



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO
VARIEDADES DE MAÍZ SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO
ACELERADO

ENTSAKUA ARMIJOS JEFFERSON PEDRO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO
VARIETADES DE MAÍZ SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO
ACELERADO

ENTSAKUA ARMIJOS JEFFERSON PEDRO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE
MAÍZ SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ACELERADO

ENTSAKUA ARMIJOS JEFFERSON PEDRO
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	Ana Patricia del Castillo-Batista, Javier Ponce-Saavedra, Juan Carlos Montero-Castro. "Análisis morfométrico de <i>Cestrum guatemalense</i> , <i>C. mexicanum</i> y <i>C. pacayense</i> (Solanaceae)", <i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i> , 2017 Publicación	<1%
3	www.engormix.com Fuente de Internet	<1%
4	www.e-agrizon.com Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1%
7	documents.mx Fuente de Internet	<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ENTSAKUA ARMIJOS JEFFERSON PEDRO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE MAÍZ SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ACELERADO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

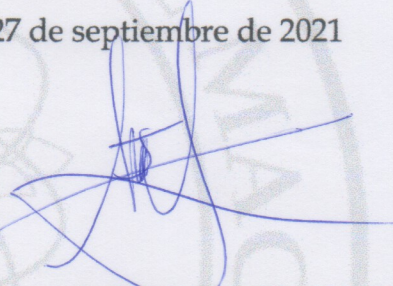
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

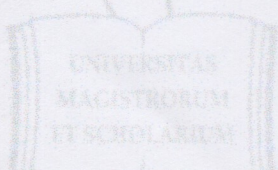
El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de septiembre de 2021



ENTSAKUA ARMIJOS JEFFERSON PEDRO
0704408566



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por haberme dado la vida, y por su apoyo en todo momento, sobre todo a mi madre que fue la persona que más apoyo me dio para seguir adelante en mis estudios.

Ah mi hermana por contar con sus consejos cada vez que necesitaba uno

A mi abuela que me dio su amor y el apoyo moral que me dio para no rendirme en el proceso de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la vida por darme la oportunidad de vivir todo el proceso de mis estudios sin inconveniente de mayor dolor o sufrimiento.

A mi madre por el apoyo económico para realizar este trabajo

A mi novia, por acompañarme en todos los momentos difíciles durante este proceso, brindándome un gran apoyo moral y emocional.

A la Universidad Técnica de Machala por la enseñanza recibida estos 5 años, formándome como un profesional.

A mi tutor el Ing. Quevedo Guerrero José Nicasio que me lleno de sabiduría y me pudo guiar durante todo el tiempo que llevo realizar este trabajo de investigación.

RESUMEN

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLAS EN CINCO VARIEDADES DE MAÍZ SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Autor

Jefferson Pedro Entsakua Armijos

Tutor

Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero

El maíz es un cereal de mucha importancia a nivel mundial, siendo Estados Unidos el mayor productor de maíz, en Ecuador el maíz se cultiva a gran escala sobre todo en las provincias de Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja, entonces determinar el vigor de las semillas de maíz es de mucha importancia, para que nuestros agricultores no tengan pérdidas de gran magnitud, se recalca que no todo depende del vigor de una planta para su producción, también existen otros factores que pueden afectar el rendimiento de estas, como puede ser el clima, el suelo, la calidad de agua, entre otros. El ensayo de envejecimiento acelerado se llevó a cabo en el laboratorio de sanidad vegetal ubicado en la Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia El Cambio, para el ensayo se usaron cinco variedades de semillas de maíz híbrido como Trueno NB7443, Triunfo NB7253, Hercules, Dekalb 7080 y Advanta 9139 estas variedades son muy comerciales a nivel nacional, sobre todo Trueno NB7443 que tiene una gran aceptación en los productores de la provincia, se tomaron cuatro muestras estratificadas de ochenta semilla por cada variedad de maíz, dando en total 20 muestras que fueron distribuidos para el testigo y los tratamientos, por lo tanto queda dividido un T0: testigo para cada variedad, el T1: tratamiento 1 de igual manera para cada variedad, el T2: tratamiento 2 se volverá a repetir para cada variedad y el T3: tratamiento 3 también se realizara para las cinco variedad, la metodología que se utilizó para realizar el ensayo se sustrajo de ISTA (International Seed Testing Association) en su mayoría, se trabajó con la temperatura más alta que determina ISTA en su rango de 40°C a 45°C y con una humedad relativa de 100%. Los tiempos para cada ensayo según ISTA y la metodología consultada fueron de 24h, 48h y 72h, cabe reiterar que se dejó un testigo para comparar con los tratamientos. T0:0h, T1: 24h, T2: 48h y T3:72, luego de realizar el ensayo de envejecimiento acelerado se hizo una siembra de las plántulas para obtener variables como Color de Semilla, Forma de la Semilla, Largo de la Hoja, Ancho de la hoja, Forma de la hoja, Peso de la raíz y Peso de la planta. Los resultados fueron tabulados se realizó dos pruebas estadísticas Kolmogorow-Smirnov y Shapiro-Wilk arrojando una normalidad (< 0.05 p-valor), con su respectivo ANOVA del tiempo de exposición al calor dando unas diferencias significativas entre las variedades que se evaluaron, siendo el T0 el punto más alto, esto se debe a no tuvo afectación por la temperatura, resalta la variedad TruenoNB7443 en el peso de la planta que no se vio tan afectado por la temperatura, el largo de hoja resulto más constante en la variedad Advanta9139, el ancho de la hoja se notó que nuevamente Advanta9139 presento una constancia, mientras que Hércules se vio afectado, en la forma de

la hoja no se notó algún cambio significativo debió a que las hojas son una característica similar en todas las variedades, el color de semilla es un factor que no tuvo una gran variación sobre todo en las variedades Trueno NB7443, Dekalb 7080 y Advanta 9139, la forma de semilla no se evidencio afectada por la temperatura alta en ninguna variedad.

Palabras claves: envejecimiento acelerado, vigor, ensayo, germinación

ABSTRACT

EVALUATION OF THE VIABILITY OF SEEDS IN FIVE VARIETIES OF CORN SUBJECTED TO ACCELERATED AGING

Author:

Jefferson Pedro Entsakua Armijos

Tutor:

Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero

Corn is one of the most important cereals worldwide, with the United States being the largest producer of corn, in Ecuador corn is grown on a large scale especially in the provinces of Los Ríos, Manabí, Guayas and Loja, then determine the vigor of corn seeds is very important, so that our farmers do not have losses of great magnitude, it is emphasized that not everything depends on the vigor of a plant for its production, there are also other factors that can affect their performance, such as be the climate, soil, water quality, among others. The accelerated aging test was carried out in the plant health laboratory located at the Technical University of Machala, Faculty of Agricultural Sciences belonging to the province of El Oro, Machala canton, El Cambio parish, five varieties of seeds were used for the test of hybrid corn such as Trueno NB7443, Triunfo NB7253, Hercules, Dekalb 7080 and Advanta 9139 these varieties are very commercial nationwide, especially Trueno NB7443 which has a great acceptance in the producers of the province, four stratified samples of eighty seeds were taken for each variety of corn, giving a total of 20 samples that were distributed for the control and the treatments, therefore a T0: control for each variety, T1: treatment 1 in the same way for each variety, T2: treatment 2 will be repeated for each variety and T3: treatment 3 will also be performed for the five varieties, the methodology that was used for real Hoisting the test was subtracted from ISTA (International Seed Testing Association) for the most part, working with the highest temperature determined by ISTA in its range of 40°C to 45°C and with a relative humidity of 100%. The times for each test according to ISTA and the methodology consulted were 24h, 48h and 72h, it should be reiterated that a control was left to compare with the treatments. T0: 0h, T1: 24h, T2: 48h and T3: 72, after performing the accelerated aging test, a sowing of the seedlings was made to obtain variables such as Seed Color, Seed Shape, Leaf Length, Width of the leaf, Shape of the leaf, Weight of the root and Weight of the plant. The results were tabulated, two statistical tests Kolmogorow-Smirnov and Shapiro-Wilk were carried out, yielding a normality (<0.05 p-value), with their respective ANOVA of the time of exposure to heat giving significant differences between the varieties that were evaluated, I feel the T0 the highest point, this is due to the fact that it was not affected by the temperature, the TruenoNB7443 variety stands out in the weight of the plant that was not so affected by the temperature, the leaf length was more constant in the Advanta9139 variety, the width of the leaf it was noted that Advanta9139 again presented a constancy, while Hercules was affected, in the shape of the leaf no significant change was noticed due to the fact that the leaves are a similar characteristic in all varieties, the color of the seed It is a factor that did not have a great

variation, especially in the Trueno NB7443, Dekalb 7080 and Advanta 9139 varieties, the seed shape was not affected by high temperature in no variety.

Keywords: accelerated aging, vigor, test, germination

INDICE

1. INTRODUCCION	15
1.1. Objetivo general	16
1.1.1. Objetivos específicos	16
2. REVISION DE LITERATURA	17
2.1. Importancia del maíz en Ecuador	17
2.2. Producción mundial.....	17
2.3. Taxonomía del maíz	18
2.4. Descripción.....	18
2.4.1. Raíz	18
2.4.2. Tallo	18
2.4.3. Hojas	18
2.4.4. Inflorescencia.....	19
2.4.5. Grano.....	19
2.5. Calidad de semilla	19
2.6. Semilla comercial	20
2.7. Semilla certificada.....	20
2.8. Tipos de maíz	20
2.9. Híbrido de maíz.....	20
2.9.1. Semilla Trueno.....	21
2.9.2. Semilla Triunfo	21
2.9.3. Semilla Hércules	22
2.9.4. Semilla Dekalb.....	22
2.9.5. Semilla Advanta.....	23
2.10. Etapas de crecimiento del maíz	23
2.11. Germinación	24
2.12. Prueba de germinación	25
2.13. Germinación estándar	25
2.14. Porcentaje de germinación.....	25
2.15. Vigor.....	25
2.16. Prueba de vigor.....	26
2.16.1. Prueba de envejecimiento acelerado.....	26

2.17.	Plántulas normales	27
2.18.	Plántulas anormales	27
2.19.	Semillas no germinadas	28
2.20.	Requerimiento edafoclimáticos	28
2.20.1.	Suelo	28
2.20.2.	Clima.....	29
2.21.	Riego.....	29
3.	MATERIALES Y METODOS	30
3.1.	Ubicación del lugar del ensayo	30
3.2.	Ubicación del desarrollo de las plantas	30
3.3.	Materiales	31
3.3.1.	Material vegetativo	31
3.3.2.	Equipo de laboratorio.....	31
3.3.3.	Materiales.....	31
3.4.	Método	31
3.4.1.	Muestreo	31
3.4.2.	Germinación estándar	33
3.4.3.	Envejecimiento acelerado	33
3.5.	VARIABLES DE ESTUDIO	34
3.5.1.	Temperatura	34
3.5.2.	Variedad de semilla.....	34
3.5.3.	Peso de raíz	34
3.5.4.	Peso de la planta.....	34
3.5.5.	Largo de hoja	34
3.5.6.	Ancho de hoja	35
3.5.7.	Forma de la hoja.....	35
3.5.8.	Color de semilla	35
3.5.9.	Forma de la semilla.....	35
3.6.	Análisis estadístico.....	35
4.	RESULTADO Y DISCUSION	37
5.	CONCLUSIONES	45
6.	BIBLIOGRAFIA	46
	ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción a nivel mundial	17
Tabla 2: Taxonomía del maíz	18
Tabla 3: Características agronómicas de la semilla Trueno	21
Tabla 4: Características de la mazorca de la semilla Trueno.....	21
Tabla 5: Características agronómicas de la semilla Triunfo.....	21
Tabla 6: Características de la mazorca de la semilla triunfo	22
Tabla 7: Características agronómicas de la semilla Hercules.....	22
Tabla 8: Características agronómicas de la semilla Dekalb	23
Tabla 9: Características agronómicas de la semilla Advanta	23
Tabla 10: Etapas de crecimiento del maíz	24
Tabla 11: Identificación de las muestras para el ensayo de envejecimiento acelerado.	32
Tabla 12: Prueba de Normalidad	37
Tabla 13: ANOVA del factor calor.....	38
Tabla 14: ANOVA del factor variedades.	39
Tabla 15: Variedades de Maíz	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plántula normal	27
Figura 2: Semillas anormales	27
Figura 3: Plántulas anormales, afectación en el tallo	28
Figura 4: Plántulas anormales, afectación en la hoja.....	28
Figura 5: Ubicación del laboratorio de sanidad vegetal	30
Figura 6: Ubicación de las plántulas en desarrollo.....	30
Figura 7: Color de la semilla	35
Figura 8: Forma de la semilla	35
Figura 9: Peso de raíz	40
Figura 10: Peso de planta.....	41
Figura 11: Largo de la hoja.....	41
Figura 12: Ancho de hoja	42
Figura 13: Forma de la hoja.....	43
Figura 14: Color de la semilla	43
Figura 15: Forma de la semilla	44

ANEXOS

Anexo 1: Recorte de la malla metálica.....	51
Anexo 2: Autoclave.....	51
Anexo 3: Selección de semilla Trueno.....	52
Anexo 4: Selección de semilla Hércules	52
Anexo 5: Selección de semilla Triunfo	53
Anexo 6: Selección de semilla Advanta.....	53
Anexo 7: Selección de semilla Trueno Dekalb	54
Anexo 8: Pesaje de semilla.....	54
Anexo 9: Tomar medida de agua destilada	55
Anexo 10: Color la solución(agua) en la caja petri.....	55
Anexo 11: Semilla Dekalb lista para entrar a la estufa	56
Anexo 12: Semilla Advanta y Triunfo listas para entrar a la estufa.....	56
Anexo 13: Semilla Trueno y Hércules listas para entrar a la estufa.....	56
Anexo 14: Colocación de las cajas petri en la estufa a 45°C.....	57
Anexo 15: luego del tiempo requerido se saca las cajas	57
Anexo 16: pesaje de las semillas al salir de la estufa	58
Anexo 17: Semillas Hércules, listas para ser mojadas y esperar su germinación	58
Anexo 18: Semillas Dekalb, listas para ser mojadas y esperar su germinación.....	59
Anexo 19: Semillas Trueno, listas para ser mojadas y esperar su germinación.....	59
Anexo 20: Aparición de las plántulas de la variedad Dekalb.....	60
Anexo 21: Aparición de las plántulas de la variedad Trueno.....	60
Anexo 22: Aparición de las plántulas de la variedad Hércules	61
Anexo 23: Sustrato para las plántulas	61
Anexo 24: Llenado de vasos.....	62
Anexo 25: Aparición de las plántulas con sus primeras hojas	62
Anexo 26: Pesaje del material fresco	63
Anexo 27: Raíz.....	63
Anexo 28: Envoltura para secar el material vegetal en la estufa.....	64
Anexo 29: Pero del material seco.....	64

1. INTRODUCCION

La agricultura es una de las actividades que causa mayor impacto negativo en el suelo, destruyendo su fauna, por lo cual al momento de realizar un monocultivo debemos ser cociente de las consecuencias que tendrá en suelo con el pasar del tiempo (Livia et al., 2020).

