

**EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE EMPAQUES, TEMPERATURA Y
CONTENIDO DE HUMEDAD, SOBRE EL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO
DE SEMILLAS DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)**

**MAGDALY M. MAYORGA MORALES
JOHN J. OBANDO VERDUGO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2007**

**EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE EMPAQUES, TEMPERATURA Y
CONTENIDO DE HUMEDAD, SOBRE EL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO
DE SEMILLAS DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)**

**MAGDALY M. MAYORGA MORALES
JOHN J. OBANDO VERDUGO**

**Tesis de Grado presentado como requisito parcial para
Optar al título de
INGENIERO AGRONOMO**

**Presidente de Tesis
HERNANDO CRIOLLO ESCOBAR, I.A. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2007**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”.

Artículo 1º del archivo del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Asesor

Jurado A

Jurado B

San Juan de Pasto, Marzo de 2007.

A Dios por la vida y la oportunidad de vivirla, a mis padres por su paciencia, por su apoyo, por ser la guía en mi sendero, por su infinito amor, a ellos gracias por todo lo que soy, a mis hermanitos, por sus consejos y por estar siempre a mi lado, a mis familiares y amigos por el cariño y la amistad. Y a mi compañerito de tesis John O. por su colaboración....

GRACIAS.

MAGDY.

A mis padres Miguel y Rosa Inés
A mis hermanos Diego y Orlando
A mis amigos Omar Mipaz,
Diego Jojoa y Johan Maya
Y a mi compañera de Tesis Magdaly

JOHN OBANDO V.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Hernando Criollo Escobar. I.A. M.Sc, Presidente de la investigación. Gracias a su amistad, tiempo y paciencia y por sus valiosas orientaciones durante el desarrollo de este trabajo.

Oscar Eduardo Checa Coral. Ph.D, asesor delegado, por sus aportes, su confianza y su amistad.

Álvaro Moncayo Moncayo. I.A. jurado, por su colaboración y amistad.

Néstor Angulo Ramos. I.A. M.Sc, jurado de esta investigación.

Walter Vallejo Calderón. Por su confianza y su valiosa colaboración al facilitarnos su oficina y los equipos necesarios para la ejecución de esta investigación.

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño

Y a todos aquellos que nos apoyaron y destinaron un poco de su tiempo en el desarrollo del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	19
1. MARCO TEORICO	21
1.1. GENERALIDADES	21
1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA	22
1.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	22
1.4. LA SEMILLA	23
1.5. MADUREZ FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA	24
1.6. CALIDAD DE LA SEMILLA	25
1.7. DETERIORO DE SEMILLAS	26
1.7.1. Características del deterioro	27
1.8. ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS	28
1.9. FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO	30
1.10. EMPAQUES PARA ALMACENAR SEMILLAS	32
1.10.1. Tipos de empaques	33
1.10.1.1. Empaques de algodón	33
1.10.1.2. Empaques de papel	33
1.10.1.3. Empaques de polietileno	34
1.11. PRUEBA DE TETRAZOLIO	34
1.12. GERMINACION Y VIGOR DE LAS SEMILLAS	35
1.13. LATENCIA	37
1.14. LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS	38
2. DISEÑO METODOLOGICO	39
2.1. LOCALIZACION	39
2.2. OBTENCION DE SEMILLAS	39
2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	40
2.4. TRATAMIENTOS	40
2.4.1. Almacenamiento de semillas	40
2.4.2. Empaques	41
2.4.3. Contenido de humedad de las semillas	41
2.5. EVALUACIONES	41
2.5.1. Porcentaje de humedad	41
2.5.2. Porcentaje de germinación	42
2.5.3. Velocidad de emergencia (vigor)	42
2.5.4. Viabilidad de semillas	43
2.6. ANALISIS ESTADISTICO	43
3. RESULTADOS Y DISCUSION	45
3.1. PRIMERA EVALUACION (15 días)	45
3.1.1. Contenido de humedad de las semillas	45
3.1.2. Porcentaje de germinación	47
3.1.3. Índice de vigor (días a emergencia)	50
3.1.4. Porcentaje de viabilidad	54
3.2. DECIMA EVALUACION (150 días)	56

3.2.1. Contenido de humedad de las semillas	56
3.2.2. Porcentaje de germinación	58
3.2.3. Índice de vigor (días a emergencia)	60
3.2.4. Porcentaje de viabilidad	63
3.3. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTADISTICAS A TRAVEZ DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	66
3.3.1. Contenido de humedad de las semillas	66
3.3.2. Porcentaje de germinación	67
3.3.3. Índice de vigor (días a emergencia)	68
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
4.1. CONCLUSIONES	70
4.2. RECOMENDACIONES	71
5. BIBLIOGRAFIA	72
ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Análisis de varianza para las variables porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, vigor y porcentaje de viabilidad, en la primera evaluación (con 15 días de almacenamiento), para los diferentes contenidos de humedad de la semilla, temperatura de almacenamiento y empaque de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L).	46
Tabla 2.	Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable contenido de humedad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente temperatura de almacenamiento.	46
Tabla 3.	Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable germinación después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento.	49
Tabla 4.	Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad de la semilla.	51
Tabla 5.	Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente empaque y temperatura de almacenamiento.	53
Tabla 6.	Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable porcentaje de viabilidad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente empaque.	55
Tabla 7.	Análisis de varianza para las variables porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, vigor y porcentaje de viabilidad en la décima evaluación (con 150 días de almacenamiento), para los diferentes contenidos de humedad de la semilla, temperatura de almacenamiento	56

y empaque de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L).

- | | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 8. | Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable contenido de humedad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente temperatura de almacenamiento. | 57 |
| Tabla 9. | Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable germinación después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. | 59 |
| Tabla 10. | Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. | 60 |
| Tabla 11. | Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable Viabilidad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. | 65 |

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Extracción manual de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L.).	39
Figura 2.	Almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L.) en diferentes tipos de empaque (Envase plástico de plástico, papel y lienzo).	40
Figura 3.	Emergencia de las semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L.).	42
Figura 4.	Variación de los contenidos de humedad de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), después de 15 días de almacenamiento a diferentes temperaturas. (Se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)	47
Figura 5.	Variación del porcentaje de germinación de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), de después de 15 días de almacenamiento a diferentes temperaturas. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)	50
Figura 6.	Promedios para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad de la semilla. (Se incluyen tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)	52
Figura 7.	Promedios para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente empaque y temperatura de almacenamiento. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)	53
Figura 8.	Promedios para el variable porcentaje de viabilidad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente	55

empaques.

- Figura 9. Variación de los contenidos de humedad de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), de después de 150 días de almacenamiento a diferentes temperaturas. 57
- Figura 10. Promedios para la variable germinación después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. 60
- Figura 11. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. 63
- Figura 12. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable viabilidad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. 66
- Figura 13. Comportamiento del contenido de humedad de las semillas estudiada a través del tiempo de almacenamiento. 67
- Figura 14. Comportamiento del porcentaje de germinación estudiada a través del tiempo de almacenamiento. 68
- Figura 15. Comportamiento del vigor (medido en días) estudiado a través del tiempo de almacenamiento. 69

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Promedios de contenido de humedad para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.	Pág. 78
Anexo 2.	Promedios de porcentaje de germinación para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.	79
Anexo 3.	Promedios de vigor (días) para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.	80
Anexo 4.	Promedios de viabilidad (%) para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (<i>Physalis peruviana</i> L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.	81

GLOSARIO

DORMANCIA: Las semillas de la mayoría de las especies germinan tan pronto están dadas las condiciones favorables; pero si las semillas no germinan se dice que son dormantes. Las causas que determinan la dormancia pueden estar presentes en el propio embrión o en la cubierta seminal.

EMBRION: es el producto de repetidas divisiones mitóticas del cigoto y está contenido en la semilla.

EMERGENCIA: Es primera manifestación de la germinación exitosa de la radícula.

ENDOSPERMO: Es la reserva alimentaria contenida en la semilla, conformando casi la totalidad de la semilla. A veces esta reserva se encuentra incluida en los cotiledones, como ocurre siempre en el caso de la dicotiledóneas.

LATENCIA: Estado en el cual una semilla viable se encuentra en reposo y no germina aunque se la coloque en condiciones de humedad, temperatura y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo.

LONGEVIDAD: Circunstancia de alcanzar una edad avanzada.

POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO: capacidad que tiene la semilla para mantener sus características fisiológicas en condiciones de almacenamiento.

PRUEBA DE VIABILIDAD: Diferentes mecanismos utilizados para conocer si una semilla esta viva.

SEMILLAS INTERMEDIAS: Semillas con cierta sensibilidad a la desecación hasta un nivel de humedad relativamente bajo de 7 a 10% (en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 30-50%).

SEMILLAS ORTODOXAS: Aquellas semillas cuya viabilidad se prolonga cuando se disminuye el contenido de humedad para almacenarlas a bajas temperaturas.

SEMILLAS RECALCITRANTES: Aquellas que mueren cuando el contenido de humedad se disminuye o cuando se baja la temperatura y que por lo tanto no pueden almacenarse.

SENESCENCIA: Proceso de envejecimiento antes de la muerte.

TEGUMENTO: Cubiertas exteriores de las semillas.

VIABILIDAD: Tiene probabilidades de poderse llevar a cabo.

VIGOR: Capacidad de la semilla para germinar en condiciones adversas.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fisiología vegetal y en el invernadero de la Universidad de Nariño, con el objeto de establecer el efecto del empaque, la temperatura y el contenido inicial de humedad de las semillas sobre su potencial de almacenamiento. Durante 5 meses, se evaluaron quincenalmente el porcentaje de germinación, vigor, viabilidad y variación del contenido de humedad de las semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L) almacenadas en envases plásticos, bolsas de papel, y bolsas de lienzo; a diferentes temperaturas (4 °C, 8 °C y 12 °C) y contenidos de humedad inicial de la semillas de 6.03%, 10.36% y 14.41%. Se aplicó un diseño DIA con arreglo trifactorial.

Las semillas almacenadas en los tres empaques propuestos y a las diferentes temperaturas, conservaron su potencial germinativo, viabilidad y vigor durante los 150 días de almacenamiento; las variaciones en el potencial germinativo de las semillas al final, estuvieron determinadas por la interacción de los tres factores analizados: empaque, temperatura de almacenamiento y humedad inicial de las semillas; esta interacción se presentó en empaques plásticos a 8°C, en empaques de papel a 12°C y en empaques de lienzo a 4°C y 8°C.

Los mejores tratamientos que permitieron mantener valores altos de germinación, vigor y viabilidad durante los primeros 150 días de almacenamiento fueron en empaques de plástico y de papel, a temperaturas de 4°C y 12°C y con contenidos de humedad de la semilla entre 6,03% y 14,41%.

Las semillas de uchuva en almacenamiento presentaron incrementos en su poder germinativo durante los primeros días; posteriormente, los porcentajes de germinación se estabilizaron durante el tiempo de evaluación.

ABSTRACT

The present work was performed at the vegetal physiology laboratory and at the greenhouse of the Universidad de Nariño, in order to determine the effect of temperature, type of package and initial humidity content of seeds in storage. The percentage of germination, vigor, viability and variation in the humidity content of uchuva (*Physalis peruviana*) seeds stored in different types of packages (plastic containers, paper and linen bags) at different temperatures (4°C, 8°C and 12°C) and different humidity contents (6.03%, 10.36% and 14.41%) were assessed biweekly during five months. A DIA design with trifactorial arrangements was applied.

The seeds stored in the three packages mentioned at different temperatures preserved their germination potential, viability and vigor during the 150 days; the final variations in the germination potential of seeds were determined by the interaction of these three conditions: type of package, storage temperature and initial humidity of seeds; this interaction was observed in hermetic packages at 8°C, in paper packages at 12°C and in linen packages at 4°C and 8°C.

Best treatments that allowed high values of germination potential, viability and vigor during the first 150 days of storage were achieved by using plastic cases as well as paper cases at temperature of 4°C and 12°C and seed humidity between 6.03% and 14.41%.

The stored uchuva seeds showed an increase in the germination capacity during the first days and the germination percentage stabilized during the whole assessment period.

EVALUACION DE DIFERENTES TIPOS DE EMPAQUES, TEMPERATURA Y CONTENIDO DE HUMEDAD, SOBRE EL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)

Por:

MAGDALY M. MAYORGA MORALES
JOHN J. OBANDO VERDUGO

INTRODUCCION

Dentro de los frutales exóticos colombianos, la uchuva (*Physalis peruviana* L.) se destaca como producto en progresiva penetración y posicionamiento en los mercados internacionales, con un consumo también creciente en el mercado nacional. En total se registran 800 hectáreas sembradas de uchuva en Colombia, con una producción de 12.000 toneladas al año, de las cuales solo un 20 % va para el consumo nacional; el 80 % se exporta, especialmente a Alemania, Holanda y Francia. Se cultiva en Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Nariño y Tolima. El principal departamento productor es Cundinamarca, con el 80 % del total de las áreas sembradas¹.

Teniendo en cuenta que la producción de uchuva a nivel comercial se inició en la última década, la mayoría de productores han iniciado su siembra sin el conocimiento del manejo del cultivo y de la comercialización. El aprendizaje sobre el manejo del cultivo se hace a través de experiencias propias de los demás productores de la misma zona.

De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta que la uchuva es una de las frutas tropicales con buenas perspectivas como cultivo promisorio para pequeños y mediamos agricultores de la zona andina y con un mercado externo de óptima demanda, se realizó el presente trabajo con el fin de aportar información sobre aspectos poco estudiados como los relacionados con la producción de semillas y su almacenamiento con miras a maximizar la calidad de estas, garantizando una alta capacidad de desempeño en el campo.

Actualmente, el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) es una excelente alternativa para diversificar la producción agrícola de la región, ya que por su condición de fruta exótica y por su contenido nutricional posee gran demanda en el mercado exterior, razón por la cual tiene mayor ventaja comparativa con respecto

¹ LEDESMA, Julián. Con un amplio horizonte entre sí. En: El Labriego/Julio – Agosto, 2005. p. 6.

a los cultivos tradicionales, de tal modo que su fomento traerá consigo una mayor necesidad de semilla de buena calidad, que asegure la obtención de plantas con un mejor rendimiento.

Hasta el momento el almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) no ha recibido la atención y cuidados necesarios por parte de productores, expendedores de este insumo. Por lo tanto, para evitar pérdidas de viabilidad de las semillas se deben identificar ambientes y empaques que faciliten llevar a cabo un almacenamiento adecuado, de tal manera que se conserven las características fisiológicas de la semilla por mayor tiempo.

En Nariño se está implementando la uchuva, como cultivo de exportación por ser una fruta tropical, exótica, con alto valor nutricional y propiedades medicinales; además de acuerdo con Criollo et al², el cultivo se lo considera como alternativa de reconversión agrícola que busca diversificar cultivos como el trigo y la cebada.

Con este trabajo se pretende contribuir a la investigación en el cultivo de uchuva (*Physalis peruviana* L.), mediante el análisis de tecnologías en el manejo de semillas además, colaborar con el Programa de Mejoramiento de Frutales Andinos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño. Se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el potencial de almacenamiento de las semillas en diferentes temperaturas y diferentes empaques.
- Determinar el efecto del contenido de humedad de las semillas sobre el potencial de almacenamiento.

² CRIOLLO, H., LAGOS, T., RUIZ, H. y MOSQUERA, C. Evaluación de cultivares de uvilla (*Physalis peruviana* L) con base en su capacidad productiva. En: Revista de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto 18 (1) 2001. p. 70-85.

1. MARCO TEORICO

1.1. GENERALIDADES

La uchuva (*Physalis peruviana* L.) fue una fruta conocida por los incas y su origen se atribuye a los valles bajos de Perú y Chile. Es una planta que se ha considerado por mucho tiempo como una maleza y como tal ha sido tratada, con la creencia que es una especie que no requiere de ningún cuidado ni técnica para su producción. Hoy se considera una planta semisilvestre originaria de nuestra zona andina, su nombre científico es precisamente en honor al Perú, pero ha sido Colombia el único país por encima de Bolivia y Ecuador, que se ha preocupado por este frutal, al punto de haberlo ubicado en el primer puesto de exportación de frutas exóticas³.

El nombre científico de la uchuva es (*Physalis peruviana* L.). El género *Physalis* viene de la raíz griega “Physsa”, que significa vejiga o ampolla. En Colombia, la palabra uchuva viene del vocablo indígena “ucuva”, que significa fruto. En inglés se le conoce como “cape goose berry” (por ciudad del cabo), “golden berry” (cereza dorada), “andean cherry” y “ground cherry”; en Ecuador se le conoce como “uvilla”⁴.

