



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

**EVALUACIÓN DEL DETERIORO DE LA SEMILLA DE AJONJOLÍ
(*Sesamum indicum* L.) EN LA COSTA CHICA DEL ESTADO DE
OAXACA**

IGNACIO MARCIAL CARMONA PERAZA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO, DE MÉXICO

2016

La presente tesis titulada: **Evaluación del deterioro de la semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) en la costa chica del Estado de Oaxaca**, realizada por el alumno: **Ignacio Marcial Carmona Peraza**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DR. GABINO GARCÍA DE LOS SANTOS

ASESOR:

DR. JAVIER SUÁREZ ESPINOSA

ASESOR:

MC. ADRIÁN HERNÁNDEZ LIVERA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2016

EVALUACIÓN DEL DETERIORO DE LA SEMILLA DE AJONJOLÍ
(*Sesamum indicum* L.) EN LA COSTA CHICA DEL ESTADO DE OAXACA

Ignacio Marcial Carmona Peraza, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

En México las variedades de semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), que utilizan los agricultores, carecen de diversidad genética suficiente, la semilla presenta un alto grado de deterioro y se requieren métodos de conservación adecuados, lo que provoca que de un ciclo a otro la calidad de la semilla para siembra se reduzca drásticamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar varios sitios contrastantes de temperatura y humedad relativa, utilizando cinco tipos de envases: Plástico rígido, Bolsa de papel amarilla, Bolsa polinizadora, Costalilla de polipropileno y Costalilla de yute para conservación de semilla de ajonjolí en la costa chica de Oaxaca. Se utilizaron seis genotipos: Igualteco, Zirandaro, Pungarabato, Río grande 83, Criollo blanco y Criollo negro. El primer año se incrementó la semilla en campo y se evaluó la calidad inicial de la misma, desde el punto de vista de la calidad física y fisiológica, incluyendo el nivel de germinación y evaluando el vigor mediante la prueba de envejecimiento acelerado. Posteriormente, se establecieron cuatro experimentos de conservación en cuatro localidades diferentes, tres en el estado de Oaxaca: Santiago Pinotepa Nacional, Pie de la cuesta y el Ciruelo, y una en el estado de Guerrero: Cuajinicuilapa. De los genotipos evaluados, los que presentaron un menor deterioro fueron el Criollo blanco y el Río grande 83, la mejor localidad para conservar semilla de ajonjolí fue la zona fue Pie de la cuesta, el mejor envase para conservar la calidad fue el de Plástico rígido, por su menor permeabilidad a la temperatura y humedad seguido de la Bolsa amarilla de papel, Bolsa polinizadora que son un poco más permeables; la Costalilla de polipropileno y Costalilla de yute fueron los peores ya que son totalmente permeables por lo que no se consideran adecuados realizar la conservación en estos tipos de envases.

Palabras clave: *Sesamum indicum* L., germinación, conservación, diversidad, deterioro.

EVALUATION OF DETERIORATION OF SESAME SEED (*Sesamum indicum* L.)
IN OAXACA COAST

Carmona Marcial Ignacio Peraza, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

In Mexico, the varieties of sesame seed (*Sesamum indicum* L.) used by farmers do not have enough genetic diversity, have a high degree of deterioration and require adequate conservation methods, causing that the quality of the seed for sowing be drastically reduced. The present study was carried out with the objective of evaluating several contrasting sites of temperature and relative humidity, also using five types of packages such as Hard plastic, Yellow paper bag, Pollinator bag, Polypropylene bag and Jute bag for the conservation of sesame seed on the small coast of Oaxaca. Six genotypes were used: Iqualteco, Zirandaro, Pungarabato, Río grande 83, Criollo blanco y Criollo negro. The first year the seed in the field was increased and the initial quality of the seed was evaluated, from the point of view of the physical and physiological quality, besides knowing the level of germination and vigor evaluation by using the accelerated aging test. Subsequently, four conservation experiments were established in four different locations, three in the state of Oaxaca: Santiago Pinotepa Nacional, Pie de la cuesta and El Ciruelo, and one in the estate of Guerrero: Cuajinicuilapa. Of the genotypes evaluated, the ones with the least deterioration were the Criollo blanco and the Río grande 83, the best locality to preserve sesame seed was the area was Pie de la cuesta, the best container for preserves was the Hard plastic since it presents a lower permeability to the temperature and humidity followed by the Yellow paper bag, Pollinating bag which are slightly more permeable but; the Costalilla de polypropylene y Costalilla de jute were the worst, since they are totally permeable, so it is not considered appropriate to carry out the conservation in these types of containers.

Keywords: *Sesamum indicum* L., germination, conservation, diversity, deterioration.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado para realizar mis estudios de maestría.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Iguala Guerrero que proporciono el material genético para la realización de esta investigación ya que sin su ayuda no hubiese hecho posible este trabajo.

Al Colegio de Postgraduados y al Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad -Producción de Semillas por haberme aceptado como parte de esta institución brindándome la oportunidad y el apoyo.

A los integrantes de mi Consejo Particular por la enseñanza, orientación, apoyo y sugerencias en el desarrollo de la presente investigación. Gracias por compartir conmigo su conocimiento, apoyo y por el tiempo dedicado para el desarrollo de esta tesis.

Hago extensivo mi agradecimiento a todo el personal académico y administrativo, pero en especial, a la señora Alicia.

DEDICATORIA

A mis padres

Melchor Carmona Domínguez y Ana Rosa Peraza y Alejos (†) Hoy que estoy finalizando una etapa más en mi vida, quiero agradecerles por la confianza que han depositado en mí, por haberme dado las herramientas para construir este sueño, que representa para mí. Gracias por vivirlo conmigo alentándome, corrigiéndome, comprendiéndome, apoyándome incondicionalmente y compartiendo logros, tropiezos, alegrías y tristezas, por sus esfuerzos y sacrificios.

A mi madre que es el ser más maravilloso de todo el mundo, gracias por el apoyo, tu cariño, amor, este trabajo es por ti.

A mis abuelitos

Felicia Alejos Santamaría, Tito Marcial Peraza Vela (†), Ignacio Carmona Lorenzo (†) y Divina Domínguez Herrera (†).

A mis hermanos

Luis Antonio (Luiyi), Melchor (El profe) y Felicia (Empresaria), por todo el apoyo brindado en todo momento, Vladimir (†) En especial a ti hermano te dedico este trabajo ya que tú me ensañaste muchas cosas importantes que hoy pongo en práctica en mi vida cotidiana, sé que donde estas estas igual de contento que yo por este logro tan importante y como lo platicábamos ahora si para arriba como la espuma y algún día no muy lejano lograre nuestro meta; te quiero hermano.

A mis sobrinos

Perla Itzel, Isaac, Abril, Rosa María, Kasha, Dulce Esmeralda y Elsa Ximena.

A mis cuñadas

Adriana y Maricela por el apoyo brindado en el hogar cuando tuve la oportunidad de estar con ustedes.

Gracias por ser mi maravillosa familia.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN -----	i
ABSTRACT -----	ii
LISTA DE CUADROS -----	viii
I. INTRODUCCIÓN -----	1
1.1 Objetivos-----	3
1.2 Hipótesis-----	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
2.1 Origen del ajonjolí-----	4
2.2 Clasificación taxonómica del ajonjolí-----	4
2.2.1 <i>Taxonomía del ajonjolí</i> -----	4
2.2.2 <i>Composición química de la semilla de ajonjolí</i> -----	5
2.3 Importancia económica del cultivo de ajonjolí-----	5
2.4 Producción mundial de ajonjolí-----	6
2.5 Producción de ajonjolí en México-----	6
2.6 Calidad de semillas-----	7
2.6.1 <i>Calidad genética</i> -----	7
2.6.2 <i>Calidad física</i> -----	8
2.6.3 <i>Calidad fisiológica</i> -----	8
2.6.4 <i>Calidad fitosanitaria</i> -----	8
2.7 Vigor de la semilla-----	9
2.7.1 <i>Pruebas para evaluar el vigor de las semillas</i> -----	9
Prueba de tetrazolio-----	9
Prueba de conductividad eléctrica-----	10
Prueba de frío-----	11
2.8 Almacenamiento, conservación y deterioro de semillas-----	12
2.8.1 <i>Condiciones de almacenamiento</i> -----	13

Humedad-----	14
Temperatura-----	14
Tipos de envases -----	14
2.8.2 Cambios durante el almacenamiento-----	15
Físicos-----	16
Bioquímicos-----	16
Fisiológicos -----	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS -----	18
3.1 Material genético -----	18
3.2 Fase de campo -----	19
3.3 Evaluación de la calidad de la semilla producida de ajonjolí -----	19
3.3.1 <i>Análisis físico de las semillas</i> -----	20
3.3.1.1 Contenido de humedad (CH) -----	20
3.3.1.2 Pureza física de la semilla (PFS) -----	20
3.3.1.3 Número de semillas por gramo (NSG) -----	21
3.3.1.4 Peso de mil semillas (PMS) -----	21
3.3.1.5 Peso volumétrico (PV) -----	21
3.3.2 <i>Evaluación de la calidad fisiológica</i> -----	21
3.3.2.1 Prueba de germinación estándar -----	21
3.3.2.2 Prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado (PEA) -----	22
Germinación (PG) -----	24
Porcentaje de semillas que produjeron plántulas normales a los 14 días de establecida la prueba. (ISTA, 2009). El porcentaje de germinación se calculó de la siguiente manera: -----	24
Longitud del hipocótilo (LH) -----	24
Longitud de plántula (LPAP) -----	24
A las 10 plántulas utilizadas para obtener el dato de LH, se les midió en cm la longitud de la parte aérea (del cuello de la plántula hasta el ápice de la hoja más larga). -----	24
Peso seco de parte aérea de plántula (PSPAP) -----	24

3.4 Evaluación del deterioro de semilla de seis genotipos de ajonjolí-----	24
3.4.1 Ambientes de almacenamiento -----	25
3.4.2 Envases de almacenamiento-----	25
3.4.3 Establecimiento del experimento -----	25
3.4.4 Muestras -----	26
3.4.5 Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas -----	26
3.4.5.1 Prueba de germinación estándar -----	26
3.4.5.2 Prueba de envejecimiento acelerado (PEA) -----	26
3.5 Análisis estadístico -----	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	28
4.1 Evaluación de la calidad de la semilla producida de ajonjolí -----	28
4.1.1 Análisis físico de la semilla -----	28
4.1.2 Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla-----	28
4.1.2.1 Prueba de germinación estándar -----	28
Comparación de medias-----	29
4.1.2.2 Prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado -----	30
4.2 Evaluación del deterioro de semilla de seis variedades de ajonjolí-----	31
4.2.1 Prueba de germinación estándar -----	31
4.2.2 Prueba de envejecimiento acelerado -----	40
V. CONCLUSIONES-----	53
VI. BIBLIOGRAFÍA-----	54
VII. ANEXOS-----	62

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Material genético utilizado en el estudio	18
2.	Características de los ambientes de almacenamiento.....	25
3.	Evaluación de la calidad física de la semilla producida de ajonjolí	28
4.	Valor de p y significancia estimada para las variables de la prueba de germinación estándar de seis variedades de ajonjolí	29
5.	Comparación de medias para las variables evaluadas en la prueba de germinación estándar	29
6.	Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en la prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado.....	30
7.	Comparación de medias para las variables evaluadas en la prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado.....	31
8.	Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	33
9.	Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	35
10.	Comparación de medias de la Interacción Variedad*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	37
11.	Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable porcentaje de	

germinación evaluada en la prueba de germinación estándar a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	39
12. Comparación de medias para la variable porcentaje de plántulas anormales evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	39
13. Comparación de medias para la variable porcentaje de semillas sin germinar en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	40
14. Cuadrados medios del análisis de varianza (para los muestreos 4, 5, 6 y 7), valores de p (en muestreos 1, 2 y 3) para las variables evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	42
15. Comparación de medias de variedades para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	44
16. Comparación de medias de los ambientes para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluada en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	46
17. Comparación de medias de los envases para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento	48
18. Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable velocidad de emergencia evaluada en la prueba de envejecimiento acelerado a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.....	50
19. Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de envejecimiento acelerado a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.....	51

I. INTRODUCCIÓN

El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es un cultivo oleaginoso cuyo centro de origen no está completamente definido, pero se ubica entre India y Etiopía. Es cultivado en regiones tropicales y subtropicales (Ashri, 1998). La demanda de semilla de ajonjolí, aumenta cada año debido al interés comercial e industrial por su alto contenido de aceite. Actualmente, Myanmar, India y China son los principales países productores del mundo seguidos por Sudán, Uganda, Etiopía y Nigeria. En América Latina, los mayores productores son Paraguay, Guatemala, México y Venezuela (FAO, 2013).

En México la superficie cultivada con ajonjolí no ha tenido cambios considerables en las últimas décadas y se calcula en poco más de seis millones de hectáreas, de las cuales se obtiene una producción de 2, 000, 206 toneladas. El promedio mundial de la producción de ajonjolí es relativamente bajo (330 kg ha^{-1}), si se compara con los rendimientos por unidad de superficie de otros cultivos oleaginosos (Foastat, 2010).

El 70 % de la producción en México se lleva a cabo en zonas de temporal (Bareiro, 1996), con rendimientos de 0.57 ton ha^{-1} , siendo los principales estados productores de ajonjolí: Sinaloa con una participación de 35.8 % en la producción, Guerrero con el 18.83 %, Oaxaca con 14.6 % y Chiapas con 14 %. Estas cuatro entidades, de las diez que reportaron producción de 2004 a 2008, concentran el 82.83 % de la producción (SIAP, 2010). Cabe señalar que nuestro país no es autosuficiente en la producción de ajonjolí, ya que en el 2009 se obtuvieron 22, 404 ton y se importaron 26, 000 ton.

El aceite de ajonjolí es muy apreciado en México debido a que tiene un sabor agradable, y fácilmente digerible; esta característica hace que en el mercado nacional siempre se tenga una buena demanda (Robles, 1991).

El deterioro de semillas es un problema grave desde el punto de vista de la calidad física y fisiológica, ocasionando grandes pérdidas en rendimiento. El deterioro de la semilla de ajonjolí constituye un problema de gran importancia en el Estado de Oaxaca, porque en algunas zonas productoras (Costa Chica), predominan altas

temperaturas durante todo el año combinadas con una humedad relativa alta; otro factor importante es el tipo de envase que se utiliza para su almacenamiento o conservación, y que no protege en absoluto a la semilla del deterioro.

En la Costa Chica el problema de deterioro comienza después de que se realiza la cosecha porque al no contar con canales adecuados de comercialización, los excedentes de semilla se tienen que almacenar sin considerar si es simplemente para uso industrial o para siembra; en esta zona predominan altas temperaturas (35 °C) y humedades relativas altas (70 %), que son las condiciones ideales para que se deteriore rápidamente la semilla.

En la región de la Costa Chica de Oaxaca el manejo pos-cosecha que se le da a la semilla de ajonjolí es deficiente, los productores se preocupan más por obtener mejores rendimientos que por conservar la calidad de la semilla de un ciclo a otro (Comunicación Personal, 2014) ¹. La forma de conservar la semilla consiste en envasarlas en costalillas de polipropileno (generalmente de 50 kg) y se guardan así hasta el siguiente ciclo; lo cual no es conveniente porque pueden presentarse problemas de hongos y en ocasiones producción de aflatoxinas que son muy dañinas para la salud humana. En éstas regiones no se cuenta con las condiciones óptimas necesarias para un buen almacenamiento: temperatura de 12 °C o menor y una humedad relativa 40 a 50 % (Comunicación Personal, 2014) ². La investigación que se ha hecho en esta especie, ha sido muy escasa a pesar de su importancia aunando a la poca disponibilidad de variedades mejoradas debido a que tampoco se han desarrollado programas de mejoramiento genético.

Por lo anterior, y con la finalidad de contribuir al conocimiento de los factores que afectan la calidad física y fisiológica de la semilla de ajonjolí durante su almacenamiento, se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

¹ (comunicación personal Sr. Fausto Salinas Corcuera agricultor de la localidad de el Ciruelo, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca. ² Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo profesor de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

1.1 Objetivos

Objetivo general

- Estudiar el efecto de las condiciones de almacenamiento y el tipo de envase, sobre la calidad física y fisiológica de semillas de seis variedades de ajonjolí.

Objetivos particulares

- Determinar la calidad física de la semilla de ajonjolí, conservada en diferentes ambientes y usando distintos tipos de envases.
- Evaluar el porcentaje de germinación de la semilla de ajonjolí conservada en diferentes ambientes y en diferentes tipos de envase.
- Evaluar el comportamiento del vigor de la semilla de ajonjolí, conservada en diferentes condiciones de almacenamiento, mediante la prueba de envejecimiento acelerado.

