

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



TESINA:

“Evaluación de cuatro periodos de curado en cebolla blanca (*Allium Cepa L.*) realizado bajo condiciones de campo a través de exposición solar”

Presentado por

Oscar Armando López García

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



TESINA:

“Evaluación de cuatro periodos de curado en cebolla blanca (*Allium Cepa L.*) realizado bajo condiciones de campo a través de exposición solar”

Presentado por

Oscar Armando López García

**Como requisito para obtener el Título de Ingeniero
Agroindustrial**

Ciudad Universitaria, 2024

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

ING. MSc. EDGAR GEOVANNY REYES MELARA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

AGROINDUSTRIAL.

ING. MSc. HUMBERTO RUIZ MEJIA

ASESOR

ING. AGR. MSc. OMAR ANTONIO LARA DÍAZ

TRIBUNAL CALIFICADOR

ING. AGR. MSc. HUMBERTO RUIZ MEJIA

ING. AGR. MSc. OMAR ANTONIO LARA DÍAZ

ING. SARA ANABEL MEJÍA ARTEAGA

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGUÍA DE PÉREZ

COORDINADOR DEL CURSO

ING. AGR. MSc. OMAR ANTONIO LARA DÍAZ

DEDICATORIA

Para mi madre Cruz García y hermano Francisco Rosales quienes se ocuparon de ayudarme y a su vez de revisar los procesos de esta Tesina como lo fue la adquisición del producto para poder establecerla, sin olvidar lo más importante que fue de motivarme, incentivar y levantarme cada vez los ánimos, este es un logro compartido también con todos los docentes que lo hicieron posible como el ingeniero Omar Lara mi tutor, la Lic. Idalia con sus conocimientos, a los ingenieros Álvaro Salmerón y los demás ingenieros involucrados en mi ámbito profesional. No podría haber culminado este logro, de no ser sobre todo a mi madre que hizo doble función de madre y padre al mismo tiempo dándome fuerzas para obtener el título en noches de desvelo y días lluviosos nunca me faltó su apoyo incondicional, a mis abuelos que desde el cielo me guían y me cuidan para mejorar continuamente y a cada uno de ustedes antes mencionado y a los que me faltó mencionar como todos mis compañeros involucrados en mi formación como Javier Calles, Michelle Iraetha, Laura Jovel, David Beltrán Aragón, ¡Con amor a todos, salud y bienestar en sus hogares!.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco sobre todo a Dios primero porque me permitió tener salud y muchos años para poder llegar hasta esta etapa que concluye en esta tesina. A los docentes de la Facultad de ciencias Agronómicas, A mi madre porque es mi pilar fundamental y por su amor incondicional, a mi abuelo Jeremías y mi abuela Juana Paula y a mi padre José Armando quienes son mis ángeles protectores y quienes me cuida desde el cielo, quienes me amaron más allá de la muerte. A todos mis amigos y compañeros que también me motivaron a seguir adelante. A mi tutor Ing. Omar Lara por corregirme y presionarme para hacer un buen trabajo. ¡Y un agradecimiento especial a todos los Ingenieros que no solo fueron mentores, sino que se volvieron amigos y que a lo largo de la carrera nunca me negaron ayuda cuando me acerque a sus cubículos semana tras semana, que gentil y genuinamente siempre me ofrecieron su respaldo, solo queda decir, Gracias por su apoyo!

INDICE GENERAL

CONTENIDO.....	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
4. ANTECEDENTES.....	4
5. MARCO TEORICO.....	7
5.1. Generalidades del cultivo de cebolla (<i>Allium cepa L.</i>).....	7
5.2. Condiciones de campo que originan el deterioro de los bulbos de cebolla.....	10
5.3. Métodos de curado.....	11
5.4. Pasos para un proceso de curado.....	13
5.5. Plagas y Enfermedades durante el curado.....	14
6. METODOLOGÍA.....	15
6.1. Descripción del estudio.....	15
6.2. Materiales y equipos.....	15
6.3. Descripción de la materia prima.....	16
6.4. Metodología de laboratorio.....	17
6.5. Medición de variables:.....	17
6.6. Metodología estadística.....	18
7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	19
7.3. Efectos de los tratamientos en la pérdida de humedad %.....	20
7.4. Efectos de los tratamientos en el Tamaño (mm).....	21
7.5. Efectos de los tratamientos en el “Diámetro (mm)”.....	22
7.6. Efectos de los tratamientos en el “Color”.....	23
8. CONCLUSIONES.....	26
9. RECOMENDACIONES.....	27
10. BIBLIOGRAFÍA.....	28
11. ANEXOS.....	30

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO.....	PÁG.
Figura 1. Cebolla blanca Variedad de invierno.....	7
Figura 2 Curado de cebolla en campo	11
Figura 3 Curado bajo estructura.....	12
Figura 4. Corte de tallo de los bulbos	14
Figura 5. Localización del experimento.....	15
Figura 6. Cebolla blanca variedad Crystal White y montaje del ensayo.....	16
Figura 7. Peso medido en gr de cebolla blanca.....	20
Figura 8. % de humedad de cebolla blanca.....	21
Figura 9. Tamaño en mm de cebolla blanca.....	22
Figura 10. Diámetro mm de cebolla blanca.....	23
Figura 11. Esquema de los tratamientos	25

INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO.....	PÁG.
Anexo 1. Toma de medidas del tamaño y diámetro de los bulbos.....	30
Anexo 2. Montaje del Ensayo	30
Anexo 3. Comparación de las cebollas al día 10.....	30
Anexo 4. Representación gráfica de la curva del secado de las cebollas en campo.....	30

INDICE DE CUADROS

CONTENIDO.....	PÁG.
Cuadro 1. Materiales y equipos.....	15
Cuadro 2 Esquema de montaje del ensayo.....	18
Cuadro A1 Medición de la pérdida de peso	31
Cuadro A2 Medición de la pérdida de humedad en %	31
Cuadro A3 Medición del tamaño (mm)	32
cuadro A4 Medición del dicuadmetro (mm)	32

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el método de curado de cebolla blanca (*Allium Cepa L.*), establecido en condiciones de trabajo de campo, bajo exposición solar. Los parámetros de control fueron: factores físicos como la temperatura que se registró en un rango de 30°C-33°C y el tiempo que tuvo una duración de 10 días (a campo abierto en cajas de madera y se verificaba que el curado fuera homogéneo, que todas las cebollas recibieran la misma exposición solar de forma uniforme). Las variables respuestas que se registraron fueron la variación de masa, medido en gramos, el color, la variación en tamaño, el diámetro y la variación de la humedad. Se llevó a cabo un diseño experimental de bloques completamente al azar, donde se definió que no hubo diferencias significativas entre tratamientos al finalizar el ensayo los tratamientos con valores de 90.5gr y 75.63gr respectivamente, estos valores indicarían que el mayor valor lo presenta el T0 y el menor valor lo presenta el T3”.

Palabras clave: Curado a campo, pérdida de peso, humedad relativa, diámetro, tamaño, factores físicos, tiempo de curado.

ABSTRAC

In the present study, the curing method of white onion (*Allium Cepa L.*) was evaluated, establishing field work conditions, under solar exposure. The control parameters were: physical factors such as the temperature that was recorded in a range of 30°C-33°C and the time that lasted 10 days (in the open field in wooden boxes and it was verified that the curing was homogeneous, that all onions received the same complete sun exposure). The response variables that were recorded were the variation in mass, measured in grams, color, variation in size, diameter and variation in humidity. A completely randomized block experimental design was carried out, where it was defined that there were no significant differences between treatments at the end of the trial, the treatments with values of 90.5gr and 75.63gr respectively, these values would indicate that the highest value is presented by T0. and the lowest value is presented by T3”.

Keywords: Field curing, weight loss, relative humidity, diameter, size, physical factors, curing time.

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium Cepa L.*) pertenece a la familia *Liliaceae L.*, y existen diversas variedades en el mercado, las hay de polinización abierta e híbridos que se adaptan a diferentes condiciones climáticas, el consumo de cebolla a nivel nacional e internacional ha aumentado debido a su valor funcional que genera efectos positivos para la salud del consumidor, y su amplia gama de platillos en los que se utiliza, dentro de las hortalizas de hoja, la cebolla es consumida por su alto contenido de minerales y cuando se destinan al consumo inmediato no requieren de curado, aunque sí de un secado parcial en el campo. (Fornaris, 2012). La Demanda Nacional de Cebolla está distribuida en dos sectores principalmente, el 45% corresponde a los supermercados, seguido por un 40% del sector mayorista y con una mínima participación el sector exportador y agroindustrial con un 7% y 8% respectivamente (MAG 2013).

La cebolla, es rica en vitaminas y minerales, pero además contiene muchos compuestos bioactivos tales como flavonoides y quercitina y otros compuestos que la hacen muy importante en la prevención de enfermedades crónicas. También es bien sabido que las hortalizas se caracterizan por que se componen en un 90%-95% de agua, y la cebolla no es la excepción. Si se les quiere alargar la vida poscosecha, las cebollas necesitarían estar bien curadas antes de ser almacenadas, la selección de variedades se debe realizar en función a la época de plantación, potencial genético y aceptación por parte de los consumidores, según datos del MAG (2013) las variedades en el mercado de cebolla son: Blanca, Amarilla y Morada

Entre los problemas que este cultivo tiene en el manejo poscosecha son proliferación de hongos y pérdidas por desarrollo de enfermedades por lo que es de mucha importancia para mantener su calidad organoléptica y su contenido de compuestos bioactivos en este sentido se aplica una serie de tecnologías poscosecha dentro de las cuales destaca el curado,

Para darle solución a estos problemas durante la poscosecha de la cebolla se evaluará cuatro periodos de curado en donde Guangasi (2017) define el curado como el proceso que consiste en que inmediatamente después de cosechar los bulbos de cebolla, estos son sometidos, a temperaturas altas desde aproximadamente 36 °C, sometidos de igual forma a una baja humedad relativa de por lo menos del 70 % con el objetivo de provocar la deshidratación de las hojas envolventes (catafilos). Se les retira las raíces y tallos para poder elaborar un curado adecuado, bajo condiciones a campo abierto evaluando 3,5.7 y 10 días.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar diferentes tiempos de curado y su efecto en la calidad poscosecha de la cebolla blanca *Allium cepa L*