A la uchuva se la conoce con varios nombres en diferentes países de América y Europa. Sin embargo en el mercado internacional en general se la llama *Physalis*. Así, en Perú se la llama también capulli, motojobobo embolsado o Capulí en Bolivia, topotopo o chuchuva en Venezuela, capulí o amor en bolsa en Chile, cereza del Perú en México, joha en Hawaii, etc. En España la llaman alquequenje, en Alemania judaskirsche y en Francia coqueret du perou⁵.

³ ANGULO, Rafael. Frutales exóticos de clima frío. Bogotá, Colombia, Bayer CropScience S.A. 2003. p. 28-48.

⁴ ANGULO, Rafael. Op. Cit. p. 29

⁵ CCI. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Desarrollo Agrario. Boletín Agrario N° 10, Febrero 4 de 2003. <http://www.cci.org.co/Manual/Productos/Frutas/Uchuva/uchuva02.htm>

1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Cronquist⁶, la clasificación taxonómica de la uchuva (*Physalis peruviana* L.), corresponde a:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana* L.

1.3. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

La uchuva (*Physalis peruviana* L.), es originaria de los Andes suramericanos, *P. peruviana* es la especie más conocida del género *Physalis*, y se caracteriza por tener un fruto azucarado y con buenos contenidos de vitaminas A y C, además de hierro y fósforo. En diferentes regiones de Colombia se le atribuyen propiedades medicinales tales como las de purificar la sangre, disminuir la albúmina de los riñones, aliviar problemas en la garganta, fortalecer el nervio óptico, limpiar las cataratas, ser un calcificador y controlar la amibiasis, el jugo de la fruta madura tiene altos contenidos de pectinas⁷.

Por ser considerado como un fruto que previene el escorbuto, fue introducido en Sudáfrica por los españoles hace más de 200 años. Desde allí se traslada a Kenia, Zimbabwe, Australia, Nueva Zelanda, Hawai y la India, países en los que se cultiva comercialmente⁸.

Actualmente, la uchuva se encuentra en casi todos los altiplanos de los países tropicales y en varios subtropicales incluyendo Malasia, China y los países del Caribe, entre otros. En la actualidad, Colombia es el mayor productor de uchuva del mundo, seguida por Sudáfrica. A nivel nacional se cultiva en los

⁶ CRONQUIST, Arthur. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University press. 1981, 1260 p.

⁷ CCI. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Desarrollo Agrario. Boletín Agrario N° 10, Febrero 4 de 2003. <http://www.cci.org.co/Manual/Productos/Frutas/Uchuva/uchuva02.htm>

⁸ <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/uchuva.htm>

departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Nariño, Tolima y Cundinamarca, siendo este último el mayor productor de la fruta, con una participación del 80% en el total de la producción nacional, principalmente en los municipios de Granada y Silvana⁹.

1.4. LA SEMILLA

La semilla es el producto de la fecundación del óvulo por el polen, bien sea en forma autógama o con ayuda de agentes polinizadores. Las uchuvas propagadas por semillas varían en crecimiento, vigor, rendimiento y calidad del fruto¹⁰.

La formación de semillas es particular por especie: en términos generales se puede decir que hay tres partes distinguibles, ellas son el embrión, los tejidos de reserva y la cubierta seminal. Cada semilla se puede considerar como una planta en miniatura, provista de reservas y rodeada de una estructura protectora¹¹.

La semilla es de color blanco, en su interior se observa una sustancia semilíquida, cristalina y amorfa que corresponde al embrión. Las paredes que lo contienen son gruesas y de consistencia blanda y translúcida¹².

La semilla es la forma más utilizada por la mayoría de cultivadores de uchuva en Colombia. En diversos estudios se ha encontrado que el peso promedio de 1000 semillas es de 1 g. Un fruto de las uchuvas colombianas produce en promedio 210 a 240 mg de semillas, que corresponden a un número de 250 a 320 por fruto. La semilla representa, en promedio, el 5.4% en peso con relación al fruto. Las semillas presentan un poder germinativo de 6 a 7 años, cuando se almacenan en condiciones de humedad relativa baja (40 a 50%), poca luz y a una temperatura de 10 a 13 °C.¹³

⁹ <http://www.angelfire.com> Op. Cit.

¹⁰ SANDHU, A; SINGH, S; MINHAS, P Y GREWAL, G. Rhizogenesis of shoot cutting of raspberry (*Physalis peruviana* L.). Indian Journal of Horticulture. 46(3): 376-378, 1989.

¹¹ EUV. EDICIONES UNIVERSITARIAS DE VALPARAISO. Semillas de Hortalizas. Manual de producción. Universidad Católica de Valparaíso. Chile 2005
http://www.euv.cl/archivos_pdf/libros_nuevos/semillas_de_hortalizas.pdf

¹² UPEGUI, Paula. Determinación de la Madurez Fisiológica de Semillas de Uvilla (*Physalis peruviana* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2005. 82 p.

¹³ VILLAMIZAR, F; RAMÍREZ, A Y MENES, M. 1993. Estudio de caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva *Physalis peruviana* L., en Agro Desarrollo 4 (1-2), págs. 305-320.

1.5. MADUREZ FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA

La madurez del fruto y de la semilla constituye la última fase del proceso reproductivo y se caracteriza por la presencia de profundos cambios físicos y químicos en ambas estructuras. Después de la fertilización del óvulo, el ovario comienza a aumentar rápidamente de tamaño; este incremento de tamaño va acompañado de cambios de color, peso, contenido de humedad, olor, sabor, textura y consistencia, así como del incremento de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales y compuestos nitrogenados¹⁴.

El punto de máximo peso de la materia seca, coincide con aquel en el cual la semilla alcanza el máximo vigor y poder germinativos; en este punto, la semilla puede desempeñar eficientemente todas las funciones fisiológicas propias y se denomina punto de madurez fisiológica; de este momento en adelante, el peso seco, el vigor y el poder germinativo tienden a disminuir debido a procesos de deterioro¹⁵.

En el fruto, las semillas de *P. peruviana*, alcanzan una humedad mínima del 31.9% y su madurez fisiológica comienza a partir de los 75 días después de la antesis¹⁶.

La maduración fisiológica comprende todas las alteraciones morfológicas, fisiológicas, biológicas y funcionales que ocurren en las semillas desde la etapa de la fecundación del óvulo hasta que adquiere su independencia de la planta (Madurez fisiológica)¹⁷.

El estudio de los procesos de maduración de la semilla, es útil principalmente para determinar el punto de cosecha ideal, cuando se requiere obtener semillas de alta calidad. Se debe anotar que el punto de madurez fisiológica varía con la especie y está en función de las condiciones nutricionales y ambientales¹⁸.

¹⁴ LUTTE, U.; KLUGE, M y BAUER, G. 1993. Botánica. Madrid: McGrawHill, 1993. 572 p.

¹⁵ POPINIGIS, F. Fisiología da semente. 1985. 2ª ed. Brasilia. 289 p.

¹⁶ UPEGUI, Paula. Determinación de la Madurez Fisiológica de Semillas de Uvilla (*Physalis peruviana* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2005. 82 p.

¹⁷ AZEVEDO, J., y LAUDARES, L. Inf. Agropecuario, Belo Horizonte, 8(91):28-31. 1982.

¹⁸ GONCALVES, M., y NASCIMENTO, W. Determinacao do ponto de maturidade fisiologica de sementes de ervilha cv. Dileta. Hort. Brasileira, 12(2):184-186. 1994.

1.6. CALIDAD DE LA SEMILLA

La calidad de la semilla es la sumatoria de las características genéticas, físicas, fisiológicas y sanitarias que se relacionan con su capacidad para originar plantas de alto rendimiento. La alta calidad se traduce en uniformidad de la población, ausencia de enfermedades, alto vigor de la planta y mayor productividad¹⁹.

La calidad genética se refiere al origen de la semilla, homogeneidad, potencial productivo, resistencia a plagas y enfermedades, precocidad y calidad del producto, la calidad física implica un bajo contenido de material inerte y de semillas de otros cultivos y malezas, además del contenido adecuado de humedad, peso, tamaño, color y apariencia; la calidad sanitaria exige la ausencia de hongos, bacterias, virus, nemátodos e insectos que causen problemas a la semilla o que se transmiten a la planta causando daños a la producción; la calidad fisiológica determina la capacidad para desempeñar funciones vitales y está caracterizada por su germinación, vigor y potencial de almacenamiento²⁰.

La calidad fisiológica de la semilla es la capacidad que tiene para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que la semilla madura llega a la máxima vitalidad; a partir de ese momento empieza a envejecer o perder vigor, porque la misma sigue respirando y gastando energía para mantener sus funciones vitales. Por ello el ambiente en el que se almacene debe ser fresco y seco. El nivel extremo de envejecimiento es la muerte o pérdida de la capacidad para dar una planta normal y vigorosa²¹.

Según Douglas²², la calidad de las semillas exige tomar una serie de medidas durante todo el proceso de la producción, tales como:

- En la fase de precosecha: utilización de semillas de calidad, preparación del suelo, fertilización adecuada, riego, eliminación de plantas atípicas y malezas, control de plagas y enfermedades, cosecha oportuna.
- Durante el secamiento: temperatura y tiempo de secado adecuados.

¹⁹ POPININGIS, F. Op. Cit. p. 172

²⁰ POPININGIS, F. Op. Cit. p. 173

²¹ CRAVIOTTO, Roque y ARANGO, Myriam. INTA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. Calidad de Semillas, Santa fé, Argentina
http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm 2006.

²² DOUGLAS, J. Programa de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1991. 357 p.

- Durante el acondicionamiento: evitar la contaminación de semillas para mantener un alto porcentaje de semilla pura, reducir daños a la semilla, tratamiento si fuera necesario, empaque, identificación y almacenamiento en condiciones adecuadas.
- Manejo cuidadoso durante el transporte.

1.7. DETERIORO DE SEMILLAS

El deterioro podría entenderse, como la serie de cambios que ocurren en las semillas con el transcurrir del tiempo, afectando funciones vitales por ende su desempeño hasta provocar su muerte.²³

El deterioro de semillas es uno de los factores que más contribuyen al incremento de los costos de producción de los cultivos, y que se pueden considerar como uno de los principales problemas económicos de la producción agrícola. Las semillas son sensibles a la acción de diversos factores bióticos y abióticos, los cuales conducen al deterioro²⁴.

El deterioro de semilla incluye toda transformación degenerativa irreversible después de que la semilla ha alcanzado su máximo nivel de calidad²⁵.

Según Delouche²⁶, este deterioro es inexorable, irreversible, mínimo en la madurez fisiológica y progresivo, aunque variable según las especies, los lotes de semillas de la misma especie y entre semillas. El deterioro de la semilla se inicia desde el momento en que ésta alcanza su máxima calidad; el reto está en mantener esa calidad durante el mayor tiempo posible.

Silva²⁷, describe que las manifestaciones del deterioro se presentan como reducción en el vigor y crecimiento de las plántulas, mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos, de su uniformidad en la emergencia y finalmente, reducción en el rendimiento. Además de los síntomas visuales, se sabe que el

²³ QUIROS, Walter y CARRILLO, Orlando. OFINASE. OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS. La importancia del insumo semilla de buena calidad <http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc> 2006.

²⁴ SILVA, Carlos. Aspectos relacionados con el deterioro de las semillas. Revista ICA. Produmedios Bogotá, 1993. Pp. 137-147.

²⁵ ABDUL-BAKI, A.A. y ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. Seed biology. New York, Academic Press. Vol. 2. 1972. Pp. 283-315.

²⁶ DELOUCHE, J. Determinants of seed quality. Seed Technology Laboratory. Missisipi State University, Missisipi, 1971.

²⁷ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 138

deterioro es el resultado inicial de las alteraciones en la fisiología y bioquímica celular de las semillas.

Según McDonald y Nelson²⁸, se han formulado una serie de teorías tendientes a explicar el deterioro de las semillas las cuales pueden sintetizarse en las siguientes: consumo progresivo de los materiales de reserva, a su composición química, pérdida de la integridad de las membranas, alteración enzimática y daños de tipo genético que pueden originar mutaciones que inhabilitan a las células para duplicarse.

Las semillas, luego de la cosecha, quedan sujetas a pequeñas pero continuas transformaciones en sus reservas. Dentro de ciertos límites, la elevación del contenido de humedad de la semilla y la temperatura ambiente provocan el aumento en la tasa respiratoria y, en forma consecuente, el incremento en la velocidad de deterioro; esta depende también de la sanidad y estado físico de las de las semillas, las bajas temperaturas, el agua contenida en el aire se condensa más rápidamente haciéndose más eficiente la absorción por parte de la semilla, que tiene altos contenidos de sustancias higroscópicas²⁹.

Según Abdul-Baki³⁰, hay tres condiciones para que las semillas conserven su potencial de desempeño: 1) la alta organización del sistema célula-membranas que debe alcanzarse en el desarrollo de la semilla; 2) la desorganización de este sistema causada por la deshidratación en la postmaduración debe ser de tal forma que pueda reorganizarse fácilmente durante la hidratación 3) que durante la rehidratación, todas las membranas deben estar organizadas antes de que las semillas alcancen su hidratación completa. Estos tres aspectos son fundamentales en la severidad de los cambios que sufren las semillas durante el deterioro.

1.7.1. Características del deterioro

- El deterioro de la semilla es el proceso inexorable o inevitable.
- El deterioro es irreversible.
- Existen diferencias inherentes entre especies en cuanto a la longevidad de la semilla.
- El deterioro es mínimo en la maduración de la semilla.
- La velocidad de deterioro varía entre lotes de la misma variedad.

²⁸ MCDONALD, M. y NELSON, C. Physiology of seed deterioration. Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin. 1986. 123 p.

²⁹ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 139

³⁰ ABDUL- BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigor. Hort. Sci. 1980. Pp. 765-771

- La velocidad de deterioro varía entre semillas individuales dentro de un lote³¹.

El aspecto más importante de la relación entre deterioro de semillas y la germinación, puede ser declarado simplemente como: La pérdida de la capacidad de germinación es la consecuencia o el efecto final práctico de deterioro³².

1.8. ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

La importancia del almacenamiento de semillas se ha reconocido desde que el hombre comenzó a domesticar las plantas; la duración de este almacenamiento depende de la especie y de los objetivos que se persigan ya que no todas las especies responden al ambiente de almacenamiento de la misma forma; actualmente las semillas se clasifican según su comportamiento durante el almacenamiento en tres categorías principales: semillas ortodoxas, semillas recalcitrantes y semillas intermedias³³.

El objetivo del almacenamiento es mantener la capacidad germinativa de la semilla y esto generalmente requiere unas condiciones más estrictas que la conservación de la calidad nutricional o industrial. Después de la recolección la semilla mantiene su capacidad germinativa original o muy próxima al menos durante un periodo de semanas, meses o incluso años³⁴.

Las semillas ortodoxas pueden secarse, sin sufrir daño, hasta bajos contenidos de humedad (2-6% dependiendo de la especie) en un amplio rango de ambientes y su longevidad se incrementa con la disminución de la humedad y la temperatura de almacenamiento. Las semillas ortodoxas satisfacen dos condiciones:

1) Dependiendo de la especie las semillas maduras pueden secarse hasta alcanzar contenidos de humedad entre 2 y 6%, por encima de este valor se presenta una relación logarítmica negativa entre contenido de humedad y la longevidad; 2) con un contenido de humedad constante, hay una relación negativa entre la temperatura y la longevidad de la semilla³⁵.

³¹ DELOUCHE, J. Calidad y desempeño de la semilla. Revista Internacional de las semillas. http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed95/artigocapa95_esp.shtm. 2005.

³² DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 177

³³ HONG, T. y ELLIS, Roberts. Protocol to determine seed storage behaviour. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma. 1996. 63 p.

³⁴ DELOUCHE, J. Op. Cit. P. 177

³⁵ HONG, T. y ELLIS, Roberts. Op. Cit. p. 25

Las semillas ortodoxas son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10 % y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, y por lo tanto es posible su conservación por períodos largos sin perder su capacidad germinativa. Esta capacidad para tolerar la desecación se debe principalmente a que por el proceso normal de maduración, estas semillas van perdiendo humedad y es así que cuando son dispersadas desde el árbol, o bien cuando aún permanecen en él estando maduras, su contenido de humedad es bajo³⁶.

Al segundo grupo pertenecen las semillas que no se pueden secar hasta llegar a bajos contenidos de humedad ya que pierden viabilidad. Al contrario de las semillas ortodoxas este tipo de semillas llegan al estado de madurez con altos contenidos de humedad. Por lo tanto su almacenamiento es factible solo por cortos períodos y en lo posible deben ser sembradas inmediatamente³⁷.

Es necesario tener en cuenta que el almacenamiento de las semillas empieza desde el momento en que estas alcanzan su madurez y terminan cuando se inicia el proceso de la germinación. Las condiciones que se presenten durante todo este tiempo y las especies, determinan la velocidad del deterioro de las semillas; la humedad de las semillas y su temperatura son los factores mas importantes de almacenamiento³⁸.