1.2 Hipótesis

- Las condiciones de alta temperatura y alta humedad relativa durante el almacenamiento, afectan la calidad física y fisiológica de las semillas de ajonjolí, ocasionando disminución en el porcentaje de germinación.
- El deterioro de la semilla de ajonjolí es variable debido a condiciones diferentes de temperatura y humedad relativa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del ajonjolí

El ajonjolí también conocido como sésamo, cuyo nombre científico es *Sesamum indicum* L., es una planta oleaginosa anual, autógama, de semillas aceitosas de la familia de las Pedaliáceas. Su origen aún se conoce con exactitud, pero se cree que procede de Asia Central, aunque para algunos investigadores proviene de Etiopía, África. Este género comprende 12 especies del África tropical y la India (Financiera rural, 2010).

2.2 Clasificación taxonómica del ajonjolí

2.2.1 Taxonomía del ajonjolí

Reino: Viridiplantae

Phylum: Spermatophyta

Subphylum: Angiospermae

Clase: Dicotyledonae

Orden: Scrophulariales

Familia: Pedaliaceae

Género: *Sesamum*

Especie: *indicum* L.

2.2.2 Composición química de la semilla de ajonjolí

La composición de la semilla de ajonjolí es diferente de acuerdo a la variedad, sin embargo, en términos generales es de la manera siguiente: aceite 50 % (compuesto por diferentes tipos de ácidos grasos, 21 % linoleico, oleico 20 %, palmítico 4.5 %, esteárico 2.5 %, linolénico 0.9 %, palmitoleico 0.7 %), proteínas 25 %, carbohidratos 11 %, cenizas 5 %, humedad 5 % y fibra 4 %.

El aceite de ajonjolí es muy apreciado, porque es de fácil digestión y no se enrancia fácilmente. Sus principales características son: transparencia y color que va de amarillo pálido, ámbar hasta el oscuro (FAO, 2010).

2.3 Importancia económica del cultivo de ajonjolí

En muchos países de África y Asia, el cultivo de ajonjolí como semilla comercial se practica muy poco, porque es un producto alimenticio básico producido para el uso diario. La producción de ajonjolí en muchas partes de África, es una actividad de las mujeres. Las semillas de ajonjolí se consumen directamente por ser altamente nutritivas o se utilizan para refinar los productos confitados como los de pastelería. Una gran parte de la producción de ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceite comestible. El contenido de aceite varía entre 40 y 60 %, y el contenido de proteína oscila entre 17 y 29 %. La buena calidad del aceite se debe esencialmente al alto contenido del ácido linoleico (35 a 41 % del aceite total). Por sus antioxidantes sesamina y sesamolina el aceite de ajonjolí tiene larga duración, y no se vuelve rancio.

En México, el ajonjolí se utiliza principalmente en la elaboración del tradicional mole, pan, y otra parte muy pequeña se utiliza para obtener aceite de cocina.

2.4 Producción mundial de ajonjolí

En lo que a producción mundial se refiere, India es el país de mayor importancia, ya que su producción representa el 22.4 % y la tercera parte de las exportaciones internacionales provienen de este país. Birmania es el segundo mayor productor con una participación del 17.5 %, seguido por China con el 16.5 % y Sudán con el 7.2 %. Entre los países africanos de mayor exportación están, Etiopía que exporta el 13.6 %, Sudán con el 10.2 % y Nigeria con el 7.7 % del total del consumo a nivel mundial (FAO, 2010).

2.5 Producción de ajonjolí en México

En el año 2000 la producción de ajonjolí fue de 40, 773 toneladas mientras que para el 2009 se obtuvieron 22, 404 toneladas, lo que significa que en diez años la producción disminuyó 45 %. En este periodo los rendimientos, en condiciones de temporal, se mantuvieron en alrededor de 0.57 t ha⁻¹, en tanto que los de riego mostraron mayor volatilidad alcanzando un máximo de 1.16 t ha⁻¹ y un mínimo de 0.58 t ha⁻¹. Alrededor del 5 % de la producción se obtiene bajo condiciones de riego por lo que los cambios observados en los rendimientos bajo esta modalidad de riego no afectan significativamente la producción (SAGARPA, 2010; Financiera rural, 2010).

La Costa Chica en Oaxaca, es una zona productora de ajonjolí y su contribución anda en el orden del 35 % de la producción nacional del país, aproximadamente con 8, 500 t ha⁻¹ lo que evidencia su gran importancia en cuanto a la problemática que prevalece en este cultivo.

2.6 Calidad de semillas

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que comprende varios atributos, los cuales contribuyen al establecimiento de la planta en el campo, en donde la calidad genética, la calidad fisiológica y la sanitaria, juegan un papel importante (Copeland y McDonald, 1995; Basra, 2006). Semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir, es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en el campo. Para ello debe contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones agro-climáticas. Por lo antes expuesto, definir la calidad de las semillas significa referirse a un concepto amplio, multidimensional, puesto que está determinada por múltiples factores, no todos del mismo valor, ni cada uno con la misma significación en diferentes circunstancias (Thomson, 1979). La calidad de la semilla es una característica fundamental en la producción de cualquier cultivo, dado que hay una amplia influencia en la germinación que afecta la densidad de población y el rendimiento (Ramírez, 2010).

2.6.1 Calidad genética

Es el resultado del trabajo del fitomejoramiento y le confiere un valor agronómico a la variedad que se expresa en mayor rendimiento, mayor resistencia a plagas y enfermedades, mayor uniformidad, mayor rango de adaptación, calidad específica en sus productos, etcétera. Los atributos rescatados o incorporados a una variedad a través de su mejoramiento genético representan características codificadas por sus genes y, por lo tanto, transmisibles de una generación a otra. El componente genético se inspecciona en campo, en bodegas y planta de beneficio para evitar contaminación genética, para evitar contaminaciones físicas (Doria, 2010).

2.6.2 Calidad física

Se refiere a características físicas de la semilla que son consideradas como factores de calidad, tales como: determinación del contenido de humedad, su peso por volumen y la pureza de la semilla. Adicionalmente se pueden considerar el tamaño y la forma de la semilla, el peso de mil semillas, el color y el daño por insectos y hongos (Kelly, 1998; Basra, 2006).

2.6.3 Calidad fisiológica

Es lo que hace a una semilla ser una unidad biológica o unidad de reproducción. Esto es, que sea viable, que tenga capacidad de germinación y eficiente establecimiento en campo. Las condiciones de producción en campo, referidas principalmente al ambiente y factores agronómicos utilizados, afectan directamente el proceso de formación y desarrollo de la semilla, y en consecuencia su potencial fisiológico cuando es sembrada. Las pruebas utilizadas para evaluar el componente fisiológico en semillas son: germinación estándar, viabilidad y vigor (Moreno 1996 *et al.*; Bishaw *et al.*, 2007).

2.6.4 Calidad fitosanitaria

Condición de la semilla con relación a la presencia de microorganismos patógenos (hongos, bacterias, virus), los cuales pueden acompañar a los portados en la superficie de la cubierta seminal (capas de esporas de hongos de almacén) o portados internamente (*Ustilago nuda*). La calidad del componente sanitario se detecta mediante la inspección física de muestras de semillas, incubación, pruebas de crecimiento, pruebas de inoculación y pruebas serológicas (Doria, 2010).

2.7 Vigor de la semilla

El vigor de semilla no es una sola propiedad medible, sino que es un concepto que describe diversas características que determinan su nivel de actividad y el comportamiento en un amplio rango de ambientes. Estas características están asociadas a los siguientes aspectos del comportamiento de los lotes de semillas: a) velocidad y uniformidad de germinación y crecimiento de plántulas, b) capacidad de emergencia bajo condiciones ambientales desfavorables y c) comportamiento después del almacenamiento, especialmente la habilidad de mantener la capacidad de germinación (Moreno, 1996; Basra, 2000).

2.7.1 Pruebas para evaluar el vigor de las semillas

Prueba de tetrazolio

La prueba de viabilidad con tetrazolio fue desarrollada en Alemania al inicio de 1940, por el Profesor George Lakon, quien propuso utilizar el cloruro de 2, 3, 5-trifenil tetrazolio para estimar la viabilidad en semillas (Deswal y Chand, 1997; Bradford, 2004). También llamada prueba topográfica de tetrazolio, es una prueba bioquímica que se usa para evaluaciones rápidas de la viabilidad, cuando las semillas tienen que ser sembradas inmediatamente después de cosecharse; en semillas con latencia profunda; en semillas que muestra lenta germinación; o en casos donde se requiere una rápida estimación de la germinación potencial. Puede también ser usada para determinar la viabilidad de semillas individuales al final del ensayo de germinación, especialmente cuando se sospecha de la presencia de latencia, además permite detectar varios tipos de daño por cosecha y/o acondicionamiento (daño por calentamiento, mecánico, por insectos); y para resolver problemas encontrados en el ensayo de germinación por ejemplo; cuando las causas de anomalías en las plántulas, no son claras (Peretti, 1994; Hilhorst y Toorop 1997; Copeland y McDonald, 2001; ISTA, 2009). La prueba de tetrazolio ha logrado gran aceptación no solamente como una técnica rápida para la estimación de la viabilidad,

sino también como una herramienta poderosa para la evaluación del vigor (Besnier, 1989; Leist y Jonitz, 2003). En este contexto, Kelly (1998) señala que después de la calidad genética, la viabilidad de la semilla es el siguiente aspecto más importante de la calidad. La viabilidad se expresa al grado al cual una semilla está viva, metabólicamente activa y posee enzimas capaces de catalizar reacciones metabólicas necesarias para la germinación y crecimiento de la plántula (Desai *et al.*, 2004; Basra, 2006); en este sentido; una semilla viva puede contener tanto tejido vivo como tejido muerto, y puede o no ser capaz de germinar (Moreno, 1996; Copeland y McDonald, 2001; ISTA, 2009).

Prueba de conductividad eléctrica

La prueba de conductividad eléctrica, así como la de tetrazolio, son clasificadas como bioquímicas. Evalúan indirectamente la integridad del sistema de membranas celulares, aspecto extremadamente importante para la garantía del funcionamiento normal de los tejidos vitales de las semillas. Ellas son embebidas en agua desionizada a 20 °C por 24 horas y durante un período previamente determinados para efectuar luego la lectura en un conductímetro.

Las semillas más deterioradas liberan mayores cantidades de iones, además de otros componentes, de modo que las lecturas mayores de conductividad eléctrica identifican lotes menos vigorosos. Los resultados son expresados en $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ o $\mu\text{mho}/\text{cm}/\text{g}$. Varios factores pueden afectar los resultados de la prueba, pero la ISTA considera validado el procedimiento para probar semillas de chícharo y los estudios están en estado avanzado para semillas de soya. La falta de valores de referencia para caracterizar el alto o bajo vigor, las limitantes de la prueba para semillas con embrión relativamente pequeño y la expresión de los resultados en unidades poco familiares al usuario, han dificultado su uso en mayor escala (ISTA 2009).

Prueba de frío

Esta técnica está compuesta de 2 etapas bien definidas: un primer periodo de estrés de baja temperatura y un segundo periodo de germinación en condiciones óptimas. El periodo de estrés posee como componentes básicos la siembra de la muestra de semillas a un temperatura de entre 8 y 10 °C en un medio de crecimiento con alto contenido de humedad, expresado a través de una capacidad de retención de agua entre 70 y 80 %. Ambos factores, baja temperatura y alto contenido de humedad, son condiciones propias y exclusivas para cada una de las semillas, independientemente de que se trate de un híbrido o una variedad (INTA EEA, 2009).

Prueba de envejecimiento acelerado (PEA)

El uso del envejecimiento acelerado como ensayo de calidad de la semilla, fue desarrollado por Delouche y Baskin (1973), mostrando buena predicción del establecimiento en chícharo, posteriormente ha sido empleado en otras especies como cacahuate, soya y trébol, entre otras.

En el envejecimiento acelerado, las semillas son sometidas a un tratamiento de altas temperaturas (30-45 °C) y elevada humedad relativa, durante varios días, lo que causa un rápido envejecimiento. La germinación de la semilla antes del envejecimiento acelerado es comparada con su germinación después del tratamiento, y la pérdida de capacidad germinativa es cuantificada (Delouche y Baskin, 1973). El ensayo se realiza en una cámara de envejecimiento acelerado. Se añade agua a la cámara y las semillas se introducen en la misma. La cámara es colocada dentro de una incubadora, que mantiene una temperatura constante dentro del rango de 30 a 45 °C, según la especie.

2.8 Almacenamiento, conservación y deterioro de semillas

Durante el almacenamiento las semillas sufren un proceso de deterioro que se refleja en una disminución de su longevidad. Esta puede definirse como “el tiempo que pueden mantenerse las semillas viables bajo determinadas condiciones ambientales”. En ella influye decisivamente tanto el estado inicial de las semillas, como el genotipo y la especie (Basra, 1995).

Augusto *et al.* (2001), indican que en ajonjolí, para evitar el deterioro es conveniente realizar el secado de la semilla lo antes posible, el cual consiste en exponer la planta amogotada para que se ventile al sol durante dos días y permitir que la semilla caiga suavemente sobre costalillas.

La causa de la muerte de las semillas almacenadas, no es debido al agotamiento de las reservas nutritivas que se conservan en su mayor parte incluso después de la pérdida de su capacidad germinativa (Vázquez, 1997). Por el contrario, el deterioro de las semillas, también llamado envejecimiento, se produce por daños que sufren las membranas tanto celulares como de organelos intracelulares (mitocondrias, plastidios) entre otras causas. Afectan a la actividad enzimática, a la síntesis o metabolismo de proteínas, glúcidos o lípidos, a la respiración celular, incremento de componentes volátiles tóxicos para la semillas e incluso afectan el material cromosómico y la síntesis de ADN (Pérez-García, 2002).

La información disponible en relación a las condiciones más apropiadas para conservar las semillas de ajonjolí, almacenadas con fines industriales o de siembra es bastante escasa, pero se sabe que estas semillas poseen un alto contenido de aceite y son muy susceptibles a daños mecánicos, por lo tanto se considera que están predispuestas a deteriorarse rápidamente como es el caso de otras semillas oleaginosas: soya, cacahuate, lino, etc. (Aponte, 1973).

2.8.1 Condiciones de almacenamiento

Como se sabe, cuando las semillas presentan un alto contenido de humedad, alrededor del 30 %, si no muestran letargo, estas germinan rápidamente. En el rango comprendido entre el 18 y el 20 % se puede producir un “calentamiento” debido a la actividad de microorganismos en presencia de oxígeno, provocando una muerte rápida de las semillas. En el rango del 10 y el 13 % para las semillas oleaginosas; en semillas no oleaginosas con contenidos de humedad del 18 %, los hongos de almacén crecen y destruyen los embriones (Harrington, 1972).

Las reglas de Harrington, indican que cuando las semillas se someten a temperaturas por debajo de 0 °C, si la humedad de las semillas está por debajo del 14 %, no se forman cristales de hielo, por lo que es posible almacenar bajo cero sin deterioro. Sin embargo, a temperaturas bajo cero se alcanzan valores de humedad relativa (HR) altos y después de un periodo de almacenamiento las semillas ganan humedad y forma cristales de hielo; si las semillas son primero desecadas y después colocadas en contenedores cerrados, entonces si es posible almacenarlas a temperaturas bajo cero sin deterioro, pero incluso cuando las semillas se almacenan de 0 a -5 °C en contenedores cerrados, pueden humedecerse por compensación de su humedad con la del ambiente. En este sentido, solo las latas con tapa sellada, los tarros de metal “bon appetite” con juntas de goma, los frascos de laboratorio para productos líquidos y las ampollas de vidrio selladas con calor, son suficientemente herméticas o impermeables como para utilizarlos en la conservación de semillas en colecciones a largo plazo (Gómez, 2002).

Adebisi *et al.* (2008), señala que la semilla de ajonjolí almacenada a corto plazo (8 meses) en ambientes favorables (12 °C y HR 35 %) ayuda a conservar su calidad fisiológica.

Humedad

La gran relevancia de la humedad en el manejo de las semillas, radica en que es el factor más importante en la conservación; mientras mayor sea la humedad, se favorece la presencia de insectos y hongos activando procesos fisiológicos de las semillas y perdiendo viabilidad y vigor (Moreno, 1996; Copeland y McDonald, 2001). Las propiedades termodinámicas del agua de las semillas determinan la cinética de reacción durante el deterioro (Krishnan *et al.*, 2004).

Temperatura

La temperatura juega un papel importante en el desarrollo de los insectos, independientemente de que la humedad sea favorable y la temperatura ideal para su desarrollo es de 30 °C; a temperaturas de 20 °C se disminuye considerablemente su reproducción y desarrollo, y a los 10 °C su actividad es nula y si la temperatura es más baja, los insectos mueren; es decir, almacenar semilla a bajas temperaturas permite conservarlas a largo plazo (20 años) y mantenerlas viables (Moreno, 1996).

Tipos de envases

El material con el que se fabrican los envases para almacenamiento de semillas, tiene mucha importancia en la conservación, ya que de ello dependerá en gran medida la permeabilidad de la humedad y el efecto que tendrá sobre la germinación de las mismas (Besnier, 1989).

Los envases impermeables a la humedad se usan en el almacenamiento a largo plazo y los comunes son los frascos de cristal, las cajas y latas metálicas.

Los envases resistentes a la humedad son usados en almacenamiento a mediano plazo y estos, por su grosor, son resistentes a la entrada de la humedad, pero no impermeables; algunos ejemplos muy utilizados son las latas de aluminio, asfalto, cera y polietileno.