El maíz a nivel mundial tiene mucha importancia debido a su demanda y valor nutricional razón por la cual existe en el mercado hoy en día muchas variedades de maíz, entre ellos tenemos los maíces criollos los maíces híbridos y los transgénicos que últimamente ya no son muy utilizados en el medio, entonces ¿qué maíz elegimos?, para ello tiene mucha importancia de realizar una prueba de vigor.

Ecuador es un país muy rico en diversidad genética de maíz por lo cual a esta planta se le da mucha importancia en la industria, con el grano se alimenta aves de corral, se hace balanceados y también se usa para el consumo humano, la planta se utiliza para alimentar animales, se extrae aceites y también se procesa biocombustibles.

El suelo que es de mucha importancia para la agricultura de alimentos ya que depende de éste la productividad de las plantas, sin embargo, se han visto afectado casi todos los suelos que sirven para la producción debido al mal uso de prácticas agrícolas esto ha incrementado el uso de enmiendas orgánicas para enriquecer los suelos agrícolas (Martínez et al., 2021).

Para el cultivo de maíz existen ciertas limitaciones en cuanto a altitud esto se debe aquel clima y el suelo van de la mano junto con las prácticas de manejo agronómico, ya que estos dos tienen un factor fundamental en el desarrollo de la planta (Sotelo et al., 2016).

Normalmente los sistemas de riego son utilizados en suelos áridos y semiáridos ya que el cultivo de maíz no puede extraer agua del fondo de este suelo debido a sus raíces, hay que tener en cuenta que el riego en este tipo de zonas está muy condicionado a los cambios climáticos, razón por la que se recomienda riego de alta precisión (Sifuentes et al., 2018).

La selección natural dentro del maíz es importante ya que es el método más sencillo que se puede aplicar para obtener una mejor variedad, la determinación se la puede dar las características que posee la planta, estas se pasarán de generación en generación, la selección si consiste en eliminar de una población genes que no deseamos o combinaciones de genes (Cuenca Chaqui, 2013).

Es importante aprender técnicas que nos ayuden a determinar el vigor de una semilla ya que de esta manera podemos evitar problemas a futuro y ahorrarnos dinero en afectaciones innecesarios

El vigor tiene mucha importancia en una semilla ya que está determina las características que poseerá la planta y su adaptación ambientes desfavorables, por esa razón existe el mejoramiento de semillas, las características que desarrolla la planta serán hereditarias para todo su linaje a futuro (Ramirez et al., 2016).

Los efectos genéticos aditivos de la semilla no determinan el vigor de una planula al momento de ser mejorada lo que determina el vigor sería la dominancia genética (Ramirez et al., 2016).

Para poder determinar un vigor de una planta se debe tomar variables como: altura de la planta, diámetro basal, número de hojas, largo y ancho de la hoja, peso de la planta, peso raíz, entre otros (Ramirez et al., 2016). El tiempo determinado para tomar estas variables va a depender de la variedad de la semilla en la mayoría de los casos.

La fisiología de la semilla se puede ver alterada por diversos aspectos también han llamado la atención lo cual durante la producción almacenamiento y transporte, por lo cual el control de calidad de la semilla se lo debe realizar durante estos procesos, con la finalidad de no perder la calidad y vigor alto de las semillas (García et al., 2016).

La prueba de envejecimiento acelerado es sencilla y económica de realizar, por esta razón se la recomienda mucho para determinar el vigor de una semilla comercial.

El análisis de envejecimiento acelerado además de determinar el vigor de una semilla se lo puede usar para determinar su capacidad de almacenamiento, ya que el calor introducido a la semilla rompe las células y a su vez debilita los puentes de hidrógeno (Chacon, 2018).

Las variables que se evaluaron son: largo de la hoja, ancho de la hoja, peso de la raíz, peso de la planta, color de la semilla, forma de la hoja, forma de la semilla.

1.1.Objetivo general

Determinar el vigor de la variedad Trueno, Triunfo, Hércules, Advanta y Dekalb, mediante una prueba de envejecimiento acelerado, y deducir la calidad de semilla.

1.1.1. Objetivos específicos

Ejecutar la prueba de envejecimiento acelerado a tres diferentes tiempos, 24:00h, 48:00H y 72:00h, para evaluar su comportamiento de germinación y crecimiento.

Comparar los tres tratamientos con cada variedad de semillas de maíz (*Zea mays* L.)

2. REVISION DE LITERATURA

2.1.Importancia del maíz en Ecuador

Dentro de los cultivos transitorios el maíz es el segundo de mayor importancia en Ecuador, solamente el arroz lo supera a nivel nacional, su importancia radica en la utilidad industrial que puede ofrecer este grano en la producción de balanceados con maíz amarillo (Eguez et al., 2019).

Las principales provincias del litoral ecuatoriano en cultivar maíz son Los Ríos, Manabí, Guayas y Loja, de estas cuatro provincias Manabí es la que tienes más producción de maíz blanco. Desde el año 2013 al 2015 se estima una superficie de cultivo de maíz con 300 000 hectáreas a nivel nacional, ocupando en conjunto el 78,39% las cuatro provincias antes mencionadas (Eguez et al., 2019).

Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) el maíz que produjo Ecuador en 2020 fue de 1,040,000 toneladas métricas (Paliwal et al., 2021)

El maíz es de gran importancia cultural por los pueblos nativos, representando un valor económico y social, además tiene una gran notoriedad en la cadena productiva. La producción total de maíz a nivel nacional es de 1,54 millones de toneladas, que representa el 0.12% de producción a nivel mundial (Analuisa et al., 2020).

2.2.Producción mundial

La importancia del maíz a nivel mundial es muy grande, la producción de maíz en el año 2019 según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) fue de 1,120.46 millones de toneladas, teniendo en cuenta esta cantidad se estima que la producción para el año 2020 disminuya 21.28 millones de toneladas o el 1.90% de la producción a nivel mundial (Paliwal et al., 2021).

Tabla 1: Producción a nivel mundial

PAÍS	TONELADAS MÉTRICAS
Estados Unidos	347,488,000
China	254,000,000
Brasil	101,000,000
Unión europea	64,200,000
Argentina	50,000,000
México	27,000,000
Sudáfrica	14,000,000
Canadá	14,000,000
Tanzania	5,500,000
Paraguay	4,400,000

Fuente: (Vanessa, 2019)

2.3. Taxonomía del maíz

Tabla 2: Taxonomía del maíz

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Zea
Nombre científico	Zea mays L.
Nombre vulgar	Maíz

Fuente: (Sánchez I. , 2014)

2.4. Descripción

2.4.1. Raíz

El maíz tiene dos tipos de raíz, que se denominan: raíces adventicias y raíces principales (Kato et al., 2009), las primeras ocupan aproximadamente el 52 % de toda la planta y el 48% aproximadamente ocupan las raíces principales (Sánchez I. , 2014).

En las raíces se encuentran muchas comunidades de bacterias endófitas que se puede aprovechar de manera positiva como lograr una resistencia a la sequía y también una resistencia a cierto factores bióticos y abióticos que en ciertos casos limitan la producción del maíz (Sánchez et al., 2018).

La función principal de las raíces consiste en anclar la planta al suelo y evitar el volcamiento de esta mismo, sin embargo, las raíces adventicias son más susceptibles a la sequía porque están desarrolladas encima del suelo (Kato et al., 2009).

2.4.2. Tallo

Es un tallo alargado que puede llegar a medir entre 1 a 5m de altura, tiene un parecido a la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) por la existencia de nudos y entrenudos además de tener una medula esponjosa (Kato et al., 2009).

Según Sánchez I. , (2014) un tallo de maíz cuenta con cuatro secciones que se denominan fitómero como son: meristemo apical, profilo, hojas y entrenudos.

2.4.3. Hojas

Las hojas del maíz aprovechan la radiación solar para la elaboración de su fotosíntesis, para medir la fotosíntesis en una hoja debemos tener en cuenta el índice foliar que es una expresión numérica que ayuda a entender la relación entre la biomasa y las condiciones ambientales (Castellanos et al., 2017).

Las hojas son lanceoladas, de forma alternas y acuminadas, tiene lígulas pequeñas que nacen de forma alternada a los nudos (Sánchez I. , 2014), cada hoja abraza el tallo envolviéndose en todo el entrenudo, esto permite que cubra la yema floral (Kato et al., 2009).

2.4.4. Inflorescencia

El maíz tiene flores unisexuales, esto significa que tanto la inflorescencia masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. La flor masculina se encuentra en la parte final de la planta y se la conoce como espiga o panícula, cada espiga está protegidas por dos brácteas o glumas, los granos de polen se producen por tres estambres que se encuentran dentro de la panícula, la panícula puede ser de color amarilla, verde, morada o rojiza esto depende del color de las anteras y glumas. La inflorescencia femenina es una espiga que se encuentra en la yema axilar de cada hoja, tienen una forma cilíndrica con un raquis central lugar donde encajan par de espiguillas, cada espiguilla está conformada por dos flores, una fértil y otra infértil (Kato et al., 2009).

- ✓ Según CIBIOGEM , s.f. la inflorescencia masculina tiene una cantidad de polen entre 20 a 25 millones de granos de polen.
- ✓ Según CIBIOGEM , s.f. la inflorescencia femenina tiene una cantidad de polen entre 800 a 1000 granos de polen.

El maíz es una planta de polinización abierta (anemófila), por esta razón es muy propensa a la polinización cruzada, considerando que su polen puede viajar de 100 a 1000m (Kato et al., 2009).

2.4.5. Grano

Cada grano es un fruto independiente y se lo denomina cariopse. La pared del pericarpio está unida a la cubierta del grano, formando así la pared del fruto. Un grano maduro está constituido principalmente por tres partes: el embrión diploide, la pared y el endosperma triploide. La forma del grano está determinada por el endosperma que se presenta de diferente forma y tamaño dependiendo de la variedad (Paliwal et al., 2021).

La cantidad de granos que tiene una mazorca va a depender del número hieleras por mazorca y de granos por hilera (Kato et al., 2009).

2.5. Calidad de semilla

Para determinar la calidad de la semilla, por lo general se pasa por un control que tiene dos niveles:

- ✓ **Control de calidad interno**, este lo realiza la empresa semillero en sus instalaciones, la empresa puede ser privada y pública.
- ✓ **Control de calidad externo**, el encargado de realizar este control es una entidad gubernamental o autónoma, a esta entidad se la conoce como certificadora.

Entonces el control de calidad no solo se realiza en un laboratorio, ya que también se evalúan otros parámetros como el vigor y viabilidad de la semilla que son afectados por el medio donde la planta se va a desarrollar. Esto significa que el control de calidad estará presente en todas las etapas del proceso de producción (Palacios et al., 2017).

Las categorías de producción y certificación que hay en Ecuador son: fitomejorador, básica, certificada y registrada. La categoría fitomejorador puede ser emitida por el Instituto Nacional

de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), una Universidad o la empresa privada, las cuales se encargarán de realizar su debido control de calidad y el proceso de producción. Sin embargo, la categoría básica, certificada y registrada solo se puede realizar por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con la intervención del MAG en su control de calidad y proceso de producción (Caviedes, 2019).

Algunos lineamientos para evaluar la calidad de la semilla físicamente son: su forma, su tamaño estos determinarán el ancho, el espesor de la semilla, la relación longitud-ancho de la semilla y el peso de las semillas (Pérez et al., 2006).

La semilla de calidad presenta una mayor productividad, germinación rápida y una homogeneidad en el cultivo, en diferentes medios con condiciones abióticas no muy favorables para el cultivo (Pérez et al., 2006).

2.6.Semilla comercial

Se puede denominar semilla comercial a cualquier semilla que se ofrezca a la venta sin tener registro de su procedencia incumpliendo todos los requisitos de la ley para ser denominada una semilla certificada. Es importante recalcar que la semilla comercial no garantiza un buen rendimiento productivo y sobre todo la incidencia de plagas y enfermedades puede afectar seriamente al cultivo (Bombín-Bombín, 1979).

2.7.Semilla certificada

La semilla certificada es aquella que pasó por un proceso de control de calidad que consta de dos etapas como control interno y control externo, dándonos así confiabilidad en su germinación, crecimiento y producción de la planta (INIAP, 2015).

En Ecuador para la siembra de maíz se usa semilla certificada, esto se debe a que el grano es utilizado en la industria y las empresas tienen que cumplir con las normas que les condiciona a cultivar semillas certificadas (INIAP, 2015).

