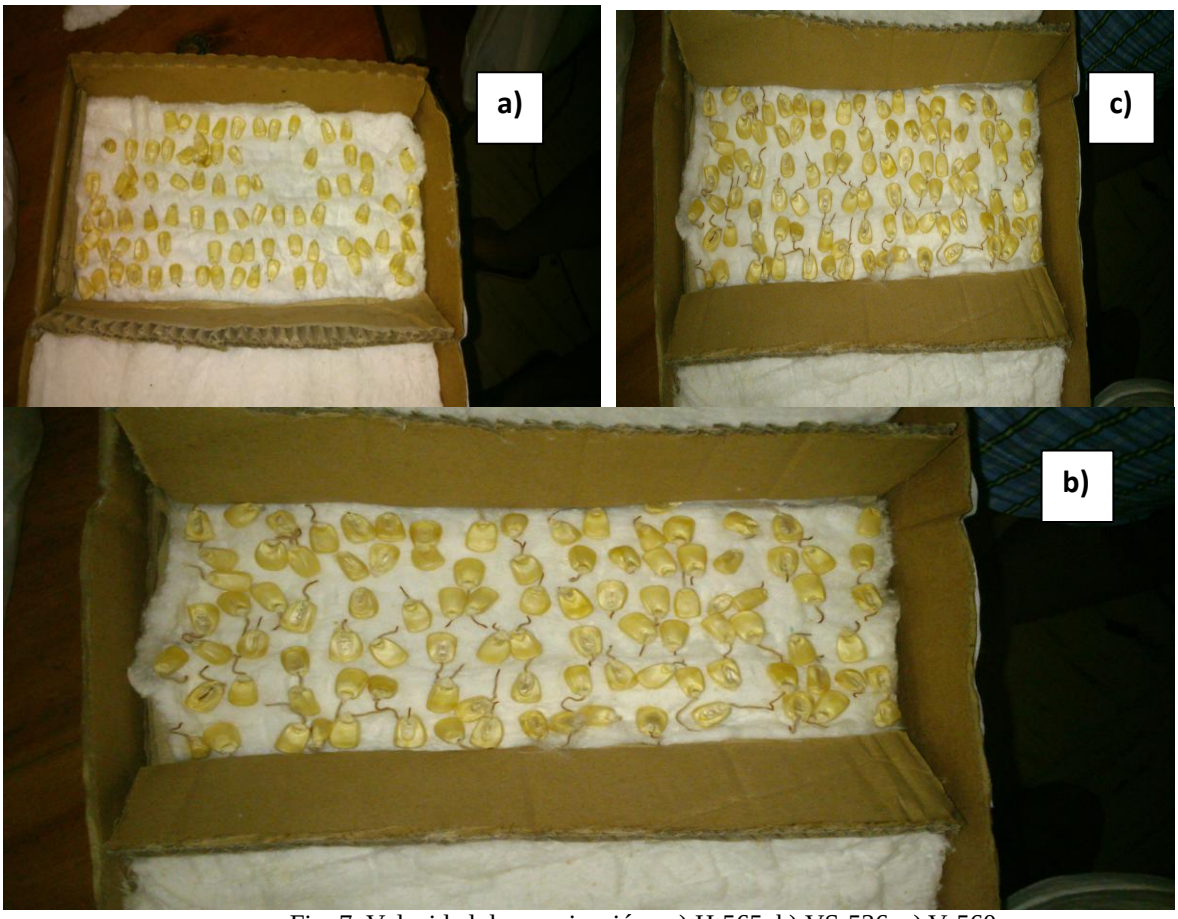


Fig. 7. Velocidad de germinación, a) H-565, b) VS-536, c) V-560.

Cálculos, Se calculó el porcentaje de granos germinados e informar el resultado como porcentaje de energía germinativa.

8.1.2 Determinación de grano quebrado y/o desnudo

Se pesó 25 gramos de grano limpio, es decir del que se le determinó impurezas.
Manualmente se separó los granos desnudos y quebrados de los granos limpios, considerando que un grano desnudo es aquel que ha perdido más de un tercio de su cascarilla y el grano quebrado es aquel que muestra más de una cuarta parte de su materia removida. Pesar el total de granos quebrados y/o desnudos.

Cálculos Se multiplicó la lectura obtenida por 4 y los resultados se expresaron como porcentaje de grano quebrado y desnudo, con una aproximación hasta de un decimal.