Hartman et al.³⁹, afirman que generalmente las semillas son almacenadas después de la cosecha por diversos periodos de tiempo. Su viabilidad al fin de este periodo de almacenamiento es el resultado de: a). Su viabilidad inicial en la cosecha, está determinada por los factores de la producción y métodos de manejo b). El grado o razón en que tiene lugar la deterioración esta razón de cambio fisiológico o envejecimiento esta asociado: a). Con la clase o especie de semilla b.) Las condiciones ambientales de almacenamiento.

³⁶ VASQUEZ, C; OROZCO, A; ROJAS, M; SANCHEZ, M. y CERVANTES, V. La reproducción de las plantas. Fondo de cultura económica. Semillas y Meritemos. 1ª ed. México, D.F. http://omega.ilce.edu.mx:3000/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm 1996.

³⁷ CESAF. CENTRO DE SEMILLAS Y ARBOLES FORESTALES. Almacenamiento de Semillas. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 2005 <http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n2/3.htm>

³⁸ AGUIRRE, R. y PESKE, S. Manual para el beneficio de semillas. Cali, Colombia, Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT). 1992. 248 p.

³⁹ HARTMAN, H., KESTER, D. y HUDSON, D. Propagación de plantas. México, Editorial Continental, 1962. 96 p.

El buen almacenamiento no mejora la calidad de la semilla sino que mantiene la calidad inicial. El deterioro de la semilla no se puede evitar, pero la velocidad del proceso si se puede controlar⁴⁰.

De acuerdo a los factores controlados dentro del almacenamiento se pueden distinguir diferentes tipos⁴¹.

- *Almacenamiento abierto* (Sin control de humedad y temperatura): Es posible de aplicar en climas secos o en semillas con cubierta dura, siempre que las semillas hayan sido secadas, aunque este tipo de almacenamiento puede no ser el más adecuado.
- *Almacenamiento Cálido* (Con control de humedad): Supera a la técnica anterior ya que las semillas que han sido secadas pueden almacenarse en bolsas selladas que aseguren minimizar las fluctuaciones de humedad.
- *Almacenamiento en Frío*: Este tipo es mucho más recomendable ya sea controlando o no la humedad. Aunque el procedimiento más satisfactorio es bajar el contenido de humedad de las semillas y almacenarlas en recipientes sellados y a temperaturas bajas, de esta forma se puede mantener la longevidad al máximo.
- *Almacenamiento Frío – Húmedo*: Consiste en colocar la semilla en recipientes que mantenga humedad o mezclarlos con algún material que retengan la humedad. (Por ejemplo arena húmeda). Semillas recalcitrantes podrán ser almacenadas de esta manera, pero por poco tiempo y con presencia de oxígeno, ya que las semillas continúan respirando.

1.9. FACTORES QUE AFECTAN EL ALMACENAMIENTO

Varios estudios han revelado que la susceptibilidad de las semillas al deterioro es una consecuencia de su constitución genética y que hay diferencias entre especies y variedades en el nivel y en la tasa de deterioro en un determinado ambiente; la temperatura y la humedad relativa durante el almacenamiento, son los factores de mayor relevancia⁴².

⁴⁰ ROMAN, Lucia. Principios básicos para un buen almacenamiento de semillas. ICA Informa. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia. Vol. 14, N°. 1 1980. p. 26-30.

⁴¹ HARTMAN, H. y KESTER, D. Propagación de plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 1988. 760 p.

⁴² SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 139

Según Criollo⁴³, el estudio de las condiciones que determinan el deterioro de la semilla en almacenamiento ha demostrado que además del tiempo, los factores que más inciden son la temperatura y la humedad ambiental; el tipo de semillas, su madurez, calidad fisiológica, estado sanitario y contenido de humedad, son factores intrínsecos a la semilla igualmente importantes para su velocidad de deterioro.

Las condiciones que mantienen la viabilidad de la semilla son aquellas que disminuyen la respiración y otros procesos vitales sin perjudicar el embrión. Las condiciones más importantes para alcanzar este resultado son un contenido apropiado de humedad de la semilla y una baja temperatura de almacenamiento⁴⁴.

Según Delouche⁴⁵, cuando la humedad de la semilla es baja, los porcentajes de viabilidad y vigor se mantienen aún a temperaturas altas, mientras con humedad alta la conservación de semillas es deficiente aunque se almacenen a bajas temperaturas; cuando las condiciones son cálidas y húmedas (30 °C y 75% HR), la mayoría de las semillas pierden su viabilidad y vigor en un periodo de solo seis meses cuando se almacenan en recipientes abiertos.

Los contenidos de humedad de las semillas van en constante disminución, a medida que la madurez del fruto se incrementa. Las semillas provenientes de frutos de 15 y 30 días después de la anthesis presentan los mayores contenidos de humedad y sin diferencias estadísticas entre ellos, con 92.70% y 90.77% de humedad, respectivamente⁴⁶.

El intervalo entre la madurez fisiológica y la cosecha de la semilla se puede considerar como un periodo de almacenamiento en el campo. La ocurrencia de lluvias y condiciones oscilantes de temperatura y humedad relativa, causan contracción de los tejidos externos de las semillas en relación con los internos produciéndose arrugas y rajaduras en el tegumento y fisuras en el eje embrionario y en los cotiledones, síntomas físicos de deterioro, generalmente asociados con una mayor predisposición de las semillas a los daños mecánicos y al ataque de patógenos⁴⁷.

⁴³ CRIOLLO, Hernando. Determinación de la madurez fisiológica de semillas de zapallo (Cucúrbita moschata (Duch. Ex Lam) (Duch. Ex poir)) variedad bola verde. Tesis Maestría. Palmira. Escuela de Post-grado programa de sistemas de semillas. 1998. p. 10-30.

⁴⁴ HARTMAN, H. et al. Op. Cit. p. 135

⁴⁵ DELOUCHE, J. Prueba de viabilidad de la semilla con tretrazol. Centro Regional de ayuda Técnica, Agencia para el desarrollo internacional (AID), 1971. 71 p.

⁴⁶ UPEGUI, Paula. Op. Cit. p. 34

⁴⁷ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 139

Román⁴⁸, afirma que las condiciones secas y frescas son las mejores para el almacenamiento de las semillas. Cuando se trata de almacenamiento cerrado el contenido de humedad de las semillas debe ser más bajo que cuando el almacenamiento es abierto.

Entre los factores citados que afectan la calidad de las semillas, la dinámica entre la temperatura y la humedad en el almacenamiento juega un papel importante, afectando la difusión de la humedad en las semillas como respuesta a gradientes de concentración, cambiando de manera gradual de un volumen en un espacio a otro pasando de un medio de alta concentración a un medio de baja concentración. Por otro lado, el mecanismo de presurización en almacenamiento también afecta el movimiento de gases, difundándose de poros pequeños en dos sentidos siendo más rápido desde el lado más frío donde los gases están más comprimidos y por tanto más concentrados que desde el lado caliente donde la expansión provoca una concentración menor⁴⁹.

1.10. EMPAQUES PARA ALMACENAR SEMILLAS

La forma en que se empaca la semilla afecta sus características físicas: tamaño, peso, color, contenido de humedad, pureza física; ausencia también de organismos patógenos insectos y daños mecánicos. Estos afectan aspectos fisiológicos como la viabilidad, el vigor y estado latente; no se afectan sin embargo las cualidades genéticas, excepto bajo condiciones anormales⁵⁰.

Las semillas con bajo contenido de humedad, almacenadas en empaques sellados e impermeables, mantienen buena germinación en condiciones de baja temperatura (4 o 5 grados) y humedad relativa. Por otra parte muchas clases de semillas conservan en gran parte su viabilidad y vigor durante muchos años, inclusive a altas temperaturas si son mantenidas en condiciones muy secas⁵¹.

Bass⁵², establece que la mejor forma para conservar la viabilidad y vigor de muchas clases de semillas, es almacenándolas en un lugar seco y frío. Muchas clases de semillas mantendrán su viabilidad y vigor por varios años, aun a temperaturas muy altas, si se mantienen muy secas. Pero cuando las semillas

⁴⁸ ROMAN, Lucia. Op. Cit. p. 29

⁴⁹ SALISBURY, Frank. Fisiología vegetal. México, grupo editorial Ibero América, 1992. 758 p.

⁵⁰ BASS, Louis. Packages that protec seeds. The yearbook of agriculture. USDA Washington, D.C. 1979. 98 p.

⁵¹ BASS, Louis y FLOYD, Winter. Envases que protegen las semillas. CECOSA. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. EEUU. Editorial Continental, 1961. 1020 p.

⁵² BASS, Louis. Op. Cit. p. 595

secas, contenidas en envases porosos (telas de algodón, papel, arpilleras) son recogidas de almacén refrigerados y deshumedecidos, absorben humedad de la atmósfera rápidamente; la absorción puede ser tanta que su viabilidad puede ser dañada en unos cuantos días o semanas. Sin embargo, si las semillas se almacenan en envases a prueba de humedad, la absorción de esta, cuando se saca del almacén, no es un problema.

En un ensayo donde se probaron 4 tipos de empaques comerciales Viggiano y Penna⁵³, encontraron que las bolsas de polietileno y de papel eran inferiores en cuanto a la preservación de la germinación de las semillas con relación a los empaques compuestos hechos con papel parafinado y papel aluminio.

1.10.1. Tipos de empaques:

Los envases para el almacenamiento de semillas procesadas en su mayoría son diseñados para proteger cualidades físicas y son fabricados en materiales resistentes a tensión, resistencia a reventarse y a romperse con el fin de soportar las operaciones de manejo. Sin embargo, algunas veces tales materiales no pueden proteger las semillas del deterioro fisiológico por efecto de la humedad, temperatura, organismos patógenos e insectos a los cuales están expuestos en el almacenamiento. Entre los diferentes materiales utilizados para empacar semillas se puede citar el papel, tela, plástico y aluminio⁵⁴.

1.10.1.1. Empaques de algodón. Es un material poroso de bajo costo y de baja calidad generalmente su peso puede variar de 7 a 11 onzas. Posee gran resistencia a la tensión y ruptura; estos pueden conservar sus cualidades por varios años bajo un uso normal. Una larga exposición al sol y a la humedad debilita sus características; este tipo de empaque protege las cualidades físicas de las semillas, pero no las defienden del contenido de humedad, temperatura ni organismos patógenos del ambiente⁵⁵.

1.10.1.2. Empaques de papel. Según Bass⁵⁶, es ampliamente utilizado para envasar semillas. Este material es fabricado de celulosa regenerada cuyas

⁵³ VIGGIANO, Kart y PENNA, Jac. Estudio de eficiencia de quatro tipos de embalagem na preservacao do teor de umidade germinacao das sementes de tomate. Tomate. Resources Informations. Embrapa . 1977. 10: Pp. 77-80.

⁵⁴ JARAMILLO, Juan. Influencia de la clase de empaque y del tiempo de almacenamiento sobre la calidad de la semilla de tomate. Revista Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Palmira, Colombia Vol 28, N° 1, 1993. Pp. 19-26.

⁵⁵ VIGGIANO, Kart y PENNA, Jac. Op. Cit.

⁵⁶ BASS, Louis. Op. Cit. p. 596

variedades corresponden a una serie de aplicaciones especiales los empaques elaborados en este material se pueden romper fácilmente con el paso de los años y además por tener la propiedad de ser porosos permiten la absorción de la humedad del ambiente.

1.10.1.3. Empaques de polietileno. Fabricado de resinas de hidrocarburos grasos; estas resinas de polietileno son polímeros del gas etileno. Poseen propiedades físicas tales como resistencia a la tensión, a la ruptura y a reventarse; pueden ser impermeables ya que permiten el sellado hermético, resistencia al estiramiento y doblado. Algunas características determinan su utilidad para conservar semillas ya que protegen a estas de los cambios de humedad, daños físicos y ataque de organismos patógenos; causantes en su mayoría del deterioro de la calidad de las semillas⁵⁷.

1.11. PRUEBA DE TETRAZOLIO

Es una prueba bioquímica en la que las células vivas se tiñen al entrar en contacto con el tetrazolio ya que sobreviene la reducción de la función presente (sales de tetrazolio u otros compuestos derivados). Las enzimas de la deshidrogenasa presentes en las células vivas reducen el tetrazolio incoloro tornándolo en un compuesto rojo insoluble en el agua. Cuando la semilla se tiñe completamente, está viva; cuando queda incolora, está muerta.⁵⁸

Esta solución penetra en los tejidos de la semilla y en los procesos de reducción de las células vivas toma el hidrógeno liberado por las deshidrogenasas. Por hidrogenación de cloruro o bromuro de 2, 3, 5 – trifenil – tetrazolio se forma, en las células vivas, una sustancia roja estable y no difusible, el trifenil – formazan⁵⁹.

El ensayo no es válido para semillas germinadas previamente y no debe aplicarse a muestras que contengan semillas germinadas y secas. De esta forma se puede distinguir las partes vivas de las semillas, que se colorean en rojo de las muestras no coloreadas. Además, de las semillas que son viables completamente coloreadas y de aquellas que están muertas sin colorear, pueden aparecer semillas parcialmente coloreadas, encontrándose diversas proporciones de tejido necrótico en diferentes zonas de estas, parcialmente teñidas. La localización y el tamaño de las superficies necróticas en el embrión y/o endospermo, y la no intensidad de la coloración, determinan si tales semillas deben clasificarse como

⁵⁷ BASS, Louis. Op. Cit. p. 601

⁵⁸ MORENO, Patricia. Vida y obra de granos y semillas: Fondo de Cultura Económica. Capítulo 7, Edad de las semillas. México, D.F.
http://www.pal.jcce.org.cu/libros/Libros_3/ciencia3/146/htm/sec_9.htm 1996.

⁵⁹ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 8

viables o como no viables. Las diferencias de color se consideran decisivas principalmente porque permiten el reconocimiento y la localización del tejido sano, débil y muerto⁶⁰.

La prueba distingue entre los tejidos vivos y no vivos de una semilla y puede indicar debilidad antes que se vea afectada la germinación⁶¹.

Entre los ensayos para estimar la calidad de las semillas, el ensayo de tetrazolio ha sido ampliamente aceptado como una técnica rápida y segura para determinar la viabilidad de semillas⁶².

1.12. GERMINACION Y VIGOR DE LAS SEMILLAS

Delouche⁶³, afirma que la germinación constituye el elemento crucial y final de una semilla; representa tanto la realización como el cumplimiento básico de la función de la semilla que es la propagación.

Thomson⁶⁴, afirma que el embrión dentro de la semilla es una planta en miniatura, que ha detenido su crecimiento y sus funciones fisiológicas como la respiración, las cuales se ejecutan lentamente, incluso en condiciones favorables para el crecimiento vegetal; el desarrollo es inhibido por el factor latencia, cualquiera que sea este. Más pronto o más tarde, la semilla empieza a estar lista para germinar y cuando esta encuentra condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal, el embrión empieza su desarrollo; fenómeno conocido como germinación.

La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente: 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa; 2) el inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de las reservas alimentarias en las regiones en crecimiento del embrión, y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula. En la mayoría de las semillas el agua penetra inicialmente por el

⁶⁰ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 6

⁶¹ PEREZ, María. Determinación del vigor del tetrazolio en semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) bajo distintas condiciones de almacenamiento. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias agropecuarias. Agriscientia. Argentina. Vol. 14, 1997. Pp. 19 – 24.

⁶² PASHA, Mike y DAS, Ralf. Quick viability test of soybean seeds by using tetrazolium chloride. *Seed Sci. and technol.* 10:651-655. 1998

⁶³ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 7

⁶⁴ THOMSON, James. Introducción a la tecnología de la semilla. Trad. Paloma Malgarejo de Madrid. Zaragoza, España. Editorial Acribia, 1979. Pp. 103-104.

micrópilo y la primera manifestación de la germinación exitosa es la emergencia de la radícula⁶⁵.

Existen varias etapas de desarrollo de la plántula cuyas características varían, dependiendo del tipo de germinación que presenta cada especie. Hay básicamente dos tipos de germinación (que a veces presentan algunas variantes), la germinación epigea y la hipogea.

En la germinación epigea el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo; en tanto que en la germinación hipogea el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste. En este caso las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes, en tanto que en la germinación epigea estas hojas también tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. La testa de la semilla puede permanecer cubriendo los cotiledones en el caso de la germinación hipogea, en tanto que en la epigea se desprende, lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias⁶⁶.

En el trópico las semillas presentan tipos de germinación intermedios entre los dos descritos. Por ejemplo, en algunos casos los cotiledones son expuestos y fotosintéticos pero permanecen al nivel del suelo, y en otros casos se elevan sobre el suelo, sin embargo, permanecen plegados dentro de la cubierta de las semillas. Cada una de estas variantes ha recibido nombres que varían según los autores; la nomenclatura asignada a estas variantes hace hincapié en su carácter de presentación intermedia de los mecanismos de germinación⁶⁷.