2.8.Tipos de maíz

2.9.Híbrido de maíz

La producción de híbridos en el ámbito agropecuario hoy en día es la mejor opción, ya que es el resultado de una mejora genética por medio de la cruce de dos líneas que poseen unas características apetecibles. Por lo general se busca características que nos permita tener una mayor producción, resistencia a plagas y enfermedades, adaptación a un estrés abiótico, etc (Delgado, 2017).

Estas tecnologías como son las semillas híbridas de alto rendimiento, en Ecuador han potenciado al agricultor teniendo una mayor producción y productividad, evitando las pérdidas por las plagas o enfermedades, dando también un gran incremento económica en el país evitando gran parte de la importación de este cereal (Caviedes, 2019).

2.9.1. Semilla Trueno

El Trueno NB 7443 es un híbrido de los más comerciales en el mercado ya que tiene un buen rendimiento y se puede adaptar a muchas zonas en el litoral Ecuatorial.

Según Quijije, (2019) las características agronómicas son:

Tabla 3: Características agronómicas de la semilla Trueno

Características agronómicas
<ul style="list-style-type: none">• Doble híbrido• Floración femenina: 52-54 días• Inserción de la mazorca: 1.1 m• Acame de raíz: muy bajo• Acame del talló: muy bajo• Enfermedades: altamente tolerante a las principales• Amplia adaptabilidad a las diferentes zonas maiceras del Ecuador

Fuente: (Quijije, 2019)

Según Quijije, (2019) las características de la mazorca son

Tabla 4: Características de la mazorca de la semilla Trueno

Características de la mazorca
<ul style="list-style-type: none">• Uniformidad de mazorca: muy buena• Cierre de punta: excelente• Longitud de mazorca: 16 cm• Nº de hileras/mazorca: 14-16• Índice de desgrane: 80%• Grano: anaranjado cristalino

Fuente: (Quijije, 2019)

2.9.2. Semilla Triunfo

El híbrido Triunfo NB 7253 es un híbrido de la casa comercial Agripac

Según Nervo, (2019) las características agronómicas son:

Tabla 5: Características agronómicas de la semilla Triunfo

Características agronómicas
<ul style="list-style-type: none">• Días a la floración: 55 días• Altura de la planta: 221 cm• Inserción de mazorca: 106 cm

-
- **Acame de raíz: 0.70%**
 - **Acá me del talló: 0%**
 - **Altamente tolerante a las principales enfermedades foliares**
-

Fuente: (Nervo, 2019)

Según Nervo, (2019) las características de la mazorca son:

Tabla 6:Características de la mazorca de la semilla triunfo

Características agronómicas
<ul style="list-style-type: none"> • Uniformidad de mazorca: muy buena • Cierre de punta: excelente • Longitud de mazorca: 15.77 cm • Número de hileras de granos por mazorca: 16 • Grano amarillo sedimentado • Potencial productivo: 8.2 Tn/ha

Fuente: (Nervo, 2019)

2.9.3. Semilla Hércules

Hércules es un híbrido triple de mazorca grande, generalmente se lo usa para la producción de silos ya que es muy robusto, esto nos daba un silo de buena calidad.

Según Interoc tiene las siguientes características agronómicas:

Tabla 7: Características agronómicas de la semilla Hercules

Características agronómicas
<ul style="list-style-type: none"> • Días de floración: 55 días • Días de cosecha: 125 días • Altura de planta: 215 235 cm • Tipo de grano: semicristalino / anaranjado rojizo • Hileras por mazorca: 16-18 • Tolerancia acame: resistente • Índice de desgrane: 85% - 86% • Tolerancia a enfermedades foliares: moderadamente resistente • Tolerancia a enfermedades de mazorca: moderadamente susceptible

Fuente: (Interoc)

2.9.4. Semilla Dekalb

Dekalb 7080 es un híbrido simple, cayó, vigoroso y resistente

Según Ecuaquimica, (2021) presenta las siguientes características:

Tabla 8: Características agronómicas de la semilla Dekalb

Características agronómicas
• Altura de planta: 228 cm
• Altura de inserción de la más cerca: 115 cm
• Color de grano: amarillo
• Días a cosecha: 120 - 150 días
• Hileras por mazorca: 16 – 20
• Prolificidad: 1.03
• Textura del grano: semi dentado

Fuente: (Ecuaquimica, 2021)

2.9.5. Semilla Advanta

Advanta 9139 es un híbrido de origen tailandés su semilla es medianamente pequeña redonda

Según Biosem, (2020) las características son las siguientes:

Tabla 9: Características agronómicas de la semilla Advanta

Características agronómicas
• Altitud: de 0 a 800 msnm
• Emisión floral: 58 días
• Ciclo de vida: 125 días
• Cosecha: 120 - 140 días
• Grano cristalino / anaranjado amarillo
• Altura de la planta: 232 cm
• Inserción de mazorca: 121 cm
• Índice de grande: 80%
• Hileras por mazorca: 14 - 17 hileras
• Tolerancia al acame: excelente
• Densidad poblacional: 62500 plantas por hectárea
• Tolerancia a enfermedades: excelente
• Rompimiento por hectárea 10.5 Tn/Ha

Fuente: (Biosem, 2020)

2.10. Etapas de crecimiento del maíz

Tabla 10: Etapas de crecimiento del maíz

ETAPA	NDS	DESCRIPCIÓN
VE	5	Emerge el coleoptilo de la superficie del sustrato.
V1	9	Aparición de la primera hoja.
V2	12	Aparición de la segunda hoja.
VT	55	Se puede observar la última rama de la panícula.
R0	57	La flor masculina empieza a arrojar polen.
R1	59	Las espigas ya se pueden observar.
R2	71	Empieza el llenado de frutos o granos con un líquido claro.
R3	80	El líquido claro ahora parece leche por su color blanco.
R4	90	El líquido se empieza a solidificar, convirtiéndose en una pasta blanca.
R5	102	El grano se rellena de almidón sólido. Los granos empiezan a presentar una dentición característica, la forma y tamaño dependerá de la variedad.
R6	112	Se completa la madurez fisiológica del grano.

Fuente: (CIBIOGEM , s.f.)

Según CIBIOGEM , s.f. las etapas de crecimiento del maíz son:

- Vegetativa (V)
- Reproductiva (R)

Ah su vez las etapas de crecimiento tienen cuatro periodos (CIBIOGEM , s.f.) :

- Crecimiento de la plántula (VE y V1)
- Crecimiento vegetativo (V2...V5)
- Floración y fecundación (VT, RO y R1)
- Llenado de fruto y maduración (R2... R6)

2.11. Germinación

Según Guillen et al., (2018) define a la germinación como “conjunto de procesos metabólicos y morfológicos que convierten el embrión en una plántula que se puede transformar en una planta adulta”.

Según Semillas, (2016) la germinación es un proceso que va desde el surgimiento de la plántula hasta el desarrollo de la planta en el campo con condiciones adecuadas.

La germinación de maíz es muy sencilla y su costo de inversión es muy bajo, es recomendable de realizarla, cuando empieza el proceso de germinación el grano, la lisina y triptófano aumentan su concentración exponencialmente en un 19% (García et al., 2017).

2.12. Prueba de germinación

Una prueba de germinación se realiza sobre una muestra de semillas, con la finalidad de obtener un porcentaje de semillas germinadas. Cuando se obtiene un porcentaje de germinación total de la muestra menor a un 80% se descarta la semilla para reproducirla, ya que estas semillas nos darán plantas de bajo vigor y gastaremos mucha semilla para producir lo que se traduce como pérdida económica. (Chacon, 2018)

En el transcurso del proceso de germinación se produce la expansión, división y diferenciación celular debido a la activación de vías metabólicas y de traducción de señales. Debe existes un equilibrio ente el azúcar y almidón para que la participación de biomoléculas y energía se de bien al embrión. La movilidad de los nutrientes que expulsa la semilla al momento que esta absorbe agua dependerá de la solubilidad de estos, tasa de variación y concentración en la que se encuentra en la semilla. Los flavonoides que se encuentran en la cubierta de la semilla cumplen una función muy importante como protegerla de hongos y bacterias, además reduce la disminución de soluto (Valle et al., 2017).

2.13. Germinación estándar

Es tipo de prueba se usa para medir la calidad fisiológica de un lote de semilla. Sin embargo, no es una prueba muy acertada ya que se la realiza en un ambiente controlado con condiciones favorable para la variedad de la semilla (García et al., 2016).

2.14. Porcentaje de germinación

Cuando hablamos de porcentaje de germinación nos referimos a un numero de plántulas normales que surgieron de las semillas, la cantidad de plántulas normales se expresan en porcentaje (Semillas, 2016).

2.15. Vigor

Cuando hablamos de vigor de la semilla nos referimos al conjunto de propiedades que determinan la actividad en la semilla, su germinación y la emergencia de la nueva plántula. Teniendo el conocimiento de lo antes expuesto, se sugiere que la prueba de germinación y la prueba de vigor se realicen de forma consecutiva en el momento, para obtener una mayor veracidad de datos como calidad física y fisiología de la semilla (Guillen et al., 2018).

El vigor está presente en la emergencia y germinación permitiendo identificar sus diferencias en campo, sobre todo cuando las condiciones ambientales inducen a un estrés. Este parámetro del vigor también es importante en programas de mejoramiento genético, ya que nos ayudara a obtener semilla mejorada (García et al., 2016).

Para poder catalogar una semilla de alto vigor o bajo vigor se debe estudiar su comportamiento en cuanto al rendimiento de esta, siguiendo un proceso que va desde la velocidad y uniformidad de germinación hasta después de su almacenamiento (Chacon, 2018).

2.16. Prueba de vigor

2.16.1. Prueba de envejecimiento acelerado

Una prueba de envejecimiento acelerado consiste en someter una semilla a condiciones altas de calor con una humedad relativa de cien o cerca de cien. Este tipo de pruebas tienen un objetivo general que es conocer el vigor de las semillas (Chacon, 2018).

Siempre que realizamos estas pruebas debe existir una comparación de germinación de semilla antes y después del ensayo (Chacon, 2018).

Someter las semillas a altas temperaturas condiciona su el almacenamiento por lo que esto provocará un envejecimiento en ellas dando como resultado un gran número de plántulas anormales al momento de su germinación (Chacon, 2018).

Las temperaturas mayores a 35°C provocan en la semilla la ruptura celular, debilitando los puentes de hidrogeno y el vínculo electrostático que existe de la membrana celular con las proteínas. Además, provoca en la membrana que los lípidos tengan una mayor fluidez, consecuencia de esto los iones escapan e impide la respiración y fotosíntesis (Chacon, 2018).

Debido a las altas temperaturas la cromatina sufre daño provocando que cuando aparezca la plántula tenga deformaciones (Chacon, 2018).

La semilla comercial generalmente tiene aplicación de fungicidas cosa que no impide someterlas a este método ya que no provoca muchas alteraciones con respecto al potencial fisiológico, aunque lo más recomendable es utilizar semilla que no ha sido tratada (Chacon, 2018).

Según Chacon, (2018) las ventajas del envejecimiento acelerado son:

- Es una prueba que se realiza de forma rápida, es económica, su metodología es simple y es muy útil para determinar el vigor de una semilla
- Se puede determinar si un vigor es alto o bajo siguiendo la metodología de ISTA
- Para reforzar los resultados de la prueba se puede evaluar caracteres de las plántulas normales.

Según Chacon, (2018) las desventajas del envejecimiento acelerado son:

- La alta humedad relativa provoca la proliferación de patógenos
- Las semillas pequeñas tienen una desventaja frente al tiempo que lleva la prueba, ya que mientras el tamaño de la semilla sea menor, la humedad de la semilla será mayor, provocando que la semilla pierda su capacidad de germinar.

2.17. Plántulas normales

Según Semillas, (2016) para determinar una plántula como normal debe tener un potencial alto para desarrollarse en condiciones favorables.

- Plántulas intactas
- Plántulas con defectos leves
- Plántulas con infección secundaria

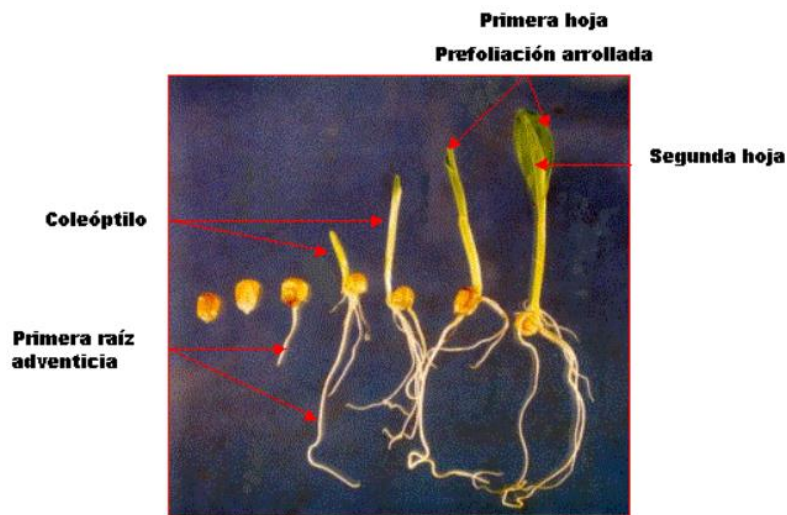


Figura 1: Plántula normal

Fuente: (Carolina, 2020)

2.18. Plántulas anormales

Según Semillas, (2016) para determinar una plántula como anormal debe carecer de un potencial alto para desarrollarse en condiciones favorables.