8.1.3 Determinación de granos dañados

Con esta determinación se identificaron y evaluaron los granos que presentan alteraciones físicas en su estructura tanto externa como interna, las cuales se pueden observar directamente.
Se realizó la inspección visual de los granos del cereal bajo estudio y se clasificó de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Granos dañados por calor

Estos granos presentan una coloración oscura en el germen y su endospermo se torna blanquecino, suave y de consistencia harinosa, esto se debe al almacenamiento junto con granos húmedos o contaminados por plagas y en consecuencia causan el calentamiento de los granos vecinos.

- Granos dañados por insectos

Estos granos presentan perforaciones y galerías en su estructura. En su interior pueden presentar formas vivas o muertas del estado lavarlo de los insectos.

- Granos dañados por microorganismos

Los granos afectados por microorganismos son aquellos que fueron detectados, como granos no viables, ya que son atacados en su embrión y en el endospermo. Estos granos presentan en su interior un material pulvurulento negro y de olor que puede ser a moho o fétido.

- Granos dañados por germinación

Son los granos que presentan a simple vista la nueva plántula o la cutícula del embrión abierta, debido al desarrollo de cualquier fase de la germinación.

- Granos inmaduros

Son aquellos que no alcanzan la madurez fisiológica en la espiga y presentan una coloración verdosa.

8.1.4. Análisis de las propiedades sensoriales de la harina de trigo.

- Preparación de la muestra

Homogeneizar la muestra de harina, agitando manualmente el recipiente en el cual se encuentra la muestra y conservarlo perfectamente cerrado y a temperatura ambiente.

- Color

Observar sobre una superficie negra (papel cartón) y bajo una fuente de luz natural incidiendo a 90°, el color de la harina. El color puede variar desde amarillento hasta grisáceo, dependiendo de la cantidad de la cascarilla incorporada.

- Olor

Colocar una pequeña porción de harina sobre la palma de la mano, frotarla suavemente sobre la superficie y percibir el olor característico de la harina, no debe presentar ningún olor extraño.

- Sabor

Deberá identificarse un sabor farináceo característico del producto, sin sabor extraño o desagradable.

Fig. 8. Harina de los genotipos de maíz analizados.

8.1.5 Determinación de Humedad

Método de la termobalanza

Se usó el equipo según las instrucciones, y se guardó la muestra seca en un frasco de gerber (previamente secado en la estufa) para llevar a cabo la determinación de extracto etéreo.

Cálculos, Cuando se han colocado 10 g de muestra en el platillo de la balanza, se lee directamente el % de humedad de la muestra en la escala de la balanza. En caso contrario efectuar la relación correspondiente.

Método por calentamiento

Se colocó la cápsula de porcelana en una mufla a una temperatura de 450 a 500 ^{o}C, durante una hora. Se pasó la capsula a la estufa para bajar la temperatura de la mufla durante 10 a 15 min, posteriormente se enfriaron en un desecador durante 20 a 30 min y pesaron, repetir la operación (1 hora en la estufa) hasta que la diferencia de peso de la primera pesada con respecto a la segunda sea menor o igual a 0.003 g.

Cálculos

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{pérdida de masa en gramos x 100}}{\text{Muestra en gramos}}$$

8.1.6 Determinación del pH

Se pesó 10 g de muestra y se agitó con 100 ml de agua destilada hervida y fría a 25 ^{o}C, hasta obtener una suspensión homogénea.
Se maceró durante 30 min, agitando de vez en cuando, después de 10 min de reposo se decantó el líquido, el cual se empleó para determinar el pH en el potenciómetro.

8.1.7 Determinación de sólidos solubles

Colocar una gota de jarabe en el refractómetro y efectuar la lectura en grados Brix.

8.1.8 Determinación de la granulometría (grado de finura)

Se adaptó a un tamiz del número 20, un tamiz del número 8 y una bandeja en el fondo. Se vertieron 100 g de muestra sobre el tamiz número 8, se tapó y se colocó en la tamizadora por 10 min.
Se pesó la harina que atravesó el tamiz número 8, así como la que pasa por la malla número 20.
Cálculos, Informar él % de harina retenida en cada tamiz.