Las semillas de frutos de uchuva de 45 días, muestran diferencias con respecto a la germinación de semillas de frutos de 60, 75 y 90 días, las cuales presentan porcentajes de germinación de 55.5%, 80.0% y 89.0%, respectivamente; no se presentaron diferencias estadísticas entre los dos últimos tratamientos, lo cual permite afirmar que a partir de los 75 días, las semillas alcanzan un aceptable nivel de madurez fisiológica que les permite mantener altos niveles de poder germinativos⁶⁸.

El vigor de las semillas ha sido definido como la sumatoria total de aquellas propiedades de las semillas que determinan el nivel de actividad y el comportamiento de las semillas o de un lote de semillas durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las semillas que muestran un buen comportamiento

⁶⁵ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit.

⁶⁶ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit.

⁶⁷ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit.

⁶⁸ UPEGUI, Paula. Op. Cit. p. 40

son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor⁶⁹

El vigor de la semilla se refiere a todos aquellos atributos de carácter morfológico y fisiológico de la semilla que contribuye a una emergencia rápida y un desarrollo uniforme de las plántulas bajo diferentes condiciones de campo. El vigor se puede afectar por daño en el embrión durante la recolección de las semillas o por el tratamiento posterior que se le da a estas, factores ambientales y las condiciones nutricionales de la planta madre, estados de madurez en el momento de la recolección, tamaño de la semilla, senescencia y patógenos⁷⁰.

Los aspectos del comportamiento asociados con el vigor de las semillas incluyen: a) tasa y uniformidad de germinación de semillas y crecimiento de plántulas; b) comportamiento en el campo, incluyendo la tasa y uniformidad de la emergencia de las plántulas y c) comportamiento después del almacenamiento y transporte, particularmente la disminución de la capacidad de germinación⁷¹.

El mayor vigor de las semillas de *P. Peruviana*, se determinó a los 90 días después de la anthesis⁷².

1.13. LATENCIA

Una vez que la semilla ha completado su desarrollo se inician los cambios que darán lugar al establecimiento del reposo en las semillas. Este reposo o reducción del metabolismo se denomina quiescencia cuando la causa de que no ocurra la germinación es fundamentalmente la falta de agua, como es el caso de las semillas almacenadas en condiciones artificiales. En cambio, el reposo de las semillas se denomina latencia cuando la semilla no germina a pesar de encontrarse en un lugar óptimo en cuanto a la temperatura y la humedad. Las causas por las que no germinan pueden deberse a la existencia de un periodo cronológicamente regulado de interrupción del crecimiento y de disminución del metabolismo durante el ciclo vital⁷³.

⁶⁹ INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (Zurich, Suiza). Handbook of vigor test methods. 2. ed. Zurich, 1995. 117 p.

⁷⁰ THOMSON, James. Op. Cit. p. 103

⁷¹ INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Op. Cit.

⁷² UPEGUI, Paula. Op. Cit. p. 47

⁷³ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit.

En las plantas superiores puede existir latencia o interrupción del crecimiento en el tejido meristemático, por ejemplo en las yemas de crecimiento de las ramas, así como en las semillas. El establecimiento de la latencia está regulado por factores hereditarios que determinan los mecanismos fisiológicos endógenos de las plantas, los cuales interactúan con factores del ambiente en el que las plantas crecen; esto da lugar, a la larga, a cambios evolutivos en las plantas. Entre las condiciones más importantes del ambiente se encuentran las variaciones climáticas de temperatura y humedad, las variaciones microclimáticas derivadas de aspectos fisiográficos y bióticos, como la calidad espectral de la luz y el termoperiodo, así como las características específicas del lugar a las que las plantas se han adaptado para establecerse y crecer. Las variaciones micro y macroclimáticas, así como las condiciones hormonales y nutricionales de la planta progenitora tienen gran influencia en el establecimiento de la latencia de sus semillas durante su desarrollo, por lo cual pueden existir variaciones entre cosechas de semillas de una especie, según la época y el lugar de producción⁷⁴.

1.14. LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

La capacidad de las semillas para permanecer vivas y viables, sin germinar por diferentes periodos en el suelo de la comunidad a la que pertenecen, se conoce como longevidad ecológica. Por otra parte, la capacidad para permanecer viables en una condición óptima de almacenamiento artificial por algún tiempo se conoce como longevidad potencial⁷⁵.

Una semilla será más longeva cuanto menos activo sea su metabolismo. Esto, a su vez, origina una serie de productos tóxicos que al acumularse en las semillas produce a la larga efectos letales para el embrión. Para evitar la acumulación de esas sustancias bastará disminuir aún más su metabolismo, con lo cual habremos incrementado la longevidad de la semilla. Ralentizar el metabolismo puede conseguirse en empaque hermético bajando la temperatura y/o deshidratando la semilla. Las bajas temperaturas dan lugar a un metabolismo mucho más lento, por lo que las semillas conservadas en esas condiciones viven más tiempo que las conservadas a temperatura ambiente⁷⁶.

⁷⁴ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit..

⁷⁵ VASQUEZ, C. et al. Op. Cit.

⁷⁶ UPV. UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE VALENCIA. Germinación de Semillas. Parte III, tema 17. España, 2006 http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

2. DISEÑO METODOLOGICO

2.1. LOCALIZACION

El presente estudio se realizó en el Invernadero y Laboratorio de Fisiología vegetal de la Universidad de Nariño, ubicados a una altitud de 2559 m., con una temperatura promedio de 22 °C y una humedad relativa de 60%⁷⁷.

2.2. OBTENCION DE SEMILLAS

La semilla se obtuvo de frutos pertenecientes a un mismo cultivo, de plantas sanas que presentaron buenas características fisiológicas. Las plantas se seleccionaron teniendo en cuenta la sanidad, desarrollo vigoroso y buenas características agronómicas. Los frutos escogidos se extrajeron de la parte central de la planta y parte media de las ramas.

La extracción de la semilla de uchuva se hizo sumergiendo los frutos en agua, macerándolos manualmente evitando su daño por ruptura u otro tipo de daño mecánico, para posteriormente lavar descartando las semillas que rebalsen en el agua. Más tarde las semillas se secaron a la sombra y en incubadora a una temperatura máxima de 25°C y aire corriente durante el tiempo necesario para alcanzar las humedades propuestas (Figura 1).



Figura 1. Extracción manual de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.).

⁷⁷ CABRERA, Wilson y MEZA, Raúl. Evaluación del contenido de humedad, temperatura y empaque sobre el potencial de almacenamiento de semillas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2002. 128 p.

2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajó con un diseño DIA en un arreglo trifactorial 3*3*3 con cuatro repeticiones para un total de 108 unidades experimentales. Los tratamientos estuvieron conformados por tres factores:

Factor A: Condiciones de temperatura de almacenamiento a 4°C, 8°C y 12°C.

Factor B: Tipo de empaques (bolsas de papel, bolsas de tela en lienzo y envases plásticos).

Factor C: Contenido de humedad de la semilla (6,03%, 10,36% y 14,41%)

2.4. TRATAMIENTOS

2.4.1. Almacenamiento de semillas

El almacenamiento se realizó bajo condiciones controladas de temperatura a 4°C, 8°C, 12°C en nevera, las cuales se evaluaron frecuentemente por medio de termómetros de máximas y mínimas (Figura 2).



Figura 2. Almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes tipos de empaque (envases plásticos, papel y lienzo).

2.4.2. Empaques

Los empaques utilizados tienen las siguientes características:

- 360 bolsas de papel pequeñas de 9 cm x 5,5 cm, selladas con cinta adhesiva.
- 360 bolsas de tela, elaboradas en lienzo de 7 cm x 6 cm, selladas con hilo.
- 360 envases plásticos con tapa rosca de 25 cms³, sellados herméticamente.

2.4.3. Contenido de humedad de las semillas

El contenido de humedad de las semillas se estableció antes de iniciar el experimento, mediante evaluaciones periódicas para establecer el momento en que alcanzaron los 14,41%, 10,36% y 6,03% de humedad; en este punto se instalaron los tratamientos correspondientes.

2.5. EVALUACIONES

Las evaluaciones se efectuaron cada 15 días con semillas almacenadas en los empaques propuestos durante 150 días; los porcentajes de germinación y vigor se evaluaron en el invernadero de la Universidad de Nariño y las pruebas de contenido de humedad y viabilidad de las semillas, en el Laboratorio de Fisiología vegetal; la cantidad total de semillas requeridas para este estudio fue aproximadamente 3.500 g.

2.5.1. Porcentaje de humedad: Se determinó por el método de diferencia de peso tomando dos muestras de 2 g de semillas en cajas de Petry para ser pesadas en fresco y luego someterlas al secado en el horno a una temperatura de 130°C durante una hora; inmediatamente después, se llevaron al desecador y luego de enfriarlas se pesaron, para finalmente calcular el porcentaje de humedad con la siguiente fórmula⁷⁸:

$$\%H = (M_2 - M_3) * \frac{100}{(M_2 - M_1)}$$

Donde:

$\%H$ = base humedad.

M_1 = peso en gramos del recipiente y su tapa.

M_2 = peso en gramos, del recipiente, su tapa y contenido antes del secado.

M_3 = peso en gramos, del recipiente, su tapa y contenido después del secado.

⁷⁸ ESPAÑA. Ministerio de Agricultura. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Madrid: Danubio, 1977. 182 p.

2.5.2. Porcentaje de germinación: El porcentaje de germinación se calculó con base en 4 muestras de 50 semillas cada una, depositadas en cámara húmeda sobre un papel filtro humedecido con agua destilada. Para evaluar la germinación se tuvo en cuenta la aparición de la radícula, siendo estas calificadas como semillas germinadas. Con los datos recolectados se calculó el porcentaje de germinación con base en la siguiente fórmula⁷⁹.

$$\%germinación = (\text{Semillas Germinadas} / \text{Semillas Evaluadas}) * 100$$

2.5.3. Vigor. (Velocidad de emergencia): El vigor de las semillas se midió sembrando 4 muestras de 50 semillas en bandejas de icopor con sustrato de suelo y arena en relación de dos partes de suelo por una de arena fina. El conteo de plántulas emergidas se hizo diariamente durante 45 días hasta cuando no se notaron incrementos de plantas emergidas (Figura 3.). Las plántulas contabilizadas se descartaron de las bandejas para evitar realizar conteos de las mismas plántulas.

En las mediciones de vigor, los valores más altos, corresponden a un vigor bajo y los valores menores, corresponden a un alto vigor.



Figura 3. Plántula de uchuva (*Physalis peruviana* L.), recién emergida.

Para determinar el vigor se tuvo en cuenta el criterio de índice de vigor basado en la fórmula propuesta por Edmon y Drapala citados por Alvarenga⁸⁰.

⁷⁹ ESPAÑA. Op. Cit.. p. 13

⁸⁰ ALVARENGA, E. Influencia da idade e armazenamento pos-coheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. Horticultura brasileira. Vol. 2, (1984). Pp. 5 - 8.

$$M = \frac{(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (NnGn)}{G_1 + G_2 + \dots + Gn}$$

Donde:

M = número promedio de días a emergencia.

N_1 = número de días al primer conteo.

G_1 = plántulas normales en el primer conteo.

N_2 = número de días al segundo conteo.

G_2 = plántulas normales en el segundo conteo.

Nn = número de días del n-ésimo conteo.

Gn = plántulas normales en el n+ésimo conteo.

2.5.4. Viabilidad de semillas: La determinación de la viabilidad de las semillas, se efectuó por medio de la prueba del tetrazolio al 0.5%, para lo cual se utilizaron 2 muestras de 20 semillas por cada tratamiento, las cuales se mantuvieron en remojo durante 24 horas previa a la prueba.

A las semillas preparadas se les practicó una bisección con una cuchilla tratando de hacerles un corte limpio; inmediatamente después de este, las semillas se colocaron en una solución de tetrazolio al 0.5% en condiciones de oscuridad, durante cuatro horas, para finalmente ser extraídas de la solución, lavadas en agua y observadas al estereoscopio. La interpretación se hizo con base en la extensión de la “mancha” brillante roja carmín, que se desarrolla en el tejido vivo, calificado como viable cuando su tinción fue total y homogénea y no viable cuando la tinción fue parcial o nula⁸¹.

2.6. ANALISIS ESTADISTICO

El análisis de la información se hizo de acuerdo al modelo correspondiente al diseño propuesto, mediante análisis de varianza y pruebas de Tukey con un nivel de significancia del 95%.

Modelo⁸²:

$$Y_{ABC} = \mu + \tau_A + \lambda_B + \theta_C + \tau_A \lambda_B + \tau_A \theta_C + \lambda_B \theta_C + \tau_A \lambda_B \theta_C + e$$

⁸¹ CABRERA, Wilson y MEZA, Raúl. Op. Cit. p. 54

⁸² CRIOLLO, H. y LAGOS, T. Op. Cit.. p. 29

Donde:

Y_{ABC} = Variable de respuesta de los tratamientos

μ = Media general

τ_A = Efecto del factor A

λB = Efecto del factor B

θC = Efecto del factor C

e = Error experimental

Se realizó análisis de varianza para todas las variables evaluadas a los 15 días y a los 150 días de almacenamiento. Aquellas que mostraron diferencias estadísticas significativas se sometieron a pruebas de comparación de promedios de Tukey al 95% de confiabilidad.

Cuando hubo necesidad de analizar comparaciones a nivel de interacciones, éstas se realizaron agrupando los datos correspondientes a la interacción y efectuando las respectivas pruebas de Tukey. Además, mediante la aplicación del programa CurveExpert 1.3, se establecieron los modelos que presentaron un mayor ajuste del comportamiento de las variables a través del tiempo de almacenamiento. Los criterios que se tuvieron en cuenta para determinar el modelo, fueron el mayor valor de R^2 y la desviación estándar de los datos obtenidos experimentalmente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PRIMERA EVALUACION (15 días)

3.1.1. Contenido de humedad de las semillas

En el anexo 1, se encuentran los porcentajes de contenido de humedad de la semilla de uchuva (*Physalis peruviana* L) almacenadas durante 15 días (PROM. H1), en tres tipos de empaque, con tres contenidos de humedad inicial y 3 temperaturas de almacenamiento. Los datos oscilaron entre 54,49% alcanzado con el empaque plástico con un contenido de humedad inicial de 10,36% y almacenadas a una temperatura de 8°C y 5,48% que se obtuvo cuando las semillas se almacenaron con un contenido de humedad inicial de 14,41% y a una temperatura de almacenamiento de 12°C en bolsas de papel.

El análisis de varianza para esta variable (Tabla 1), mostró diferencias estadísticas significativas en el factor temperatura, lo cual puede explicarse en la dinámica existente entre la temperatura y la humedad durante el almacenamiento que afecta la difusión de la humedad en las semillas como respuesta a gradientes de temperatura⁸³.

La prueba de comparación de promedios (Tabla 2), mostró diferencias estadísticas significativas entre el contenido de humedad de las semillas almacenadas a 4°C (12,25) y las almacenadas a 12°C (9,34), (Figura 4.); es posible que debido a las bajas temperaturas, el agua contenida en el aire se condensó rápidamente, haciéndose más eficiente la absorción por parte de las semillas, las cuales tienen altos contenidos de sustancias higroscópicas como almidones y pectinas.⁸⁴

⁸³ SALISBURY, Frank. Op. Cit. p. 34

⁸⁴ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 139

TABLA 1. Análisis de varianza para las variables porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, vigor y porcentaje de viabilidad, en la primera evaluación (con 15 días de almacenamiento), para los diferentes contenidos de humedad de la semilla, temperatura de almacenamiento y empaque de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L).

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		HUMEDAD (%)	GERMINACION (%)	VIGOR (días)	VIABILIDAD (%)
EMP	2	7,49N.S	4100,89**	57,90**	290,74**
TEMP	2	39,22*	305,56*	24,42N.S	29,62N.S
HUM	2	10,90N.S	3847,95**	51,87*	7,40N.S
EMP*TEMP	4	32,39N.S	873,98**	111,06**	49,07N.S
EMP*HUM	4	12,47N.S	622,45**	20,71N.S	35,18N.S
TEMP*HUM	4	8,17N.S	254,28*	26,32N.S	57,40N.S
EMP*TEMP*HUM	8	5,17N.S	319,12**	26,32N.S	93,51N.S
ERROR		8,43	79,02	11,44	42,59
C.V (%)		27,23	11,48	12,2	6,81

N.S Diferencias no significativas

* Diferencias significativas al 0.05%

**Diferencias significativas al 0.01%

TABLA 2. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable contenido de humedad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente temperatura de almacenamiento.