- Dañadas
- Deformadas o desequilibradas
- Deterioradas

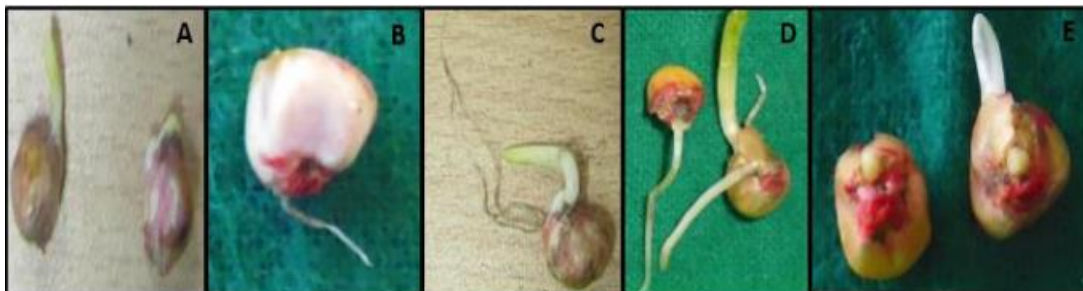


Figura 2: Semillas anormales

Fuente: (Chacon, 2018)



Figura 3: Plántulas anormales, afectación en el tallo

Fuente: (Chacon, 2018)



Figura 4: Plántulas anormales, afectación en la hoja

Fuente: (Chacon, 2018)

2.19. Semillas no germinadas

Las semillas no germinadas son aquellas que no germinan dentro del tiempo del análisis, dentro de condiciones favorables para su germinación (Semillas, 2016). Y se clasifican en:

- Semillas duras
- Semillas frescas
- Semillas muertas
- Otras categorías

2.20. Requerimiento edafoclimáticos

2.20.1. Suelo

El suelo es muy fundamental para el desarrollo del maíz ya que éste puede terminar la calidad productiva, debido a sus propiedades tanto físicas químicas y biológicas, un suelo muy erosionado o degradado no permitirá el desarrollo óptimo del maíz ya que su porcentaje de productividad puede bajar hasta un 50%, en casos de estrés hídrico puede llegar a tener una pérdida del 88% de fertilidad (Rodriguez et al., 2016).

Un suelo muy ácido tiende a tener una perdida alta de bases por lixiviación, esto significa que los metales que están en el suelo sobresalen creando así un sustrato muy infértil, ya que sobre todo el aluminio realiza el hidrolisis formando moléculas de hidrogeno dando lugar a suelo infértiles (Garbanzo et al., 2016).

El uso de materia Orgánica tiene sus efectos tanto positivos como negativos, hablando de efectos positivos se puede considerar que el carbón aumenta de una manera muy exponencial,

existe un intercambio catiónico muy alto, mejora la relación de carbono y oxígeno y la aparición del potasio y el fósforo, sin embargo, los efectos positivos que la materia Orgánica puede provocar al suelo son la acumulación de las sales, así como la lentitud de disponibilidad de nutrientes para la planta (Jiménez et al., 2019).

2.20.2. Clima

Debemos reconocer que el clima es un factor fundamental para el desarrollo de una planta, sin embargo, el requerimiento climático al momento de la germinación es muy diferente al requerimiento climático para el desarrollo de la plántula, por lo general la mayoría de las plantas pueden sobrevivir en una temperatura de 0 a 32°, pero cada una tiene su umbral definido para lograr una mayor productividad (Guajardo et al., 2018).

Un rango óptimo para el cultivo de maíz va desde 25°C a 28°C, lo recomendado para obtener una buena germinación es una temperatura de 15 °C (Zagal et al., 2016).

En la actualidad el estudio del clima ideal para el cultivo de maíz es deficiente pero la mayor parte de maíz cultivado es en valles, esto tiene una gran desventaja debido a que las condiciones de esos suelos son muy vulnerables a erosión, profundidad de suelo baja y a la pendiente (Andrade et al., 2019).

2.21. Riego

Cuando hablamos de riego en las plantas siempre nos preguntamos cuando y que tiempo debemos regar para lograr un buen desarrollo y productividad de la planta, esto se logra como el cálculo de la evapotranspiración, que significa la evaporación del agua en la superficie del suelo y transpiración del agua por parte del cultivo (Montemayor et al., 2017).

El riego en la agricultura es un factor de vital importancia, esto ha llevado al uso excesivo de este recurso hídrico como es el agua, se calcula que la agricultura hace uso del agua dulce entre un 70% a un 85% (Arzube et al., 2016).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del lugar del ensayo

El ensayo se realizó en el laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Técnica de Machala, ubicado en la provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia El Cambio, localizado en las siguientes coordenadas 3°17'30.36"S 79°54'50.23"O.



Figura 5: Ubicación del laboratorio de sanidad vegetal

Fuente: (Google Earth, 2021)

3.2. Ubicación del desarrollo de las plantas

La germinación de las plántulas se realizó en el patio mi casa, ubicado en la provincia de El Oro, cantón Pasaje, parroquia Casacay, localizado en las siguientes coordenadas 3°19'19.90"S 79°43'19.48"O.



Figura 6: Ubicación de las plántulas en desarrollo

Fuente: (Google Earth, 2021)

3.3.Materiales

3.3.1. Material vegetativo

- Semilla hércules
- Semilla trueno
- Semilla triunfo
- Semilla advanta
- Semilla dekalb

3.3.2. Equipo de laboratorio

- Balanza
- Autoclave
- Cajas Petri
- Malla metálica
- Pipeta
- Vaso de precipitación
- Estufa

3.3.3. Materiales

- Cuaderno
- Lapiceros
- Laptop
- Cámara fotográfica

3.4.Método

3.4.1. Muestreo

Se realizó un muestreo estratificado, tomando 80 semillas con 4 repeticiones de 20 semillas de la forma más homogénea para cada variedad de maíz, dando un total de 20 muestras

Tabla 11: Identificación de las muestras para el ensayo de envejecimiento acelerado.

Población	Muestra	Tiempo
Trueno	20 semillas	00:00h
Trueno	20 semillas	24:00h
Trueno	20 semillas	48:00h
Trueno	20 semillas	72:00h
Triunfo	20 semillas	00:00h
Triunfo	20 semillas	24:00h
Triunfo	20 semillas	48:00h
Triunfo	20 semillas	72:00h
Hércules	20 semillas	00:00h
Hércules	20 semillas	24:00h
Hércules	20 semillas	48:00h
Hércules	20 semillas	72:00h
Advanta	20 semillas	00:00h
Advanta	20 semillas	24:00h
Advanta	20 semillas	48:00h
Advanta	20 semillas	72:00h
Dekalb	20 semillas	00:00h
Dekalb	20 semillas	24:00h
Dekalb	20 semillas	48:00h
Dekalb	20 semillas	72:00h

3.4.2. Germinación estándar

Según Semillas, (2016) el papel que se utiliza en la germinación debe cumplir con los siguientes puntos:

- Debe ser un papel limpio que no tenga residuos que puedan intoxicar el desarrollo de las plántulas.
- Su capacidad de absorción y retención de humedad debe lograr que las semillas germinen.
- Debe ser resistente a la manipulación y evitar que las raíces lo penetren
- El proceso de germinación se lo realizó en base a la metodología (García et al., 2016), cabe recalcar que no se contaba con una cámara de germinación por lo cual las bandejas se colocaron en un lugar fresco siempre tratando de que la temperatura de ese lugar no tenga cambios bruscos.
- Se extiende un papel sobre una superficie plana,
- Las semillas se la colocan en el centro del papel dejando los bordes libres,
- Posteriormente se procede a enrollar el papel,
- Colocamos el papel enrollado que tienen las semillas en una bandeja plástica,
- Procedemos a mojar el papel con agua destilada y
- Finalmente cerramos la bandeja y lo colocamos en un lugar fresco para esperar los resultados.

3.4.3. Envejecimiento acelerado

Según Semillas, (2016) el rango de temperatura para realizar un ensayo de envejecimiento acelerado es de 40°C a 45°C y el rango permitido de humedad relativa es de 90% a 100%.

Teniendo en cuenta esto se realizó el ensayo con una temperatura de 45°C y una humedad relativa del 100%

Teniendo como base (Fontana et al., 2016) se realizó el ensayo de la siguiente manera, cabe recalcar que se modificó el recipiente, el material vegetal, la malla y la cantidad de agua destilada.

Primeramente, se terminó 3 tiempos de ensayo a 24h 48h y 72 h, normalmente no se realizan ensayos a 24 h debido a que el tiempo no es suficiente, pero en esta ocasión hicimos la excepción debido a que trabajamos con la temperatura máxima permitida.

Se procede a la desinfección del material que vamos a usar, para ello hacemos uso de la autoclave donde colocamos las cajas Petri y la malla metálica

Mientras el material se desinfecta escogemos 20 semillas de cada variedad y pesamos

Una vez listas las cajas Petri, colocamos agua destilada en un vaso de precipitación y con ayuda de una pipeta medimos 8 ml que vamos a colocar en cada caja Petri.

Colocamos la malla metálica sobre la caja Petri, debemos percatarnos que la malla no tenga contacto con el agua dejando una separación de 2 mm.

Se pone las semillas sobre la malla metálica, se debe tener en cuenta que el agua y la semilla de la caja Petri no tengan contacto.

Debemos cerrar la caja Petri con cuidado y poner a calentar la estufa a una temperatura de 45°C

Una vez que la estufa tenga el calor necesario y este se mantenga, se introduce las cajas en la estufa y no se debe abrir hasta que se cumple el tiempo correspondiente de 24h, 48h y 72h

Ya pasado el tiempo necesario se saca las cajas Petri y se procede a pesar las semillas

Por ultimo las ponemos a germinar en papel con las bandejas, se debe tener en cuenta que el tiempo máximo que hay entre sacar las semillas y ponerlas a germinar no debe excederse de 1 hora.

3.5. Variables de estudio

3.5.1. Temperatura

Se realizó el ensayo a una temperatura de 45°C, mientras que las plántulas se desarrollaron a temperatura ambiente.

Esta temperatura se determinó siguiendo los pasos de las reglas internacionales para análisis de semillas (ISTA).

3.5.2. Variedad de semilla

Se evaluaron 5 variedades de semillas de maíz

- Semilla trueno
- Semilla triunfo
- Semilla hércules
- Semilla advanta
- Semilla dekalb

3.5.3. Peso de raíz

El peso de la raíz se lo tomó con ayuda de una balanza gramera digital, con dos dígitos después de la coma para mayor exactitud.

3.5.4. Peso de la planta

Luego de pesar la raíz se procede a pesar la planta completa incluida la raíz con ayuda de una balanza digital, para tener una mayor precisión a un dato se utilizaron dos dígitos después de la coma.

3.5.5. Largo de hoja

Se tomó la media de las cuatro hojas de la planta con una cinta métrica, las cantidades se la expreso en centímetros, una vez obtenido los datos de las cuatro hojas se promediaron para quedarnos con el promedio que se va a tabular en la matriz de datos.

3.5.6. Ancho de hoja

El ancho de las hojas se midió con una cinta métrica, cuyo valor se lo expresó en centímetros, de igual manera se midió el ancho de las cuatro hojas para obtener un promedio que se va a tabular en la matriz de datos.

3.5.7. Forma de la hoja

La hoja del maíz tiene una forma similar en todas las variedades, según Chile, s.f. su forma es Leoncelado

3.5.8. Color de semilla

Según Cuitiño, 2018 los colores de la semilla de maíz se pueden dividir en 4 principales.



Figura 7: Color de la semilla

Fuente: (Cuitiño, 2018)

3.5.9. Forma de la semilla

Según Alamy, 1922 las formas de la semilla son.

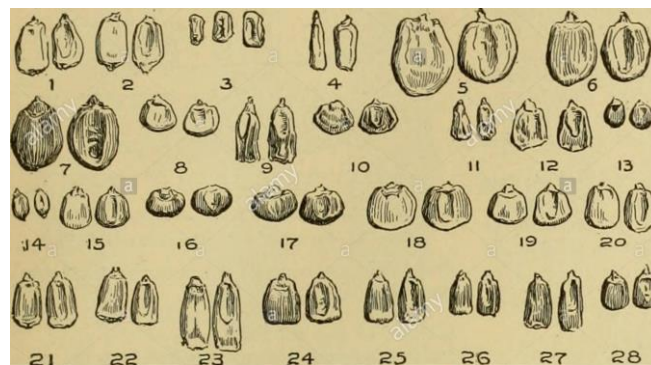


Figura 8: Forma de la semilla

Fuente: (Alamy, 1922)

3.6. Análisis estadístico

Se identificaron las variables dependientes e independientes para procesarlas en el software IBM SPSS STATISTICS 21 para poder observando su distribución y dispersión, se realizaron dos pruebas estadísticas de normalidad de datos como son Kolmogorov-Smirnov^a y Shapiro-Wilk con la razón de verificar la distribución de los datos, se realizaron dos pruebas de ANOVA, en la primero se observó el comportamiento del factor calor y en la segunda prueba se puso evaluar el factor variedad en las dos pruebas el valor de p-valor es <0.05 aceptamos H₀.

También se realizó un estudio del comportamiento de las variables, mediando de medias marginas, con sus gráficos de perfil.