8.1.9 Determinación de acidez

Se pesaron 5 g de harina en un frasco con tapón esmerilado, adicionando 25 ml de etanol al 96°. Se agitó cada 8 horas durante 24 horas.
Posteriormente se dejó reposar 12 horas más. Entonces se tomaron 10 ml del líquido separado y titular con NaOH 0.02 N, utilizando fenolftaleína como indicador.

Cálculos

$$\text{Acidez (g/l)} = \frac{\text{A x N x meq x 1000}}{\text{m}}$$

Donde:

A = mililitros de hidróxido de sodio empleados
N = normalidad del hidróxido de sodio
m = peso de la muestra en gramos
meq = miliequivalente del ácido predominante en gramos

Miliequivalente de los ácidos orgánicos más comunes:
Ácido acético = 0.006 g/ml
Ácido cítrico = 0.007 g/ml
Ácido láctico = 0.009 g/ml
Ácido málico = 0.0067 g/ml

8.1.10 Determinación de cenizas

Se pesaron 2g de muestra en cápsulas de porcelana que previamente fueron puestos a peso constante.
Se calcinó la muestra con una lámpara térmica, tapando la cápsula con una tela de asbesto para evitar la pérdida por arrastre de humo y proyecciones de la muestra fuera de la cápsula.
Una vez que cesó el desprendimiento de humo, se colocó cada cápsula en la mufla a una temperatura de 450 a 500 ^{o}C, hasta que las cenizas estuvieran libres de carbón (sin puntos negros) en un color blanco.
En seguida se volvió a meter en la estufa a 100 ^{o}C durante 15 min, una vez reducida la temperatura, se guardó en el desecador durante 20 min a 30 min para que alcanzará su temperatura ambiente. Enseguida se pesó en una balanza analítica, está operación se repitió hasta lograr su peso constante.

Fig. 9. Obtención de las cenizas de cada genotipo en grano como en harina.

Cálculos

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(a - b) \times 100}{m}$$

Donde:

a = peso de la cápsula con cenizas (g)
b = peso de la cápsula vacía (peso constante)
m = peso de la muestra en gramos

8.1.11 Determinación de extracto etéreo

Método de soxhlet modificado

Se colocó en el cartucho de asbesto una cama de algodón, más otro trozo pequeño que servirá para tapar la muestra.
Se llevó a peso constante, colocándolo en la estufa a 100-110 ^{o}C.
Se adicionó 2g de muestra deshidratada obtenida, se tapó con el algodón y se adaptó el cartucho a un equipo de reflujo.
Se agregó aproximadamente 150 ml de éter de petróleo anhídro (sin que toque el cartucho) y se conectó el foco a una fuente de calor.
El reflujo se mantuvo hasta completar la extracción de la grasa, aproximadamente 4 horas.
Se retiró el cartucho ya sin grasa y se mantuvo al aire para que perdiera todo el disolvente; una vez seco y sin olor a éter, se llevó a la estufa hasta peso constante a 100-110 ^{o}C. Se enfrió en el desecador para posteriormente pesarlo. La muestra se guardó para realizar el análisis de fibra cruda.