TEMPERATURA	PROMEDIO
4 °C	12,25 ^a
8 °C	10,40AB
12 °C	9,34B
COMPARADOR	2,40

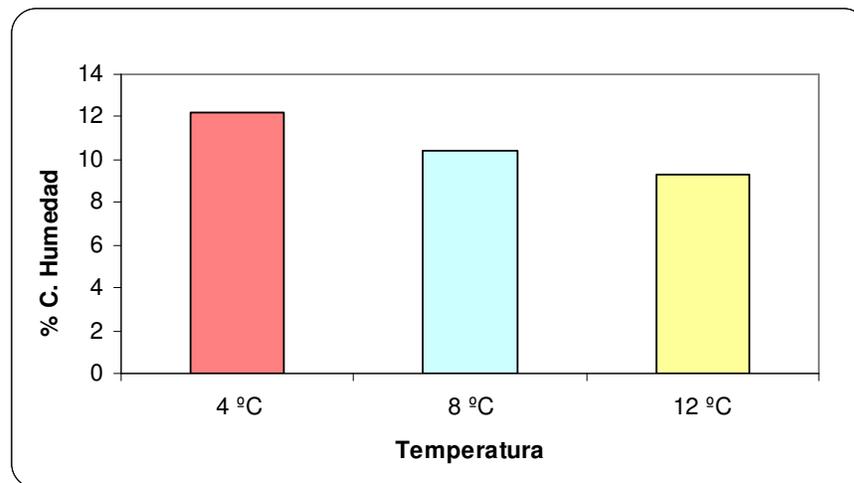


Figura 4. Variación de los contenidos de humedad de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), después de 15 días de almacenamiento a diferentes temperaturas.

3.1.2. Porcentaje de germinación

En el anexo 2, se encuentran los porcentajes de germinación de semillas de *Physalis peruviana* almacenadas durante 15 días (PROM. %G1), en tres tipos de empaque, con tres contenidos de humedad inicial y tres temperaturas de almacenamiento. Los datos oscilaron entre 98% alcanzado con el empaque plástico, con un contenido de humedad de 14,41% y almacenadas a 4°C y 48% que se obtuvo cuando las semillas se almacenaron con un contenido de humedad de 6,03%, a 12°C en bolsas de papel.

El análisis de varianza para esta variable (Tabla 1), mostró que existen diferencias estadísticas altamente significativas en los factores empaque y humedad y en las interacciones empaque*temperatura, empaque*humedad y empaque*temperatura*humedad, y diferencias significativas en el factor temperatura y en la interacción temperatura*humedad; demostrando que en la germinación de semillas de uchuva interactúan significativamente el empaque, la temperatura y la humedad inicial de almacenamiento.

La prueba de comparación de promedios de Tukey (Tabla 3 y Figura 5), permitió determinar que cuando las semillas se almacenaron en empaques plásticos a 12°C, con un contenido de humedad del 10,36%, su porcentaje de germinación fue estadísticamente superior (91,00%), comparado con semillas almacenadas con contenidos de humedad de 6,03% y 14,41% (56,50% y 65,50% de germinación respectivamente). En cambio, semillas con un contenido de humedad del 14,41% presentaron los mayores porcentajes de germinación cuando se

empacaron en papel a 4°C (82,50%) y 12°C (84,50), con diferencias estadísticas respecto a los otros dos contenidos de humedad.

En los empaques de lienzo, las semillas almacenadas a 4°C y 8°C, con 10,36% y 14,41% de humedad tuvieron estadísticamente mayores porcentajes de germinación que aquellas semillas, que se almacenaron en las mismas condiciones pero, con un menor contenido de humedad (6,03%). Entre los demás empaques, almacenados a diferentes temperaturas y contenidos de humedad, no se presentaron diferencias estadísticas.

Esta gran diversidad de respuestas y el hecho de no responder el poder germinativo a un patrón teóricamente definido, puede deberse a que la uchuva es una planta no domesticada, con amplia variabilidad genética debida a su carácter predominantemente alógamo; además, el poco tiempo de almacenamiento (15 días) hace que los procesos de deterioro de la semilla aún no se traduzcan en disminuciones significativas del poder germinativo.

El bajo nivel de deterioro observado en esta primera evaluación puede explicarse igualmente, en que los rangos de temperatura y humedad seleccionados para este trabajo, son adecuados para su conservación en diferentes tipos de empaques, plásticos, de tela y papel, con diferencias poco significativas⁸⁵⁻⁸⁶.

⁸⁵ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 8

⁸⁶ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 138

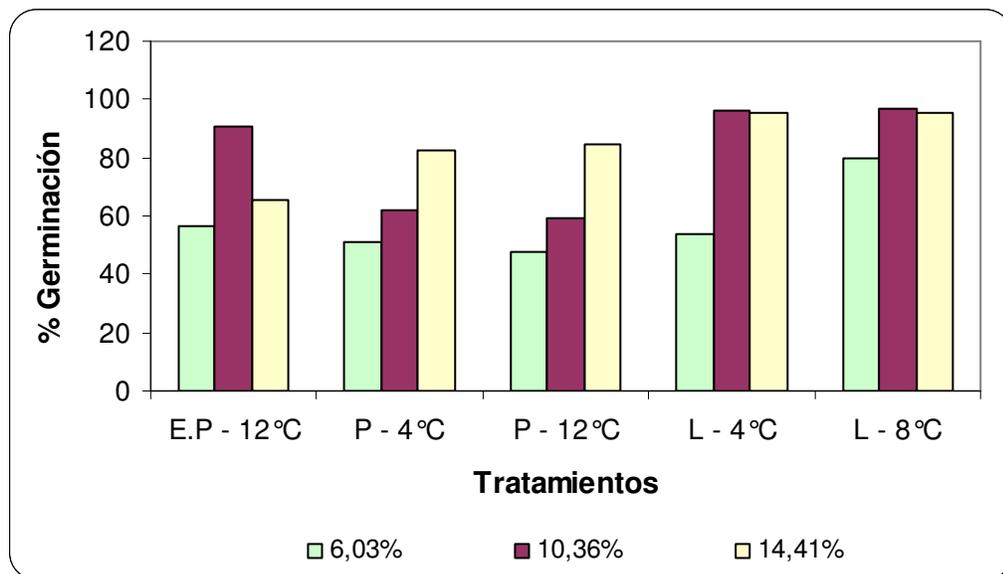
TABLA 3. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable germinación después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROMEDIO	COMPARADOR	
E.P	4°C	6,03%	88,50A	14,14	
		10,36%	93,50A		
		14,41%	98,00A		
	8°C	6,03%	69,00A		24,72
		10,36%	76,50A		
		14,41%	77,00A		
	12°C	6,03%	56,60B		17,08
		10,36%	91,00A		
		14,41%	65,50B		
P	4°C	6,03%	51,00B	13,89	
		10,36%	62,25B		
		14,41%	82,50A		
	8°C	6,03%	64,50A		24,36
		10,36%	66,00A		
		14,41%	74,00A		
	12°C	6,03%	48,00B		14,50
		10,36%	59,50B		
		14,41%	84,50A		
L	4°C	6,03%	54,00B	19,01	
		10,36%	96,00A		
		14,41%	95,50A		
	8°C	6,03%	80,00B		8,05
		10,36%	96,50A		
		14,41%	95,50A		
	12°C	6,03%	79,00A		16,03
		10,36%	92,50A		
		14,41%	92,50A		

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo



E.P Semilla almacenada en Envase plástico
P Semilla almacenada en Papel
L Semilla almacenada en Lienzo

Figura 5. Variación del porcentaje de germinación de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), de después de 15 días de almacenamiento a diferentes temperaturas. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)

3.1.3. Índice de vigor (días a emergencia)

El índice de vigor, medido como días a emergencia de semillas, a 15 días de iniciado el almacenamiento (PROM. M1), con contenidos de humedad diferentes, almacenadas a tres temperaturas y en envase plástico, bolsas de papel y de lienzo, se indica en la Anexo 3; el promedio general de la evaluación fue de 27,89 días. Los datos oscilaron entre 33,49 días alcanzado con el empaque de papel, con un contenido de humedad inicial de 14,41% y almacenadas a una temperatura de 4°C y 21,77 días, que se obtuvo cuando las semillas se almacenaron con un contenido de humedad inicial de 6,03% y a una temperatura de almacenamiento de 12°C, en envase de plástico.

El análisis de varianza para esta variable (Tabla1.), mostró diferencias estadísticas altamente significativas en el factor empaque y significativas en el factor contenido de humedad de la semilla; en la interacción empaque*temperatura se encontraron diferencias al nivel del 1%, demostrando que la respuesta del vigor de las semillas almacenadas en empaques de plástico, lienzo y papel presenta variaciones que dependen de la temperatura de almacenamiento, lo cual esta de acuerdo con lo

establecido por Delouche⁸⁷, cuando afirma que la temperatura de almacenamiento es un factor importante en la conservación del vigor de las semillas, especialmente cuando los contenidos de humedad son relativamente altos. Este autor, afirma que con contenidos bajos de humedad, la temperatura es poco importante, mientras que con contenidos altos, la temperatura de almacenamiento es decisiva en el rápido deterioro y pérdida de vigor de las semillas.

El análisis del efecto simple de la variable Contenido de humedad (Tabla 4 y Figura 6.), permitió establecer que las semillas almacenadas con contenidos de humedad de 6,03% y 10,36%, con valores de días a germinación de 26,71 días y 27,41 días, respectivamente, presentaron los mayores valores de vigor y sin diferencias estadísticas entre ellas; cuando se compararon con semillas almacenadas con un contenido de humedad de 14,41% (29,05 días), las diferencias fueron significativas.

Los resultados anteriores coinciden con el comportamiento previsto por Hong y Ellis⁸⁸, para semillas ortodoxas, cuando afirman que la longevidad de estas semillas se incrementa con la disminución de la humedad y la temperatura en el almacenamiento y que existe una relación logarítmica negativa entre el contenido de humedad y la longevidad de semillas.

TABLA 4. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad de la semilla.

HUM. INICIAL	PROMEDIO
6,03%	27,41AB
10,36%	26,71B
14,41%	29,05A
COMPARADOR	1,90

⁸⁷ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 7

⁸⁸ HONG, T. y ELLIS, R. Op. Cit. p. 28

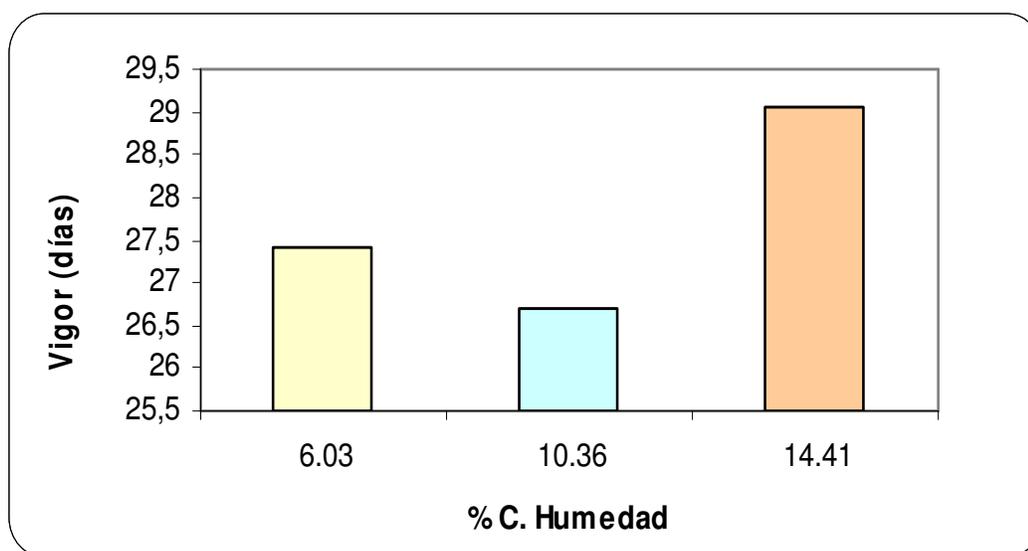


Figura 6. Promedios para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad de la semilla.

El análisis de la interacción empaque*temperatura para la variable vigor, a los 15 días de almacenamiento (Tabla 5 y Figura 7.), indica que las semillas almacenadas en envases plásticos presentaron mayor vigor almacenadas a 4°C y 12°C con diferencias estadísticas entre ellos (26,79 días y 22,84 días, respectivamente) en comparación con las almacenadas a 8°C (29,20 días). Sin embargo, cuando se almacenaron en bolsas de lienzo el mejor comportamiento lo mostraron las semillas almacenadas a 8°C (25,02 días) con diferencias estadísticas significativas cuando se comparó con el vigor alcanzado con temperaturas de almacenamiento de 4°C (30,31 días) y 12°C (30,63 días). No se presentaron diferencias estadísticas en el vigor observado con semillas almacenadas en bolsas de papel y en las diferentes temperaturas evaluadas.

El diferente comportamiento en la variación de los contenidos de humedad de las semillas durante el almacenamiento dentro de los empaques estudiados, puede ser la explicación a la respuesta del vigor presentado por las semillas almacenadas en envases plásticos y en bolsas de tela en tres condiciones de temperatura; según autores como Delouche⁸⁹, Silva⁹⁰ y Criollo⁹¹, la temperatura afecta principalmente el vigor de aquellas semillas que presentan mayores

⁸⁹ DELOUCHE, J. Op. Cit. p. 172

⁹⁰ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 138

⁹¹ CRIOLLO, Hernando. Op. Cit.. p. 21

contenidos de humedad. Los resultados concuerdan igualmente con Román⁹², cuando afirma que las condiciones secas y frescas son las mejores para el almacenamiento de las semillas; además, cuando se trata de almacenamiento cerrado el contenido de humedad de las semillas debe ser más bajo que cuando el almacenamiento es abierto.

TABLA 5. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente empaque y temperatura de almacenamiento.

TEMPERATURA	EMPAQUES		
	PLASTICO	PAPEL	LIENZO
4 °C	26,79B	28,90A	30,31A
8 °C	29,20A	27,84A	25,02B
12 °C	22,84C	27,97A	30,63A
COMPARADOR	2,35	3,45	4,27

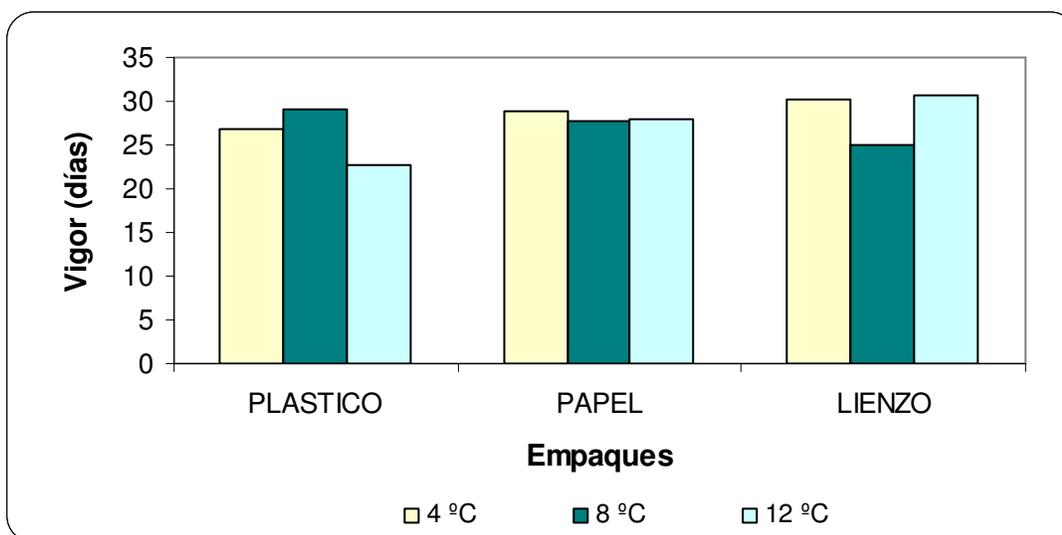


Figura 7. Promedios para la variable vigor después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente empaque y temperatura de almacenamiento.

⁹² ROMAN, Lucia. Op. Cit. p .27

3.1.4. Porcentaje de viabilidad

Los porcentajes de viabilidad a los 15 días (PROM. V1), después de iniciado el almacenamiento de semillas con diferente contenido de humedad, almacenadas en diferentes empaques y temperaturas, se pueden observar en el anexo 4; los datos oscilaron entre 100% y 80% de viabilidad, con un promedio general del 94,63%, lo cual demuestra la excelente calidad de las semillas utilizadas en el presente estudio.

Según el análisis de varianza para esta variable (Tabla 1.), solamente se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas para el factor empaque, lo cual permite afirmar que en los primeros 15 días, la viabilidad de la semilla no fue afectada significativamente por la temperatura ni por los contenidos de humedad, dentro de los rangos analizados.