4. RESULTADO Y DISCUSION

Tabla 12: Prueba de Normalidad

	Tiempo expuesto a temperatura 45°C	<i>Pruebas de normalidad</i>					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<i>Peso de la raíz</i>	0 Horas	,477	100	,000	,520	100	,000
	24 Horas	,289	100	,000	,818	100	,000
	48 Horas	,240	100	,000	,862	100	,000
	72 Horas	,274	100	,000	,837	100	,000
<i>Peso de planta</i>	0 Horas	,383	100	,000	,690	100	,000
	24 Horas	,272	100	,000	,876	100	,000
	48 Horas	,162	100	,000	,906	100	,000
	72 Horas	,218	100	,000	,904	100	,000
<i>Largo de hoja</i>	0 Horas	,087	100	,062	,970	100	,020
	24 Horas	,232	100	,000	,812	100	,000
	48 Horas	,193	100	,000	,811	100	,000
	72 Horas	,164	100	,000	,872	100	,000
<i>Ancho de hoja</i>	0 Horas	,130	100	,000	,974	100	,048
	24 Horas	,215	100	,000	,796	100	,000
	48 Horas	,228	100	,000	,809	100	,000
	72 Horas	,229	100	,000	,810	100	,000
<i>Forma de la hoja</i>	0 Horas	.	100	.	.	100	.
	24 Horas	,508	100	,000	,440	100	,000
	48 Horas	,467	100	,000	,538	100	,000
	72 Horas	,499	100	,000	,466	100	,000
<i>Color de la semilla</i>	0 Horas	,392	100	,000	,622	100	,000
	24 Horas	,324	100	,000	,742	100	,000
	48 Horas	,320	100	,000	,767	100	,000
	72 Horas	,332	100	,000	,750	100	,000
<i>Forma de la semilla</i>	0 Horas	,194	100	,000	,871	100	,000
	24 Horas	,167	100	,000	,897	100	,000
	48 Horas	,163	100	,000	,869	100	,000
	72 Horas	,158	100	,000	,881	100	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

A la información tabulada se la procesó en el software IBM SPSS STATISTICS 21 a la cual se le analizó la distribución de información en base a dos pruebas estadísticas Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk evidenciando en las dos pruebas que los datos eran normales con una significancia menor al propuesto de 0.05 el p-valor valorada la significancia porcentual al 95%

por lo que, en base a ello se aplicó prueba de ANOVA para los dos factores de estudio: variedades y número de horas expuestas la semilla a 45°C así el ANOVA aplicado para el tiempo que se expusieron las semillas a temperaturas de 45° indica que:

Tabla 13: ANOVA del factor calor

Tabla de ANOVA

			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>Peso de la raíz * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	9.960	3	3.320	9.576	0.000
	Dentro de grupos		137.290	396	0.347		
	Total		147.250	399			
<i>Peso de planta * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	42.903	3	14.301	10.595	0.000
	Dentro de grupos		534.498	396	1.350		
	Total		577.401	399			
<i>Largo de hoja * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	1556.335	3	518.778	13.273	0.000
	Dentro de grupos		15477.559	396	39.085		
	Total		17033.894	399			
<i>Ancho de hoja * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	3.310	3	1.103	6.653	0.000
	Dentro de grupos		65.670	396	0.166		
	Total		68.980	399			
<i>Forma de la hoja * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	3.348	3	1.116	9.412	0.000
	Dentro de grupos		46.950	396	0.119		
	Total		50.298	399			
<i>Color de la semilla * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	19.147	3	6.382	7.125	0.000
	Dentro de grupos		354.750	396	0.896		
	Total		373.898	399			
<i>Forma de la semilla * Tiempo expuesto a temperatura 45°C</i>	Entre grupos	(Combinado)	807.007	3	269.003	3.763	0.011
	Dentro de grupos		28312.090	396	71.495		
	Total		29119.098	399			

En este análisis estadístico aplicado indica que en todos los casos la significancia fue $< p$ -valor propuesto por lo que se indican que existieron diferencias significativas en las variedades evaluadas por lo que en el caso la valoración de combinación de los datos es importante considerar este factor de estudio el tiempo que se exponen las semillas sobre sus características, a su vez en el análisis del factor variedades el ANOVA indica que:

Tabla 14: ANOVA del factor variedades.

<i>Tabla de ANOVA</i>							
			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>Profundidad radicular * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	8.894	4	2.223	6.348	0.000
	Dentro de grupos		138.356	395	0.350		
	Total		147.250	399			
<i>Peso de planta * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	21.939	4	5.485	3.900	0.004
	Dentro de grupos		555.462	395	1.406		
	Total		577.401	399			
<i>Largo de hoja * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	508.716	4	127.179	3.040	0.017
	Dentro de grupos		16525.178	395	41.836		
	Total		17033.894	399			
<i>Ancho de hoja * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	1.943	4	0.486	2.862	0.023
	Dentro de grupos		67.037	395	0.170		
	Total		68.980	399			
<i>Forma de la hoja * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	1.385	4	0.346	2.796	0.026
	Dentro de grupos		48.913	395	0.124		
	Total		50.298	399			
<i>Color de la semilla * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	92.310	4	23.078	32.372	0.000
	Dentro de grupos		281.588	395	0.713		
	Total		373.898	399			
<i>Forma de la semilla * Variedad</i>	Entre grupos	(Combinado)	13254.335	4	3313.584	82.501	0.000
	Dentro de grupos		15864.763	395	40.164		
	Total		29119.098	399			

Al igual que en el caso del factor tiempo de exposición a temperaturas de 45° en las diferentes variedades el valor de p-valor es 0.05 por lo que se acepta H_0 pues los datos obtenidos son significativos entre los grupos evaluados.

Una descripción más gráfica de los resultados indica que las variables se comportan de la siguiente manera:

Tabla 15: Variedades de Maíz

<i>Variedad</i>	<i>Nº</i>
<i>Triunfo</i>	1
<i>Trueno</i>	2
<i>Hércules</i>	3
<i>Dekalb</i>	4
<i>Advanta</i>	5

Fuente: Jefferson Entsakua

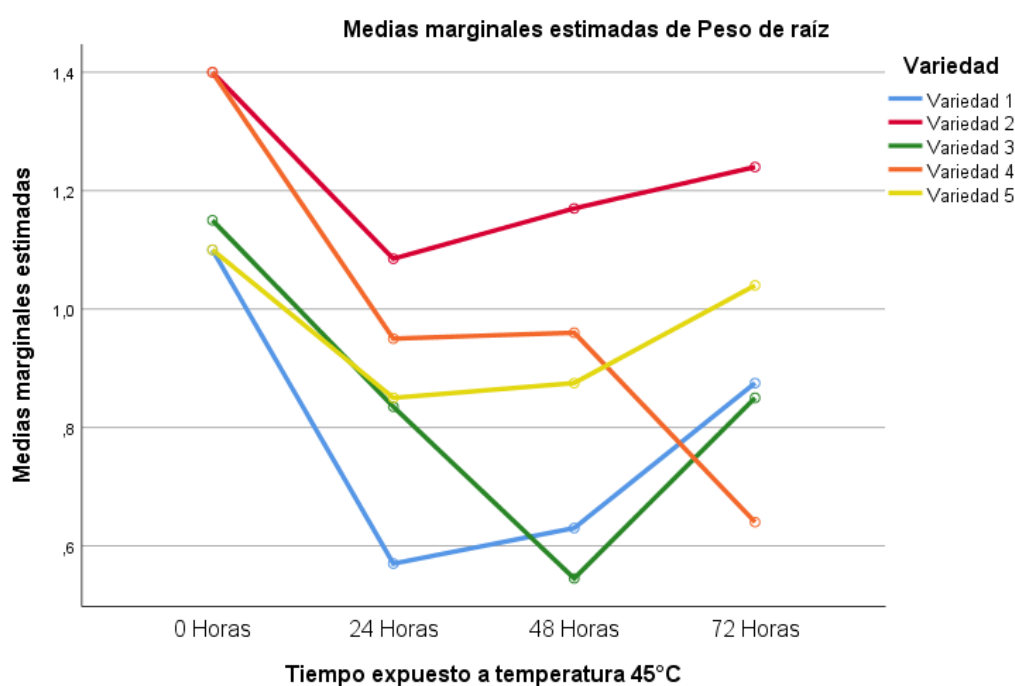


Figura 9: Peso de raíz

Se puede evidenciar que a las 0:00 h todas las variedades no tienen una diferencia significativa en tanto al peso de su raíz, sin embargo, la variedad Trueno se ve muy atractiva cuando es sometida a calor a un tiempo de 72:00 horas ya que tiene un peso de raíz ascendiente muy bueno con referencia a las demás variedades, pero la variedad Advanta en la que sufre un descenso en el peso de su raíz muy bruscamente cuando es sometida a calor sobre todo a las 72:00 hora.

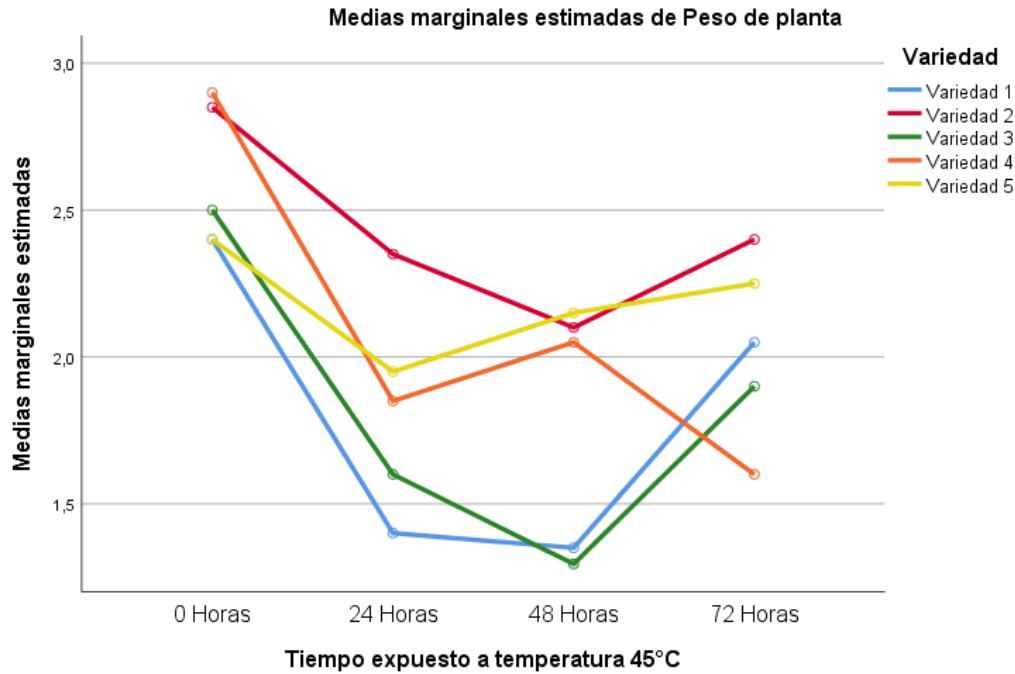


Figura 10: Peso de planta

Los valores más altos obtenidos se encuentran a las 0:00 h de exposición debido a que su comportamiento fisiológico no se vio alterado por factores físicos como la temperatura, siendo así menores en todos los tratamientos expuestos al calor, en mayor medida a las 48:00 h y sufre un ligero decrecimiento a las 72:00 h en la variedad Trueno la cual no se vea afectada en gran medida lo que puede llevar a concluir que es una variedad que no pierde su viabilidad al estar expuesta a altas temperaturas haciéndola de interés para ser aplicada en la agronomía.

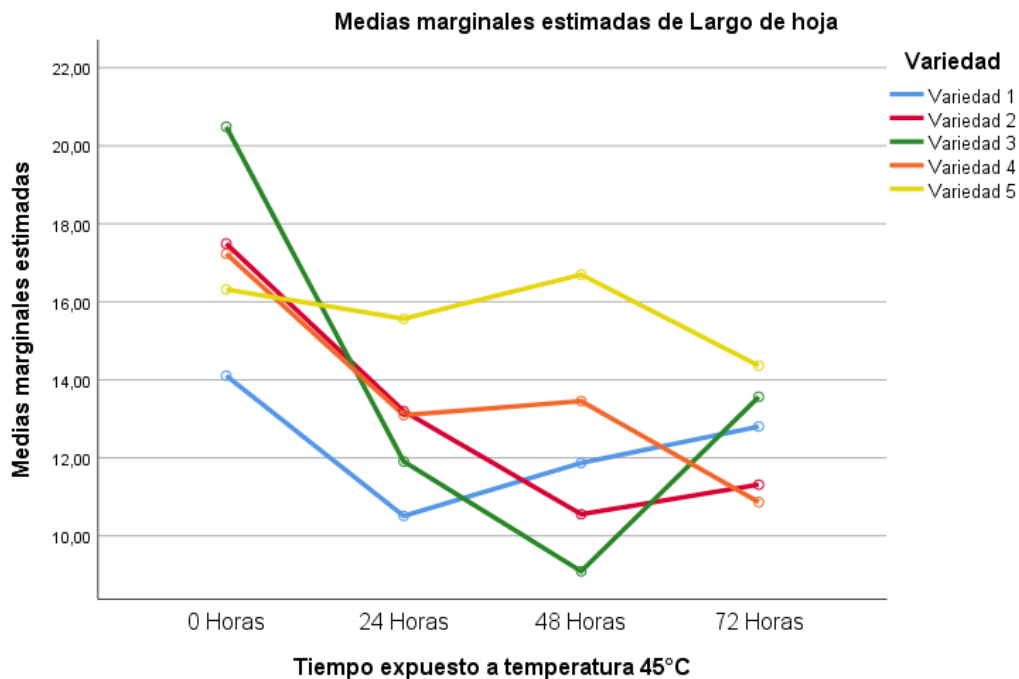


Figura 11: Largo de la hoja

A su vez en la variable largo de hoja se evidencia el mismo comportamiento que la variable previamente analizada, pero en este caso sí se ve afectada la variedad Trueno la cual tendía a ser un aspecto positivo de las semillas previamente, nuevamente el no exponer la semilla temperatura tuvo los mejores resultados para este caso la variedad Advanta presentó mejor resiliencia.