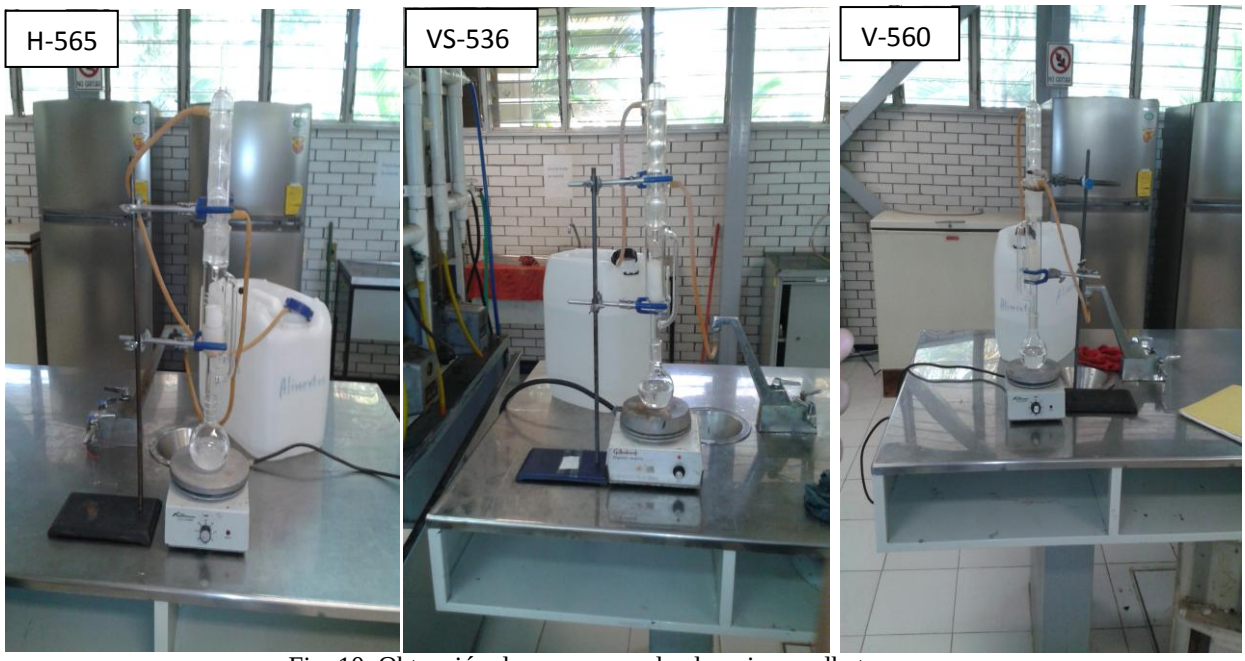


Fig. 10. Obtención de grasas usando el equipo soxlhet.

Cálculos

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{(a - b)}{m} \times 100$$

Donde:

a = peso del cartucho con la muestra desengrasada
b = peso del cartucho vacío, a peso constante
m = peso de la muestra seca en gramos

8.1.12 Determinación de fibra cruda bruta

En el matraz se colocó 2 gramos libre de grasas y en base seca. Se adicionó 150 ml de ácido sulfúrico al 1.25%, se conectó el matraz al condensador en posición de reflujo y se hirvió durante 30 minutos, se dejó reposar durante un minuto y después se pasó el contenido del matraz en un embudo buchner provisto de placa perforada, al cual se le ajusto con una tela de algodón que previamente fue pasada por agua caliente.

Una vez que la muestra fue filtrada, se le realizaron varios lavados con agua hirviendo hasta haber eliminado el ácido de la muestra.

Nuevamente se vertió la muestra al matraz sin solución y se le adicionó 150 ml de NaOH al 3.25 %. Esta vez se colocó el refrigerante en posición de reflujo y se calentó durante 30 minutos, se dejó reposar la muestra durante 1 min.

Posteriormente se vertió la muestra en el embudo Buchner provisto de papel filtro (a peso constante). Se volvió a realizar lavados con agua caliente hasta eliminar el ácido de la muestra, lavando con 50 ml de alcohol y con 50 ml de éter. El papel filtro se pasó a una cápsula de porcelana (a peso constante) y por diferencia de pesos se determinó el residuo en el papel filtro, para después calcinar el papel con la muestra y, el peso de las cenizas se le restó el peso del residuo del papel filtro para conocer el peso de la fibra.

Fig. 11. Determinación de fibra cruda bruta

8.1.13 Determinación de nitrógeno proteico

Método de microkjeldahl

Se pesaron 0.05 g de muestra seca en papel arroz libre de nitrógeno (a peso constante), cuidadosamente se dobló el papel para evitar que se cayera la muestra y se colocó en el matraz de kjeldahl (seco). Se adicionó 0.5 gramos de muestra catalizadora, 3 ml de ácido sulfúrico concentrado y aproximadamente 0.3 gramos de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición del ácido sulfúrico. El matraz se colocó en la parrilla de digestión; al principio se calentó a baja temperatura y conforme pasaba el tiempo, incrementaba la temperatura, por eso se tenía que girar el matraz ocasionalmente. Se agregó más ácido (en frío) porque no se había digerido totalmente la muestra, y se continuó calentando hasta que se llevara a cabo su oxidación completa, en este momento la mezcla tomó un color verde claro.

Una vez terminada la digestión, se dejo enfriar en la campana para extracción de gases. La muestra se vació en un matraz de destilación de 500 ml y el matraz micro kjeldahl se lavó con pequeñas porciones de agua destilada, la cuales se vaciaron en el matraz de destilación, al cual se le adicionó 200 ml de agua destilada; 1 ml de sulfuro de sodio al 10 % y lentamente 15 ml de NaOH al 40%.