2.2. Objetivos específicos

- Determinar cuál es el tiempo ideal del curado de cebolla para el alargamiento de su vida útil
- Describir los atributos deseables de la cebolla en poscosecha
- Determinar el porcentaje de humedad en el cual el fruto no ha perdido su calidad sensorial según los parámetros medidos en la investigación

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las hortalizas son las que más pérdidas generan en el resto del mundo por el manejo poscosecha o el que se le da durante el establecimiento del cultivo que provoca la proliferación de plagas y otras enfermedades que afectan en general al cultivo de la cebolla teniendo un margen de pérdidas que rondan 2,858 mil Toneladas. (Gonzales H 2020)

Según Valverde G (1983), Alrededor del mundo se dan un margen de desperdicios provocado de remover los tallos y las raíces de la cebolla y algunos catafilos para facilitar la limpieza de los bulbos todo esto genera una gran cantidad de desperdicios de que si se producen 27 Toneladas de producto hay una relación de que al menos $\frac{1}{2}$ Tonelada es de desperdicios

Los problemas que enfrentan los productores a nivel nacional es que en los valores promedio de pérdidas durante las 13 semanas de duración del ciclo del cultivo es debido a las pérdidas de peso, la pérdida por brotamiento y por el deterioro de enfermedades causadas por las lluvias o un exceso de humedad, por lo mencionado en los párrafos anteriores en la presente investigación se evaluará diferentes periodos de curado en condiciones de campo a cielo abierto con el propósito de evaluar los cambios en la calidad poscosecha de esta hortaliza.

4. ANTECEDENTES

Estudios previos realizados por Fornaris (2012) establecen índices de cosecha para la cebolla, cuando la planta ya ha madurado, o está por comenzar el proceso de maduración, describe que en el cultivo de cebolla se pueden distinguir las siguientes características de índices de cosecha:

- Se detiene el alargamiento de las láminas de las hojas nuevas que emergen del centro del bulbo
- Las hojas ya desarrolladas empiezan a doblarse a nivel del cuello o pseudotallo según este se va tornando blando, (se doblan desde el inicio del tallo hacia el suelo el 80% del cultivo ya se ve así)
- Los catafilos externos del bulbo comienzan a secarse. (Fornaris 2012).

En su investigación el encuentra factible que la cebolla sea cosechada en su etapa óptima de maduración, por lo que esta no se debe ser cosechada inmadura o muy tarde sobre-madura, llega a una conclusión de que cuando se cosecha la cebolla en su etapa inmadura los rendimientos son más bajos debido a que bulbos son de menor peso, además los catafilos externos todavía estarán sueltos, el cuello del bulbo estará húmedo y posteriormente ocurrirá rebrote del follaje. En el caso de cebollas en su etapa óptima de madurez, el cuello se encoje según el follaje se va secando, y este al cerrar bien, se reduce la incidencia de enfermedades en el bulbo, y se mejora su potencial de almacenamiento. (Fornaris 2012)

El cosechar la cebolla sobre-madura, por haberla dejado demasiado tiempo en el campo, puede resultar en pérdida por parte de los catafilos secos exteriores, quemaduras de sol en el bulbo y formación de raíces secundarias durante el almacenamiento. La cosecha de cebolla en su etapa sobre-madura también provee una mayor oportunidad para que ocurra el ataque de patógenos, los cuales en su mayoría son generalmente favorecidos por condiciones de alta humedad (Fornaris 2012).

- Recomienda que las variedades utilizadas sean aquellas que se pueden cosechar de 100 a 140 días después de la siembra.
- El número de días de siembra a cosecha depende de muchos factores, como la variedad sembrada, la fecha de siembra, el manejo que reciba la plantación, (Fornaris 2012)

Mientras las cebollas frescas de estado precurado, son inmediatamente consumidas en una diversidad de comidas típicas u hogareñas de las familias salvadoreñas que no requieren de un curado total si no uno parcial, se llama curado parcial o precurado porque se realiza un secado parcial practicado en el campo. Si se les quiere alargar la vida poscosecha, las cebollas necesitarían estar bien curadas antes de ser almacenadas. Uno de los factores es la velocidad del proceso de curado el cual dependerá principalmente de la temperatura, de la humedad relativa del aire, condiciones de la ventilación y de la humedad en el cuello al momento de la poda. Fornaris (2012), el mismo define el proceso de curado que consiste en un proceso de secado externo en el bulbo de la cebolla, que comienza desde antes de la cosecha.

Por otra parte, Chimborazo (2015) establece en sus investigaciones que los bulbos bien curados se reconocen cuando los catafilos exteriores se secan, también menciona que cuando se realice el curado de cebolla la humedad relativa juega un papel importante para el curado natural de la cebolla que se realiza en el campo. Sin embargo, aclara que la condensación de la humedad relativa (niebla o neblina) durante las horas frías del día favorece al desarrollo de enfermedades foliares y aquí el establece una serie de pruebas realizadas a las cebollas luego del periodo de curado para determinar su uniformidad y conocer las características (Chimborazo 2015).