En tanto que los envases porosos son aquellos que se usan para el almacenamiento a corto plazo, y no evitan la entrada de la humedad; algunos ejemplos son: las costalillas de polipropileno, yute, papel y cartón.

2.8.2 Cambios durante el almacenamiento

Los factores que causan deterioro en la semilla de ajonjolí son las altas temperaturas (35 °C) y alta humedad relativa (80 %), así como también el tipo de envase y el lugar de almacenamiento; cuando la semilla está expuesta a altas temperaturas y humedad relativa, se deteriora rápidamente por su alto contenido de aceite (50 %), se acelera el proceso de deterioro mediante la destrucción de las reservas de la semilla. Otro factor importante para su conservación es el contenido de humedad que la semilla tiene en el momento de ser almacenada (Delouche, 1963).

El deterioro de las semillas, en muchas especies cultivadas, se ha estado evaluando en términos de la pérdida de vigor, más que la pérdida de viabilidad o poder germinativo. La razón de este cambio de criterio, se debe a que las pruebas de vigor guardan mayor relación que las de viabilidad, con el potencial de las semillas para sobrevivir en el almacén y para establecerse en el campo (Aponete, 1973).

El deterioro de los tejidos de las semillas no se produce de manera uniforme, sino que por lo general se inicia en áreas meristemáticas, especialmente en el meristemo radicular. Las condiciones ambientales de conservación para prolongar la longevidad de las semillas, dependen de cada especie y fundamentalmente se distinguen dos grupos según su comportamiento durante al almacenamiento: semillas ortodoxas y recalcitrantes (Nithya *et al.*, 2011).

La reparación de los daños producidos durante el almacenamiento en seco de las semillas, se producen durante la imbibición, lo que ocasiona un retraso en la germinación y la pérdida de vigor o incluso, si los daños son muy importantes, las

semillas son incapaces de germinar o la plántula muere después de hacerlo. Los daños producidos en el ADN son la causa de malformaciones en las plántulas de semillas envejecidas (Pérez-García, 2002).

Físicos

Los más importantes a considerar durante el almacenamiento son la humedad de equilibrio de la semilla, humedad relativa y temperatura de almacenamiento que la rodean (Doria, 2010); la humedad es el factor más importante que se asocia con el incremento de los hongos ocasionado cambios de color y daños en la estructura interna de las semillas (Moreno, 1996; Li *et al.*, 2003).

Bioquímicos

Las enzimas, proteínas, lípidos, membranas de mitocondrias y ribosomas son los sistemas bioquímicos de las semillas, constituyen los sitios más susceptibles al envejecimiento por las condiciones desfavorables en las que son almacenadas, son causados por la acción de radicales libres y productos originados de la peroxidación de los lípidos de las membranas y de las sustancias de reserva, los cuales intervienen en los primeros momentos de la imbibición (Besnier, 1989; Welters *et al.*, 2010).

Fisiológicos

La germinación es el atributo más importante en cuanto a la calidad de las semillas durante el almacenamiento, el incremento de la humedad, temperatura y el tiempo de almacenamiento disminuye la velocidad de emergencia (Nithya *et al.*, 2011). Estudios en semillas de trigo han demostrado una disminución en la germinación durante el envejecimiento acelerado (Peng *et al.*, 2011).

Bióticos

Los insectos y microorganismos pueden causar serios problemas cuando se encuentran asociados a la masa de semillas, llegando incluso a ocasionar severos daños al valor agrícola y comercial de estas. La presencia de hongos, bacterias e insectos, y sus ciclos reproductivos están muy vinculados con la HR y temperatura del almacén. En países tropicales, donde las condiciones ambientales de temperatura y HR son siempre altas y continuas, se favorece la presencia de plagas y microorganismos. Por tanto, para un buen almacenamiento es imprescindible mantener bajo el contenido de humedad de los granos y las semillas (Cerovich y Miranda, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Material genético

Se utilizaron seis genotipos de ajonjolí (Cuadro 1), cuatro variedades proporcionadas por el INIFAP de Iguala, Guerrero y dos materiales criollos aportados por los productores de la localidad El Ciruelo, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Cuadro 1. Material genético utilizado en el estudio.

No.	Variedad	Procedencia	Año de producción	Color de Semilla
1	Río grande 83	INIFAP	2014	Blanco
2	Zirandaro	INIFAP	2014	Blanco
3	Pungarabato	INIFAP	2014	Crema
4	Igualteco	INIFAP	2014	Blanco
5	Criollo negro	El Ciruelo	2014	Negro
6	Criollo blanco	El Ciruelo	2014	Blanco

Las variedades de ajonjolí se distinguen por su color de semilla y por su precocidad, a saber. Por ejemplo, la blanca alcanza un gran desarrollo y produce un gran número de ramas. Sus granos son de aproximadamente 3 mm de largo, 1.75 mm de ancho y 0.5 mm de grueso. Es tardía, pues su periodo de crecimiento es de cuatro a cinco meses. Es muy exigente en cuanto a fertilización. La morena, planta de menor porte que la anterior, y granos de las mismas dimensiones. Es más rápida en su crecimiento, lo que le ha valido el nombre de trimesina. Es la más cultivada en la República Mexicana, pues aunque de menor rendimiento que la blanca, esta crece en terrenos pobres y es más rústica. El ciclo vegetativo comprende entre 120 y 130 días, en promedio. Su mayor requerimiento de agua, limita en cierto momento los rendimientos. Es una oleaginosa adaptada a las condiciones del trópico seco y húmedo de México. Por ser un cultivo poco demandante, los ambientes en los que se desarrolla generalmente abarcan una gran variedad de suelos, principalmente en áreas de temporal, en suelos con pendiente como lomeríos, laderas y en partes

onduladas; con texturas gruesas o medias. La conservación y uso de germoplasma requiere del conocimiento detallado (Bareiro, 1996).

3.2 Fase de campo

3.2.1 Producción de semillas

El incremento de la semilla se llevó a cabo en la localidad de El Ciruelo, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, para obtener semilla fresca suficiente en cantidad y calidad para realizar el experimento sobre deterioro de la semilla.

3.2.2 Establecimiento y conducción del lote de producción

Previo a la siembra, se llevó a cabo un análisis de suelo para determinar las necesidades de fertilización, y así incrementar adecuadamente la semilla de las 6 variedades. La siembra se realizó el 23 de agosto de 2014, utilizando seis repeticiones de 6 surcos de 5 metros de largo por variedad en condiciones de temporal. La siembra fue a chorrillo, dando un raleo a la tercer semana de haber emergido las plántulas; el experimento se mantuvo limpio de malezas durante los primeros 50 días para evitar problemas de competencia; se monitoreó la presencia de plagas y enfermedades para un control oportuno.

3.3 Evaluación de la calidad de la semilla producida de ajonjolí

La cosecha se hizo tan pronto como las cápsulas estuvieron secas e inició la dehiscencia, esto es, el 10 de diciembre de 2014, la cual consistió en cortar las plantas desde el tallo con un machete y después se amogotaron; así se dejaron durante tres días al sol para que las capsulas abrieran totalmente y fuera más rápido su trilla en una malla; al cosechar se obtuvo 1 kg de semilla, de la mezcla de las seis repeticiones, la cual se homogeneizó y después se tomaron 20 muestras primarias de 50 g, las cuales se integraron o mezclaron para obtener la muestra compuesta y

de aquí se obtuvieron 20 muestras que contenían 20 g de semilla para dar origen a la muestra de envío.

3.3.1 Análisis físico de las semillas

3.3.1.1 Contenido de humedad (CH)

Se determinó el contenido de humedad por el método de la estufa a 130 °C por una hora usando tres repeticiones por genotipo; se usaron cajas de aluminio con tapa, dentro de las cuales se colocaron 50 semillas de ajonjolí. Se establecieron tres repeticiones por genotipo obteniendo su peso húmedo y seco, antes y después del secado, respectivamente. El resultado se reportó en porcentaje y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \left[\frac{P2 - P3}{P2 - P1} \right] \times 100$$

En donde:

P1 = Peso de la caja y su tapa en (g)

P2 = Peso de la caja, tapa y semilla (g)

P3 = Peso de la caja, tapa y semilla después del secado en la estufa (g)

3.3.1.2 Pureza física de la semilla (PFS)

Las muestras de envío (20 g) de cada variedad, se mezclaron y homogenizaron para después tomar la muestra de trabajo que fue de 10 g, con la cual se procedió a realizar el análisis de pureza, separando la semilla pura del material inerte y semillas de otras especies, registrando la pureza de la semilla en porcentaje (ISTA, 2009).

3.3.1.3 Número de semillas por gramo (NSG)

De la semilla pura de ajonjolí, se pesó un gramo y después se determinó el número de semillas.

3.3.1.4 Peso de mil semillas (PMS)

De cada variedad se contaron y pesaron ocho repeticiones de 100 semillas cada una, con los datos obtenidos se calculó el promedio, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Cuando el coeficiente de variación obtenido fue menor a 4.0, el peso de mil semillas se obtuvo multiplicando la media aritmética de las ocho repeticiones por 10 (ISTA, 2009).

3.3.1.5 Peso volumétrico (PV)

Se pesaron cuatro repeticiones de 100 g cada una por variedad y se utilizó una probeta de 500 ml. Se obtuvo el promedio de las cuatro repeticiones y se calculó el peso volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$PV = \frac{\text{Peso de semillas (100 g)}}{\text{Volumen ocupado por los 100 g (ml)}} \times 100$$

3.3.2 Evaluación de la calidad fisiológica

3.3.2.1 Prueba de germinación estándar

Se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la International Seed Testing Association (ISTA, 2009), se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas por genotipo, se empleó el método “sobre papel” las semillas se colocaron en cajas “sandwicheras” y fueron puestas en un cuarto de germinación a temperatura constante de 25 °C. Se realizaron dos conteos de plántulas, el primero a los tres días

y el segundo al sexto día de establecida la prueba. El diseño que se utilizó fue un completamente al azar con cuatro repeticiones.

Variables evaluadas

Germinación (G)

Se evaluó en base al número de plántulas normales, sanas y sin malformaciones, a los seis días después de iniciar la prueba y fue expresado en porcentaje.

Plántulas anormales (PA)

Se determinó en base al número de plántulas que presentaron malformaciones en la raíz, hipocótilo y hojas, que impidieron un desarrollo normal y fue expresado en porcentaje.

Semillas no germinadas (SSG)

Se contaron las semillas que no presentaron germinación al final de la prueba y fue expresado en porcentaje.

3.3.2.2 Prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado (PEA)

El vigor de las semillas de las seis variedades se evaluó mediante la prueba de envejecimiento acelerado. Se utilizó la metodología propuesta por Delouche y Baskin (1973), con el acondicionamiento de Huber *et al.* (1982) y Kim *et al.* (1985), la cual consiste en mantener las semillas a una temperatura de $42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm$ y 100 % de humedad relativa por 72 horas. Se utilizaron cajas “sandwicheras”, a las que se les agregaron 80 ml de agua destilada y por arriba del nivel de ésta se colocó una malla de alambre para evitar el contacto directo con el agua. En cada caja se depositaron 100 semillas (cuatro repeticiones de 25 semillas cada una). Después del periodo de

envejecimiento, las semillas se sembraron en un almaciguero de madera de 5.0 x 2.0 m, con arena de río como sustrato. La siembra se estableció el 13/12/14, la distancia entre surcos fue de 4 cm y de 3 cm entre semillas. Una vez concluida la siembra se cubrió la semilla con una capa de arena de 1 cm de espesor, luego se pasó por encima, una tira de madera (rasador) para dejar uniforme la cama de siembra. Después se le aplicó un riego a saturación y posteriormente se cubrió el almaciguero con una estructura metálica forrada de plástico para simular un efecto invernadero; se dejaron entreabiertas las partes laterales para la circulación del aire. El resto de los días se regó regularmente para que existiera una humedad adecuada. El diseño que se utilizó fue completamente al azar con cuatro repeticiones.

Variables evaluadas

Velocidad de emergencia (VE)

Después de la siembra en arena, se contabilizó diariamente el número de plántulas que presentaron los dos cotiledones sobre la arena; el conteo terminó cuando se estabilizó la emergencia. Con estos valores se calculó el índice de emergencia aplicando la ecuación propuesta por Maguire (1962).

$$VE = \sum_{i=1}^n \left[\frac{Xi}{Ni} \right]$$

En donde:

VE = Velocidad de emergencia

Xi = Número de plántulas emergidas en el i-ésimo conteo

Ni = Número de días después de la siembra en el i-ésimo conteo

N = Número de conteos 1, 2,, n conteos

Germinación (PG)

Porcentaje de semillas que produjeron plántulas normales a los 14 días de establecida la prueba. (ISTA, 2009). El porcentaje de germinación se calculó de la siguiente manera:

$$PG = \frac{\text{No. de plántulas normales}}{25} \times 100$$

Longitud del hipocótilo (LH)

Para obtener estos datos, se tomaron al azar 10 plántulas normales por repetición, la longitud se midió en cm a partir del cuello de la raíz hasta el nudo de los cotiledones.

Longitud de plántula (LPAP)

A las 10 plántulas utilizadas para obtener el dato de LH, se les midió en cm la longitud de la parte aérea (del cuello de la plántula hasta el ápice de la hoja más larga).

Peso seco de parte aérea de plántula (PSPAP)

El peso seco (g) de 10 plántulas normales por repetición, se obtuvo separando la parte aérea de la raíz, después de secadas en la estufa a 70 °C durante 72 horas.

3.4 Evaluación del deterioro de semilla de seis genotipos de ajonjolí

Con el fin de conocer el efecto de las condiciones de almacenamiento y tipo de envase sobre la calidad fisiológica de la semilla de ajonjolí se realizó el presente estudio.

3.4.1 Ambientes de almacenamiento

Considerando que dentro de la región Costa Chica del estado de Oaxaca hay una gran diversidad de climas que se le denominan microrregiones, en el Cuadro 2 se presenta la caracterización de los ambientes donde se llevó a cabo el trabajo de deterioro de semillas.

Cuadro 2. Características de los ambientes de almacenamiento.

Ambiente	Longitud	Altitud	MSNM	Temperatura	Precipitación	HR
1	98°03'01"	16°20'17"	199	27 °C	1237	60 %
2	98°23'52"	16°27'54"	58	29 °C	1168	65 %
3	98°26'02"	16°27'54"	27	26 °C	1300	65 %
4	98°12'63"	16°62'08"	400	23 °C	1500	60 %

HR = Humedad relativa, 1 = Santiago Pinotepa Nacional, 2 = Cuajinicuilapa, 3 = El Ciruelo, 4 = Pie de la cuesta.

Las condiciones de humedad relativa y temperatura en cada ambiente se monitorearon mediante sensores "HOBOS" programados para tomar lecturas cada hora.

3.4.2 Envases de almacenamiento

Para evaluar la calidad de las semillas de ajonjolí, se utilizaron envases permeables e impermeables a la humedad relativa, los cuales fueron: de Plástico rígido, Bolsa de papel amarilla, Bolsa polinizadora, Costalilla de polipropileno y Yute, respectivamente.

3.4.3 Establecimiento del experimento

Después de cosechar y homogeneizar a 12 % el contenido de humedad de la semilla de los seis genotipos de ajonjolí, se pesaron cuatro muestras de 500 g cada una, las cuales se colocaron en los cinco tipos de envase, con cuatro repeticiones por envase para los cuatro ambientes de almacenamiento, resultando un total de 120 unidades

experimentales, las cuales fueron aleatorizadas para colocarlas en cada localidad (ambientes) donde permanecieron durante siete meses.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar generalizado con cuatro repeticiones y un arreglo factorial de tratamientos. Los factores de estudio fueron cuatro localidades de almacenamiento, cinco tipos de envase y como bloques las seis variedades de ajonjolí. Dando un total de 480 unidades experimentales.

3.4.4 Muestreos

La toma de datos empezó con un primer muestreo (muestreo al tiempo cero), cuando fue cosechada la semilla, para caracterizar el material; se homogeneizó al 12 % el contenido de humedad, se realizaron las pruebas de germinación estándar y la prueba de envejecimiento acelerado; una vez iniciado el experimento, los muestreos fueron cada mes. En total se hicieron siete muestreos considerando que es el período de tiempo durante el cual los agricultores almacenan su semilla, antes de la siembra. La toma de datos empezó el 12 de enero y así sucesivamente hasta cumplir los 7 meses, que fue el 12 de agosto.