El matraz de destilación se adaptó a un sistema de destilación, a la salida del refrigerante se adaptó una manguera con un tubo que terminaría dentro de un matraz erlenmeyer que contiene 10 ml de solución de ácido bórico al 4 % y unas gotas de indicador de rojo de metilo con azul de metilo.

El matraz de destilación se agitó con movimientos circulares, mezclando su contenido lentamente y se calentó hasta que el contenido del matraz viró del color verdoso a negro.

Cuando inicio la destilación el contenido del matraz erlenmeyer viró del violeta a verde. La destilación se detuvo hasta que no se registro alcalinidad con el papel tornasol.

Se retiró el matraz receptor, apagando la fuente de calor, se lavó el refrigerante con agua destilada, vaciándola sobre el destilado y se tituló con una solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

Cálculos

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCl x N x 0.014 x 100}}{\text{Muestra en gramos}}$$

% de Proteínas = % de Nitrógeno x Factor

Fig. 12. Determinación de Nitrógeno proteico

8.2 Datos obtenidos para los resultados de las determinaciones

Cuadro 3. características sensoriales del grano

Muestra	Olor	Aspecto
H-565	Agradable	Normal, poco manchado
v-560	Agradable	Normal
vs-536	Agradable	Normal, algunos dañados

Cuadro 4. Determinación de impurezas que acompañan al grano en 100 g

Genotipo	Impureza	Maíz limpio	% de maiz limpio
H-565	0.03	99.97g	99.97
vs-536	0.04	99.96g	99.96
v-560	0.003	99.997g	99.99

Cuadro 5. Determinación de peso hectolitrico

Genotipo	Promedio	Peso hectolitrico
H-565	151 ml	72.85%
vs-536	153 ml	71.90%
v-560	150.66 ml	73.01%

Cuadro 6. Determinación de la energía germinativa o velocidad de germinación

Genotipo	cantidad de granos germinados	% de granos germinados
H-565	28 granos	28
vs-536	71 granos	71
v-560	66 granos	66

Cuadro 7. Determinación de la capacidad germinativa

Genotipo	Cant. De granos germinados	% de granos germinados
H-565	34 granos	34
vs-536	90 granos	90
v-560	73 granos	73

Cuadro 8. Determinación de grano quebrado y/o desnudo

Genotipo	Total de granos quebrados y/o desnudos	% de granos quebrados y/o desnudos
H-565	24.8201 g	98.2804
vs-536	23.9794 g	95.9176
v-560	24.4685 g	97.874

Cuadro 9. Granulometría

Muestra	% Tamiz #8	% Tamiz #20
H-565	28%	5.02%
V-560	23%	4.15%
VS-536	20%	4.90%

Cuadro 10. Determinación de Humedad

Muestra	# de Capsula	Diferencia en gramos	% de Humedad
	50	1.0409	10.409
H-565	194	1.2032	12.032
	1	1.1842	11.842
	15M	1.1231	11.231
V-560	117	1.0929	10.929
	255	1.4332	14.332
	35	1.1756	11.756
VS-536	265	1.1404	11.404
	139	1.1897	11.897

Cuadro11. Determinación de grados Brix

Muestra	Grados Brix
H-565	0.1
V-560	0.3
VS-536	0.5

Cuadro12. Determinación de pH

Muestra	pH
H-565	6.49
V-560	6.73
VS-536	6.72

Cuadro13. Determinación de Acidez

Muestra	Numero	ml de NaOH	Acidez(g/l)
H-565	1	0.6	0.0072
V-560	2	0.7	0.0084
VS-536	3	0.8	0.0096