El proceso de curado tiene como objetivo secar los bulbos y el follaje para eliminar el exceso de humedad que puede favorecer la aparición de enfermedades, secar las hojas y catafilos exteriores, desarrollar buen olor y cerrar bien el cuello del bulbo. (JICA 2019)

Para el curado, las plantas cosechadas son colocadas en hileras sobre la superficie del suelo, cuidando de que las hojas de una hilera de plantas cosechadas cubran los bulbos de la otra hilera, para evitar quemaduras causadas por el sol. En esta fase las plantas arrancadas permanecen en el campo durante 3 a 5 días, dependiendo de las condiciones climáticas y de la variedad cosechada. (JICA 2019)

Entre las características a tener en cuenta para definir la calidad de las cebollas son: color, forma, firmeza, tamaño, ausencia de podredumbre, daño por insectos, verdeado, brotado y otros defectos, contenido de sólidos solubles y pugnencia (picor), Además, los bulbos deben tener las catáfilas secas y adheridas a la superficie y tienen que estar bien curados (JICA 2019)

Los estudios realizados por la revista científica de la facultad Regional multidisciplinaria de Esteli Elaborada por Valdivia et al. (2022) en Nicaragua manifiestan en su estudio realizado un diseño de construcción y evaluación de un prototipo de deshidratación de frutas y

legumbres mediante el aprovechamiento de energía solar térmica, una de las hortalizas a las que se les evaluó el efecto de la radiación solar, fue a los bulbos de la cebolla recién cosechados para realizar el curado diseñando el prototipo de secado en el programa Sketchup, posteriormente se creó en Excel una hoja de recolección de datos que contenía todas las variables de interés. Para las mediciones de las variables se colocaron sensores en diferentes partes del prototipo. Los resultados demuestran efecto significativo de la radiación solar para disminuir el tiempo de secado de la cebolla, así mismo se demostró correlación significativa entre la temperatura, velocidad del viento, radiación y el tiempo.

Así mismo, Galván y Curbelo. (2015). Realizaron un estudio similar donde evaluaron los efectos de la cobertura, con malla sombra sobre la calidad (color, número de catáfilas). En cuatro tratamientos con cuatro repeticiones al azar, en parcelas de 5m a 15 m de largo sobre un cantero, con 3 o 4 filas de plantas según el ensayo. Los tratamientos fueron los siguientes:

- Cosecha tradicional en gavillas, y duración del curado tradicional (14 a 18 días según el ensayo);
- Cosecha tradicional en gavillas con cobertura malla sombra 50% doble, al ras, y duración del curado tradicional (14 a 18 días según el ensayo);
- Cosecha con descolado simultaneo, simulando el descolado mecánico, y entrada al galpón a las 24 horas de cosechada (este tratamiento se realizó solamente en los ensayos en el CRS);
- Cosecha con descolado simultaneo, más cobertura malla sombra 50% doble al ras, y entrada al galpón a los 4 o 5 días de la cosecha.

Con los antecedentes investigativos acerca de los índices de cosecha, los diferentes métodos de curado, se analizaron los resultados y conclusiones que a su vez sirvieron en la realización del experimento de la evaluación de 4 periodos de curados (en días), considerando todas las condiciones necesarias durante el curado como, el porcentaje de humedad en el bulbo y la temperatura.

5. MARCO TEORICO

5.1. Generalidades del cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.)

Es una planta bienal, de tallo reducido a una plataforma que da lugar por debajo a numerosas raíces y encima a hojas, cuya base carnosa e hinchada constituye el bulbo. (Fig. 1).



Figura 1. Cebolla blanca Variedad de invierno

- **Bulbo:** Formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas.
- **Sistema radicular:** es fasciculado, corto y poco ramificado; siendo las raíces blancas, espesas y simples.
- **Tallo:** el tallo que sostiene la inflorescencia es derecho, de 80 a 150 cm de altura, hueco, en su mitad inferior. Hojas: envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.
- **Flores:** hermafroditas, pequeñas, verdosas, blancas o violáceas, que se agrupan en umbelas.

La cebolla en El Salvador se consume tanto con tallo o una vez sometida a un proceso poscosecha como lo es el curado de los bulbos de cebolla que por el mismo proceso se venden sin tallo porque este se seca por exposición al sol y siempre se encuentra apta para consumo,

en cualquier supermercado y tienda de abastecimiento informal la mayoría de las cebollas que venden son curadas. Por la vida de anaquel del producto, una cebolla curada dura hasta 3-6 meses, y se encuentran con facilidad en el territorio nacional debido a que hace parte de la cultura gastronómica del país, cabe recalcar que tiene propiedades antioxidantes, a su vez este es un alimento diurético y contribuye a regularizar el buen funcionamiento del estómago, ayuda al metabolismo a realizar mejor las digestiones.

5.1.1. Importancia del bulbo.

La cebolla es un fruto rico en nutrientes y en proteínas porque aporta minerales como el potasio, hierro, fibra, ácido fólico, de igual manera posee vitaminas C, A y otras como la B6, E, también contiene flavonoides y distintos compuestos azufrados.

Desde el punto de vista del consumidor, esta es consumida en fresco en ensaladas, en curtidos, usado como saborizante de platillos tales como carnes, escabeches, frituras, la cebolla es usada en muchas comidas que usualmente se requieren en el hogar a diario. (Frachia et al. 1996).