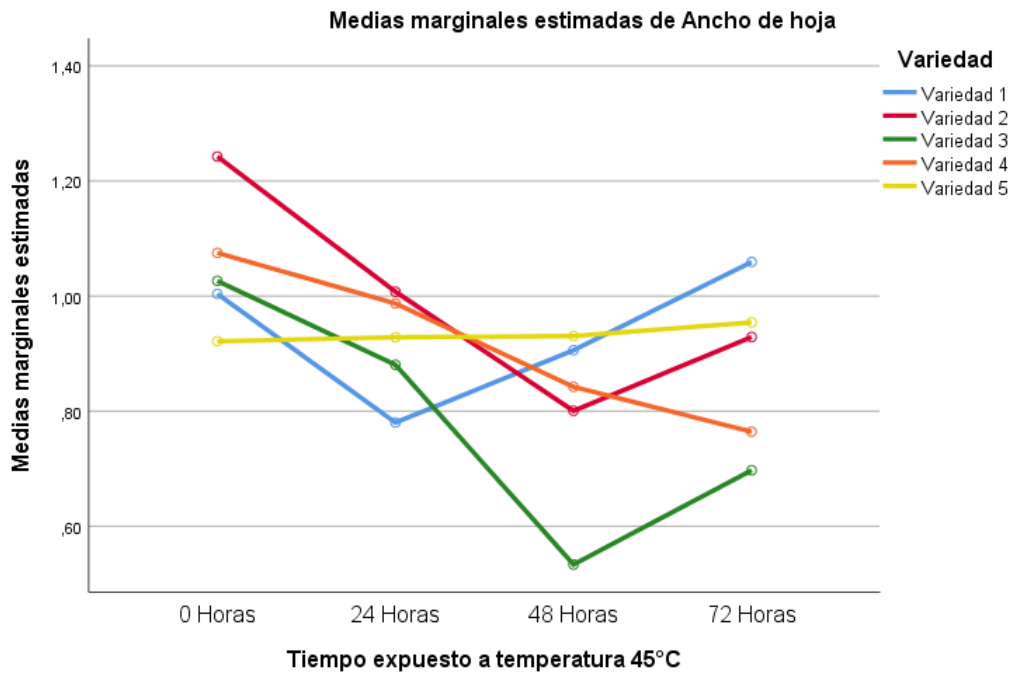


Figura 12: Ancho de hoja

El ancho de la hoja a las 72 horas de exposición al calor no presentó afectaciones tan pronunciadas incluso superó la media obtenida a las 0:00 h en la variedad Triunfo y la variedad Advanta en las demás variedades se presentan afectaciones similares sin embargo se indica que las 48 horas hubo una mayor afectación en la variedad Hércules.

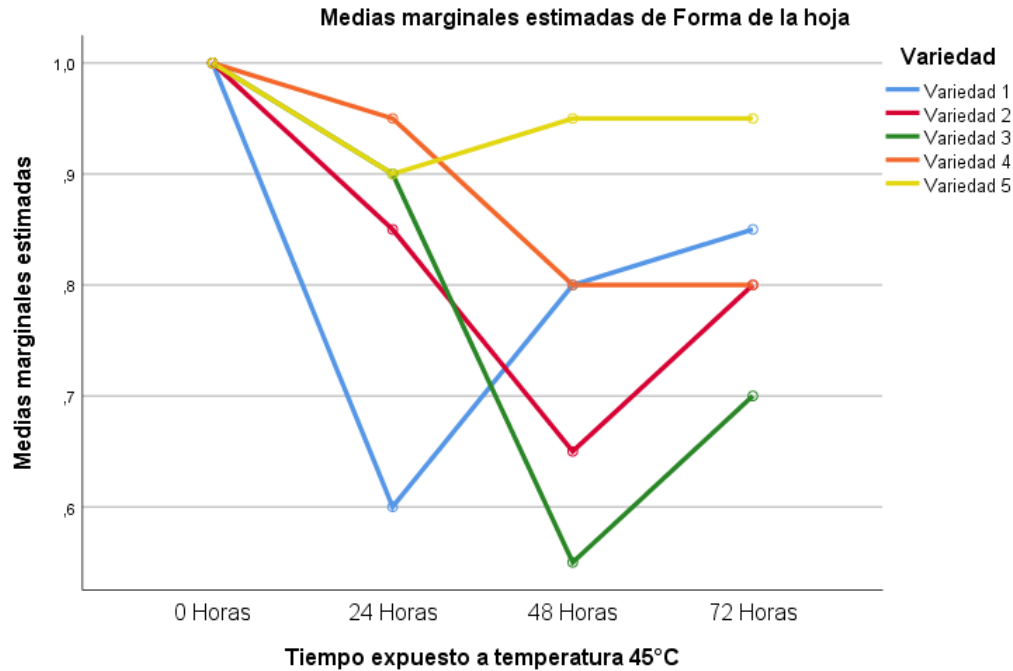


Figura 13: Forma de la hoja

Las medias marginales para forma de la hoja si bien la forma de la hoja no es un factor que varíe en gran medida en este estudio se evidenció que si las medias variaron siendo conveniente que la forma debido a que pertenecen a la misma especie no varíe.

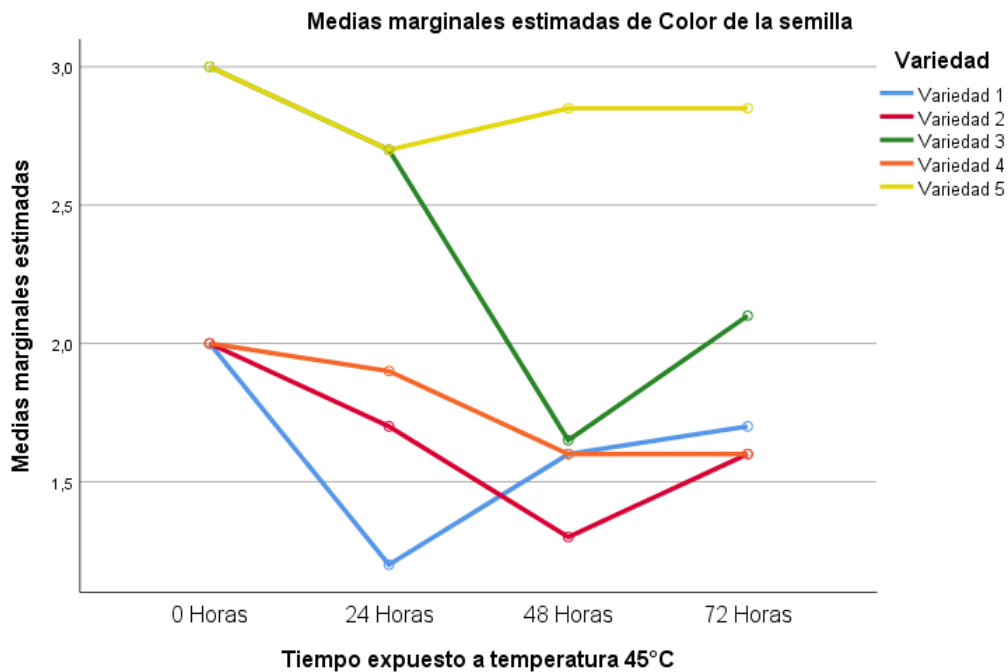


Figura 14: Color de la semilla

El color de la semilla no varió en gran medida sobre Hércules variedades Advanta, Dekalb y Trueno, en cambio al exponerlas a 48 horas se vio el cambio más significativo en la variedad Hércules y a las 24 horas en la variedad Triunfo

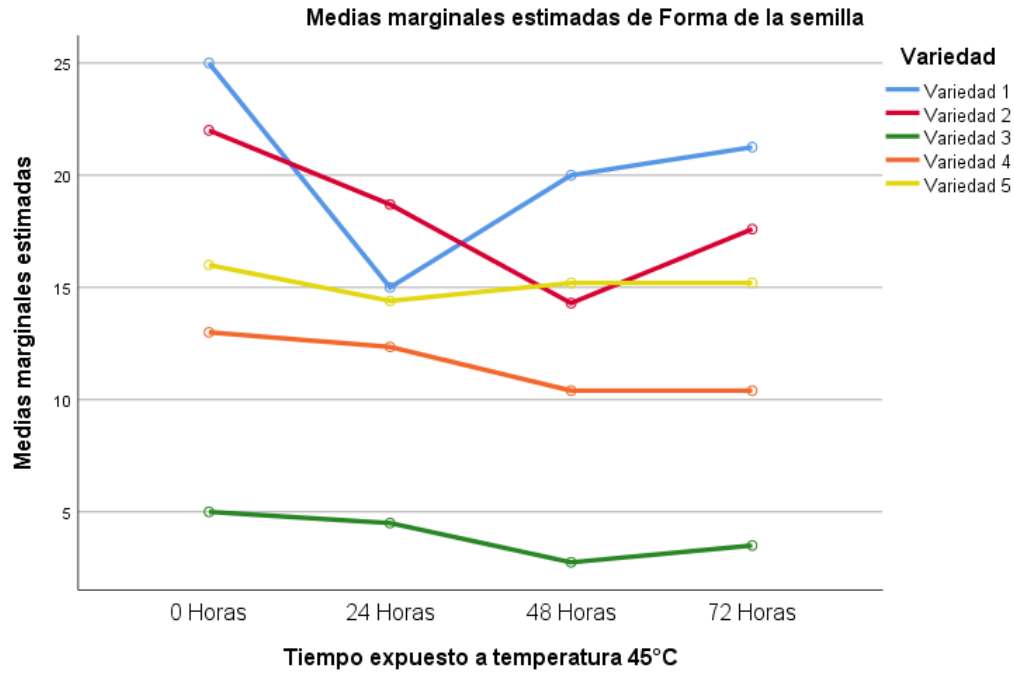


Figura 15: Forma de la semilla

En forma de la semilla no tuvo mayores variaciones esto se debe a que la exposición puede reducir el contenido de humedad y ligeramente cambiar la estructura, pero no se presentan cambio tan evidente como en las variables previamente evaluadas.

5. CONCLUSIONES

Se pudo identificar que existieron diferencias significativas entre las variedades gracias a las dos pruebas que se aplicaron con relación al tiempo de exposición al calor

Cuando se evaluó la variable peso de la planta se observó que las plántulas testigo o sea que no fueron expuestas al calor tuvieron valores muy altos en relación a la variedad Hércules que fue la que descendió considerablemente a las 48:00h, mientras que la variedad Trueno fue la más favorable con su exposición al calor de 72:00h

En la variable largo de la hoja las variedades que no fueron expuestas al calor tuvieron valores altos con relación a las que se expusieron al calor, se pudo notar que la variedad Advanta no presento mucha tendencia a descender siendo el pico más bajo a las 72:00h, mientras que la variedad Hércules se pudo evidenciar que tuvo la mayor descendencia, siendo a las 48:00h el punto más bajo.

Para la variable ancho de la hoja la variedad Hércules presento la mayor descendencia sobre todo a las 48:00h por otra parte, la variedad Advanta se presentó muy bueno su rendimiento ya que su línea empezó a tener un crecimiento mínimo a medida que el tiempo de exposición al calor aumentaba.

La forma de la hoja que fue otra variable a tener en cuenta, se puede decir que la variedad Advanta resulto ser la menos afectada por el calor, a diferencia de la variedad Hércules que presento los puntos más bajos en específico a las 48:00 h

El color de la semilla puede variar dependiendo la variedad, pero se pudo evidenciar variedad Advanta fue la que no tuvo ninguna alteración, mientras el color de la variedad Hércules fue afectado bruscamente en especial a las 48:00h de exposición al calor.

Y finalmente se evaluó la forma de la semilla, que no sufrió un cambio brusco en ninguna variedad, sin embargo, la variedad Triunfo a las 24:00h presento un leve cambio en la semilla.

Se puede deducir que la variedad Advanta fue la que casi no presento problemas en sus características agronómica, razón por la cual es muy recomendada para su siembra.