3.4.5 Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas

3.4.5.1 Prueba de germinación estándar

El establecimiento de la prueba de germinación y la toma de datos de las variables evaluadas se realizó como se describe en el punto 3.3.2.1

3.4.5.2 Prueba de envejecimiento acelerado (PEA)

El establecimiento de la prueba de envejecimiento acelerado y la toma de datos de las variables evaluadas se realizó como se describe en el punto 3.3.2.2

3.5 Análisis estadístico

Los datos de las variables expresadas en porcentaje, se transformaron mediante la función arco seno o la transformación de Box-Cox, para lograr que los supuestos del modelo se cumplieran; posteriormente se realizó el análisis de varianza para cada variable respuesta y en su caso la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey. En algunos casos se usó el análisis de regresión logística y comparación de efectos mediante contrastes. Lo anterior usando el paquete estadístico SAS para Windows versión 9.3.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de la calidad de la semilla producida de ajonjolí

4.1.1 Análisis físico de la semilla

Una vez cosechada la semilla de las seis variedades se realizó un análisis físico y fisiológico para conocer la calidad inicial de la semilla que se usó en la evaluación del deterioro de la semilla de ajonjolí (Cuadro 3). Las variedades Río grande 83 y Criollo blanco son las que presentaron una mayor pureza en comparación con las demás variedades, y en relación al peso de mil semillas dichas variedades fueron superiores a las demás, mientras que para la variable Número de semillas por gramo las variedades Río grande 83, Criollo blanco y Criollo negro mostraron un mayor número. Para el Peso volumétrico fueron Criollo blanco y Río grande 83 las que tuvieron un mayor peso; estas dos variedades son las que mostraron en general una mayor calidad física de la semilla.

Cuadro 3. Evaluación de la calidad física de la semilla producida de ajonjolí.

Variedad	Pureza (%)	CH (%)	P 1000 S (g)	NSG (g)	PV(Kg, hL ⁻¹)
Río grande 83	97	12	3.998	254	62.8
Zirandaro	96	12	3.909	252	62.7
Igualteco	96	12	3.899	253	62.6
Pungarabato	96	12	3.976	252	62.6
Criollo blanco	97	12	4.005	254	62.9
Criollo negro	96	12	3.985	254	62.6

CH = Contenido de humedad, PV = Peso volumétrico, NSG = Número de semillas por gramo, P 1000 S = Peso de mil semillas.

4.1.2 Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla

4.1.2.1 Prueba de germinación estándar

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis, donde se puede observar que hubo diferencias significativas (valor de $p = 0.01739$) entre variedades para la variable Porcentaje de germinación. Para el caso de la variable

Plántulas anormales se realizó un análisis de regresión logística, encontrándose que no existen diferencias significativas (valor de $p = 0.975$) y respecto a la variable Semillas no germinadas no hubo variación alguna, encontrándose cero semillas no germinadas en todos los casos, y debido a lo anterior, no se realizó ninguna prueba estadística (se tiene varianza cero).

Cuadro 4. Valor de p y significancia estimada para las variables de la prueba de germinación estándar de seis variedades de ajonjolí.

FV	GL	Germinación	Plántulas anormales	Semillas no germinadas
Variedades	5	0.0269 *	NS	NA

FV = Fuente de variación; GL = Grados de libertad; ** = Altamente significativo (0,01); * = Significativo (0,05), NS = No significativo, NA = No disponible, Nota: Se usó la Prueba de Kruskal-Wallis para Germinación y Regresión Logística para Plántulas anormales.

Comparación de medias

La prueba no paramétrica de medias indica que la variedad Criollo blanco presenta el mayor porcentaje de germinación en todas las variedades estudiadas excepto para la Río grande 83 (Cuadro 5). También se observa que la variedad Río grande 83 presenta un porcentaje de germinación superior a las variedades Igualteco, Pungarabato y Zirandaro. Por otra parte, mediante el uso de regresión logística no se encontraron diferencias significativas entre variedades para la variable Plántulas anormales.

Cuadro 5. Comparación de medias para las variables evaluadas en la prueba de germinación estándar.

Variedad	Germinación (%)	Plántulas anormales (%)	Semillas no germinadas (%)
Criollo blanco	99.75 a	0.25 a	0
Río grande 83	99.50 ab	0.50 a	0
Igualteco	98.75 c	1.25 a	0
Criollo negro	99.00 bc	1.00 a	0
Pungarabato	98.50 c	1.50 a	0
Zirandaro	98.50 c	1.50 a	0
Promedio	99.00	1.00	0

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales.

4.1.2.2 Prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del análisis de varianza para las variables evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado. Se puede observar que para las variables Velocidad de emergencia y Porcentaje de germinación, se encontraron diferencias altamente significativas. Cabe mencionar que para el caso de la variable Porcentaje de germinación se realizó una transformación logarítmica para lograr que los supuestos del modelo se cumplieran. Respecto a las variables LH, LP y PSP no hubo diferencias significativas, por lo que no fue posible realizar ninguna prueba estadística (se tiene varianza cero).

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en la prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado.

FV	GL	VE	PG (%)	LH (cm)	LPAP (cm)	PSPAP (g)
Variedades	5	0.176**	0.00025**	2.29	5.273	0.020238
Error	17	0.016	0.00003	NA	NA	NA
CV		0.722	0.128	NA	NA	NA

FV = Factor de variación, GL = Grados de libertad, CV = Coeficiente de variación, VE = Velocidad de emergencia, PG = Porcentaje de germinación, LH = Longitud del hipocótilo, LPAP = Longitud de parte aérea de plántula, PSPAP = Peso seco de parte aérea de plántula, ** = Altamente significativo (0.01), NS = No significativo, NA = No disponible.

Comparación de medias

De acuerdo con los resultados de la prueba de medias de Tukey (Cuadro 7), se puede apreciar que hubo una respuesta diferente de las variedades en las variables Velocidad de emergencia y Porcentaje de germinación. Respecto a la Velocidad de emergencia las variedades Criollo blanco y Río grande 83 presentan los valores más altos en comparación con las variedades Criollo negro y Pungarabato que mostraron los menores valores; mientras que Zirandaro e Igualteco solo fueron superiores a Pungarabato en velocidad de emergencia. Respecto al porcentaje de germinación la variedad Río grande 83 presenta porcentajes superiores a Pungarabato e Igualteco; mientras que Criollo blanco, Criollo negro y Zirandaro son superiores en porcentaje de germinación a Igualteco. Para las variables Longitud de hipocótilo, Longitud de

plántula y Peso seco de plántula, no hubo variación en las lecturas por variedad, por lo que no fue posible realizar el análisis estadístico.

Cuadro 7. Comparación de medias para las variables evaluadas en la prueba de vigor mediante envejecimiento acelerado.

Variedades	VE	PG (%)	LH (cm)	LPAP (cm)	PSPAP (g)
Criollo blanco	17.85 a	91.75 ab	2.31	5.29	0.020848
Río grande 83	17.90 a	92.25 a	2.30	5.30	0.019768
Igualteco	17.65 ab	90.25 c	2.28	5.27	0.020888
Criollo negro	17.47 bc	91.50 ab	2.28	5.27	0.020448
Pungarabato	17.35 c	90.75 bc	2.29	5.25	0.019700
Zirandaro	17.70 ab	91.50 ab	2.28	5.26	0.019776
DSH	0.296	0.013	NA	NA	NA

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), VE = Velocidad de emergencia, PG = Porcentaje de germinación, LH = Longitud de hipocótilo, LPAP = Longitud de parte aérea de plántula, PSPAP = Peso seco de parte aérea de plántula, NA= No disponible.

4.2 Evaluación del deterioro de semilla de seis variedades de ajonjolí

4.2.1 Prueba de germinación estándar

En el Cuadro 8 se muestran los resultados de los análisis de varianza y regresión logística usados para estudiar el efecto de los factores de variación e interacciones en las variables porcentaje de germinación, plántulas anormales y semillas sin germinar. Se puede observar en todos los muestreos realizados, que el factor de variación envase presenta diferencias significativas en las variables G; PA y SSG, excepto en los muestreos 2, 5, 6 y 7 donde PA y SSG no fueron significativos. Para el caso del efecto de los ambientes se encontró que su efecto fue significativamente diferente en todos los muestreos para la variable G con excepción del muestreo 2 donde no hubo significancia. En relación al factor variedades se encontraron diferencias altamente significativas para la G en los muestreos 1, 3, 4, 5, 6, y 7. Cabe mencionar que del mes 4 al 7 se encontraron efectos significativos en la interacción Envase*Ambiente*Variedad por lo que en este caso se realizó un análisis de comparación de medias para estas interacciones por considerarse de orden mayor. Para la variable Porcentaje de germinación, en todos los muestreos se usó el

ANAVA (excepto en el mes 2); mientras que para el resto de las variables y meses se hizo uso de la metodología de regresión logística encontrándose un buen ajuste al modelo en todos los casos estudiados.

Resultados similares a los encontrados en este estudio fueron obtenidos por Marshall y Levis (2004), Azis y Mohamed (2011), quienes mencionan que los envases que son permeables afectan a la germinación y vigor de las semillas de ajonjolí. Por su parte, Maity *et al.* (2000), indican que la germinación y el vigor se van perdiendo gradualmente durante el almacenamiento o conservación de las semillas, dependiendo de los niveles en que se encuentren los factores más importantes como son la humedad relativa y temperatura. Chauhan *et al.* (2011), reportan que la reducción del porcentaje de germinación en las semillas la podemos controlar dependiendo del tipo de ambiente en que se encuentre conservado artificial o natural, a medida que el tiempo avanza el deterioro igual, ocurre pérdida de la capacidad germinativa y su vigor.

Comparación de medias

Interacción Ambiente*Envase

Respecto a la variable Porcentaje de germinación, los resultados del análisis de comparación de medias (Cuadro 9), indican que las mejores combinaciones fueron: Pie de la cuesta*Plástico rígido (E1), Pie de la cuesta* bolsa amarilla de papel (E2) y Pie de la cuesta* Bolsa polinizadora (E3). Durante el desarrollo del experimento el comportamiento de estas combinaciones estuvieron entre las mejores. Esto indica que el deterioro de la semilla de ajonjolí estuvo influenciado por las condiciones climáticas prevalecientes del lugar de almacenamiento (ambiente) y por las características del envase utilizado; es decir, los materiales de estudio presentan diferente permeabilidad a la humedad, resultando como el mejor el Envase1. Con base en lo anterior, para conservar la semilla de ajonjolí, considerando como criterio el porcentaje de germinación, se recomendaría la localidad Pie de la cuesta en envase de Plastico rígido (E1).

Cuadro 8. Cuadros medios del análisis de varianza para las variables evaluadas en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

		M E S E S D E A L M A C E N A M I E N T O											
FV	GL	1			2			3			4		
		G	PA	SSG	G	PA	SSG	G	PA	SSG	G	PA	SSG
Ambiente	3	0.0196**	0.66 ^{ns}	0.86 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.66 ^{ns}	0.86 ND	0.211**	0.043*	0.043*	0.134 **	0.08 ^{ns}	0.0621 ^{ns}
Variedad	5	0.0285**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.85 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 NS	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.005 **	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
Envase	4	3.5803**	0.03**	0.001**	0.001**	0.0030**	0.0055**	0.159**	0.055 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.154 **	0.0084**	0.0383*
A x V	15	< 0.01 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
A x E	12	0.0138**	0.98 ^{ns}	0.93 ^{ns}	0.03 **	0.98 ^{ns}	0.93 ^{ns}	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
V x E	20	0.0069**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.002**	0.99 ^{ns}	1.00 ^{ns}
A x V x E	60	0.0024 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
Error	360	0.0018	NA	NA	NA	NA	NA	<0.01	NA	NA	<0.001	NA	NA
CV (%)		2.79	NA	NA	NA	NA	NA	0.66	NA	NA	0.62	NA	NA

FV = Factor de variación, GL = Grados de libertad, PG = Porcentaje de germinación, PPA = Porcentaje plántulas anormales, SSG = Porcentaje semillas sin germinar, * = Significancia al 0.05, ** = Significancia al 0.01, NS = No significativo, NA = No disponible.

Continuación... Cuadro 8.

		M E S E S D E A L M A C E N A M I E N T O								
FV	GL	5			6			7		
		G	PA	PSSG	G	PA	SSG	G	PA	SSG
Ambiente	3	0.120**	0.36 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.138**	0.069 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.220**	0.54 ^{ns}	0.19 ^{ns}
Variedad	5	<0.001**	1.00 ^{ns}	0.04*	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
Envase	4	0.075**	0.28 ^{ns}	0.80 ^{ns}	0.045**	0.57 ^{ns}	0.98 ^{ns}	0.055**	0.64 ^{ns}	0.98 ^{ns}
A x V	15	<0.001**	1.00 ^{ns}	0.9 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
A x E	12	0.002**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
V x E	20	<0.001**	1.00 ^{ns}	0.99 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
A x V x E	60	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}	<0.001**	1.00 ^{ns}	1.00 ^{ns}
Error	360	<0.001	NA	NA	<0.001	NA	NA	<0.001	NA	NA
CV (%)		0.403	NA	NA	0.439	NA	NA	0.432	NA	NA

FV = Factor de variación, GL = Grados de libertad, PG = Porcentaje de germinación, PPA = Porcentaje plántulas anormales, SSG = Porcentaje semillas sin germinar, * = Significancia al 0.05, ** = Significancia al 0.01, NS = No significativo, NA = No disponible.

En un ambiente natural, donde las condiciones de humedad y temperatura fluctúan durante todo el año, las semillas almacenadas en material de papel, permanecen viables solo en los primeros meses de almacenamiento, de allí en adelante, empieza una importante pérdida de la capacidad de germinación (Carvalho y Nakagawa, 2009).

Cuadro 9. Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Ambiente*Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Pie de la cuesta-E1	97.50 a	91.12 a	87.04 a	79.58 a	75.04 a	68.29 a	63.08 a
Pie de la cuesta-E3	95.87 efg	88.75 abcdefg	86.00 b	76.81 c	74.17 b	67.08 b	62.04 b
Pie de la cuesta-E2	96.29 bcde	88.67 abcdefg	85.92 b	78.5 b	74.23 b	67.21 b	62.21 b
El Ciruelo-E1	97.21 a	90.75 abc	81.37 cd	75.21 d	69.08 cd	62.04 e	54.04 fgh
El Ciruelo-E3	95.37 g	90.37 abcdefg	79.37 hi	72.44 h	68.79 d	61.87 e	53.87 gh
El Ciruelo-E2	96.54 bc	90.92 abcdefg	80.41 fg	74.29 e	68.75 d	61.75 e	53.75 h
Pinotepa-E1	97.17 a	90.54 abcde	80.87 def	74.16 ef	68.25 e	61.33 f	54.42 e
Pinotepa-E2	96.46 bcd	90.29 abcdefg	79.25 i	73.62 fg	68.00 e	61.25 f	54.25 ef
Cuajinicuilapa-E1	96.58 b	89.79 abcdef	81.58 c	74.00 ef	67.96 e	60.96 f	53.79 h
Pinotepa-E3	96.00 def	90.17 abcdefg	78.54 j	71.01 i	67.92 e	61.17 f	54.17 efg
Cuajinicuilapa-E2	96.04 cdef	89.75 abcdefg	79.87 gh	73.66 fg	67.00 f	60.00 g	53.00 i
Cuajinicuilapa-E3	95.62 fg	88.46 abcdefg	78.96 ij	71.06 i	67.00 f	59.50 h	52.52 j
DHS	1.04	NA	1.06	0.6099	0.608	0.4164	0.3868

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora, NA = No disponible.

Interacción Variedad*Envase

Respecto a la variable Porcentaje de germinación (Cuadro 10), los resultados indican que las mejores combinaciones fueron: Criollo blanco*Plástico rígido (E1), Río grande 83* Plástico rígido (E1), y Zirandaro* Plástico rígido (E1). Durante los tres primeros meses de almacenamiento estas combinaciones estuvieron entre las mejores. Lo anterior indica que el deterioro de la semilla de ajonjolí estuvo influenciado por el patrimonio genético de la variedad y por las características de los envases utilizados, ya que presentaron diferente permeabilidad a la humedad, resultando como el mejor envase el de Plástico rígido. Por lo anterior, para obtener mejores porcentajes de germinación, se recomendaría la semilla de la variedad Criollo blanco se almacene en envase de Plástico rígido. Respecto a las variedades, la semilla de estas tiene diferente patrimonio genético que les permite reaccionar de manera diferente cuando se someten a condiciones de estrés de temperatura y humedad relativa cambiantes.

Augusto (2001), indica que la semilla conservada en condiciones de alta temperatura y humedad relativa, en un envase permeable, por periodos mayores de 7 meses, puede perder su capacidad de germinación hasta en un 40 % dependiendo de qué tan severas sean las condiciones de almacenamiento.

Cuadro 10. Comparación de medias de la Interacción Variedad*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7 meses de almacenamiento.