5.1.2. Compuestos bioactivos:

5.1.2.1. Flavonoides: Son parte de una propiedad antioxidante contenida en los pigmentos naturales presentes en los vegetales como cebolla, ajo, perejil, etc. Y cumplen la función de proteger al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, contaminación ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc. (Romero, A. 2016)

5.1.2.2. Quercetina: Es una enzima con propiedades antioxidantes, que sirve para mitigar los efectos de enfermedades como: la diabetes, hipertensión y para los vasos sanguíneos, se usa también para prevenir el cáncer y para la artritis según (Romero, A. 2016)

5.1.3. Factores relevantes en la poscosecha de la cebolla durante el Curado

5.1.2.3. Temperatura

Estudios realizados por Guangasi (2017), afirman que la temperatura es el principal factor del ambiente de poscosecha debido a la influencia que esta ejerce sobre el proceso respiratorio, porque se encuentran límites de tolerancia propias del producto que repercutan en la vida útil de almacenamiento estableciendo una relación en la que es inversamente proporcional la temperatura de conservación a la duración de un producto en almacenamiento. Esto implica

la importancia de reducir a la brevedad posible la temperatura de campo del producto cosechado mediante el pre-enfriamiento, requiere el posterior mantenimiento de la cadena de frío hasta que el producto llegue al consumidor o sea utilizado como materia prima para alguna actividad de procesamiento.

5.1.2.4. Humedad Relativa

Esta incide en que si sus altos niveles de humedad relativa, son mayores de 90%, son necesarios en la mayoría de los casos para evitar la deshidratación excesiva de frutas, hortalizas y flores almacenadas. La humedad relativa alta, con condensación de agua sobre la cáscara, determina fermentaciones en los catafilos externos y en consecuencia presencia de manchas, deteriorando la presentación y calidad externa de los bulbos. (Fornaris 2012).

5.1.2.5. Circulación de aire

En investigaciones realizadas por Kitijoja, y Kader, (1996) citado por Guangasi (2017) se afirma que la cebolla se almacena en atmósfera de aire

El manejo de la circulación de aire en los lugares de almacenamiento es un aspecto fundamental a fin de lograr remover tanto exceso de temperatura y humedad como homogenizar las condiciones ambientales de conservación (Guangasi 2017)

Estos mismos autores sostienen que las hortalizas se ven afectadas por varios factores durante la poscosecha que es la actividad luego de su cosecha, entre los se mencionan: cambios en su composición química y alteraciones físicas por la acción de pérdida de agua, azúcares, el color, a excepción de la cebolla que debido a su alto contenido de agua se ve muy afectada cuando en su poscosecha no recibe un manejo adecuado durante el curado

5.1.2.6. Pérdida de peso

Se determina por el diferencial de cuanto peso a perdido el bulbo de cebolla desde el inicio del proceso de curado, hasta la finalización de dicho proceso expresado en porcentaje o unidades de masa, al realizar varios tratamientos y diferentes repeticiones pueden hacerse comparaciones para expresar cual refleja un mejor curado (Martínez 2018).

5.1.2.7. Tasa de Respiración

En la cebolla la tasa de respiración es relativamente baja pero la misma aumenta a medida se incrementa la temperatura, véase el (A-4), esta variable también es afectada por la influencia la humedad relativa (Fig. 2), y por la exposición a un estrés hídrico o calórico. (Frachia et al. 1996).

5.2. Condiciones de campo que originan el deterioro de los bulbos de cebolla

Una vez cosechados los bulbos de cebolla pueden sufrir pérdidas que tienen diverso origen, afectando la cantidad y calidad del producto a comercializar. Las principales causas se deben al ataque de microorganismos patógenos (hongos y bacterias) y a desórdenes fisiológicos (Frachia et al. 1996).

5.2.1. . Los desórdenes fisiológicos

Mencionados por Lozano, et., al (2006) en sus estudios realizados en la Corporación del Mercado Central de Buenos Aires mencionan que los problemas por desórdenes fisiológicos son:

5.2.2. Verdeado

Ocurre principalmente en variedades de color blanco o en aquellos que tienen pocos catafilos de protección, y por exposición de los bulbos al sol se da el crecimiento de raíces. Esto afecta la calidad visual de los bulbos y puede además predisponer un mayor deterioro por podredumbre.

5.2.3. Brotación

Los principales factores a tener en cuenta para demorar el inicio de la brotación son: selección de la variedad, condiciones del cultivo, curado de los bulbos y condiciones del almacenamiento (Aljaro, 1994).

5.2.4. Daño por congelamiento

Se afectan los catafilos carnosos superficiales tomando una coloración amarillo-grisácea y consistencia acuosa, los bulbos dañados se pudren rápidamente (Aljaro, 1994).

5.2.5. Quemadura de sol

Los catafilos externos se ponen rugosos mientras, que los internos se ablandan y son acuosos, predisponiéndolas al ataque de patógenos. Este desorden puede ocurrir durante el cultivo o en el proceso de curado a campo, se evita protegiendo a los bulbos de la radiación directa del sol (Aljaro, 1994).

5.3. Métodos de curado

Entre los métodos para realizar el curado tenemos:

5.3.1. El curado natural o bajo condiciones en campo.

Este proceso establece una serie de métodos de curado en campo, con una secuencia de pasos el primero de uno de los métodos de curado que se realiza antes de la poda, consiste en acostar las plantas sobre el banco luego de levantarlas del suelo, colocando las hojas de unas sobre los bulbos de las otras. De esta forma se estarían protegiendo los bulbos del sol. luego de levantar las cebollas, el curado en el campo se podría llevar a cabo antes o después de podar los tallos y las raíces. (Fig. 2).