6. BIBLIOGRAFIA

- Alamy. (1922). *Alamy*. Obtenido de Cyclopedia de cosechas agrícolas : una encuesta popular de cultivos y métodos de decisiones en los Estados Unidos y Canadá : <https://www.alamy.es/imagen-de-archivo-de-la-pagina-450-de-la-cyclopedia-de-cosechas-agricolas-cyclopedia-de-cosechas-agricolas-una-encuesta-popular-de-cultivos-y-metodos-de-decisiones-en-los-estados-unidos-y-canada-cyclopediaoffarm00bailuoft-ano-1922-c19>
- Analuisa, A., García, S., Rodríguez, O., & Paredes, M. (2020). Análisis primario de las cadenas de valor en el maíz Portoviejo Ecuador. *Revista ECA Sinergia*, 1, 44-57. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33936/eca_sinergia.v1i1.1692
- Andrade, E., De Niz, E., Benítez, M., Olguín, J., Guevara, R., Meza, D., & Villalvazo, V. (2019). Identificación de áreas aptas para la agricultura de temporal con maíz y frijol en la cuenca de Autlán, Jalisco, México. *Revista Geográfica de América Central*(62), 1-32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/rgac.62-1.1>
- Arzube , M., León, A., & Ramírez, L. (2016). Efecto de varante de riego en la produccion de maiz (*Zea Mays L.*) en la comuna Rio Verde, canton Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3(2), 100-104. Recuperado el 16 de 09 de 2021, de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/160/pdf>
- Biosem. (15 de 10 de 2020). *Maíz Advanta 9139*. Obtenido de Biosemillas Peru: <https://biosemillasperu.com/2020/10/15/maiz-advanta-3139-60mil-semillas/>
- Bombín-Bombín, L. M. (1979). *Legislación de semillas*. Roma: FAO.
- Carolina, M. P. (2020). Determinación de los rangos de conductividad eléctrica de vigor en cuatro genotipos de maíz (*Zea mays L.*) provenientes de dos localidades. (*Tesis*). Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21450>
- Castellanos, M., Valdés, R., López, A., & Guridi, F. (2017). Mediciones de índices de verdor relacionadas con área foliar y productividad de híbrido de maíz. *Cultivos Tropicales*, 38(3), 112-116. Recuperado el 21 de 09 de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000300016
- Caviedes, M. (2019). Producción de semilla de maíz duro en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI avances en ciencias e ingeniería*, 116-123. <https://doi.org/10.18272/aci.v1i1.1148>
- Chacon, M. (2018). Pruebas de vigor en semillas de maíz (*Zea mays L.*). (*Tesis*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3468>
- Chile, P. U. (s.f.). Obtenido de Hojas: http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/maiz/hojas.htm
- CIBIOGEM . (s.f.). *CIBIOGEM* . Obtenido de Maíz: <https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>

- Cuenca Chaqui, C. G. (2013). Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo (Mishca) a partir de medios hermanos y hermanos completos. Tumbaco, Pichincha. (*Tesis*). Universidad Central del Ecuador, Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1059>
- Cuitiño, M. (10 de 10 de 2018). *Engormix*. Obtenido de Maíz: clasificación y usos potenciales: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/maiz-clasificacion-usos-potenciales-t42836.htm>
- Delgado, R. (2017). La selección del híbrido de maíz. *INTAGRI*, 3.
- Ecuaquimica. (17 de 09 de 2021). *Dekalb 7088*. Obtenido de Ecuaquimica: <http://www.ecuanoticias.com.ec/dekalb7088.html>
- Eguez, J., Pintado, P., Ruilova, F., Zambrano, J., Villavicencio, J., Caicedo, M., . . . San-Vicente, F. (2019). Desarrollo de un híbrido de maíz de grano blanco para consumo en fresco en Ecuador. *ACI avances en ciencias e ingenierias.*, 46-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.18272/aci.v11i1.1102>
- Fontana, M., Perez, V., & Luna, C. (2016). Pruebas de envejecimiento acelerado para determinar vigor de semillas de prosopis alba de tres procedencias geograficas. *Revista FAVE-Ciencias Agrarias*, 15(1), 1-13. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14409/fa.v15i1.5871>
- Garbanzo, G., Molina, E., & Cabalceta, G. (07 de 04 de 2016). Efecto de la aplicación de enmiendas líquidas en el suelo y en el crecimiento de maíz bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 33-52. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242016000200033&script=sci_arttext
- García, J., Cervantes, F., Ramírez, J., Aguirre, C., Rodríguez, G., Ochoa, F., & Mendoza, M. (2017). Determinación de lisina, triptófano y proteína en germinados de maíz criollo y QPM. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8, 887-890. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000400877&lng=es&nrm=iso
- García, J., Ruiz, N., Lira, R., Vera, I., & Méndez, B. (2016). Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. *Agronano Tecnología*, 129-139. Obtenido de <http://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/334>
- Google Earth. (01 de 08 de 2021). Casacay. Pasaje, El Oro, Ecuador.
- Google Earth. (01 de 08 de 2021). Facultad de Ciencias agropecuarias. Machala, El Oro, Ecuador.
- Guajardo, R., Granados, G., Sánchez, I., Barradas, V., Gómez, J., & Díaz, G. (2018). Rendimientos de maíz (*Zea mays* L.) en escenarios de cambio climático en la región de la antigua, Veracruz-México. *Agrociencia*, 5(5), 725-739. Recuperado el 18 de 09 de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952018000500725&script=sci_arttext

- Guillen, P., Velázquez, R., Cruz, E., Márquez, C., & Osorio, R. (2018). Germinación y vigor de las semillas de poblaciones de maíz con diferente proporción de endospermo vitreo. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Cie*, 108-117. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0719-38902018000200108&lng=es&nrm=iso
- INIAP. (2015). *Producción de semillas categoría certificada para el proyecto nacional de semillas de agrocadenas estratégicas del MAGAP*. Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Interoc. (s.f.). Hercules. (*Ficha técnica*). Interoc, Guayaquil. Obtenido de www.interoc-custer.com/bk/
- Jiménez, M., Gómez, R., Oliva, J., Granados, L., Pat, J., & Aranda, E. (2019). Influencia del estiércol composteado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *Nova scientia*, 11(23). <https://doi.org/https://doi.org/10.21640/ns.v11i23.1957>
- Kato, T., Mapes, C., Mera, C., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica* (Vol. 1). Coyoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Livia, C., Sánchez, G., & Cruces, L. (2020). Diversidad de insectos del suelo asociados al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en La Molina / Lima / Perú. *Ecología Aplicada*, 19(2), 57-64. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1556>
- Martínez, F., Guevara, F., Aguilar, F., Rodríguez, L., & Reyes, M. (2021). Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 871-881. <https://doi.org/https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.793>
- Montemayor, J., Munguía, J., Segura, M., Yescas, P., Orozco, J., & Woo, J. (2017). La regresión lineal en la evaluación de variables de ingeniería de riego agrícola y del cultivo de maíz forrajero. *Acta universitaria*, 27(1), 40-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.15174/au.2017.1255>
- Nervo, R. (2019). Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) cultivados con tres densidades poblacionales a la fertilización con N, P, K. (*Tesis*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28986>
- Palacios, N., Twumasi, S., Friesen, D., Teklewold, A., Wegary, D., De Groote, H., . . . Prasanna, B. (2017). *Lineamientos para el control de calidad de semilla y grano de maíz de alta calidad proteica (QPM): experiencia en el desarrollo y promoción de QPM en Latinoamérica*. CDMX, México: CIMMYT.
- Paliwal, L., Granados, G., Lafitte, H., & Violic, A. (2021). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Roma: FAO. Obtenido de http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s04.htm#P0_0
- Pérez, C., Hernández, A., González, F., García, G., Carballo, A., Roque, T., & Tovar, M. (2006). Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México*, 32, 341-352.

- Quijije, M. (2019). Análisis económico del rendimiento de los híbridos de maíz iniap h-551 y trueno nb 7443 mediante sistemas de labranza convencional y mínima y su impacto ambiental en el cantón Mocache. (*Tesis*). UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO, Quevedo. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3616>
- Ramirez, C., González, J., & Gómez, J. (2016). Selección por vigor inicial de planta de maíz en vivero. *Ciencia y Tecnol. Agrop. México*, 4, 10-17.
- Rodriguez, A., Acevedo, D., Sánchez, E., & Uribe, M. (29 de Junio de 2016). Indicadores de calidad de un suelo para la producción de maíz bajo sistemas agroforestal y monocultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 3263-3275. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001203263&lng=es&tlng=es.
- Sánchez, A., León, C., Aranda, S., Zavaleta, E., Nava, C., Goodwin, P., & Leyva, S. (2018). Bacterias endófitas de la raíz en líneas de maíces tolerantes y susceptibles a sequía. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 35-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1710-3>
- Sánchez, I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología)*, 2, 151-171. Obtenido de <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/1739/1776>
- Semillas, R. I. (2016). *Reglas internacionales para el análisis de las semillas*. Montevideo: ISTA.
- Sifuentes, E., Macías, J., Mendoza, C., Vázquez, D., Salinas, D., & Inzunza, M. (2018). Efecto de la siembra directa en las propiedades del suelo y aprovechamiento de riego en maíz en Sinaloa, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(20), 4235-4243. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.993>
- Sotelo, E., Cruz, G., González, A., & Moreno, F. (2016). Determinación de la aptitud del terreno para maíz mediante análisis espacial multicriterio en el Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(2), 401-412. Recuperado el 16 de 09 de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000200401&script=sci_abstract&tlng=pt
- Valle, R., Covarrubias, J., Ramírez, J., Aguirre, C., Iturriaga, G., & Raya, J. (2017). Efecto del osmoacondicionamiento sobre la germinación del maíz tipo palomero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 307-319. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000200307
- Vanessa, M. (20 de 06 de 2019). *Food new Latam*. Obtenido de Producción mundial de maíz 2019/2020: <https://www.foodnewlatam.com/paises/89-peru/9203-producci%C3%B3n-mundial-de-ma%C3%ADz-2019-2020.html>
- Zagal, M., Martínez, S., Salgado, S., Escalera, F., Peña, B., & Carrillo, F. (2016). Producción de forraje verde hidropónico de maíz con riego de agua cada 24 horas. *Abanico veterinario*, 6(1), 29-34. Recuperado el 18 de 09 de 2021, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322016000100029&lng=es.