Variedad*Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
Criollo blanco E1	97.94 a	91.37 a	83.47 a	76.29 a	70.46 a	63.69 a	56.80 a
Rio grande 88 E1	97.94 a	90.62 a	82.85 a	75.79 abcd	70.21 ab	63.33 ab	56.23 bc
Zirandaro E1	96.56 bcd	90.25 a	82.66 a	76.04 ab	70.29 ab	63.28 ab	56.57 ab
Igualteco E1	96.94 b	90.12 a	82.54 a	75.85 abc	69.97 bc	62.90 bc	56.12 bcd
Criollo negro E1	96.69 bc	90.62 a	82.30 a	75.23 cde	69.53 cde	62.66 cde	55.87 cdef
Criollo blanco E2	96.69 bc	89.94 a	81.72 a	75.17 cde	69.53 cde	62.65 cde	55.87 cdef
Zirandaro E2	96.17 cdefg	89.87 a	80.91 a	75.36 bcde	69.24 cde	62.65 cde	55.87 cdef
Pungarabato E1	96.62 bc	90.31 a	82.54 a	75.10 def	69.84 bcd	62.84 bcd	55.99 cde
Igualteco E2	96.12 cdefg	89.81 a	81.42 a	74.92 efhg	69.53 cde	62.53 cde	55.75 defg
Criollo negro E2	96.31 bcdef	89.11 a	81.23 a	74.67 efghi	69.41 de	62.53 cde	55.75 defg
Pungarabato E2	96.31 bcdef	89.75 a	81.16 a	74.8 efghi	69.41 de	62.41 cde	55.62 efg
Río grande 83 E2	96.37 bcde	90.25 a	81.60 a	75.11 defg	69.35 e	62.34 de	55.56 efg
DHS	1.06	NA	NA	0.6099	0.6088	0.4164	0.3868

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, NA = No disponible.

Interacción Ambiente*Variedad*Envase

En relación a la variable Porcentaje de germinación (Cuadro 11), los resultados indican que las mejores combinaciones fueron: Pie de la cuesta*Criollo blanco*Plástico rígido (E1), Pie de la cuesta*Río grande 83* Plástico rígido (E1) y Pie de la cuesta*Zirandaro* Plástico rígido (E1). Durante los últimos cuatros muestreos estas combinaciones fueron las mejores. Como se sabe, el deterioro de la semilla de ajonjolí está determinado por varios factores que interactúan. En el presente estudio se ha identificado la interacción del ambiente, tipo de envase y variedad que resultaron mejor en términos del porcentaje de germinación: Pie de la cuesta, Plástico rígido (E1), y las variedades Criollo blanco, río grande y Zirandaro.

Todos los ambientes se caracterizaron por una temperatura y humedad relativa diferente que estuvieron influenciadas por la altitud y la precipitación (Cuadro 2). Al respecto, Pontes *et al.*, (2006) reportan que la temperatura tiene un considerable efecto sobre la preservación de la calidad de las semillas almacenadas, ya que influye en la actividad biológica, acelerando el proceso respiratorio de las semillas y los microorganismos asociados con ésta. Marshall y Levis (2004), Azis y Mohamed (2011), mencionan que los envases que son permeables afectan la calidad de las semillas en términos de una menor emergencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas.

La comparación de medias en la variable Porcentaje de plántulas anormales (Cuadro 12), indica que los mejores tipos de envases fueron el E1 (Plástico rígido), E2 (Bolsa de papel amarilla) y el E3 (Bolsa polinizadora), los cuales presentaron los mejores resultados durante los siete muestreos. Esto indica que el tipo de envase influye directamente sobre la calidad de la semilla, propiciando un mayor o menor número de plántulas normales, debido a la permeabilidad e interacción que tiene el envase con la humedad relativa y la temperatura.

Cuadro 11. Comparación de medias de la interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de germinación estándar a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Ambiente*Envase*Variedad	MESES DE ALMACENAMIENTO			
	4	5	6	7
Pie de la cuesta-Igualteco-E1	80.25 a	74.75 bc	67.75 c	62.75 bc
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E1	80.25 a	76.00 a	70.00 a	64.00 a
Pie de la cuesta-Zirandaro-E1	80.00 ab	74.75 bc	67.75 bc	67.25 bc
Pie de la cuesta-Rio Grande 88-E1	79.50 abc	74.50 ab	69.00 ab	63.75 ab
Pie de la cuesta-Igualteco-E2	79.00 abc	74.25 c	67.25 c	62.25 c
Pie de la cuesta-Pungarabato-E1	79.00 abc	75.00 abc	68.00 bc	63.00 abc
Pie de la cuesta-Criollo negro-E2	78.75 abc	74.00 c	67.00 c	62.00 c
Pie de la cuesta-Zirandaro-E2	78.50 bc	74.67 bc	67.50 c	62.25 c
Pie de la cuesta-Criollo negro-E1	78.50 bc	74.25 c	67.25 c	62.25 c
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E2	78.50 bc	74.50 bc	67.50 c	62.50 c
DSH	0.099016	0.031314	0.031315	0.031312

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora.

La semilla conservada en ambientes naturales (Azeredo, *et al.*, 2005) y almacenada en materiales permeables como es el caso de los envases de papel y costalillas, han mostrado los más bajos porcentajes de plántulas normales en los primeros conteos de la prueba de germinación, pero al final de los muestreos (mayor a 7 meses), se obtiene también una pérdida total del vigor.

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable porcentaje de plántulas anormales evaluada en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
E1	1.24 a	7.45 a	13.18 a	22.26 a	27.92 a	34.84 a	41.67 a
E2	1.67 ab	8.09 ab	14.27 a	22.98 a	28.53 a	35.45 a	42.20 a
E3	2.08 b	3.31 b	14.74 a	25.15 b	28.53 a	35.59 a	42.35 a
E4	5.31 c	13.12 c	18.33 a	29.49 c	32.43 a	38.70 a	45.60 a
E5	5.71 c	13.74 c	18.78 a	29.95 c	33.54 a	39.47 a	46.96 a

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, E1= Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora, E4 = Costalilla Polipropileno, E5 = Costalilla de yute, Para esta prueba se usó Regresión Logística.

Los resultados de la comparación de medias para la variable Porcentaje de semillas sin germinar (Cuadro 13), indican que el mejor tipo de envase fue el E1 (Plástico rígido), obteniendo un menor número de semillas sin germinar, seguido del E2 (Bolsa de papel amarilla) el cual también presentó resultados satisfactorios. Lo anterior indica que el tipo de envase influye directamente en la conservación de la semilla de ajonjolí debido a su permeabilidad, la cual interacciona directamente con la humedad relativa y temperatura, ya que entre más permeable es el envase, se obtiene un mayor número de semillas sin germinar.

Cuadro 13. Comparación de medias para la variable porcentaje de semillas sin germinar en la prueba de germinación estándar al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO						
	1	2	3	4	5	6	7
E1	0.15 a	5.47 a	15.25 a	19.17 a	27.19 a	33.84 a	36.92 a
E2	0.44 b	6.24 b	16.64 a	19.54 a	27.78 a	34.69 a	37.44 a
E3	1.06 c	6.27 b	17.28 a	20.69 b	27.79 a	34.84 a	38.26 a
E4	3.01 d	10.15 c	21.89 a	20.84 b	29.47 a	36.29 a	41.38 a
E5	3.21 d	10.50 c	22.64 a	25.20 c	30.68 a	36.49 a	41.70 a

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora, E4 = Costalilla Polipropileno, E5 = Costalilla de yute, Para esta prueba se usó Regresión Logística.

4.2.2 Prueba de envejecimiento acelerado

En el Cuadro 14 se muestran los resultados de los análisis de varianza (ANAVA) y regresión logística usados para la investigar el efecto de los factores e interacciones en las variables Porcentaje de germinación y Velocidad de emergencia. Como se puede observar, en los tres primeros muestreos estudiados se utilizó el método de regresión logística encontrándose un buen ajuste al modelo. En el muestreo 1 para la variable Porcentaje de germinación hubo diferencias significativas solo en los factores ambiente, variedad y envase. Cabe mencionar que del muestreo 4 al 7 se encontraron efectos significativos en la interacción Ambiente*Variedad*Envase, por lo que en estos casos se realizó un análisis de comparación de medias por considerarse de orden mayor.

Estos resultados coinciden con los señalados por Chloupek *et al.* (2003), en el sentido de que encontró diferencias en el vigor de las semillas utilizando la prueba de envejecimiento acelerado, si a la semilla no se le brindan condiciones óptimas para su conservación esta se deteriora, entonces disminuye considerablemente su vigor y la germinación. Algunos autores han reportado disminución de la germinación y el vigor de semillas en algodón (Basra *et al.*, 2000), cebada (Chloupek *et al.*, 2003), soya (Rani y Sultana, 2008) y arroz Kapoor *et al.* (2011) al someterlas a la prueba de envejecimiento acelerado u otra prueba de estrés por alta temperatura y humedad relativa.

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza (para los muestreos 4, 5, 6 y 7), valores de p (en muestreos 1, 2 y 3) para las variables evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado al 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

		MESES DE ALMACENAMIENTO							
		1		2		3		4	
FV	GL	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG
Ambiente	3	0.956	0.012**	0.854	0.001	0.854	0.003	0.084**	0.373**
Variedad	5	0.96	<0.001**	0.999	0.666	0.999	0.626	0.032**	0.137**
Envase	4	0.731	<0.001**	0.605	<0.001**	0.711	<0.001**	0.482**	2.151**
A x V	15	1	0.995	1	0.999	1	1	0.004**	0.015**
A x E	12	1	0.999	1	0.999	1	0.986	0.018**	0.078**
V x E	20	1	1	1	1	1	1	0.001 ^{ns}	0.040 ^{ns}
A x V x E	60	1	1	1	1	1	1	0.002**	0.700**
Error		NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.001	0.04
CV (%)		NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.568	0.48

FV = Factor de variación, GL = Grados de libertad, PG = Porcentaje de germinación, VE = Velocidad de emergencia, * = Significancia al 0.05; ** = Significancia al 0.01; NS= No significativo, NA = No disponible.

Continuación... Cuadro 14.

		MESES DE ALMACENAMIENTO					
		5		6		7	
FV	GL	VE	PG	VE	PG	VE	PG
Ambiente	3	0.274**	1.249**	0.304**	1.450**	0.374**	1.602**
Variedad	5	0.228**	0.112**	0.032**	0.125**	0.031**	0.643**
Envase	4	0.149**	0.710**	0.233**	0.781**	0.194**	0.877**
A x V	15	0.002**	0.005**	0.002**	0.006**	0.002**	0.008**
A x E	12	0.004**	0.015**	0.011**	0.015**	0.004**	0.017**
V x E	20	0.002**	0.004**	0.001**	0.003**	0.001**	0.004 ^{ns}
A x V x E	60	0.002**	0.006**	0.002**	0.006**	0.002**	0.007**
Error		0.001	0.02	0.001	0.002	0.001	0.003
CV (%)		0.537	0.359	0.507	0.396	0.597	0.483

FV = Factor de variación, GL = Grados de libertad, PG = Porcentaje de germinación, VE = Velocidad de emergencia, * = Significancia al 0.05, ** = Significancia al 0.01, NS = No significativo, NA = No disponible.

Comparación de medias

En el Cuadro 15 se observan diferencias altamente significativas entre variedades, para la expresión de la variable Velocidad de emergencia (VE), en los meses 4, 5, 6 y 7, donde las variedades que presentaron mayor VE fueron el Criollo blanco y Río grande 83, las que se comportaron de manera similar formando un grupo, seguido de las variedades Igualteco, Zirandaro, Pungarabato y Criollo negro resultando similares en el almacenamiento de la semilla por 4, 5, 6 y 7 meses. Para la expresión de la variable Porcentaje de germinación (PG) las variedades Criollo blanco y Río grande 83 presentaron un mejor comportamiento, seguido de las variedades Igualteco, Zirandaro, Pungarabato y Criollo negro respectivamente, para los meses de almacenamiento evaluados.

Cuadro 15. Comparación de medias de variedades para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Variedad	MESES DE ALMACENAMIENTO													
	1		2		3		4		5		6		7	
	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG
1	17.64 a	88.19 a	16.42 a	82.09 a	15.52 a	77.63 a	14.75 a	70.71 a	13.02 a	65.05 a	11.61 a	58.04 a	10.53 a	51.03 a
2	17.47 a	87.34 b	16.36 a	81.79 b	15.46 a	77.29 b	14.14 a	60.68 a	12.99 a	64.89 a	11.60 a	57.88 a	10.17 a	50.91 a
3	17.34 a	86.68 c	16.28 a	81.40 c	15.34 a	76.68 c	13.99 b	69.94 b	12.88 b	64.34 b	11.48 b	57.32 b	10.08 b	50.38 b
4	17.30 a	86.52 c	16.26 a	81.30 c	15.36 a	76.68 c	13.98 b	69.88 b	12.85 b	64.28 b	11.47 bc	57.28 b	10.06 bc	50.28 b
5	17.16 a	85.81 c	16.25 a	81.23 c	15.37 a	76.84 c	13.99 b	69.95 b	12.87 b	64.29 b	11.46 bc	57.28 b	10.06 bc	50.30 b
6	17.12 a	85.62 c	16.26 a	81.28 c	15.34 a	76.70 c	13.96 b	69.79 b	12.84 b	64.16 b	11.44 c	57.22 b	10.04 c	50.18 b

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, 1 = Criollo blanco, 2 = Río grande 83, 3 = Igualteco, 3 = Zirandaro, 5 = Pungarabato, 6 = Criollo negro, VE = Velocidad de emergencia, PG = Porcentaje de germinación.

En el Cuadro 16 se observan diferencias altamente significativas entre ambientes, para la expresión de la variable Velocidad de emergencia (VE), en los meses 4, 5, 6 y 7, donde el ambiente que presentó mayor VE fue Píe de la Cuesta, seguido del ambiente El Ciruelo; a diferencia de los ambientes Pinotepa y Cuajinicuilapa, que fueron similares en el almacenamiento de la semilla por 5 y 7 meses; sin embargo para los meses 4 y 6, el ambiente de Pinotepa mostró un mejor comportamiento que el ambiente Cuajinicuilapa. Para la expresión de la variable Porcentaje de germinación (PG), el ambiente que presentó un mejor comportamiento fue Píe de la Cuesta, seguido de El Ciruelo, Pinotepa y Cuajinicuilapa respectivamente, para los meses de almacenamiento evaluados.

Cuadro 16. Comparación de medias de los ambientes para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Ambiente	MESES DE ALMACENAMIENTO													
	1		2		3		4		5		6		7	
	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG
Píe de la cuesta	17.48 a	87.39 a	16.47 a	82.36 a	15.60 a	78.00 a	14.17 a	70.79 a	13.19 a	65.97 a	11.79 a	58.98 a	10.39 a	51.96 a
El Ciruelo	17.39 a	86.91 b	16.43 a	82.13 b	15.47 a	77.35 b	14.08 b	70.42 b	12.87 b	64.31 b	11.45 b	57.30 b	10.06 b	50.3 b
Pinotepa	17.26 a	86.36 c	16.12 a	80.62 c	15.25 a	76.25 c	13.91 c	69.5 c	12.78 c	63.81 c	11.55 b	56.80 c	9.97 c	49.82 c
Cuajinicuilapa	17.23 a	86.16 c	16.19 a	80.97 c	15.27 a	76.36 c	13.98 d	69.89 d	12.79 c	62.54 d	11.30 c	56.95 d	9.98 c	49.98 d

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, VE = Velocidad de emergencia, PG = Porcentaje de germinación.

En el Cuadro 17 se presentan diferencias altamente significativas entre ambientes, para la expresión de la variable Velocidad de emergencia (VE), en los meses 4, 5, 6 y 7, donde el envase que presento mayor VE fue el de Plástico rígido, seguido del envase Bolsa de papel amarilla y Bolsa polinizadora; a diferencia de los envases Costalilla de polipropileno y Costalilla de yute, que fueron similares en el almacenamiento de la semilla por 4, 5, 6 y 7 meses. Para la expresión de la variable Porcentaje de germinación (PG), el envase que presento un mejor comportamiento fue el de Plástico rígido, seguido del envase Bolsa de papel amarilla y Bolsa polinizadora, Costalilla de polipropileno y Costalilla de yute respectivamente, para los meses de almacenamiento evaluados.

Cuadro 17. Comparación de medias de los envases para las variables velocidad de emergencia y porcentaje de germinación evaluadas en la prueba de envejecimiento acelerado a los 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO													
	1		2		3		4		5		6		7	
	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG	VE	PG
E1	17.71 a	88.56 a	16.75 a	83.73 a	15.75 a	78.77 a	14.42 a	72.08 a	13.14 a	65.71 a	11.75 a	58.67 a	10.31 a	51.64 a
E2	17.45 a	87.22 b	16.40 a	82.02 b	15.52 a	77.62 b	14.17 b	70.86 b	12.96 b	64.75 b	11.58 b	57.74 b	10.16 b	50.76 b
E3	17.41 a	87.05 b	16.36 a	81.79 b	15.46 a	77.30 c	14.14 b	70.86 b	12.93 b	64.67 b	11.57 b	57.67 b	10.15 b	50.71 b
E4	17.08 a	85.38 c	15.76 a	80.13 c	15.14 a	75.70 d	13.75 c	68.73 c	12.77 c	63.83 c	11.36 c	56.83 c	9.97 c	49.86 c
E5	17.06 a	85.28 d	15.99 a	79.93 c	15.12 a	75.60 d	13.70 c	68.48 c	12.75 c	63.62 d	11.28 d	56.61 d	9.92 d	49.60 d

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora, E4 = Costalilla Polipropileno, E5 = Costalilla de yute, VE = Velocidad de emergencia, PG = Porcentaje de germinación.