Figura 2 Curado de cebolla en campo

Este mismo autor resalta la importancia de mantener una buena ventilación entre los bulbos. Si las condiciones climatológicas lo permiten, luego de 3 a 7 días de este curado en el campo, (hasta 14 días en algunos lugares) se procede con la poda de tallos y raíces.

Otro ejemplo de sus métodos de curado a campo consiste en podar los tallos y raíces 2 o 3 días después de despegar las plantas del suelo, luego de la poda los bulbos se van colocando en pailas o baldes y posteriormente se transfieren a sacos de yute, los sacos se dejan en el campo de 3 a 5 días, en ocasiones hasta 14 días, además, el número de días dependerá de la madurez del bulbo al cosecharse, del clima y del precio en el mercado. Después de este periodo, los bulbos son transportados al centro de clasificación y empaque, los sacos que están en el campo, deben ser volteados periódicamente para mover los bulbos dentro de ellos. En sustitución a los sacos de yute, en algunos casos se utilizan cajones de madera o plástico (field bins), que se mantendrían tapados mientras estén en el campo. (Fornaris 2012)

Según Galván y Curbelo, (2015). El curado a campo que puede demorar hasta 20 o 30 días para que este sea óptimo, debido a que el resultado depende de las condiciones climáticas durante el período como humedad relativa, temperatura. En días de muy alta temperatura puede aumentar la presencia de bulbos con daño por quemado de sol y mal cerrado del cuello por la pérdida acelerada del follaje en la fase final del cultivo, por el motivo que ellos en sus ensayos habían registrado temperaturas de 60 a 70 °C en la superficie de bulbos expuestos al sol.

5.3.2. Curado artificial o bajo estructura

Este es útil cuando la época en la que se cosecha la cebolla es época lluviosa y es necesario realizar el proceso de curado o secado en el campo, pero no se puede por lo que se debe recoger de inmediato, y colocar bajo techo para evitar pudrición y para permitir que las mismas se continúen secando mediante una buena ventilación o utilizando aire caliente o estructuras diseñadas para el curado artificial de la cebolla. (Fig. 3). En estas estructuras se genera un acondicionamiento de los bulbos a condiciones ambientales que afectan la calidad del curado, tales como: humedad, temperatura, ventilación de aire caliente (Fornaris 2012).



Figura 3 Curado bajo estructura

Se ha establecido que las pérdidas de cebolla durante la conservación poscosecha son una de las causas principales de desabastecimiento del mercado y de las variaciones interanuales en la oferta y los precios. Por otra parte, (Galván y Curbelo 2015), menciona que la capacidad de conservación de cebollas no depende de las condiciones y las estructuras en las que se realiza la conservación: sino que está orientada a otros factores tales como en función del cultivar, del manejo del cultivo, y está fuertemente afectada por las condiciones durante la cosecha y el curado.

Por otro lado, este mismo autor menciona que el curado de la cebolla es la etapa inmediatamente posterior a la cosecha, en la cual se logra el secado externo de los catafilos protectores del bulbo y el cierre completo del cuello.

Este método de secado tiene como ventaja su bajo costo, y durante buena parte del día logra condiciones ideales de temperatura (27-32 °C), baja humedad relativa y alta tasa de remoción del aire.

Se encuentra información de otros métodos de curado para cebolla denominado como procesos o métodos de deshidratación, este entraría en los procesos de curados artificiales porque se crean modificaciones en la atmosfera que acelere el proceso de curado y siempre se llegue a una calidad de curado adecuada sin alterar los parámetros organolépticos de las cebollas al finalizar dicho proceso.

5.4. Pasos para un proceso de curado.

Proceso resumido de la cosecha y el curado de forma mecánica (cuando se realiza en campo) (Fornaris 2012)

1. Detener el riego cuando 0 a 25% de los tallos que se han doblado.
2. Cortar los tallos con una cuchilla rotatoria y cortar por debajo de los bulbos con una barra, en ocasiones, ambas prácticas se realizan en una sola operación (Fig. 4)
3. Levantar los bulbos y transportarlos a un “finish-topper” para remover tallos y raíces que no se recortaron en el campo. (Fig. 3)
4. Curar los bulbos dentro de cajones (bins), ya sea en el mismo campo, en las facilidades especiales para el curado artificial, en la empacadora o durante el almacenamiento.

5. Transportar los bulbos en cajones o a granel a la empacadora, para su clasificación y empaque.



Figura 4. Corte de tallo de los bulbos

*Nota: Una poda mecánica eficiente solamente se puede lograr en el campo si los bancos de siembra están planos, si las cebollas no están creciendo en los bordes de los bancos, y si la altura de los bulbos es bastante uniforme.