La prueba de comparación de medias de Tukey (Anexo 3.A y Figura 8.), permite demostrar que los mayores valores de viabilidad se encontraron en semillas almacenadas en envase plástico (98,33%) y en bolsas de lienzo (97,77%) sin diferencias entre ellos pero con diferencias estadísticas significativas cuando se compararon con los promedios de viabilidad presentados por semillas almacenadas en bolsas de papel (91,11%). Estos datos permiten afirmar que cuando las semillas de uchuva se almacenan con contenidos de humedad inferiores a 14,41% y temperaturas entre 4°C y 12°C, el factor determinante de la conservación de la viabilidad de las semillas es el tipo de empaque, siendo mejores aquellos que permiten mantener constantes los contenidos de humedad de las semillas como el empaque plástico y el de lienzo.

Estos resultados se explican en las afirmaciones de autores como UVP⁹³, cuando dicen que la reducción del metabolismo, es la clave para mantener la calidad de las semillas alcanzada en el campo y que esta puede conseguirse mediante la utilización de empaques plásticos, bajando la temperatura y/o deshidratando la semilla. Las bajas temperaturas dan lugar a un metabolismo mucho más lento, por lo que las semillas conservadas bajo estas condiciones viven más tiempo que las conservadas a temperatura ambiente.

De igual manera los resultados pueden sustentarse en lo afirmado por UPV⁹⁴, cuando testifica que una semilla será más longeva cuanto menos activo sea su metabolismo. El metabolismo origina una serie de productos tóxicos que al acumularse en las semillas produce en el tiempo efectos letales para el embrión.

⁹³ UPV. UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE VALENCIA. Op. Cit

⁹⁴ UPV. UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE VALENCIA. Op. Cit

Para evitar la acumulación de esas sustancias bastará disminuir su metabolismo, lo cual se obtiene reduciendo la temperatura de almacenamiento y/o los contenidos de humedad de las semillas.

TABLA 6. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable porcentaje de viabilidad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente empaque.

EMPAQUE	PROMEDIO
PLASTICO	98,33A
PAPEL	91,11B
LIENZO	97,77A
COMPARADOR	5,39

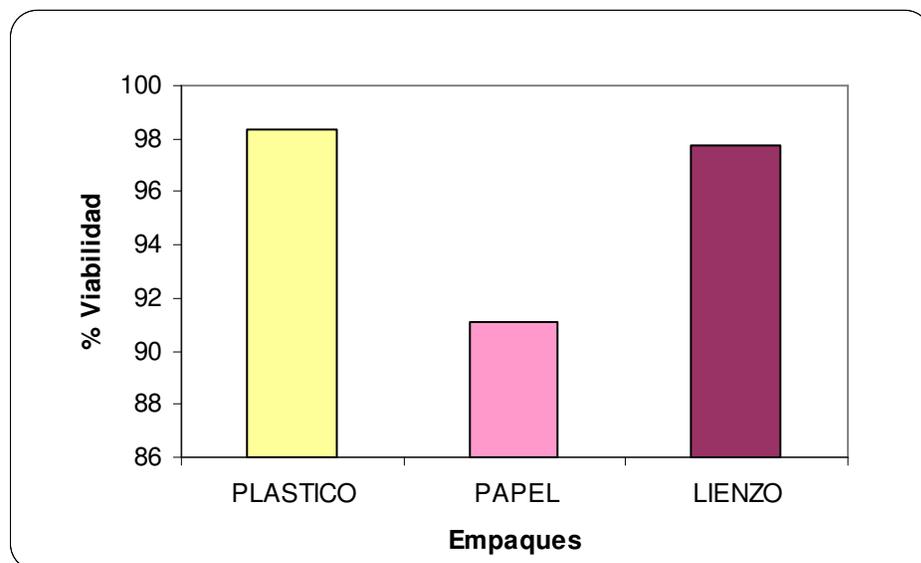


Figura 8. Promedios para el variable porcentaje de viabilidad después de 15 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferentes empaques.

3.2. DECIMA EVALUACION (150 días)

3.2.1. Contenido de humedad de las semillas

Los datos correspondientes al contenido de humedad de semillas de uchuva almacenadas durante 150 días (PROM. H10), en condiciones de 4°C, 8°C y 12°C, en diferentes empaques y con diferentes contenidos iniciales de humedad, se encuentran en el anexo 1. Los datos oscilaron entre 10,84%, alcanzado con semillas almacenadas en envases plásticos con un contenido de humedad inicial de 6.03% y almacenadas a una temperatura de 8°C y 19,42% que se obtuvo cuando las semillas se almacenaron con un contenido de humedad inicial de 10,36% y a una temperatura de almacenamiento de 4°C en bolsas de lienzo.

El análisis de varianza (Tabla 7.), mostró diferencias estadísticas altamente significativas en el factor temperatura, lo cual puede explicarse en la dinámica existente entre la temperatura y la humedad durante el almacenamiento que afecta la difusión de la humedad en las semillas como respuesta a gradientes de temperatura⁹⁵.

TABLA 7. Análisis de varianza para las variables porcentaje de humedad, porcentaje de germinación, vigor y porcentaje de viabilidad en la décima evaluación (con 150 días de almacenamiento), para los diferentes contenidos de humedad de la semilla, temperatura de almacenamiento y empaque de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L).

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		HUMEDAD (%)	GERMINACION (%)	VIGOR (días)	VIABILIDAD (%)
EMP	2	17,62N.S	21,92N.S	108,19**	9,72N.S
TEMP	2	91,97**	98,25**	45,26**	4,16N.S
HUM	2	16,22N.S	173,37**	4,03N.S	9,72N.S
EMP*TEMP	4	8,08N.S	225,09**	18,69**	5,55N.S
EMP*HUM	4	0,76N.S	87,03**	8,60**	13,19N.S
TEMP*HUM	4	7,60N.S	402,87**	1,11N.S	3,42N.S
EMP*TEMP*HUM	8	2,52N.S	214,87**	10,44**	23,61**
ERROR		5,13	12,30	1,91	6,01
C.V (%)		15,88	3,65	6,42	2,51

N.S Diferencias no significativas

* Diferencias significativas al 0.05%

**Diferencias significativas al 0.01%

⁹⁵ SALISBURY, Frank. Op. Cit. p. 37

La prueba de comparación de promedios para las semillas almacenadas a diferentes temperaturas (Tabla 8 y Figura 9.), mostró diferencias estadísticas significativas entre el contenido de humedad de las semillas almacenadas a 4°C (16,69%) y las almacenadas a 8°C (13,88%) y 12°C (12,21%), sin diferencias estadísticas entre estas dos últimas; como se afirmó en la primera evaluación, es posible que la menor temperatura de almacenamiento haya provocado la condensación de agua alrededor de las semillas, produciéndose el fenómeno de imbibición de agua por el mayor potencial hídrico alcanzado en el medio externo de las semillas⁹⁶.

TABLA 8. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable contenido de humedad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente temperatura de almacenamiento.

TEMPERATURA	PROMEDIO
4 °C	16,69A
8 °C	13,88B
12 °C	12,21B
COMPARADOR	1,87

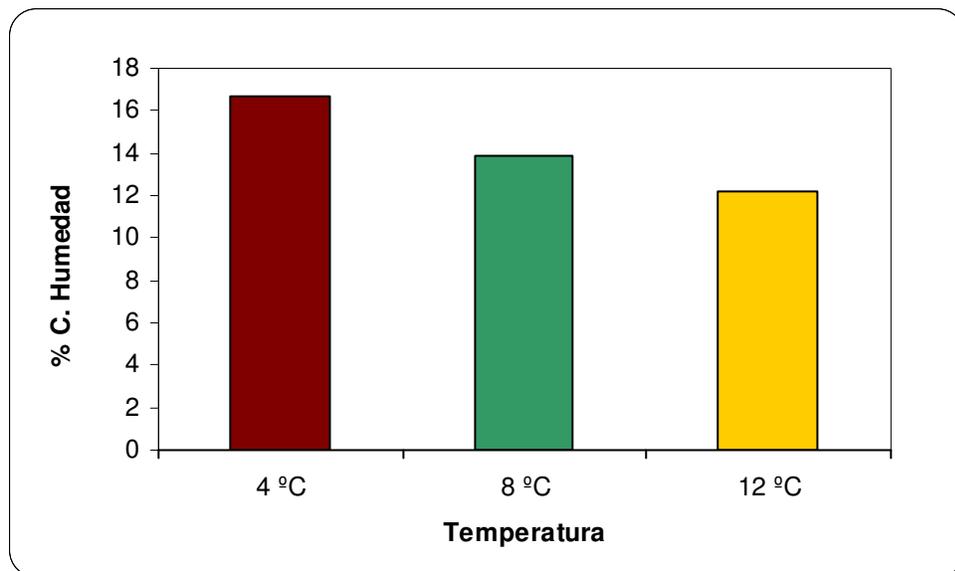


Figura 9. Variación de los contenidos de humedad de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), de después de 150 días de almacenamiento a diferentes temperaturas.

⁹⁶ SALISBURY, Frank. Op. Cit. p. 38

3.2.2. Porcentaje de germinación

Los porcentajes de germinación de las semillas de uchuva almacenadas durante 150 días (PROM. %G10), bajo diferentes condiciones de temperatura, en tres tipos de empaque y con contenidos iniciales de humedad diferentes se presentan en el anexo 2. Los porcentajes de germinación presentaron un promedio general de 95,90% en contraste con la germinación observada a los 15 días de almacenamiento (77,38%). A pesar de que Almanza y Espinosa⁹⁷, afirman que, una vez las semillas alcanzan su madurez fisiológica están en capacidad de germinar, es posible que la uchuva, por su carácter de planta silvestre, posea mecanismos de latencia que se destruyen durante el almacenamiento, incrementándose su poder germinativo.

El análisis de varianza (Tabla 7.), permitió establecer diferencias estadísticas altamente significativas entre temperaturas de almacenamiento, humedad de las semillas y en las interacciones empaque*temperatura, empaque*humedad, temperatura*humedad y empaque*temperatura*humedad.

La prueba de comparación de medias correspondiente a la interacción empaque*temperatura*humedad (Tabla 9 y Figura 10.), mostró que cuando las semillas se almacenaron en envases plásticos a 8°C y en empaque de lienzo a 8°C presentaron mayores porcentajes de germinación cuando se almacenaron con 6,03% y 14,41% de humedad (99,50%, 97,50% y 83,50%, 98,50%, respectivamente), con diferencias estadísticas significativas comparadas con semillas almacenadas con un 10,36% de humedad cuyos porcentajes de germinación fueron de 76,50% y 79,00%, respectivamente; caso diferente ocurrió cuando las semillas se almacenaron en bolsas de papel a 12°C y en lienzo a 4°C, en donde las semillas almacenadas con 10,36% y 14,41% de humedad presentaron mayores porcentajes de germinación (99,5%, 100,00% y 100,00%; 98,50% respectivamente) que aquellas con 6,03% de humedad, con diferencias estadísticas significativas (82,00%; 83,50%).

⁹⁷ ALMANZA, P.J y ESPINOSA, C.J. Desarrollo morfológico y análisis fisicoquímico de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. para identificar el momento óptimo de cosecha. Tesis de posgrado UPTC Tunja. Facultad de Agronomía. 1985. 114 p.

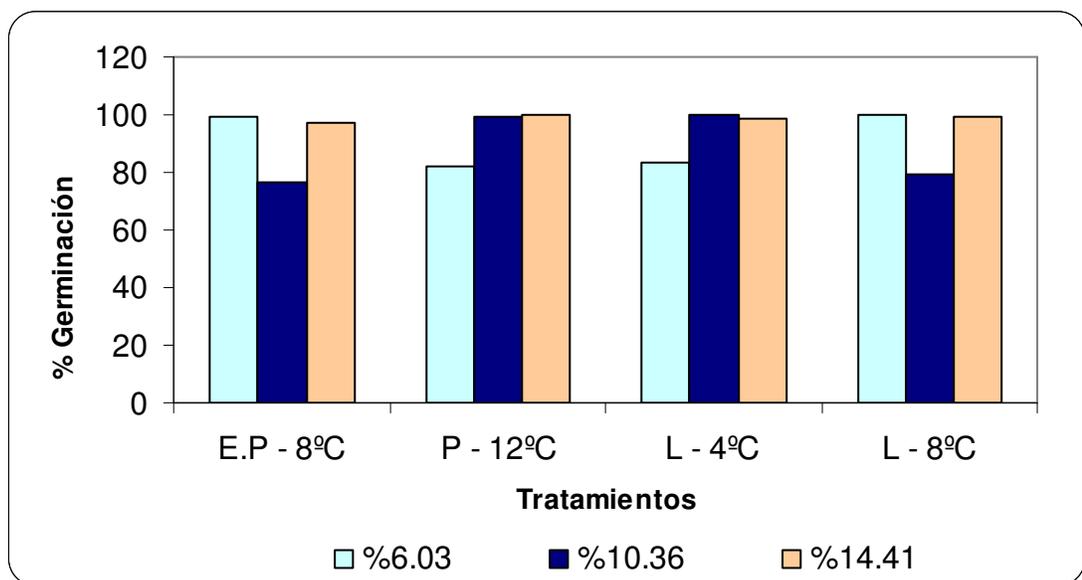
TABLA 9. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable germinación después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROMEDIO	COMPARADOR
E.P	4°C	6,03%	99,00A	2,18
		10,36%	99,50A	
		14,41%	99,00A	
	8°C	6,03%	99,50A	11,03
		10,36%	76,50B	
		14,41%	97,50A	
	12°C	6,03%	100,00A	1,13
		10,36%	100,00A	
		14,41%	99,50A	
P	4°C	6,03%	99,00A	3,94
		10,36%	91,00A	
		14,41%	93,00A	
	8°C	6,03%	100,00A	1,86
		10,36%	99,00A	
		14,41%	99,00A	
	12°C	6,03%	82,00B	8,19
		10,36%	99,50A	
		14,41%	100,00A	
L	4°C	6,03%	83,50B	9,8
		10,36%	100,00A	
		14,41%	98,50A	
	8°C	6,03%	100,00A	5,88
		10,36%	79,00B	
		14,41%	99,00A	
	12°C	6,03%	100,00A	4,51
		10,36%	99,00A	
		14,41%	97,50A	

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo



E.P Semilla almacenada en Envase plástico
P Semilla almacenada en Papel
L Semilla almacenada en Lienzo

Figura 10. Promedios para la variable germinación después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)

Los demás promedios correspondientes a la interacción empaque*temperatura*humedad, no mostraron diferencias estadísticas en cuanto a la variable germinación de semillas, evaluada con 150 días de almacenamiento.

Estos resultados, aparentemente contradictorios, pueden explicarse en el alto número de factores que interactúan a nivel de ambiente de almacenamiento y de la semilla; factores externos como la temperatura, inciden en forma similar en los diferentes tipos de envases, pero el factor humedad del ambiente incidirá más sobre la velocidad de deterioro de las semillas almacenadas en empaques no plásticos como los de lienzo y papel, permitiendo un intercambio continuo de humedad con las semillas⁹⁸.

3.2.3. Índice de vigor (días a germinación)

Los valores correspondientes al vigor de las semillas, después de 150 días de almacenamiento (PROM. M10), en condiciones diferentes de temperatura, empaque y contenido de humedad, se encuentran en la anexo 3; el valor medio de

⁹⁸ VIGGIANO, Kart y PENNA, Jac. Op. Cit. p. 79

días a germinación después de este periodo fué de 21,48 días, valor superior al observado en la primera evaluación (15 días de almacenamiento).

El análisis de varianza (Tabla 7.), mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre los empaques y temperaturas, en las interacciones empaque*temperatura, empaque*humedad y la interacción empaque*temperatura*humedad.

La prueba de comparación de medias para la interacción (Tabla 10 y Figura 11.), permitió establecer que cuando las semillas se almacenaron en envases plásticos a 12°C, los contenidos de humedad de 14,41% (18,94 días) y 10,36% (19,25%) presentaron valores superiores de vigor en comparación con las semillas almacenadas con 6,03% de humedad (20,91 días), con diferencias estadísticas significativas. Cuando se almacenaron en empaques de papel a 8°C, se alcanzaron los mayores indicativos de vigor (menor número de días) con semillas almacenadas con 6,03% y 14,41% de humedad (18,99 días y 19,90 días), con diferencias estadísticas significativas en comparación con el vigor alcanzado con semillas almacenadas con un 10,36% de humedad (22,69 días).

Cuando las semillas se almacenaron en empaques de lienzo y a 12°C el menor número de días a germinación (mayor vigor) se alcanzó con un 6,03% de humedad seminal (22,01 días), con diferencias estadísticas significativas respecto a semillas almacenadas con 10,36% (25,86 días) y 14,41% de humedad (27,61 días). Los tratamientos no mencionados anteriormente y correspondientes al almacenamiento de semillas con diferente contenido de humedad en envases de plástico, papel y lienzo bajo diferentes temperaturas, tuvieron un comportamiento estadísticamente similar.