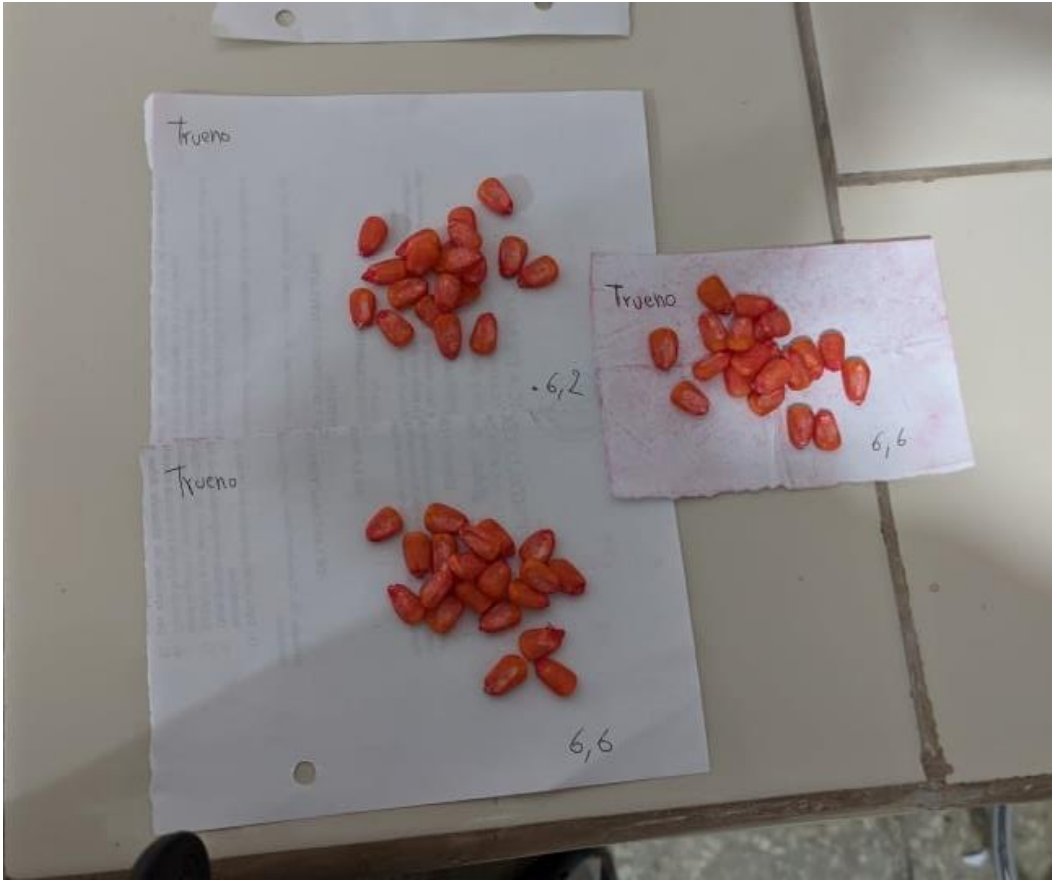
ANEXOS



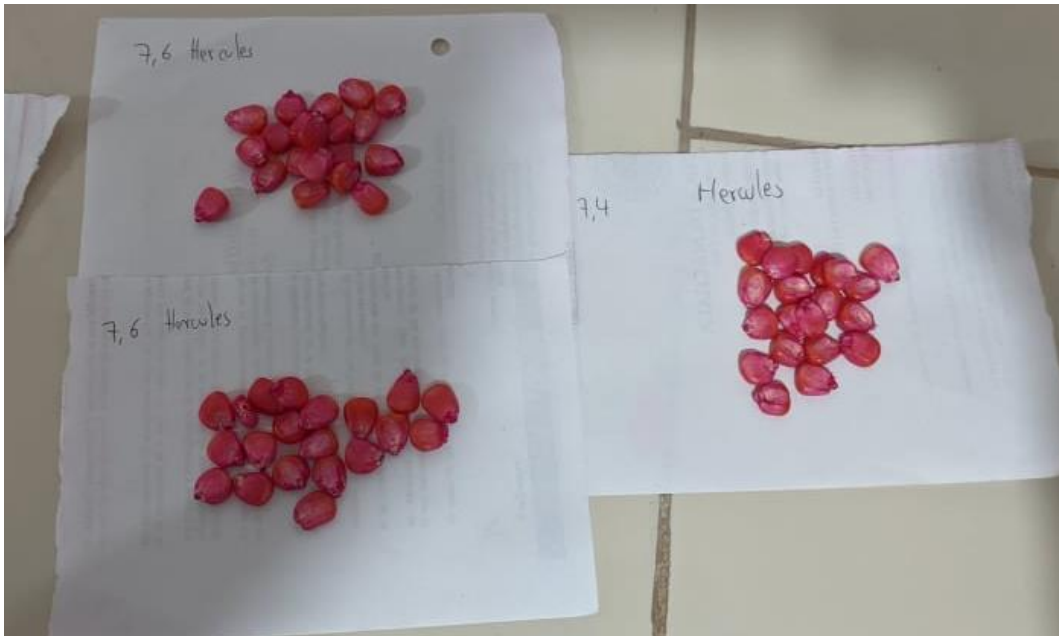
Anexo 1: Recorte de la malla metálica



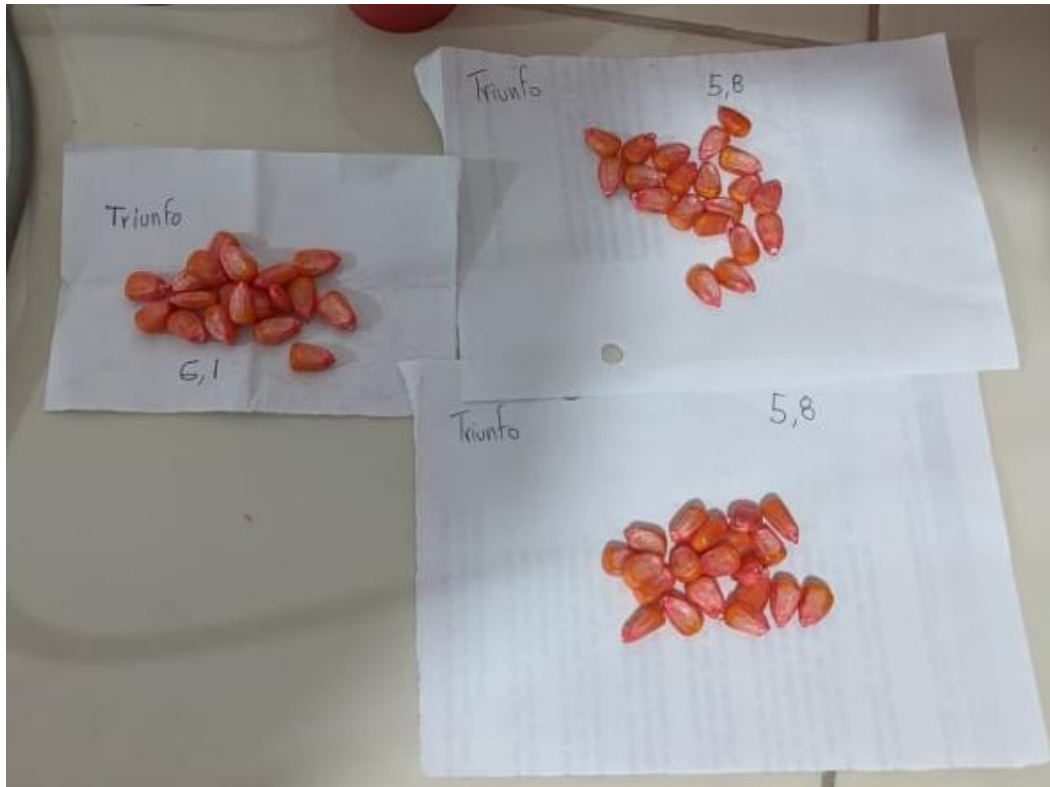
Anexo 2: Autoclave



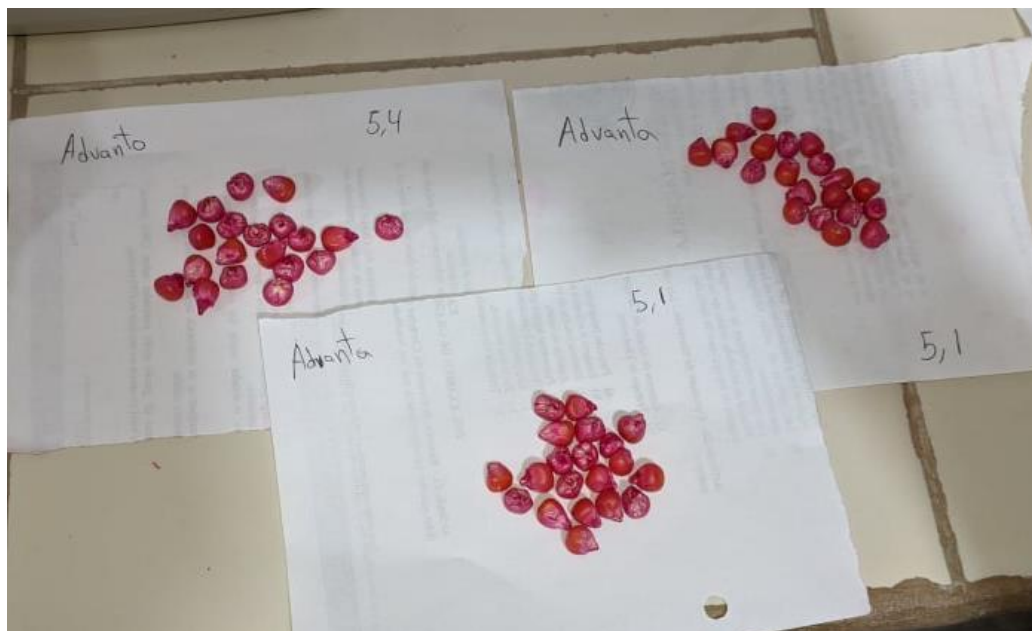
Anexo 3: Selección de semilla Trueno



Anexo 4: Selección de semilla Hércules



Anexo 5: Selección de semilla Triunfo



Anexo 6: Selección de semilla Advanta



Anexo 7: Selección de semilla Trueno Dekalb



Anexo 8: Pesaje de semilla



Anexo 9: Tomar medida de agua destilada



Anexo 10: Color la solución(agua) en la caja petri



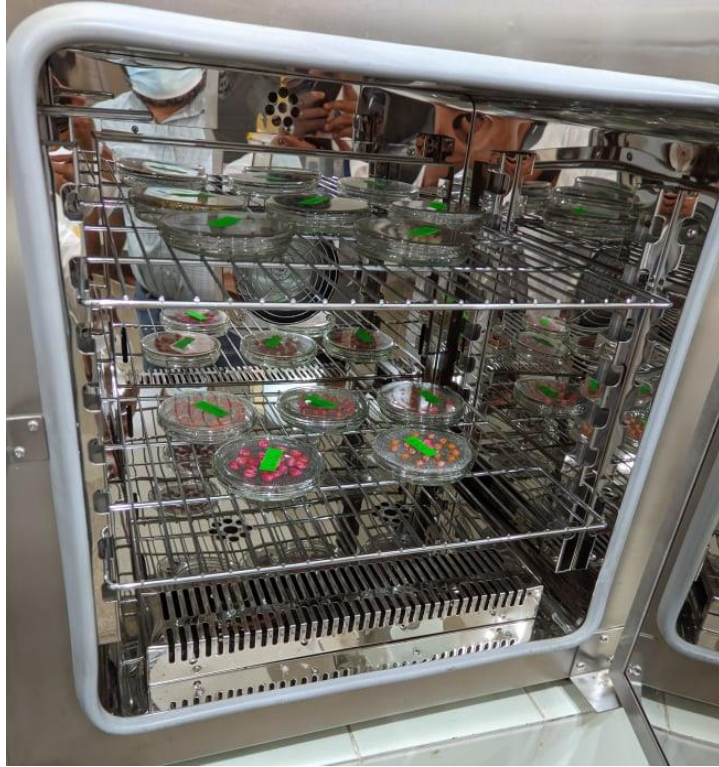
Anexo 11: Semilla DeKalb lista para entrar a la estufa



Anexo 12: Semilla Advanta y Triunfo listas para entrar a la estufa



Anexo 13: Semilla Trueno y Hércules listas para entrar a la estufa



Anexo 14: Colocación de las cajas petri en la estufa a 45°C



Anexo 15: luego del tiempo requerido se saca las cajas



Anexo 16: pesaje de las semillas al salir de la estufa



Anexo 17: Semillas Hércules, listas para ser mojadas y esperar su germinación



Anexo 18: Semillas Dekalb, listas para ser mojadas y esperar su germinación



Anexo 19: Semillas Trueno, listas para ser mojadas y esperar su germinación



Anexo 20: Aparición de las plántulas de la variedad Dekalb



Anexo 21: Aparición de las plántulas de la variedad Trueno



Anexo 22: Aparición de las plántulas de la variedad Hércules



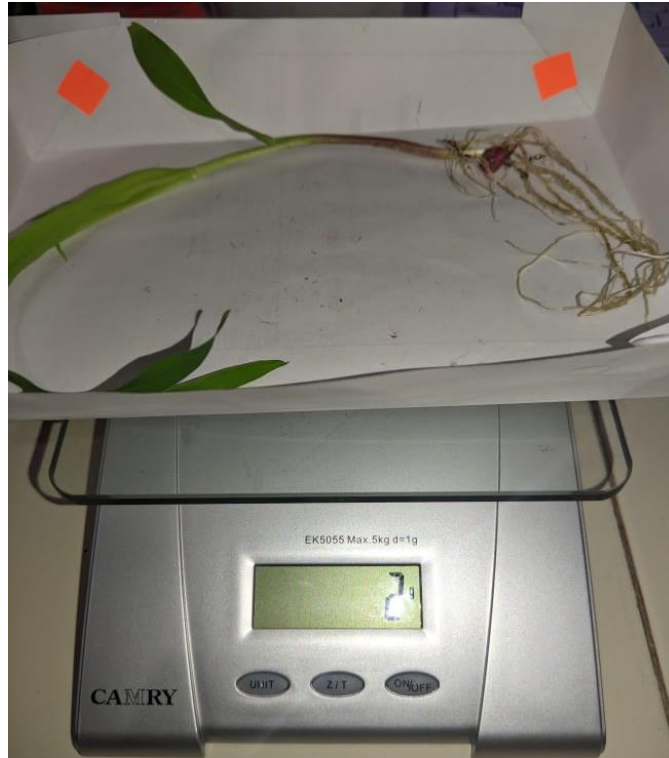
Anexo 23: Sustrato para las plántulas



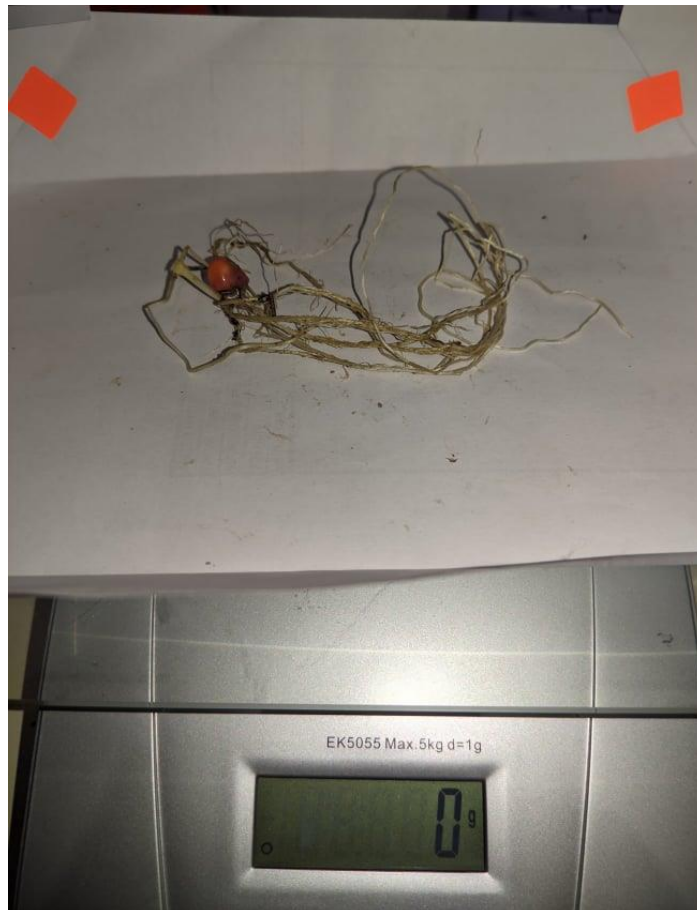
Anexo 24: Llenado de vasos



Anexo 25: Aparición de las plántulas con sus primeras hojas



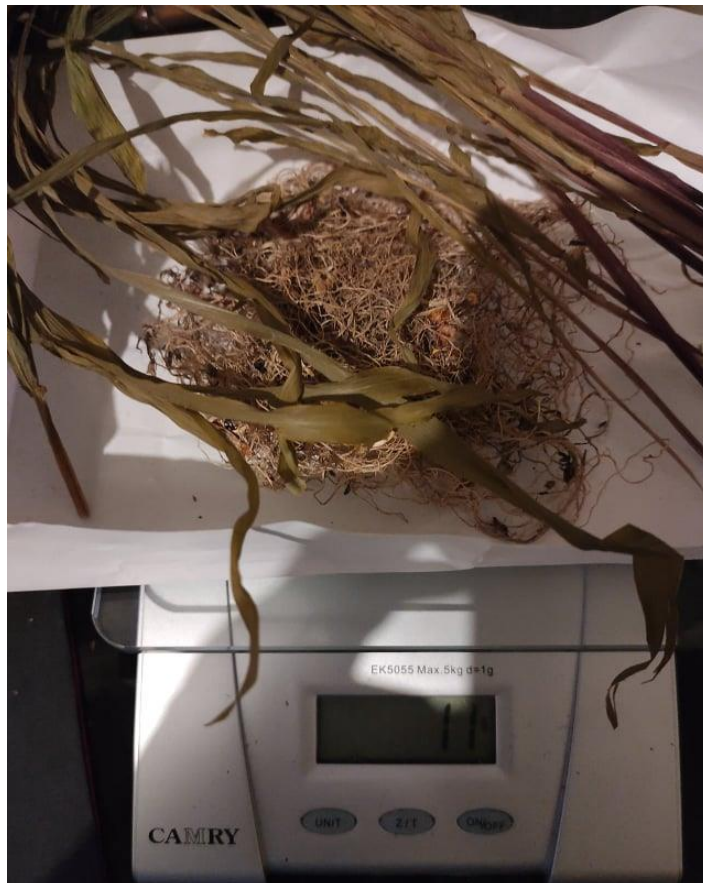
Anexo 26: Pesaje del material fresco



Anexo 27: Raíz



Anexo 28: Envoltura para secar el material vegetal en la estufa



Anexo 29: Pero del material seco