5.5. Plagas y Enfermedades durante el curado

Las plagas como: insectos, roedores, aves causan importantes pérdidas las cuales se deben controlar con adecuadas prácticas de sanidad y control de plagas en los almacenes. Las enfermedades por hongos y bacterias se deben de identificar y controlar con adecuadas prácticas de sanidad y desinfección de los almacenes. Estos dos factores son controlables si se manejan adecuadamente los factores del producto y de la atmósfera del producto citado por (Guangasi 2017) a (Kitijoja y Kader 1996)

6. METODOLOGÍA

6.1. Descripción del estudio

La evaluación de los cuatro periodos de curado de cebolla blanca bajo condiciones de campo se realizó en el periodo del 20 julio al 3 de septiembre del 2023, en la Colonia Santa Lucia en el municipio de Ilopango, el cual se encuentra a 625.0 msnm con una Latitud Norte Oeste 13.6852248 y longitud 89.1337796 (Fig. 5) y temperaturas promedio de 20°C-30°C, en donde a su vez se realizarán los análisis pertinentes este lugar fue seleccionado por la disponibilidad de espacio y equipos para realizar la toma de datos y la evaluación de la temática. (López V. 2020).

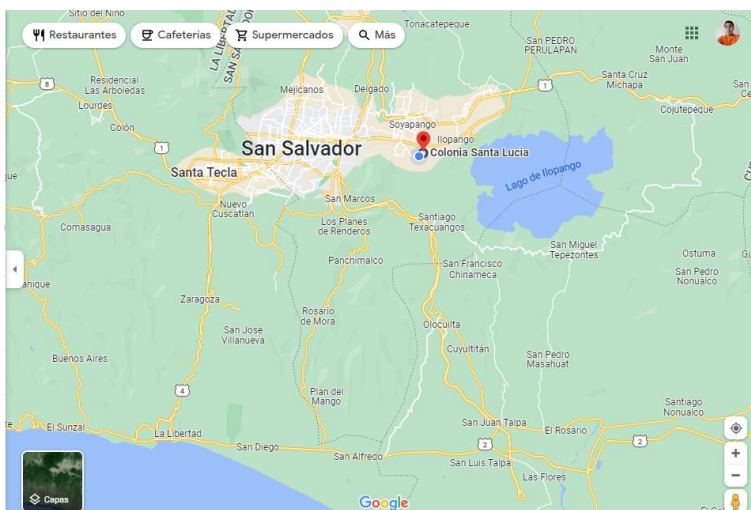


Figura 5. Localización del experimento

Fuente: Google Maps

6.2. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación se muestran en el cuadro 1

Cuadro 1. Materiales y equipos

Materiales	Equipos	Utensilios
64 cebollas	Báscula digital	Cajas de madera
Lapicero	Pie de Rey	Regla
Libreta de apuntes	Computadora	Cinta métrica

Fuente: Elaboración Propia.

6.3. Descripción de la materia prima.

Para el establecimiento del experimento, fueron seleccionadas 64 cebollas blancas de invierno como materia prima de tamaño entre 3-10cm de diámetro central con pesos que oscilaban entre 50-120gr, estas se compraron en el mercado la Tiendona, ubicada en 24 Avenida Norte, San Salvador, posterior se colocaron en cajas de madera con dimensiones 55cm de largo X 28cm de ancho y 34cm de alto y una cubierta metálica posteriormente se procedió a colocarlas sobre una superficie de 2.10m de ancho x 4m de largo (A-2). sobre las cuales se realizarán mediciones de las siguientes variables: Peso, porcentaje de humedad, color, tamaño y diámetro central (Fig. 6)



Figura 6. Cebolla blanca variedad Crystal White y montaje del ensayo

- A.** En la figura 6 A, se tenía toda la materia prima en bruto sin clasificar o distinguirla por pesos o tamaños se encuentra tal y cual fue adquirida sin ser sometida a ningún proceso previamente. (Fig.6)
- B.** En la figura 6 B, las cebollas ya se habían clasificado, por tratamientos y repeticiones según similitudes de tamaños y pesos, también con una tijera de podar se le corto las raíces y los tallos a cada cebolla, a su vez, se rotulo con una viñeta que identificara a que tratamiento y repetición pertenecía cada cebolla. (Fig.6)
- C.** En la figura 6 C, cada tratamiento y repetición ya se habían distribuidos en cajas de madera para formar los bloques haciendo un total de 4 bloques con 4 repeticiones y 4 tratamientos, teniendo 16 cebollas en cada caja y con una cantidad de 64 cebollas en total como muestra. (Fig.6)

6.4. Metodología de laboratorio.

En esta metodología se realizaron análisis de las variables físicas tales como: Peso(gr), porcentaje de humedad (%), el color, tamaño(mm) y el diámetro central(mm), para las 64 cebollas, el estudio conto con un total de 5 mediciones. Las tomas de datos se realizaron en los días 1,3,5, 7 y 10 distribuyeron de la siguiente manera: desde el día 1, día 3, día 5, día 7 y día 10 durante el curado de las cebollas.

6.5. Medición de variables:

6.5.1. La pérdida de peso: Para llevar a cabo la medición de esta variable se utilizó una báscula de la marca XIMI-V, que cuenta con una capacidad desde 1g hasta 5000g, el peso se calculó desde el día 1 hasta el día que se dio por finalizado cada periodo de curado evaluado, para estimar una diferencia del peso inicial contra el peso final de cada medición y para comparar la diferencia de peso en cada toma de datos de los tratamientos.