En términos generales, se puede establecer el mantenimiento del vigor de las semillas después de 150 días de almacenamiento y dentro de los rangos de temperatura y humedad estudiados, lo cual significa de acuerdo con Silva⁹⁹, que las semillas todavía no han sufrido un deterioro significativo. Este autor, describe que las manifestaciones del deterioro se presentan como reducción en el vigor y crecimiento de las plántulas, mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos, de su uniformidad en la emergencia y finalmente, reducción en el rendimiento. Además de los síntomas visuales, se sabe que el deterioro es el resultado inicial de las alteraciones en la fisiología y bioquímica celular de las semillas.

Igualmente, en el análisis de estos resultados es necesario considerar lo expresado por Silva¹⁰⁰, cuando afirma que se debe tener en cuenta que el

⁹⁹ SILVA, Carlos. Op. Cit. p. 141

¹⁰⁰ SILVA, Carlos. Op. Cit. p.142

almacenamiento de las semillas empieza desde el momento en que estas alcanzan su madurez y terminan cuando se inicia el proceso de la germinación. Las condiciones que se presenten durante todo este tiempo y la variabilidad de la especie, determinan la velocidad del deterioro de las semillas; la humedad de las semillas y su temperatura son los factores mas importantes de almacenamiento¹⁰¹.

TABLA 10. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento.

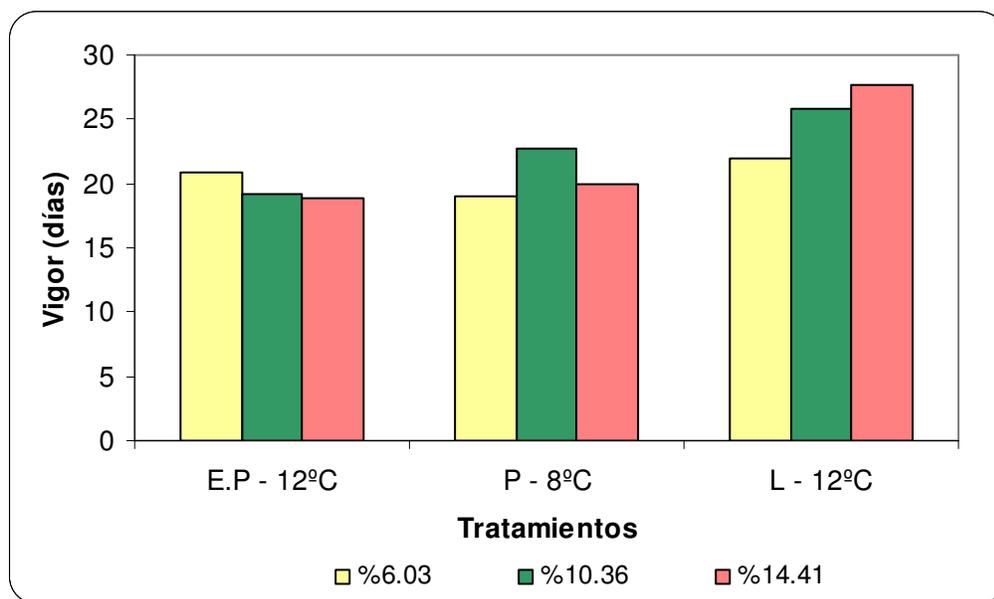
EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROMEDIO	COMPARADOR
E.P	4°C	6,03%	20,89A	2,25
		10,36%	21,92A	
		14,41%	21,52A	
	8°C	6,03%	19,57A	2,82
		10,36%	18,14A	
		14,41%	19,96A	
	12°C	6,03%	20,91A	1,44
		10,36%	19,25B	
		14,41%	18,94B	
P	4°C	6,03%	22,57A	1,43
		10,36%	22,40A	
		14,41%	22,42A	
	8°C	6,03%	18,99B	2,22
		10,36%	22,69A	
		14,41%	19,90B	
	12°C	6,03%	20,27A	2,24
		10,36%	19,83A	
		14,41%	19,79A	
L	4°C	6,03%	23,84A	4,59
		10,36%	22,54A	
		14,41%	25,29A	
	8°C	6,03%	17,18A	11,58
		10,36%	20,99A	
		14,41%	21,33A	
	12°C	6,03%	22,01B	3,62
		10,36%	25,86A	
		14,41%	27,61A	

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo

¹⁰¹ AGUIRRE, R. y PESKE, S. Op. Cit.



E.P Semilla almacenada en Envase plástico
P Semilla almacenada en Papel
L Semilla almacenada en Lienzo

Figura 11. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable vigor después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)

3.2.4. Porcentaje de viabilidad

La viabilidad de semillas con 150 días de almacenamiento (PROM. V10), evaluada mediante la prueba de tetrazolio, se observa en la anexo 4 y figura 12. El promedio general de viabilidad de semillas almacenadas durante 150 días, en tres tipos de empaque, a diferentes temperaturas y contenidos de humedad inicial, fué de 97,50%, (Anexo 4.).

El análisis de varianza (Tabla 7.), mostró diferencias estadísticas significativas en la interacción empaque*temperatura*humedad. Las semillas almacenadas en empaques plásticos a 4°C y en empaques de tela a 8°C presentaron los máximos valores de viabilidad (100,00%) cuando se almacenaron con 6,03% y 14,41% de humedad, con diferencias estadísticas respecto a semillas almacenadas con un 10,36% de humedad (95,00%); (Figura 12), en cambio, para las demás combinaciones de empaques y temperaturas, el contenido inicial de las semillas no afectó la viabilidad de las semillas (Tabla 11).

Estos resultados permiten afirmar que los rangos de temperatura y humedad seleccionados para el presente estudio, fueron adecuados para el mantenimiento de la calidad de las semillas de uchuva, por un tiempo mínimo de 150 días, lo cual corrobora lo expresado por Román¹⁰², quien afirma que el buen almacenamiento no mejora la calidad de la semilla sino que mantiene la calidad inicial. El deterioro de la semilla no se puede evitar, pero la velocidad del proceso sí se puede controlar.

¹⁰² ROMAN, Lucia. Op. Cit. p. 28

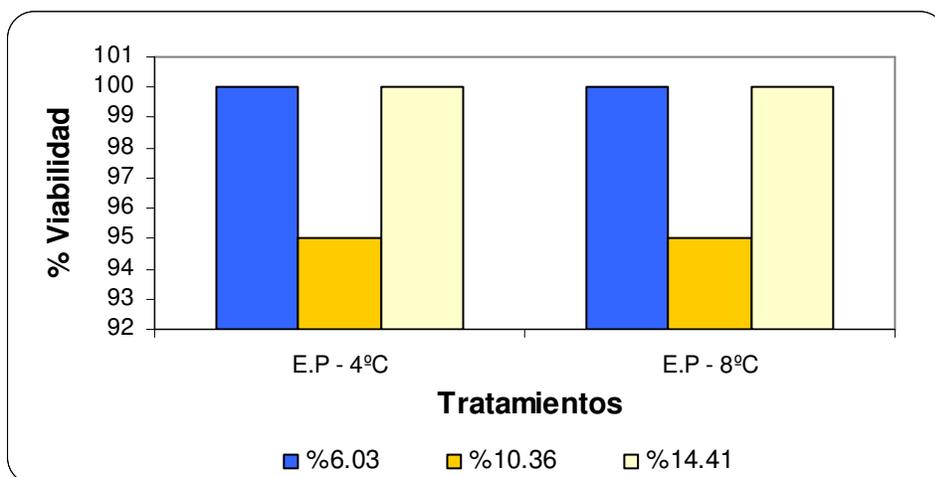
TABLA 11. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable Viabilidad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROMEDIO	COMPARADOR
E.P	4°C	6,03%	100,00A	1,44E-09
		10,36%	95,00B	
		14,41%	100,00A	
	8°C	6,03%	100,00A	1,44E-09
		10,36%	95,00B	
		14,41%	100,00A	
	12°C	6,03%	97,50A	8,52
		10,36%	100,00A	
		14,41%	95,00A	
P	4°C	6,03%	95,00A	8,52
		10,36%	97,50A	
		14,41%	100,00A	
	8°C	6,03%	95,00A	19,07
		10,36%	97,50A	
		14,41%	100,00A	
	12°C	6,03%	97,50A	12,06
		10,36%	97,50A	
		14,41%	100,00A	
L	4°C	6,03%	95,00A	8,52
		10,36%	100,00A	
		14,41%	97,50A	
	8°C	6,03%	97,50A	8,52
		10,36%	100,00A	
		14,41%	95,00A	
	12°C	6,03%	97,50A	12,06
		10,36%	90,00A	
		14,41%	97,50A	

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo



E.P Semilla almacenada en Envase plástico

Figura 12. Prueba de comparación de medias (Tukey) para la variable viabilidad después de 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, empaque y temperatura de almacenamiento. (Solamente se incluyen aquellos tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.)

3.3. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS A TRAVÉS DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO

3.3.1. Contenido de la humedad de las semillas

El comportamiento del contenido de humedad de las semillas almacenadas en diferentes empaques y temperaturas se ajustó a un modelo logístico (Figura 13.) en el cual se inició con valores bajos, que sufrieron un fuerte incremento en los primeros días de almacenamiento, para estabilizarse al cabo de los 60 días aproximadamente. El porcentaje de ajuste del modelo fue del 62% (R^2) y correspondió a la siguiente expresión:

$$C. Hum = \frac{a}{1 + be^{-cx}}$$

En donde:

$$a = 13.171014$$

$$b = 0.81687482$$

$$c = 0.050008176$$

Este comportamiento es explicable, por cuanto los empaques de papel y de lienzo permiten el libre flujo de aire con el medio externo, como lo afirma Bass, lo cual hace que las semillas tiendan a incrementar su contenido de humedad hasta lograr su punto de equilibrio, después de lo cual la humedad se hace constante, según lo expresado por Aguirre y Peske¹⁰³.

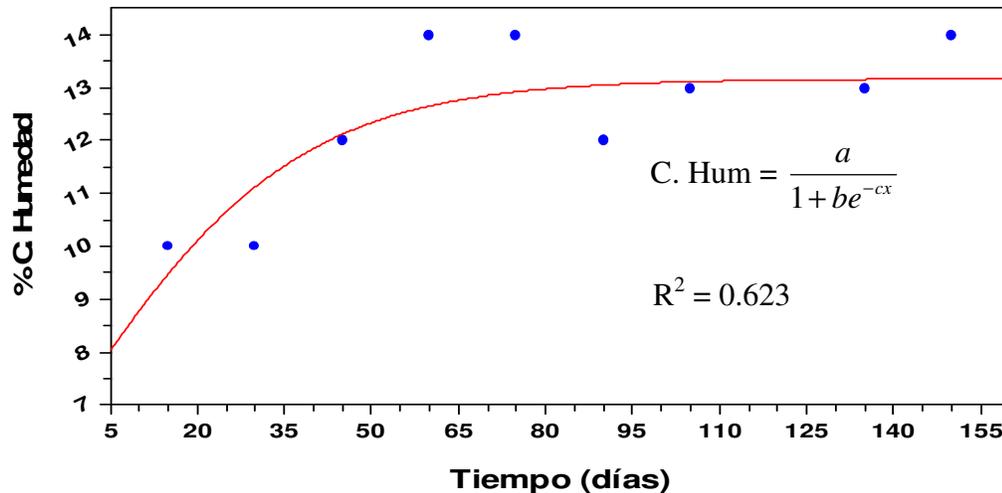


Figura 13. Comportamiento del contenido de humedad de las semillas estudiada a través del tiempo de almacenamiento.

3.3.2. Porcentaje de germinación

El poder germinativo de las semillas de uchuva almacenadas en envases plásticos, lienzo y en papel, a diferentes temperaturas y con diferentes contenidos iniciales de humedad varió con el tiempo (Figura 14.); en el inicio del almacenamiento, las semillas presentaron menores porcentajes de germinación, los cuales se incrementaron hasta alcanzar valores estables a partir de los 40 días del almacenamiento. Este comportamiento se ajustó, con un $R^2 = 0.47$, a un modelo exponencial de la forma:

$$\% \text{ Germinación} = a (1 - e^{-b \cdot x})$$

¹⁰³ AGUIRRE, R. y PESKE, S. Op. Cit. p. 117

Donde:

$$a = 89.3$$

$$b = 0.12$$

La presencia del fenómeno de latencia o reposo de las semillas de plantas silvestres o semidomesticadas, es un factor que garantiza su supervivencia y que es común en este tipo de plantas; se considera que estas semillas poseen una especie de reloj biológico que les impide germinar todas al tiempo, de tal forma que se aseguran semillas en germinación durante un periodo de tiempo relativamente largo, según lo afirma Salisbury¹⁰⁴.

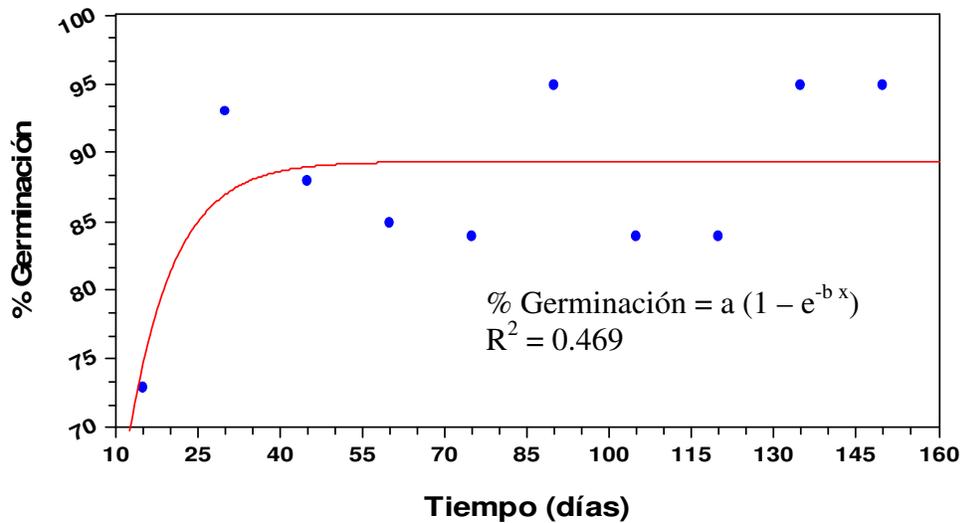


Figura 14. Comportamiento del porcentaje de germinación estudiada a través del tiempo de almacenamiento.

3.3.3. Vigor (días)

El vigor de las semillas durante el almacenamiento sufrió variaciones que van desde valores altos en el inicio del almacenamiento, valores relativamente bajos entre los 45 y los 90 días y valores altos al final del periodo de almacenamiento evaluado (Figura 15.). El modelo cuadrático fue el que presentó un mayor ajuste, con un valor de $R^2 = 0.948$:

$$\text{Vigor} = a + bx + cx^2$$

¹⁰⁴ SALISBURY, Frank. Op. Cit. p.325

Donde:

$$\begin{aligned} a &= 32.642857 \\ b &= -0.38327561 \\ c &= 0.002977393 \end{aligned}$$

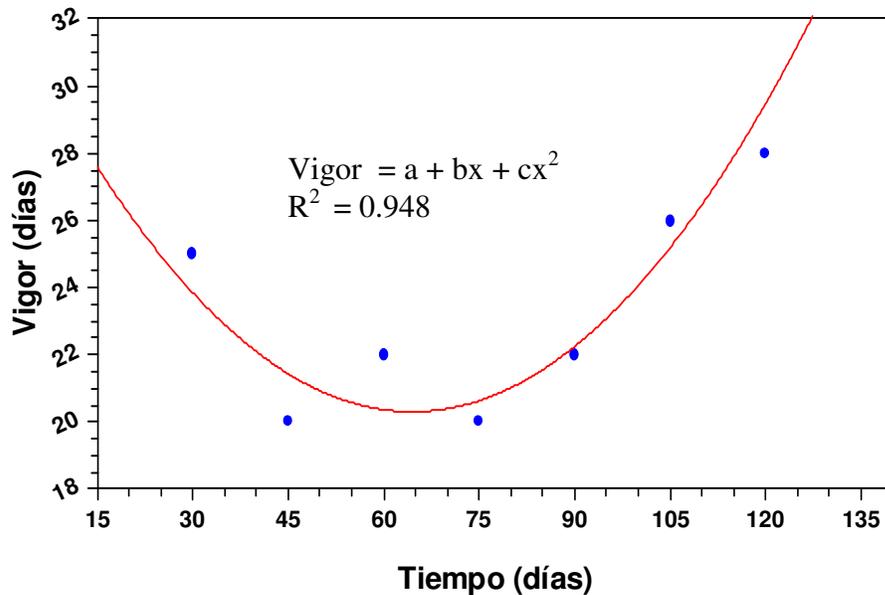


Figura 15. Comportamiento del vigor (medido en días) estudiado a través del tiempo de almacenamiento.