Interacción Ambiente*Variedad*Envase

Respecto a la variable Velocidad de emergencia los resultados de la comparación de efectos de las combinaciones Ambiente*Variedad*Envase (Cuadro 18), indican que las mejores fueron: Pie de la cuesta*Criollo blanco* Plástico rígido (E1), Pie de la cuesta*Río grande 83* Plástico rígido (E1), y Pie de la cuesta*Criollo negro* Plástico rígido (E1). Durante los últimos cuatro muestreos estas combinaciones fueron las mejores. Como se sabe, el deterioro de la semilla de ajonjolí está determinado por varios factores que están interactuando. En el presente estudio se identificó la interacción ambiente, tipo de envase y variedad que mejores resultados tiene en términos de la velocidad de emergencia: Pie de la cuesta, Plástico rígido (E1) y las variedades Criollo blanco, Río grande 83 y Criollo negro. Las tres variedades mostraron una mayor tolerancia al estrés al ser sometidas a la prueba de envejecimiento acelerado; esto posiblemente se deba a que las variedades Criollo blanco y Criollo negro han sido cultivadas en la región de estudio por algún tiempo y por lo tanto, tienen ventaja en cuanto a una mayor adaptación a las condiciones climáticas que se prevalecieron durante esta investigación. Mientras que el Río grande 83 fue producido en el municipio de Villa de Tututepec de Melchor Ocampo a 92 km de Santiago Pinotepa Nacional Oaxaca siendo muy similares las condiciones climatológicas.

Teófilo *et al.* (2004) observaron, que la calidad fisiológica de semillas oleaginosas de (*Myracrondrun urundeuva* ALLEMÃO) almacenadas en diferentes ambientes y tipos de envases, por 12 meses y usando la prueba de envejecimiento acelerado, en semillas almacenadas en bolsas de papel, resultó menos afectada en términos de vigor en comparación con aquellas almacenadas en envases más resistentes a la humedad.

Se ha encontrado que el tamaño de la semilla tiene influencia en el deterioro. Por ejemplo, semillas pequeñas absorben el agua más rápido y de manera uniforme

durante el envejecimiento artificial y esto ocasiona que se acelere el proceso de deterioro, o que resulte en variaciones de comportamiento entre semillas de una simple muestra, interfiriendo en la precisión de los resultados (Bhering *et al.* 2006). Asimismo, Abreu *et al.* (2011) han observado que la condición de estrés que impone la prueba de envejecimiento acelerado, reduce el número de plántulas normales en girasol después de 9 meses de almacenamiento.

Cuadro 18. Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable velocidad de emergencia evaluada en la prueba de envejecimiento acelerado a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Ambiente*Variedad*Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO			
	4	5	6	7
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E1	14.7 ab	13.55 a	12.15 ab	10.75 a
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E1	14.75 a	13.55 a	12.20 a	10.75 a
Pie de la cuesta-Criollo negro-E1	14.65 abc	13.45 ab	12.05 abc	10.65 ab
Pie de la cuesta-Pungarabato-E1	14.55 abcde	13.40 abc	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Igualteco-E1	14.50 abcde	13.40 abc	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Zirandaro-E1	14.50 abcde	13.35 abcd	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E3	14.35 bcdefgh	13.40 abc	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E2	14.50 abcde	13.45 abc	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E2	14.55 abcde	13.45 abc	12.00 abcd	10.60 ab
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E3	14.30 cdefghi	13.30 abcde	11.90 bcde	10.50 abc
DSH	0.1118	0.112	0.1119	0.1119

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora.

Respecto a la variable Porcentaje de germinación, los resultados de la comparación de efectos de la interacción Ambiente*Variedad*Envase (Cuadro 19) indican que las mejores combinaciones fueron: Pie de la cuesta*Criollo blanco*Envase 1, Pie de la cuesta*Río grande 83* Plástico rígido (E1) y Pie de la cuesta*Criollo negro* Plástico rígido (E1). Como se puede observar los resultados respecto a esta variable son esencialmente los mismos que los descritos en la variable velocidad de emergencia.

Estos resultados coinciden con los reportados por Filho (2004) y Hinin (2010), quienes indican que las semillas que fueron conservadas en un envase impermeable

a la temperatura y humedad, tuvieron mejor germinación y las plántulas fueron más vigorosas comparándolas con semillas que se conservaron en envases permeables.

El vigor de semillas evaluado a través de la prueba de envejecimiento acelerado, mostró que aquellas semillas almacenadas en material muy permeable como las bolsas de papel, obtuvo la más significativas reducciones de vigor alcanzando porcentajes de 52.25 % (Cuadro 19). De acuerdo con Marcos Filho (2005) el contenido de agua en las semillas es una función directa de la humedad relativa del aire con la cual están en contacto, y donde ellas sufren un permanente intercambio de agua. Bezerra *et al.* (2004), cuando evaluaron la calidad fisiológica de semillas de moringa (*Moringa olifera*) durante el almacenamiento, encontraron que el contenido de agua se redujo lentamente a medida que el tiempo de almacenamiento aumentó.

Cuadro 19. Comparación de medias de la Interacción Ambiente*Variedad*Envase para la variable porcentaje de germinación evaluada en la prueba de envejecimiento acelerado a los 4, 5, 6 y 7 meses de almacenamiento.

Ambiente*Variedad*Envase	MESES DE ALMACENAMIENTO			
	4	5	6	7
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E1	73.75 ab	67.75 ab	60.75 ab	53.75 a
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E1	73.75 ab	68.00 a	61.00 a	53.75 a
Pie de la cuesta-Criollo negro-E1	73.25 abc	67.25 abc	60.25 abc	53.25 ab
Pie de la cuesta-Pungarabato-E1	72.75 abcde	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Igualteco-E1	72.75 abdef	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Zirandaro-E1	72.75 abdef	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E3	71.75 abcdefg	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E2	72.75 abdef	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Criollo blanco-E2	72.75 abdef	67.00 abcd	60.00 abc	53.00 abc
Pie de la cuesta-Rio grande 88-E3	71.50 abcdef	66.50 bcde	59.50 bcde	52.50 abcd
DSH	0.7078	0.501	0.1584	0.194

Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales, DSH = Diferencia significativa honesta de Tukey (0.05), E1 = Plástico rígido, E2 = Bolsa de papel amarilla, E3 = Bolsa polinizadora.

No obstante lo anterior, es deseable hacer una recomendación en base a los resultados de la investigación del séptimo muestreo para cada una de las localidades. Los resultados indican que para la localidad El Ciruelo las variedades

recomendadas son Criollo blanco, Río grande y Pungarabato, todas conservadas en envase de Plástico rígido. Para Pinotepa y Cuajinicuilapa, la variedad recomendada es Criollo blanco y deberá ser conservada en envase de Plástico rígido.

V. CONCLUSIONES

En base a las diferentes variables estudiadas y los diferentes procedimientos a los cuales fueron sometidas las semillas de ajonjolí, se puede decir que la mejor combinación para la conservación de semilla de ajonjolí y tener la mejor calidad es el uso de la variedad Criollo blanco conservada en el ambiente Pie de la cuesta usando el envase de Plástico rígido.

De las cuatro localidades estudiadas en la Costa chica de Oaxaca, la mejor para conservar semillas de ajonjolí durante siete meses, fue la de Pie de la cuesta, ya que tiene condiciones climáticas más favorables de temperatura y humedad relativa, que permiten conservar la semilla de ajonjolí por más tiempo.

Los envases Costalilla de yute y Polipropileno no fueron adecuados para conservar la semilla de ajonjolí, ya que son permeables a la humedad, incrementando substancialmente la pérdida de germinación de la semilla; en contraparte, el mejor tipo de envase fue el de Plástico rígido ya que conservo la semilla con una mejor calidad fisiológica evaluada mediante parámetros de germinación y vigor.

Los variedades que presentaron mayor germinación y vigor durante los siete meses de conservación, fueron el Criollo blanco y el Rio grande 83 y Criollo negro, mientras que las que mostraron un mayor deterioro fueron las variedades Igualteco y Pungarabato.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, A. S. *et al.* (2011). Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 4. Pp. 635-642.
- Adebisi, M. A., La, J. A., Akintobi, D. A. C. and Daniel, I. O. 2008. Storage life of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds under humid tropical conditions. *Seed Science and Technology*. Pp 379-387.
- Aponte, A. 1973. Influencia de diferentes condiciones de almacenamiento en la calidad de la semilla de ajonjolí. *Agronomía Tropical* 23(2): 129-148.
- Augusto, L. A., Almeida, C. O. C., Savy, F. A., e Andreucceti, M. J. 2001. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. *The Global Science Gateway*. 7 p.
- Azeredo, G. A., Alcántara, B. R. L., Lopes, K. P., Acilon, D. I., Lima, A. A. (2005). Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogae* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, n. 1. Pp. 37-44.
- Azis, K. A. S. D., Mohamed H, E, Z. (2011), Assessment of the antigenotoxic activity of white sesame extract (*Sesamum indicum*) against vincristine induced genotoxicity in mice. *Comunicata Scientiae* 2(3): 126-134.
- Bareiro, P. M. 1996. De nuestra cosecha, *Revista mensual producida y editada por Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria*, Órgano Desconcentrado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, fundado en 1991. 35 p.

- Basra A. S. 1995. Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications. Food Products Press. New York, U.S.A. 389 p.
- Basra, S. M. A., Rehman, k. and Iqbal, S. 2000. Cotton seed deterioration: Assessment of some physiological and biochemical aspects. International Journal Agriculture and Biology 2. Pp. 195-198.
- Basra, A. S. 2006. Handbook of Seed Science and Technology. Published by Food Products Press. Binghamton, New York, N. Y. 795 p.
- Besnier R. F. 1989. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. España. 637 p.
- Bezerra, A. M. E. *et al.* (2004). Avaliação da qualidade das sementes de *Moringa oleifera* Lam. Durante o armazenamento. Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 6. Pp. 1240-1246.
- Bhering, M. C. *et al.* (2006). Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 3. Pp. 64-67.
- Bishaw, Z., Niane, A. A., and Gan, Y. 2007. Quality seed production. *In*: Lentil: An ancient crop for modern times. Yadav, S. S., McNeil, D. and Stevenson, P. C. (eds.) Springer Verlag. Pp. 349-383.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. (2009). Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.
- Chauhan, D., S., Deswell, D. P., Dahiya, O. S. and Punia, R. C. 2011. Change in storage enzymes actives in natural and accelerated aged seeds of wheat (*Triticum aestivum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 81. Pp. 1037-1040.

- Cerovich, M.; Miranda, F. 2004. Almacenamiento de semillas: estrategia básica para la seguridad alimentaria, Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
- Chloupek, O., Hrstková, P., and Jurecka, D. 2003. Tolerance of barley seed germination to cold and drought stress expressed as seed vigor. *Plant Breeding* 122. Pp. 199-204.
- Copeland L. O. and M. B. McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. 4th edition. Kluwer Academic Publishers, Philip Drive, Assinippi Park, Norwell. Massachusetts, USA. 467 p.
- Copeland L. O. and M. B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition. Chapman and Hall. New York, USA. 409 p.
- Delouche, J. C. y C. C. Baskin. 1973. Accelerated ageing techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science & Technology* 1. Pp. 427-455.
- Delouche, J. C. 1963. Seed Deterioration. *Seed World* 92 (4):14-15.
- Desai B. 2004. Seeds Handbook. Biology production processing and storage. 2nd edition. (Marcel Dekker). 787 p.
- Deswal, D. P. and V. Chand. 1997. Standardization of the tetrazolium test for vitality estimation in rice bean (*Vigna umbriata* (Thunb.) Ohwi and ohashi) seeds. *Seed Sci. and Technol.* 25 (3): 409-417
- Doria, Jessica, 2010. A general information on seeds: Its production, preservation and storage. 21 p.

- FAO, 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación <http://www.fao.org> 15 p.
- FAO. 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas de producción. <http://faostat.fao.org> 25 p.
- Financiera rural 2010. Monografía del Ajonjolí. México, D. F. 20 p.
- Foostat, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org>. 20 p.
- Gomez Campo, C. (2002). Long term seed preservation: the risk of selecting inadequate containers is very high. Monograph ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid 163:1-10.
- Harrington, J. F. 1972. Seed Storage and Longevity. In: "Seed biology" (T. T. Kozlowski, ed.), Vol. 3, pp. 145-240. Academic Press, University Park. New York, USA.
- Hilhorst, H. W. M. and P. E. Toorop. 1997. Review on dormancy, germinability and germination in crop and weed seeds. *Advances in Agronomy*. 61:111-164.
- Hnin, T. K., Juangjun, D., and Jutamas R. 2010. Appropriate Temperature and Time for an Accelerated Aging Vigor Test in Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seed. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 44: 10 – 16.
- Huber, T. A. and MacDonald, M. B. Jr. 1982. Gibberellic acid influence on aged barley seed germination and vigor. *Agronomy Journal* 74, 386-389.

- International Seed Testing Association (ISTA). 2009. International Rules for Seed Testing. Published by The International Seed Testing Association. P. O. BOX 308, 8303 Bassersdorf, CH-Switzerland. 243 p.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estaciones Experimentales de Argentina (INTA EEA), 2009.
- Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M. A., Amir, A. and Kumar, H. 2011. Physiological and biochemical changes during sees deterioration in aged seeds of rice (*Oriza sativa* L.) American Journal of Plant Physiology 6. Pp. 28-35.
- Kelly, A. F. 1998. Seed production of agricultural crops. Longman Scientific and Technical-John Wiley and Sons. Inc. New York, USA. 227 p.
- Kim, J., Bin, Y., Choe, Z and. Kim, S, 1985. Influence of the accelerated aging of barley seed on the germinability and seedling growth. J. Inst. Agr. Res. Util. 19. Pp. 1-5.
- Krishnan, P Nagaranjan, S., Mohairir, A. V. 2004. Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated ageing conditions. Biosystems Engineering 89. Pp. 425-433.
- Leist N., Kramer and A. Jonitz. 2003. ISTA Working Sheets on Tetrazolium Testing. Agricultural, vegetable and horticultural species. Volume I. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerlan. 219 p.
- Li, C. D., Lance, R.C.M. Collins, H.M., Tarr, A. Roumeliotis, S., Harasymow, S., Cakir, M., Fox, G.P., Grime, C.R.,Broughthon, S., Young, K.J., Raman, H., Barr, A.R., Noody, D.B., Read, B.J. 2003. Quantitative trait loci controlling kernel discoloration in barley (*Hordeum vulgare* L.). Australian Journal of Agricultural Research 54. Pp. 1251-1259.

- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2:176-177.
- Maity, S., Banerjee, G., Roy, M., Pal, C., Pal B., Chakrabarti, D. and Bhattacharjee, A. 2000. Chemical induced prolongation of seed viability and stress tolerance capacity of mung bean seedlings. *Seed Science and Technology* 28 (1): 155-162.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 495 p.
- Marcos Filho. J. (2004), of the Seed vigor testing: an overview past, present and future perspective, University of São Paulo/ESALQ – Dept. of Crop Science, C.P.09 – 13418-900 – Piracicaba, SP – Brazil.
- Marshall A, H, and Levis D, N. (2004). Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. *J Seed Sci. Technol.*, Vol. 32. Pp. 493-501.
- Moreno M., E. 1996. *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. Instituto de Biología. UNAM. 393 p.
- Moreno, M. E.; Vázquez, B. M.; Rivera, R. A.; Navarrete, M. R. y Esquivel, V. F. 1998. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. *Seed Sci. Technol.* 26: 439–448.
- Nithya, U., Chelladurai, V., Jayas, D. S. and White, N. D. G. 2011. Safe storage guidelines for durum wheat *Journal of Stored Products Research* 47. Pp. 328-333.

- Peng, Q., Zhiyou, K., Xiaohong, L. and Yeju, L. 2011. Effects of accelerated aging on physiological and biochemical characteristics of waxy and non-waxy wheat seeds. *Journal of Northeast Agricultural University* 18. Pp. 7-12.
- Peretti A. 1994. Manual para análisis de semillas. Editorial Hemisferio Sur, S. A. Buenos Aires, Argentina. 281 p.
- Pérez-García, F. (2002) Viabilidad, Vigor, Longevidad y Conservación de Semillas: 51-68. Pp. *En: Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos* (Ed. González-Andrés. F. y J.M: Pita). INEA Madrid.
- Pontes, C. A. *et al.* (2006). Influência da temperatura de armazenamento na qualidade das sementes de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna). *Revista Árvore*, v. 30, n. 1. Pp. 43-48.
- Ramírez, V. M. L. 2010. Calidad Física y Fisiológica en la Semilla e industrial en el grano de *Amaranthus hypochondriacus* en la Fertilización y Densidad de Población. Tesis (Doctorado en Ciencias, especialista en Producción de Semillas). Colegio de Postgraduados. 88 p.
- Rani, R. S. and Sultana w. 2008. Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. *Bangladesh Journal of Botany* 37 (1): 21-26.
- Robles, S. R. 1991. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial Limusa, México, D.F. 675 p.
- SAGARPA, 2010. Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, Información técnica del ajonjolí en México. 21 p.
- SIAP, 2010. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. 31 p.