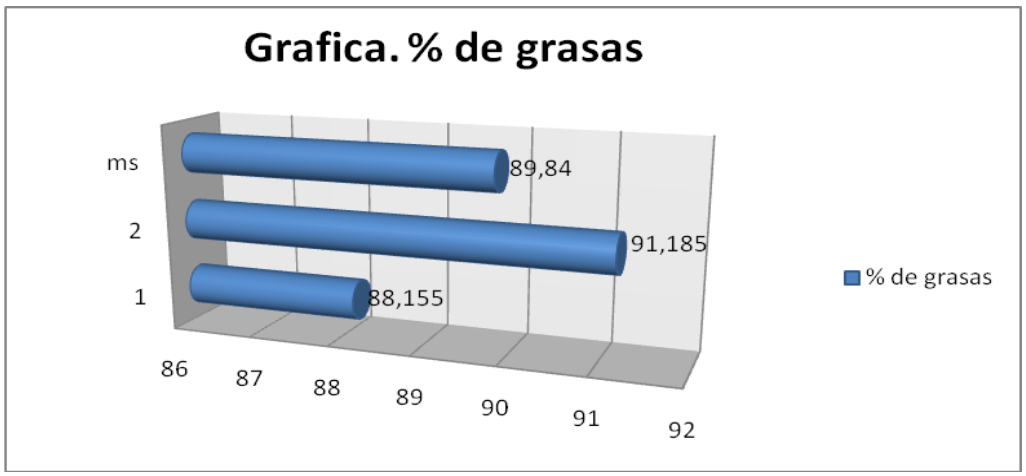
Cuadro14. Determinación de cenizas

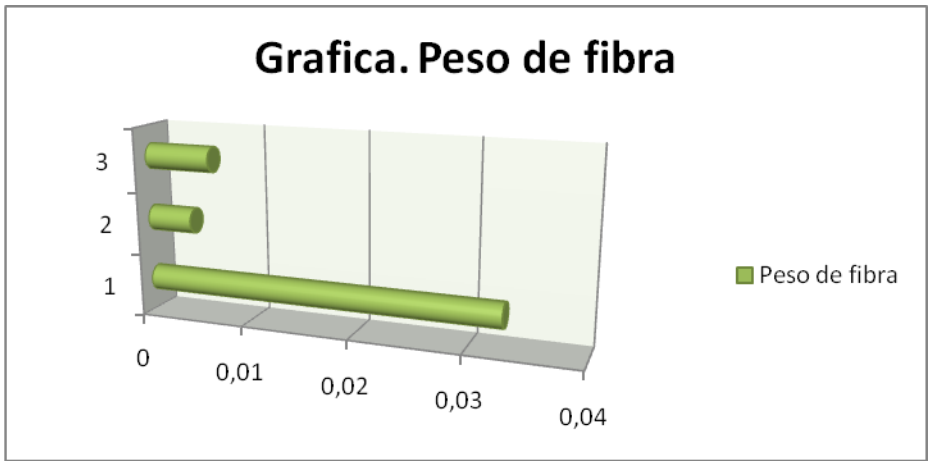
Muestra	Tipo de muestra	Peso de crisol vacio	Peso de crisol con cenizas	% de cenizas
H-565	Grano	43.3204	43.3452	1.24
	Harina	24.2534	24.2836	1.51
V-560	Grano	33.1433	33.1715	1.41
	Harina	23.2734	23.3032	1.49
VS-536	Grano	22.1474	22.1737	1.315
	Harina	18.3896	18.4173	1.385

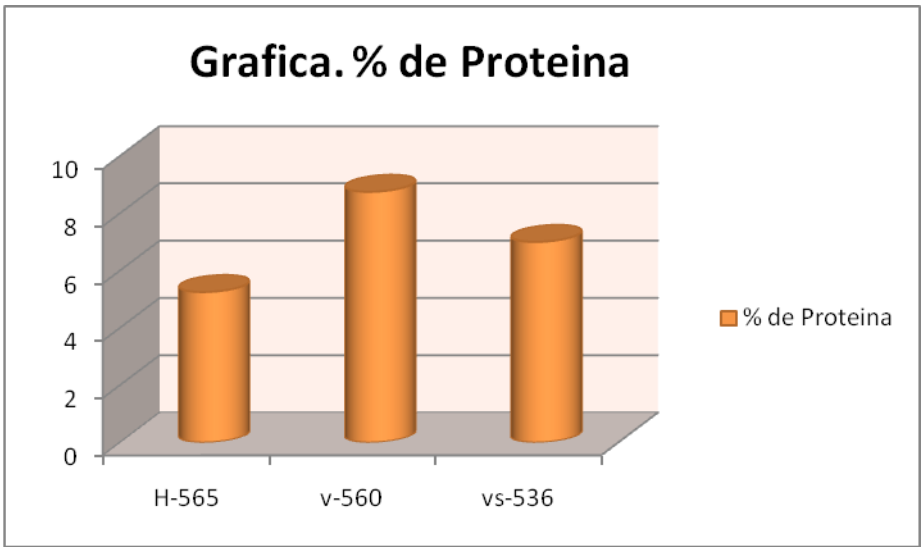
Cuadro15. Determinación de fibra cruda						
Muestra	**Numero**	**# Crisol**	**peso de cap c/ papel filtro**	**Dif. de pesos**	**cenizas del papel filtro**	**Peso de fibra**
H-565	**1**	194	35.9128	0.0303	35.014	0.03
v-560	**2**	117	33.6319	0.0043	32.7221	0.0043
vs-536	**3**	265	34.0455	0.0063	33.1666	0.0063