Es posible que las variaciones observadas en el poder germinativo de las semillas, se traduzcan en el comportamiento del vigor, ya que este se midió como el promedio de días a germinación; los valores de latencia inciden directamente en la velocidad de germinación que las semillas presentaron (vigor); en este sentido, Thomson¹⁰⁵, afirma que el vigor se puede afectar por las condiciones nutricionales de la planta madre, por daño en el embrión durante la recolección de las semillas, por el tratamiento posterior que se le da a estas, por factores ambientales que ocurren a partir de la madurez fisiológica y durante el almacenamiento y por el tiempo de almacenamiento.

En este caso se puede afirmar que el mayor vigor de las semillas se alcanzó en los primeros días después de la cosecha y posterior a los 100 días, considerando el tiempo de almacenamiento que se prolongó, en este trabajo, hasta los 150 días.

¹⁰⁵ THOMSON, James. Op. Cit. p. 104

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1. CONCLUSIONES

- Las semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) almacenadas en envases plásticos, en empaques de lienzo y de papel y a 4°C, 8°C y 12°C, conservaron su potencial germinativo, viabilidad y vigor durante todo el tiempo de almacenamiento (150 días).
- Las variaciones en el potencial germinativo de las semillas al final del almacenamiento (150 días), estuvieron determinadas por la interacción de los tres factores analizados: empaque, temperatura de almacenamiento y humedad inicial de las semillas; esta interacción se presentó en empaques plásticos a 8°C, en empaques de papel a 12°C y en empaques de lienzo a 4°C y 8°C.
- El tipo de empaque, temperatura de almacenamiento y la humedad inicial de las semillas, presentaron interacciones que afectaron la respuesta de las semillas en cuanto a vigor y viabilidad de las semillas al final del periodo de almacenamiento.
- El contenido de humedad de las semillas se incrementó durante los primeros días de almacenamiento, hasta alcanzar el punto de equilibrio de humedad.
- Las semillas de uchuva en almacenamiento presentaron incrementos en su poder germinativo durante los primeros 15 días; posteriormente, los porcentajes de germinación se estabilizaron durante el tiempo de evaluación (150 días).
- Los valores de vigor mostrados por las semillas de uchuva en almacenamiento, fueron superiores durante el inicio y al final del periodo de almacenamiento.
- En general, los empaques de plástico y de papel, permitieron mantener valores altos de germinación, vigor y viabilidad durante los primeros 150 días de almacenamiento, bajo condiciones de baja temperatura (entre 4°C y 12°C) y contenidos de humedad entre 6.03% y 14.41%.

4.2. RECOMENDACIONES

- Realizar evaluaciones durante un periodo mínimo de un año.
- Analizar el efecto del contenido de humedad, sobre el potencial de semillas en envases cien por ciento herméticos.
- Evaluar el efecto de la humedad del ambiente sobre el potencial de almacenamiento.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABDUL-BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigor. Hort. Sci. 1980. Pp. 765-771
- ABDUL-BAKI, A.A. y ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. Seed biology. New York, Academic Press. Vol. 2. 1972. Pp. 283-315.
- AGUIRRE, R. y PESKE, S. Manual para el beneficio de semillas. Cali, Colombia, Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT). 1992. 248 p.
- ALMANZA, P.J y ESPINOZA, C.J. Desarrollo morfológico y análisis fisicoquímico de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. para identificar el momento óptimo de cosecha. Tesis de posgrado UPTC Tunja. Facultad de Agronomía. 1985. 114 p.
- ALVARENGA, E. Influencia da idade e armazenamento pos-coheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. Horticultura brasileira. Vol. 2, (1984). Pp. 5 - 8.
- ANGULO, Rafael. Frutales exóticos de clima frío. Bogotá, Colombia, Bayer CropScience S.A. 2003. Pp. 28-48.
- AZEVEDO, J., y LAUDARES, L. Inf. Agropecuario, Belo Horizonte, 8(91):28-31. 1982.
- BASS, Louis. Packages that protect seeds. The yearbook of agriculture. USDA Washington, D.C. 1979. 98 p.
- BASS, Louis y FLOYD, Winter. Envases que protegen las semillas. CECOSA. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. EEUU. Editorial Continental, 1961. 1020 p.
- CABRERA, Wilson y MEZA, Raúl. Evaluación del contenido de humedad, temperatura y empaque sobre el potencial de almacenamiento de semillas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2002. 128 p.
- CCI. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Inteligencia de mercados. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Desarrollo Agrario. Boletín Agrario N° 10, Febrero 4 de 2003.
<http://www.cci.org.co/Manual/Productos/Frutas/Uchuva/uchuva02.htm>

CESAF. CENTRO DE SEMILLAS Y ARBOLES FORESTALES. Almacenamiento de Semillas. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. 2005 <http://www.cesaf.uchile.cl/cesaf/n2/3.htm>

CRAVIOTTO, Roque y ARANGO, Myriam. INTA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. Calidad de Semillas, Santa fé, Argentina http://www.inta.gov.ar/sanluis/info/documentos/Semillas/Cal_semillas.htm 2006.

CRIOLLO, Hernando. Determinación de la madurez fisiológica de semillas de zapallo (Cucúrbita moschata (Duch. Ex Lam) (Duch. Ex poir)) variedad bola verde. Tesis Maestría. Palmira. Escuela de Post-grado programa de sistemas de semillas. 1998. Pp. 10-30.

CRIOLLO, H. y LAGOS, T. Principales aplicaciones del paquete SAS en diseño experimental. Pasto, Universidad de Nariño. 1998. 61p.

CRIOLLO, H., LAGOS, T., RUIZ, H. y MOSQUERA, C. Evaluación de cultivares de uvilla (*Physalis peruviana* L) con base en su capacidad productiva. En: Revista de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto 18 (1) 2001. Pp. 70-85.

CRONQUIST, Arthur. An integrated system of classification of flowering plants. New York: Columbia University press. 1981. 1260 p.

DELOUCHE, J. Prueba de viabilidad de la semilla con tretrazol. Centro Regional de ayuda Técnica, Agencia para el desarrollo internacional (AID), 1971. 71 p.

DELOUCHE, J. Determinants of seed quality. Seed Technology Laboratory. Missisipi State University, Missisipi, 1971.

DELOUCHE, J. Calidad y desempeño de la semilla. Revista Internacional de las semillas. http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed95/artigocapa95_esp.shtm 2005.

DOUGLAS, J. Programa de semillas. Guía de planeación y manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 1991. 357 p.

ESPAÑA. Ministerio de Agricultura. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Madrid: Danubio, 1977. 182 p.

EUV. EDICIONES UNIVERSITARIAS DE VALPARAISO. Semillas de Hortalizas. Manual de producción. Universidad Católica de Valparaíso. Chile 2005 http://www.euv.cl/archivos_pdf/libros_nuevos/semillas_de_hortalizas.pdf

FLOREZ, V., FISCHER, G. y SORA, A. Producción, Poscosecha y Exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 2000. 175 p.

GONCALVES, M., y NASCIMENTO, W. Determinacao do ponto de maturidade fisiologica de sementes de ervilha cv. Dileta. Hort. Brasileira, 12(2):184-186. 1994.

HARTMAN, H., KESTER, D. y HUDSON, D. Propagación de plantas. México, Editorial Continental, 1962. 96 p.

HARTMAN, H. y KESTER, D. Propagación de plantas. México D.F. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 1988. 760 p.

HEJEILE, Hernando e IBARRA, Andrés. Colección y caracterización de recursos genéticos de uvilla (*Physalis peruviana* L) en algunos Municipios del sur del departamento de Nariño. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, 2001. 123 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

HONG, T. y ELLIS, Roberts. Protocol to determine seed storage behaviour. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma. 1996. 63 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (Zurich, Suíça). Handbook of vigor test methods. 2. ed. Zurich, 1995. 117 p.

<http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/uchuva.htm>

JARAMILLO, Juan. Influencia de la clase de empaque y del tiempo de almacenamiento sobre la calidad de la semilla de tomate. Revista Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Palmira, Colombia Vol 28, N°. 1, 1993. Pp. 19-26.
JUSTICE, O. L. La ciencia del análisis de semillas. México, Editorial Continental, 1977. Pp. 729-739.

LEDESMA, Julián. Con un amplio horizonte entre sí. En: El Labriego/Julio – Agosto, 2005. 6 p.

LUTTE, U.; KLUGE, M y BAUER, G. 1993. Botánica. Madrid : McGrawHill, 1993. 572 p.

MCDONALD, M. y NELSON, C. Physiology of seed deterioration. Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin. 1986. 123 p.

MORENO, Patricia. Vida y obra de granos y semillas: Fondo de Cultura Económica. Capitulo 7, Edad de las semillas. México, D.F. http://www.pal.jcce.org.cu/libros/Libros_3/ciencia3/146/htm/sec_9.htm 1996.

PASHA, Mike y DAS, Ralf. Quick viability test of soybean seeds by using tetrazolium chloride. *Seed Sci. and technol.* 10:651-655. 1998.

PEREZ, María. Determinación del vigor del tetrazolio en semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) bajo distintas condiciones de almacenamiento. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias agropecuarias. *Agriscientia*. Argentina. Vol. 14, 1997. Pp. 19 – 24.

POPININGIS, F. *Fisiología da semente*. 2ª. Ed. Brasília. 1985. 289 p.

QUIROS, Walter y CARRILLO, Orlando. OFINASE. OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS. La importancia del insumo semilla de buena calidad <http://www.ofinase.go.cr/publicaciones/CALIDAD.doc> 2006.

ROMAN, Lucia. Principios básicos para un buen almacenamiento de semillas. ICA Informa. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia. Vol. 14, N°. 1, 1980. Pp. 26-30.

SALISBURY, Frank. *Fisiología vegetal*. México, grupo editorial Ibero América, 1992. 758 p.

SANDHU, A; SINGH, S; MINHAS, P Y GREWAL, G. Rhizogenesis of shoot cutting of raspberry (*Physalis peruviana* L.). *Indian Journal of Horticulture*. 46(3): 376-378, 1989.

SILVA, Carlos. Aspectos relacionados con el deterioro de las semillas. *Revista ICA. Produmedios Bogotá*, 1993. Pp. 137-147.

THOMSON, James. *Introducción a la tecnología de la semilla*. Trad. Paloma Malgarejo de Madrid. Zaragoza, España. Editorial Acribia, 1979. Pp. 103-104.

UPEGUI, Paula. Determinación de la Madurez Fisiológica de Semillas de Uvilla (*Physalis peruviana* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 2005. 82 p.

UPV. UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE VALENCIA. Germinación de Semillas. Parte III, tema 17. España, 2006
http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_17.htm

VASQUEZ, C; OROZCO, A; ROJAS, M; SANCHEZ, M. y CERVANTES, V. La reproducción de las plantas. Fondo de cultura económica. Semillas y Meritemos. 1ª ed. México, D.F.

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sities/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm 1996.

VERTUCCI, C. Predicting the optimum storage conditions for seeds using thermodynamic principles. En: Journal of seed technology. 17(2) 1993. Pp. 41 – 52.

VILLAMIZAR, F; RAMÍREZ, A Y MENES, M. 1993. Estudio de caracterización física, morfológica y fisiológica poscosecha de la uchuva *Physalis peruviana* L., en Agro Desarrollo 4 (1-2), págs. 305-320.

VIGGIANO, Kart y PENNA, Jac. Estudio de eficiencia de cuatro tipos de embalagem na preservacao do teor de umidade germinacao das sementes de tomate. Tomate. Resources Informations. Embrapa . 1977. 10: Pp. 77-80.

ANEXOS

Anexo 1. Promedios de contenido de humedad para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROM. H1	PROM. H10
E.P	4°C	6,03%	11,77	12,86
		10,36%	13,61	14,38
		14,41%	12,06	15,13
	8°C	6,03%	50,33	10,84
		10,36%	54,49	12,86
		14,41%	12,30	15,59
	12°C	6,03%	7,30	11,91
		10,36%	8,95	12,70
		14,41%	14,12	11,87
P	4°C	6,03%	13,64	17,15
		10,36%	15,19	16,90
		14,41%	12,58	19,09
	8°C	6,03%	11,70	12,14
		10,36%	13,88	16,29
		14,41%	13,84	15,36
	12°C	6,03%	9,42	12,01
		10,36%	6,61	13,26
		14,41%	5,48	12,13
L	4°C	6,03%	11,17	18,25
		10,36%	9,05	19,42
		14,41%	11,24	17,04
	8°C	6,03%	7,44	11,83
		10,36%	10,46	13,57
		14,41%	9,38	16,50
	12°C	6,03%	10,51	11,58
		10,36%	10,16	12,98
		14,41%	11,53	11,51
PROMEDIO GENERAL			14,01	14,27

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo

Anexo 2. Promedios de porcentaje de germinación para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM.	PROM. %G1	PROM. %G10
E.P	4°C	6,03%	88,50	99,00
		10,36%	93,50	99,50
		14,41%	98,00	99,00
	8°C	6,03%	69,00	99,50
		10,36%	76,50	76,50
		14,41%	77,00	97,50
	12°C	6,03%	56,50	100,00
		10,36%	91,00	100,00
		14,41%	65,50	99,50
P	4°C	6,03%	51,00	99,00
		10,36%	62,25	91,00
		14,41%	82,50	93,00
	8°C	6,03%	64,50	100,00
		10,36%	66,00	99,00
		14,41%	74,00	99,00
	12°C	6,03%	48,00	82,00
		10,36%	59,50	99,50
		14,41%	84,50	100,00
L	4°C	6,03%	54,00	83,50
		10,36%	96,00	100,00
		14,41%	95,50	98,50
	8°C	6,03%	80,00	100,00
		10,36%	96,50	79,00
		14,41%	95,50	99,00
	12°C	6,03%	79,00	100,00
		10,36%	92,50	99,00
		14,41%	92,50	97,50
PROMEDIO GENERAL			77,38	95,91

E.P Semilla almacenada en Envase plástico
P Semilla almacenada en Papel
L Semilla almacenada en Lienzo

Anexo 3. Promedios de vigor (días) para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROM. M1	PROM. M10
E.P	4°C	6,03%	24,91	20,89
		10,36%	25,30	21,93
		14,41%	30,17	21,52
	8°C	6,03%	31,59	19,58
		10,36%	28,87	18,15
		14,41%	27,16	19,97
	12°C	6,03%	21,77	20,91
		10,36%	22,40	19,25
		14,41%	24,38	18,94
P	4°C	6,03%	25,82	22,57
		10,36%	27,41	22,41
		14,41%	33,49	22,42
	8°C	6,03%	30,17	19,00
		10,36%	24,30	22,69
		14,41%	29,06	19,90
	12°C	6,03%	30,17	19,00
		10,36%	26,97	19,83
		14,41%	31,14	19,79
L	4°C	6,03%	31,70	23,85
		10,36%	29,15	22,54
		14,41%	30,08	25,30
	8°C	6,03%	24,10	21,68
		10,36%	26,35	20,99
		14,41%	24,63	21,33
	12°C	6,03%	30,82	22,02
		10,36%	29,68	25,87
		14,41%	31,39	27,61
PROMEDIO GENERAL			27,89	21,48

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo

Anexo 4. Promedios de viabilidad (%) para las evaluaciones a los 15 y 150 días de almacenamiento de semillas de uchuva (*Physalis peruviana* L), con diferente contenido de humedad, temperatura y empaque.

EMPAQUE	TEMP.	C.HUM	PROM.V1	PROM.V10
E.P	4°C	6,03%	100,00	100,00
		10,36%	100,00	95,00
		14,41%	100,00	100,00
	8°C	6,03%	80,11	100,00
		10,36%	84,83	95,00
		14,41%	100,00	100,00
	12°C	6,03%	95,00	97,50
		10,36%	100,00	100,00
		14,41%	95,00	95,00
P	4°C	6,03%	100,00	95,00
		10,36%	90,00	97,50
		14,41%	80,00	100,00
	8°C	6,03%	90,00	95,00
		10,36%	80,00	97,50
		14,41%	95,00	100,00
	12°C	6,03%	90,00	97,50
		10,36%	100,00	97,50
		14,41%	95,00	100,00
L	4°C	6,03%	85,00	95,00
		10,36%	100,00	100,00
		14,41%	100,00	97,50
	8°C	6,03%	100,00	97,50
		10,36%	95,00	100,00
		14,41%	100,00	95,00
	12°C	6,03%	100,00	97,50
		10,36%	100,00	90,00
		14,41%	100,00	97,50
PROMEDIO GENERAL			94,63	97,50

E.P Semilla almacenada en Envase plástico

P Semilla almacenada en Papel

L Semilla almacenada en Lienzo