- Teófilo, E. M. *et al.* . (2004). Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. Revista de Ciência Agronômica, v. 35, n. 2. Pp. 371-376.
- Thomson, J.R. 1979. An introduction to seed technology. Leonard Hill, London. 252 p.
- Vázquez Y. C., Orozco A., Rojas M., Sánchez M. E. y Cervantes V. 1997. La reproducción de las plantas: Semillas y meristemas. Encuadernadora Progreso S. A. (IEPSA). Fondo de Cultura Económica. Secretaria de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (SEP-CONACYT). México, D.F. 95 p.
- Walters, C., Ballesteros, D., Vertucci, V.A. 2010. Structural mechanics of seed deterioration: Standing the test of time. Plant Science 179. Pp. 565-573.

VII. ANEXOS

Cuadro A1. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del mes 1 al mes 4 para la localidad de Cuajinicuilapa, Guerrero.

Mes 1	T ° C	H R	Mes 2	T ° C	H R	Mes 3	T ° C	H R	Mes 4	T ° C	H R
12-dic	28.3	66.6	12-ene	28.7	64.3	12-feb	29.7	71.1	15-mar	31.4	73
13-dic	28.9	69.8	13-ene	28.4	65.1	13-feb	29.4	72.5	16-mar	31.0	70
14-dic	28.4	68.2	14-ene	29.0	64.3	14-feb	29.9	69.9	17-mar	30.9	71.4
15-dic	29.6	67.6	15-ene	29.2	66.2	15-feb	30.1	70.8	18-mar	31.3	72.4
16-dic	28.1	65.1	16-ene	28.9	64.5	16-feb	29.8	70.6	19-mar	31.4	71.8
17-dic	27.9	66.4	17-ene	28.8	67.0	17-feb	29.4	68.4	20-mar	31.0	71.4
18-dic	28.3	68.2	18-ene	28.4	68.7	18-feb	29.6	69.2	21-mar	30.9	69.8
19-dic	28.3	71.9	19-ene	28.5	66.7	19-feb	29.7	68.7	22-mar	31.3	68.5
20-dic	28.5	71.2	20-ene	28.8	67.7	20-feb	29.6	69.3	23-mar	31.4	71.3
21-dic	28.9	69.4	21-ene	28.6	67.3	21-feb	29.3	70.6	24-mar	32.0	69.3
22-dic	29.1	68.4	22-ene	28.4	68.6	22-feb	29.9	70.3	25-mar	32.0	72.2
23-dic	29.4	71.3	23-ene	29.5	69.1	23-feb	30.1	70.5	26-mar	30.2	71.8
24-dic	29.1	71.7	24-ene	29.0	68.7	24-feb	30.2	60.8	27-mar	30.1	70.8
25-dic	29.1	70.3	25-ene	28.9	66.3	25-feb	30.3	68.7	28-mar	30.0	69.8
26-dic	29.1	72.8	26-ene	29.2	65.5	26-feb	30.1	67.8	29-mar	32.2	69.7
27-dic	29.1	71.8	27-ene	29.2	67.6	27-feb	29.8	70.2	30-mar	30.2	71.8
28-dic	28.4	67.7	28-ene	29.3	68.9	28-feb	29.9	69.9	31-mar	29.9	71.3
29-dic	28.5	68.9	29-ene	29.3	68.1	01-mar	30.3	69.6	01-abr	30.1	71.2
30-dic	28.7	66.7	30-ene	29.9	69.7	02-mar	30.4	70.4	02-abr	30.2	71.8
31-dic	28.9	65.3	31-ene	30.0	69.2	03-mar	30.2	70.2	03-abr	29.9	70.1
01-ene	29.5	62.4	01-feb	29.4	69.6	04-mar	30.0	70.8	04-abr	30.0	70.8
02-ene	29.3	69.6	02-feb	29.7	72.9	05-mar	29.9	70.3	05-abr	31.0	70.1
03-ene	28.7	62.5	03-feb	29.9	69.4	06-mar	30.0	70.7	06-abr	31.1	71.5
04-ene	29.0	61.4	04-feb	30.2	68.5	07-mar	30.8	70.4	07-abr	29.9	70.3
05-ene	28.7	61.2	05-feb	30.2	68.1	08-mar	31.0	69.4	08-abr	31.1	71.3
06-ene	28.5	65.7	06-feb	29.9	68.0	09-mar	30.6	71.4	09-abr	31.2	71.1
07-ene	27.9	61.7	07-feb	29.5	71.5	10-mar	30.5	68.2	10-abr	30.9	71.9
08-ene	29.0	62.7	08-feb	29.5	69.7	11-mar	30.5	70.6	11-abr	30.5	70.5
09-ene	28.3	69.7	09-feb	29.2	70.7	12-mar	30.4	68.2	12-abr	31.2	71.7
10-ene	28.9	61.4	10-feb	29.3	69.2	13-mar	30.7	67.2	13-abr	30.5	71.5
11-ene	29.0	62.6	11-feb	29.1	72.3	14-mar	30.1	67.1	14-abr	31.2	72.9
28.8	67.1		29.2	68.2		30.1	69.5		30.8	71.1	

Cuadro A2. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del mes 5 al mes 8 para la localidad de Cuajinicuilapa, Guerrero.

Mes 5	T ° C	H R	Mes 6	T ° C	H R	Mes 7	T ° C	H R	Mes 8	T ° C	H R
15-abr	31.3	86.2	16-may	29.8	65.6	16-jun	32.2	76.0	17-jul	31.5	79.9
16-abr	31.6	82.6	17-may	29.7	71.9	17-jun	32.9	80.6	18-jul	32.0	79.2
17-abr	31.4	79.6	18-may	29.9	61.4	18-jun	32.2	77.6	19-jul	31.8	79.5
18-abr	31.8	76.1	19-may	30.5	67.3	19-jun	32.5	76.6	20-jul	32.5	81.1
19-abr	31.9	76.2	20-may	30.7	73.0	20-jun	32.8	75.8	21-jul	32.5	81.3
20-abr	31.4	74.8	21-may	31.4	72.6	21-jun	32.1	81.2	22-jul	32.6	79.2
21-abr	31.7	77.9	22-may	31.1	74.0	22-jun	32.2	82.3	23-jul	32.9	80.1
22-abr	31.9	77.7	23-may	30.9	74.7	23-jun	32.5	82.8	24-jul	33.1	79.9
23-abr	31.8	68.8	24-may	31.1	65.4	24-jun	32.8	82.8	25-jul	33.3	81.6
24-abr	31.9	65.8	25-may	31.0	70.5	25-jun	32.6	76.0	26-jul	33.3	79.2
25-abr	31.1	72.7	26-may	30.7	79.3	26-jun	32.6	76.2	27-jul	32.6	80.2
26-abr	31.2	69.9	27-may	29.6	77.9	27-jun	32.5	77.6	28-jul	31.6	79.8
27-abr	31.5	69.5	28-may	29.7	76.4	28-jun	32.8	78.4	29-jul	31.5	81.4
28-abr	31.2	64.3	29-may	29.8	76.6	29-jun	32.6	71.1	30-jul	31.3	82.6
29-abr	31.5	68.0	30-may	29.4	75.7	30-jun	32.6	72.4	31-jul	31.2	82.1
30-abr	31.8	70.7	31-may	30.5	69.7	01-jul	32.7	76.2	01-ago	31.8	82.7
01-may	31.5	72.9	01-jun	31.3	79.6	02-jul	32.9	80.3	02-ago	31.6	82.1
02-may	31.2	69.1	02-jun	31.3	76.6	03-jul	32.6	75.2	03-ago	31.7	83.3
03-may	31.4	70.1	03-jun	31.7	81.3	04-jul	32.3	80.2	04-ago	32.3	81.4
04-may	31.6	76.7	04-jun	31.5	82.0	05-jul	32.1	81.5	05-ago	32.4	80.2
05-may	31.8	70.3	05-jun	32.1	86.1	06-jul	32.2	78.8	06-ago	32.2	86.3
06-may	31.8	73.5	06-jun	31.9	82.7	07-jul	32.9	76.6	07-ago	31.7	83.5
07-may	31.1	73.2	07-jun	32.5	82.1	08-jul	32.8	70.4	08-ago	32.3	82.6
08-may	31.1	69.3	08-jun	32.7	82.1	09-jul	32.6	71.8	09-ago	32.7	83.6
09-may	31.7	73.9	09-jun	33.1	75.2	10-jul	32.9	77.3	10-ago	32.0	84.8
10-may	31.3	76.7	10-jun	33.3	80.3	11-jul	32.8	78.7	11-ago	31.8	83.5
11-may	31.3	75.2	11-jun	33.4	81.0	12-jul	32.3	75.3	12-ago	31.6	81.3
12-may	31.9	78.8	12-jun	32.6	83.2	13-jul	32.9	79.2	13-ago	31.5	82.8
13-may	31.1	82.7	13-jun	32.5	81.9	14-jul	32.7	76.0	14-ago	31.5	81.5
14-may	31.4	81.8	14-jun	32.9	79.0	15-jul	32.8	80.6	15-ago	31.6	82.3
15-may	31.9	81.1	15-jun	32.5	83.8	16-jul	32.9	82.5	16-ago	31.4	80.4
	31.5	74.4		31.3	76.4		32.6	77.7		32.1	81.6

Cuadro A3. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 1 al muestreo 4 para la localidad de Pie de la cuesta, Oaxaca.

Mes 1	T ° C	HR	Mes 2	T ° C	HR	Mes 3	T ° C	HR	Mes 4	T ° C	HR
12-dic	25.2	49.8	12-ene	24.3	55.0	12-feb	25.7	62.6	15-mar	27.7	57.6
13-dic	25.7	47.9	13-ene	23.8	53.1	13-feb	26.2	61.6	16-mar	28.1	57.5
14-dic	25.5	45.8	14-ene	24.4	56.6	14-feb	25.7	62.6	17-mar	28.1	51.3
15-dic	25.8	50.4	15-ene	25.0	59.6	15-feb	26.1	61.8	18-mar	27.9	60.1
16-dic	24.4	50.0	16-ene	24.4	59.2	16-feb	26.2	62.5	19-mar	28.0	66.1
17-dic	24.6	48.8	17-ene	24.1	59.3	17-feb	25.1	61.2	20-mar	27.3	75.4
18-dic	25.5	53.6	18-ene	24.1	60.1	18-feb	27.0	61.8	21-mar	28.0	62.9
19-dic	25.8	53.8	19-ene	24.4	59.2	19-feb	27.1	61.3	22-mar	28.1	60.1
20-dic	24.3	51.7	20-ene	24.9	59.4	20-feb	27.2	62.2	23-mar	27.7	65.0
21-dic	24.8	53.4	21-ene	25.6	59.1	21-feb	25.8	61.2	24-mar	27.3	79.8
22-dic	25.3	56.6	22-ene	25.4	58.8	22-feb	26.0	61.6	25-mar	26.9	76.3
23-dic	25.5	61.6	23-ene	25.8	59.2	23-feb	25.6	61.7	26-mar	27.7	75.3
24-dic	25.0	62.7	24-ene	26.4	59.3	24-feb	26.2	62.3	27-mar	28.5	72.7
25-dic	24.8	60.4	25-ene	26.1	60.4	25-feb	26.9	61.4	28-mar	27.9	73.2
26-dic	24.8	60.6	26-ene	25.1	60.4	26-feb	27.0	63.5	29-mar	28.4	73.6
27-dic	25.0	59.8	27-ene	25.6	60.7	27-feb	27.1	61.5	30-mar	28.6	64.8
28-dic	24.5	63.0	28-ene	27.1	60.3	28-feb	26.8	60.2	31-mar	28.0	67.0
29-dic	24.6	61.9	29-ene	27.1	60.5	01-mar	27.0	61.7	01-abr	27.8	68.6
30-dic	24.5	59.9	30-ene	25.6	60.9	02-mar	27.4	61.8	02-abr	26.6	60.3
31-dic	25.0	61.2	31-ene	24.9	60.6	03-mar	27.8	61.3	03-abr	27.0	56.6
01-ene	25.6	60.6	01-feb	24.6	60.1	04-mar	27.8	60.2	04-abr	28.5	62.2
02-ene	25.2	59.3	02-feb	26.1	60.9	05-mar	27.5	61.3	05-abr	29.0	60.3
03-ene	24.7	56.1	03-feb	26.2	57.3	06-mar	27.3	62.1	06-abr	26.5	54.4
04-ene	24.5	61.5	04-feb	26.9	58.7	07-mar	25.9	60.4	07-abr	27.8	53.1
05-ene	24.2	60.3	05-feb	27.3	58.6	08-mar	27.2	60.6	08-abr	28.3	49.3
06-ene	24.2	55.0	06-feb	25.7	59.3	09-mar	27.4	60.4	09-abr	28.5	56.5
07-ene	24.3	61.6	07-feb	25.6	59.1	10-mar	28.2	60.8	10-abr	28.7	53.7
08-ene	24.9	63.3	08-feb	27.1	56.5	11-mar	28.7	61.2	11-abr	27.7	54.8
09-ene	24.8	64.6	09-feb	27.1	59.6	12-mar	27.4	60.1	12-abr	29.1	61.2
10-ene	25.0	60.2	10-feb	26.4	59.6	13-mar	28.4	61.3	13-abr	29.5	57.0
11-ene	24.4	57.4	11-feb	26.5	59.5	14-mar	28.4	61.2	14-abr	28.8	53.4
24.9	57.2		25.6	59.1		26.9	61.5		28	62.6	

Cuadro A4. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 5 al muestreo 8 para la localidad de Pie de la cuesta, Oaxaca.

Mes 5	T ° C	HR	Mes 6	T ° C	HR	Mes 7	T ° C	HR	Mes 8	T ° C	HR
15-abr	28.9	63.2	16-may	24.6	60.1	16-jun	26.5	70.0	17-jul	24.8	55.2
16-abr	26.9	63.7	17-may	24.3	63.4	17-jun	25.9	68.3	18-jul	25.7	56.8
17-abr	28.5	61.5	18-may	25.2	69.4	18-jun	26.6	66.3	19-jul	26.7	58.1
18-abr	28.4	64.8	19-may	26.6	69.6	19-jun	26.4	64.2	20-jul	25.8	59.5
19-abr	27.0	64.5	20-may	27.3	63.2	20-jun	26.4	70.1	21-jul	26	60.8
20-abr	27.2	64.0	21-may	28.0	62.5	21-jun	25.5	63.0	22-jul	27.3	62.2
21-abr	26.9	59.6	22-may	26.3	63.8	22-jun	25.6	66.1	23-jul	27.5	66.8
22-abr	28.1	63.6	23-may	26.3	65	23-jun	24.6	62.0	24-jul	27.2	64.8
23-abr	28.3	61.0	24-may	27.4	61.8	24-jun	25.3	64.3	25-jul	25.6	65.8
24-abr	28.8	55.2	25-may	27.7	61.0	25-jun	26.5	63.9	26-jul	26.2	66.2
25-abr	27.4	59.6	26-may	27.1	63.6	26-jun	27.3	64.0	27-jul	27.2	72.4
26-abr	26.9	62.5	27-may	28	63.2	27-jun	27.8	68.5	28-jul	28.1	74.7
27-abr	26.5	63.0	28-may	28.9	59.6	28-jun	27.5	73.2	29-jul	26.6	72.2
28-abr	26.9	63.4	29-may	28.8	56.3	29-jun	27.4	74.7	30-jul	25.9	69.0
29-abr	27.0	63.5	30-may	29.2	59.6	30-jun	28.2	71.8	31-jul	26.1	69.2
30-abr	27.4	64.2	31-may	29.2	56	01-jul	27.5	68.1	01-ago	25.4	67.7
01-may	26.6	65.3	01-jun	26.9	54.4	02-jul	27.2	69.4	02-ago	26.2	68.5
02-may	26.3	67.1	02-jun	27.5	64.8	03-jul	27.3	63.4	03-ago	25.1	69.1
03-may	25.9	64.5	03-jun	27.9	67.2	04-jul	26.1	61.1	04-ago	26.2	72.7
04-may	25.5	65.3	04-jun	27.2	65.7	05-jul	25.7	61.3	05-ago	27.3	72.4
05-may	25.4	67.8	05-jun	27.3	60.3	06-jul	27.2	64.4	06-ago	25.7	72.7
06-may	25.7	69.2	06-jun	27.1	63.9	07-jul	27.0	63.3	07-ago	25.5	69.1
07-may	25.8	71.0	07-jun	27.6	80.1	08-jul	27.5	63.4	08-ago	24.7	68.2
08-may	26.2	72.7	08-jun	27.3	68.0	09-jul	26.9	65.0	09-ago	25.0	67.7
09-may	26.5	66.9	09-jun	28.1	71.2	10-jul	26.9	66.0	10-ago	24.8	69.6
10-may	26.0	58.8	10-jun	25.5	68.9	11-jul	28.0	70.7	11-ago	25.0	69.5
11-may	26.4	64.0	11-jun	24.5	71.8	12-jul	27.6	68.5	12-ago	25.8	68.1
12-may	25.8	62.4	12-jun	24.8	65.8	13-jul	28.2	70.2	13-ago	26.5	67.6
13-may	26.0	67.1	13-jun	24.4	64.8	14-jul	27.6	68.7	14-ago	25.4	69.2
14-may	26.7	68.5	14-jun	24.4	62.8	15-jul	26.0	68.0	15-ago	26.3	69.9
15-may	26.2	73.4	15-jun	25.0	59.3	16-jul	25.1	70.5	16-ago	26.5	69.9
26.8	64.6		26.8	64.1		26.8	66.9		26.1	67.2	