Cuadro16. Determinación de grasas						
Muestra	**Numero**	**# de capsula**	**cartucho con muestra**	**cartucho vacio**	**peso de muestra seca**	**% de grasas**
H-565	**1**	**1**	**5.8331**	**4.0700**	**2g**	**88.155**
v-560	**2**	**2**	**6.8488**	**5.0251**	**2g**	**91.185**
vs-536	**3**	**ms**	**6.5251**	**4.7283**	**2g**	**89.84**

Cuadro 17.Nitrógeno proteico			
Muestra	**Cantidad de Hcl(ml)**	**% de nitrogeno**	**% de Proteina**
H-565	**0.3**	**0.84**	**5.25**
v-560	**0.5**	**1.4**	**8.75**
vs-536	**0.4**	**1.12**	**7**




Grafica. Peso de fibra
3
2
1
0
0,01
0,02
0,03
0,04
Peso de fibra


Grafica. % de Proteina
10
8
6
4
2
0
H-565
v-560
vs-536
% de Proteina

IX. Bibliografía

Sierra, M. M.; Palafox, C. A.; Rodríguez, M. F. A.; Espinosa, C. A.; Vásquez, C. G.; Zambada, M. A.; Rodríguez, R. R. y Barrón, F. S. 2008. H-565C, híbrido de maíz con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México. Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC-INIFAP. Desplegable técnica. Núm. 6.

Sierra, M. M.; Márquez, S. F.; Valdivia, B. R.; Córdoba, O. H.; Lezama, G. R. y Pescador, R. A. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz (Zea mays L.). Agric. Téc. Méx. 30(2):169-181.

Vasal, S. K; Vergara, A. N. y Mc Lean, S. 1994. Estrategias en el desarrollo de híbridos tropicales de maíz. Agronomía Mesoamericana. 5(2):184-189.

Espinosa C., A. 1992. Consideraciones sobre la dependencia tecnológica en la producción de semillas de maíz en México. en: Implicaciones del progreso tecnológico en la agricultura de países en desarrollo. CIESTAAM-Humboldt, Universidad, Jerusalem-UACH, pag.. 348-362. Chapingo, México.

Espinosa C., A., M. Tadeo R. y G. Asteinza B. 1992. Tecnología de producción de semilla del híbrido de maiz h-137. en: Agronegocios en México. vol. 9:42-50.

Espinosa C., A. 1993. Tecnología de producción de semillas de maíz en México. en: Primer Simposium Internacional "el Maíz en la Década de los 90", Edo.. SARH- Delegacion Jalisco. pag.. 27-33, Guadalajara, Jalisco.

Espinosa C., A., J. J. Castellón G., J. I. Cortes F., A. Turrent F. 1993. Producción de semillas certificadas de maíz a través de microempresas como una estrategia de abastecimiento para México. Sistemas de producción y Desarrollo Agrícola, pag.. 401- 403.

Espinosa C., A. M. Tadeo R., A. Piña del Valle. 1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruza en la producción de semilla. en: Agronomía Mesoamericana 6: 98-103. Alajuela, Costa Rica.

Espinosa C., A., M. Tadeo, R., A. Piña del V., R. Martínez M. 1997. Capacidad productiva de cruzas de variedades e maíz de polinización libre combinadas con híbridos simples de maíz.", Agronomía Mesoamericana, Vol. 8:139- 142, costa rica. 1997.

Espinosa C., A., A. Tapia N., R. Aveldaño S., M. A. López P. 1997. Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México: el caso kilo por kilo. En: memoria del XVII Seminario Internacional de Economía Agrícola del Tercer Mundo, México.

López-Pereira, M.A. y A. Espinosa C. 1992. Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México. En: XXXIV Reunión del PCCMCA, pp.. 1-20, Guatemala, Guatemala.