Cuadro A5. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 1 al muestreo 4 para la localidad de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Mes 1	T ° C	H R	Mes 2	T ° C	H R	Mes 3	T ° C	H R	Mes 4	T ° C	H R
12-dic	28.9	55.2	12-ene	30.1	58.2	12-feb	30.3	60.4	15-mar	30.3	64
13-dic	29.9	54.9	13-ene	32.5	56.9	13-feb	32.1	60.7	16-mar	30.4	64.3
14-dic	29.5	55.5	14-ene	29.4	53.8	14-feb	30.6	60.8	17-mar	30.7	64.2
15-dic	28.3	57.5	15-ene	28.2	51.2	15-feb	30.4	60.7	18-mar	30.2	62.9
16-dic	28.9	56.5	16-ene	29.3	61.1	16-feb	29.7	61.6	19-mar	30.8	63.9
17-dic	28.9	57.2	17-ene	28.7	62.7	17-feb	29.5	60.1	20-mar	30.3	64.7
18-dic	30.2	54.6	18-ene	32.6	66.2	18-feb	31.9	60.7	21-mar	30.5	67.6
19-dic	30.3	54.6	19-ene	32.5	61.6	19-feb	32.8	62.6	22-mar	30.7	65.8
20-dic	31.4	58.9	20-ene	33.4	56.8	20-feb	32.3	63.8	23-mar	30.6	69.0
21-dic	30.4	59.6	21-ene	32.9	63.1	21-feb	32.8	64.2	24-mar	31.1	66.8
22-dic	28.9	58.2	22-ene	28.4	64.7	22-feb	31.2	63.4	25-mar	31.6	67.5
23-dic	28.7	59.8	23-ene	29.9	72.0	23-feb	31.8	64.8	26-mar	31.8	64.2
24-dic	29.3	59.3	24-ene	29.7	70.1	24-feb	31.7	63.5	27-mar	30.5	65.6
25-dic	29.3	60.9	25-ene	33.3	67.6	25-feb	31.8	67.5	28-mar	30.1	69.5
26-dic	28.4	62.7	26-ene	28.2	68.2	26-feb	29.9	66.8	29-mar	30.2	66.6
27-dic	28.1	61.0	27-ene	28.5	65.0	27-feb	30.8	67.9	30-mar	30.9	63.7
28-dic	27.4	60.4	28-ene	28.4	63.7	28-feb	30.1	67.5	31-mar	31.4	61.5
29-dic	28.5	62.1	29-ene	29.3	62.6	01-mar	29.9	67.9	01-abr	30.2	62.2
30-dic	28.7	64.1	30-ene	29.9	65.5	02-mar	29.4	68.3	02-abr	31.4	61.8
31-dic	29.1	64.6	31-ene	29.2	66.3	03-mar	29.8	67.4	03-abr	31.1	68.2
01-ene	29.5	64.1	01-feb	29.9	69.9	04-mar	29.6	67.8	04-abr	31.1	66.4
02-ene	29.2	64.7	02-feb	31.3	64.8	05-mar	31.9	66.3	05-abr	30.2	68.2
03-ene	28.4	65.7	03-feb	29.3	64.8	06-mar	30.7	67.7	06-abr	31.7	66.8
04-ene	29.9	63.7	04-feb	28.7	60.8	07-mar	29.5	66.3	07-abr	30.3	67.4
05-ene	29.3	61.7	05-feb	29.1	60.3	08-mar	29.1	67.7	08-abr	31.2	62.5
06-ene	28.7	60.6	06-feb	29.4	60.6	09-mar	31.1	66.6	09-abr	31.1	67.8
07-ene	28.6	62.5	07-feb	28.2	60.5	10-mar	29.1	67.9	10-abr	31.7	64.3
08-ene	28.7	62.6	08-feb	29.2	60.4	11-mar	30.4	66.8	11-abr	31.9	61.8
09-ene	29.6	60.5	09-feb	30.5	61.8	12-mar	31.6	64.6	12-abr	31.2	64.4
10-ene	28.4	61.2	10-feb	28.7	60.9	13-mar	29.4	66.4	13-abr	31.5	61.1
11-ene	28.1	60.1	11-feb	28.9	61.4	14-mar	29.3	66.3	14-abr	31.5	62.3
29.1	60.2		29.9	62.7		30.7	65		30.9	65.1	

Cuadro A6. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 5 al muestreo 8 para la localidad de Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca.

Mes 5	T ° C	H R	Mes 6	T ° C	H R	Mes 7	T ° C	H R	Mes 8	T ° C	H R
15-abr	29.1	61.7	16-may	29.2	70.2	16-jun	30.6	68.3	17-jul	31.5	71.7
16-abr	30.1	65.6	17-may	29.4	66.7	17-jun	30.2	69.2	18-jul	31.8	71.9
17-abr	30.3	67.9	18-may	30.5	67.6	18-jun	30.5	69.9	19-jul	31.6	73.8
18-abr	30.4	66.6	19-may	30.3	65.2	19-jun	30.6	69.1	20-jul	31.7	72.3
19-abr	30.8	68.7	20-may	29.2	66.6	20-jun	30.9	69.5	21-jul	31.3	72.2
20-abr	30.2	65.4	21-may	29.9	67.6	21-jun	31.2	69.6	22-jul	31.8	71.5
21-abr	30.1	63.1	22-may	29.8	66.8	22-jun	29.1	69.2	23-jul	31.2	71.7
22-abr	30.5	64.7	23-may	29.4	67.2	23-jun	30.3	69.6	24-jul	31.4	70.6
23-abr	30.2	67.9	24-may	29.7	70.6	24-jun	29.9	69.6	25-jul	31.2	71.2
24-abr	30.5	69.2	25-may	29.5	69.3	25-jun	29.3	69.9	26-jul	31.3	71.2
25-abr	29.3	66.7	26-may	29.9	69.1	26-jun	30.7	68.8	27-jul	31.1	71.1
26-abr	28.9	62.2	27-may	29.6	69.8	27-jun	29.3	69.6	28-jul	31.1	71.8
27-abr	28.1	61.5	28-may	30.5	69.1	28-jun	29.8	69.3	29-jul	31.2	73.6
28-abr	29.1	62.5	29-may	29.9	69.6	29-jun	29.3	69.9	30-jul	30.1	72.1
29-abr	29.3	60.6	30-may	30.5	67.6	30-jun	29.4	69.6	31-jul	31.1	73.8
30-abr	28.5	61.8	31-may	30.2	69.5	01-jul	29.6	69.9	01-ago	31.4	74.5
01-may	29.1	61.4	01-jun	30.8	69.7	02-jul	29.3	69.2	02-ago	30.3	71.5
02-may	29.4	61.8	02-jun	29.8	69.3	03-jul	29.2	70.8	03-ago	31.2	73.2
03-may	29.8	76.1	03-jun	30.3	69.8	04-jul	30.2	70.3	04-ago	30.2	81.3
04-may	31.4	71.3	04-jun	30.1	70.2	05-jul	30.3	70.1	05-ago	31.3	80.4
05-may	30.1	72.1	05-jun	29.5	70.4	06-jul	29.8	69.2	06-ago	31.8	82.6
06-may	30.6	71.0	06-jun	30.6	71.5	07-jul	30.1	70.7	07-ago	31.4	80.2
07-may	30.8	72.3	07-jun	30.5	69.3	08-jul	30.5	71.1	08-ago	31.5	81.1
08-may	31.4	73.3	08-jun	30.7	71.8	09-jul	29.8	72.2	09-ago	30.5	81.3
09-may	29.9	72.6	09-jun	30.4	70.2	10-jul	29.1	71.8	10-ago	31.6	81.2
10-may	31.3	73.4	10-jun	30.2	71.2	11-jul	30.1	70.7	11-ago	30.6	78.2
11-may	30.1	72.1	11-jun	30.4	71.8	12-jul	29.5	71.3	12-ago	30.7	81.6
12-may	30.7	73.8	12-jun	30.1	72.3	13-jul	30.2	70.9	13-ago	30.9	82.1
13-may	29.9	72.7	13-jun	30.5	71.3	14-jul	29.3	71.7	14-ago	31.1	83.9
14-may	29.2	70.4	14-jun	30.1	72.8	15-jul	29.2	70.8	15-ago	30.3	83.6
15-may	29.3	70.5	15-jun	30.4	72.5	16-jul	30.4	70.8	16-ago	31.3	83.2
	29.7	67.8		30.1	69.6		29.9	70.1		31.1	76.3

Cuadro A7. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 1 al muestreo 4 para la localidad de El Ciruelo, Oaxaca.

Mes 1	T ° C	HR	Mes 2	T ° C	HR	Mes 3	T ° C	HR	Mes 4	T ° C	HR
12-dic	29.1	72.8	12-ene	28.5	65.7	12-feb	28.3	66.6	15-mar	29.7	68.7
13-dic	29.1	71.8	13-ene	27.9	61.7	13-feb	28.9	69.8	16-mar	29.6	69.3
14-dic	28.4	67.7	14-ene	29.0	62.7	14-feb	28.4	68.2	17-mar	29.3	70.6
15-dic	28.5	68.9	15-ene	28.3	69.7	15-feb	29.6	67.6	18-mar	29.9	70.3
16-dic	28.7	66.7	16-ene	28.9	61.4	16-feb	28.1	65.1	19-mar	30.1	70.5
17-dic	28.9	65.3	17-ene	29.0	62.6	17-feb	27.9	66.4	20-mar	30.2	60.8
18-dic	29.5	62.4	18-ene	29.4	69.6	18-feb	28.3	68.2	21-mar	30.3	68.7
19-dic	29.3	69.6	19-ene	29.7	72.9	19-feb	28.3	71.9	22-mar	30.1	67.8
20-dic	28.7	62.5	20-ene	29.9	69.4	20-feb	28.5	71.2	23-mar	29.8	70.2
21-dic	29.0	61.4	21-ene	30.2	68.5	21-feb	28.9	69.4	24-mar	29.9	69.9
22-dic	28.7	61.2	22-ene	30.2	68.1	22-feb	29.1	68.4	25-mar	30.3	69.6
23-dic	28.7	64.3	23-ene	29.9	68.0	23-feb	29.4	71.3	26-mar	30.4	70.4
24-dic	28.4	65.1	24-ene	29.5	71.5	24-feb	29.1	71.7	27-mar	30.2	70.2
25-dic	29.0	64.3	25-ene	29.5	69.7	25-feb	29.1	70.3	28-mar	30.0	70.8
26-dic	29.2	66.2	26-ene	29.2	70.7	26-feb	28.6	67.3	29-mar	29.9	70.3
27-dic	28.9	64.5	27-ene	29.3	69.2	27-feb	28.4	68.6	30-mar	30.0	70.7
28-dic	28.8	67.0	28-ene	29.1	72.3	28-feb	29.5	69.1	31-mar	30.8	70.4
29-dic	28.4	68.7	29-ene	29.3	61.7	01-mar	29.0	68.7	01-abr	31.0	69.4
30-dic	28.5	66.7	30-ene	28.7	60.6	02-mar	28.9	66.3	02-abr	30.6	71.4
31-dic	28.8	67.7	31-ene	28.6	62.5	03-mar	29.2	65.5	03-abr	30.5	68.2
01-ene	28.1	61.0	01-feb	28.7	62.6	04-mar	29.2	67.6	04-abr	30.5	70.6
02-ene	27.4	60.4	02-feb	29.6	60.5	05-mar	29.3	68.9	05-abr	30.4	68.2
03-ene	28.5	62.1	03-feb	28.4	61.2	06-mar	29.3	68.1	06-abr	30.7	67.2
04-ene	28.7	64.1	04-feb	28.1	60.1	07-mar	29.9	69.7	07-abr	30.1	67.1
05-ene	29.1	64.6	05-feb	29.7	70.1	08-mar	30	69.2	08-abr	29.3	66.9
06-ene	29.5	64.1	06-feb	29.4	72.5	09-mar	28.9	65.2	09-abr	28.4	68.7
07-ene	29.2	64.7	07-feb	29.9	69.9	10-mar	29.9	66.9	10-abr	30.8	71.8
08-ene	28.4	65.7	08-feb	30.1	70.8	11-mar	29.5	65.5	11-abr	30.7	70.1
09-ene	29.9	62.7	09-feb	29.8	70.6	12-mar	28.3	67.5	12-abr	30.5	70.8
10-ene	28.9	65.2	10-feb	29.4	68.4	13-mar	28.9	66.5	13-abr	31.0	71.5
11-ene	30.2	64.6	11-feb	29.6	69.2	14-mar	30.3	64.6	14-abr	31.1	70.3
28.9	65.3		29.3	66.9		29	68.1		30.2	69.4	

Cuadro A8. Datos de humedad relativa (HR) y Temperatura del muestreo 1 al muestreo 4 para la localidad de El Ciruelo, Oaxaca.

Mes 5	T ° C	HR	Mes 6	T ° C	HR	Mes 7	T ° C	HR	Mes 8	T ° C	HR
15-abr	29.1	61.7	16-may	28.5	61.4	16-jun	28.4	61.7	17-jul	30.7	65.6
16-abr	29.1	62.3	17-may	28.9	61.8	17-jun	29.3	62.2	18-jul	30.4	67.9
17-abr	28.3	63.6	18-may	29.2	63.4	18-jun	28.6	61.5	19-jul	29.2	66.6
18-abr	30.4	62.8	19-may	29.7	62.3	19-jun	27.9	62.5	20-jul	29.4	68.7
19-abr	29.8	63.5	20-may	29.4	61.2	20-jun	28.5	60.6	21-jul	29.5	65.4
20-abr	29.2	62.8	21-may	28.3	63.7	21-jun	28.8	63.8	22-jul	29.9	63.1
21-abr	29.1	63.1	22-may	29.6	63.5	22-jun	29.7	62.4	23-jul	29.8	64.7
22-abr	28.5	64.7	23-may	29.9	66.5	23-jun	30.1	62.8	24-jul	29.4	67.9
23-abr	29.2	65.2	24-may	28.1	64.7	24-jun	30.7	64.7	25-jul	29.7	69.2
24-abr	30.5	63.8	25-may	28.3	63.8	25-jun	29.6	65.3	26-jul	29.5	74.9
25-abr	29.3	63.1	26-may	29.7	67.7	26-jun	29.2	65.9	27-jul	29.9	73.8
26-abr	29.9	62.2	27-may	30.2	63.4	27-jun	28.6	64.3	28-jul	29.4	72.7
27-abr	29.1	61.5	28-may	29.2	66.6	28-jun	29.5	66.5	29-jul	29.4	70.4
28-abr	29.1	62.5	29-may	28.8	65.9	29-jun	29.9	67.8	30-jul	30.2	70.5
29-abr	29.3	60.6	30-may	28.5	68.8	30-jun	29.5	69.5	31-jul	29.3	72.3
30-abr	28.5	61.8	31-may	30.1	69.9	01-jul	28.8	69.9	01-ago	30.2	73.3
01-may	29.8	65.6	01-jun	29.4	70.4	02-jul	28.5	68.6	02-ago	29.5	72.6
02-may	29.5	67.9	02-jun	30.8	70.3	03-jul	29.7	70.4	03-ago	29.6	73.4
03-may	29.6	66.6	03-jun	29.4	70.1	04-jul	29.5	72.1	04-ago	30.5	72.1
04-may	28.5	68.7	04-jun	30.1	71.3	05-jul	30.4	71.3	05-ago	29.8	71.2
05-may	28.3	65.4	05-jun	30.6	72.1	06-jul	29.2	72.1	06-ago	30.9	72.6
06-may	28.6	67.9	06-jun	30.8	71.0	07-jul	28.8	71.4	07-ago	29.7	75.2
07-may	29.4	69.2	07-jun	31.4	72.3	08-jul	29.2	74.8	08-ago	29.8	74.4
08-may	28.5	66.7	08-jun	30.9	73.3	09-jul	29.3	72.9	09-ago	30.6	75.1
09-may	29.7	68.9	09-jun	31.5	72.6	10-jul	30.2	71.6	10-ago	30.1	78.8
10-may	29.8	69.9	10-jun	30.1	73.4	11-jul	29.1	73.4	11-ago	30.5	76.6
11-may	28.4	70.1	11-jun	30.7	72.1	12-jul	29.7	71.8	12-ago	29.9	70.4
12-may	28.3	70.8	12-jun	29.9	73.8	13-jul	29.1	72.7	13-ago	30.5	71.8
13-may	28.7	68.4	13-jun	30.2	72.7	14-jul	29.5	73.3	14-ago	29.4	77.3
14-may	29.6	69.7	14-jun	30.3	70.4	15-jul	29.1	71.2	15-ago	29.5	77.4
15-may	29.1	67.8	15-jun	29.8	70.5	16-jul	29.4	70.5	16-ago	30.5	76.2
	29.2	65.4		29.8	68.1		29.3	68.2		29.9	71.7