6.5.2. Porcentaje de humedad (%): Después del cálculo de peso con la báscula marca XIMI-V, se estimó el peso inicial partiendo del 100% de humedad entre el peso de cada una de las tomas de datos multiplicado por 100, para tener una estimación del contenido de agua en cada medición, partiendo desde el día 1 del contenido de humedad que fue quedando en los bulbos.

6.5.3. Color: se observó de manera visual sin equipo sensorial debido a que el movimiento de trasladar los bulbos de cebolla de la ubicación del experimento, hasta la estación experimental provocaría perdidas de los catafilos exteriores, debido a que se encuentran secas y la cebolla pierda dicha protección frente a enfermedades de igual manera el viraje de color que predomino en mayores proporciones, se anotaba si se encontraba alguna anomalía en los bulbos como aparecimiento de otro tipo de colores (quemaduras, verdeamiento, resequedad en los bulbos provocados de una exposición alta a los rayos solares). Ver (A-3)

6.5.4. Tamaño: Para medir esa variable se usó el pie de rey una herramienta practica para medir objetos cuyas formas helicoidales, ovaladas o cilíndricas no se podrían medir con otro tipo de instrumento, desde la parte de las raíces, hasta la parte del bulbo donde inicial el tallo. (A-1)

6.5.5. Diámetro central. Igualmente se utilizó la herramienta pie de rey, midiendo el diámetro central refiriéndose que la parte de la raíz esta sobre el plano de las x en forma horizontal, entonces, trazando una línea horizontal en la parte media se le realiza la medición (A-1)

6.6. Metodología estadística.

Los datos obtenidos se analizaron por medio del diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, se encontraban distribuidas de manera aleatoria en cada tratamiento donde el Tratamiento testigo (T0) fue un periodo de curado de 3 días, el tratamiento 1 fue un periodo de 5 días, el tratamiento 2 fue un periodo de 7 días y el tratamiento 3 fue un periodo de 10 días, resultando en un experimento con 64 cebollas como unidades experimentales (cuadro.2), posteriormente se realizaron análisis de varianza para encontrar diferencias significativas, donde se aplicó la prueba de Kruskal Wallis para bloques donde se han descartado partes de las unidades muestrales a las que se les tomaba solo los datos finales. Utilizando el programa estadístico InfoStat para llevar a cabo los análisis de dichos datos obtenidos, cabe recalcar que la prueba estadística aplicada no hacía uso de los valores de todas las mediciones solo los datos finales del T0 se usaron los datos del día 3, del T1 datos del día 5, del T2 datos del día 7 y para el T3 datos del día 10, para hacer una mejor comparación del comportamiento de cada variable para cada tratamiento y repetición, por el motivo de que ya se habían hecho los muestreos cada tratamiento por pesos y tamaños similares.

Cuadro 2 Esquema de montaje del ensayo

Bloques	Tratamiento: Duración del periodo de curado en días			
Bloque 1	T0R1	T3R1	T2R1	T1R1
Bloque 2	T1R2	T3R2	T0R2	T2R2
Bloque 3	T0R3	T1R3	T3R3	T2R3
Bloque 4	T0R4	T3R4	T2R4	T1R4

Fuente Elaboración propia.

7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

7.1. Efectos de los tratamientos en la pérdida de peso

En las cebollas se evaluaron el efecto de cuatro periodos de curados distintos, las pérdidas de peso fueron mayores en comparación al tratamiento testigo, reflejando cuanto peso a perdido el bulbo de cebolla en cada tratamiento expresado en gramos, al realizar varios tratamientos y diferentes repeticiones pueden hacerse comparaciones para expresar cual refleja una mayor pérdida de peso, pues esta variable de peso está relacionada con la cantidad de agua interna que los bulbos de cebolla pierden por la exposición a la radiación solar mientras los valores de peso en gramos de las cebollas, **“no presentaron diferencias significativas entre tratamientos al finalizar el ensayo los tratamientos con valores de 90.5gr y 75.63gr respectivamente, estos valores indicarían que el mayor valor lo presenta el T0 y el menor valor lo presenta el T3” (Fig.7)**

Los valores de pérdida de peso de las cebollas en los tratamientos no fueron significativos, pero tuvieron una tendencia a disminuir con los días de exposición al sol, lo que concuerda con los resultados de (Guangasi 2017) sostiene que las cebollas pierden peso por la eliminación de agua, y disminución de peso al estar expuestos los bulbos de cebollas a temperaturas altas, humedades relativas arriba abajo del 70%, los datos obtenidos en esta discusión probablemente se debieron a que solo se evaluó en durante 10 días de curado.

En estudios anteriores realizados por Guangasi (2017), se afirma que la cebolla es un fruto que tiende a perder peso durante el curado, provoca cambios de peso verde antes y pesos al final del curado cuando ha concluido el proceso. En adición, (Galván y Curbelo. 2015), sostiene que las frutas pierden peso por la eliminación de agua, y que estas se ven afectadas por la temperatura, el tiempo de exposición y el tipo de curado, al comprar estos factores y autores posiblemente llegamos a estos valores de peso por el tiempo de curado de los bulbos. Ver (Cuadro A1).

Peso medido en gr de cebolla blanca con diferentes periodos de curado, los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (14.94 \pm 0.2). No hay diferencias significativas según prueba de LSD Fisher ($p > 0,05$).

7.2. Efectos de los periodos de curado en cebollas expuestas al sol en la pérdida de peso.

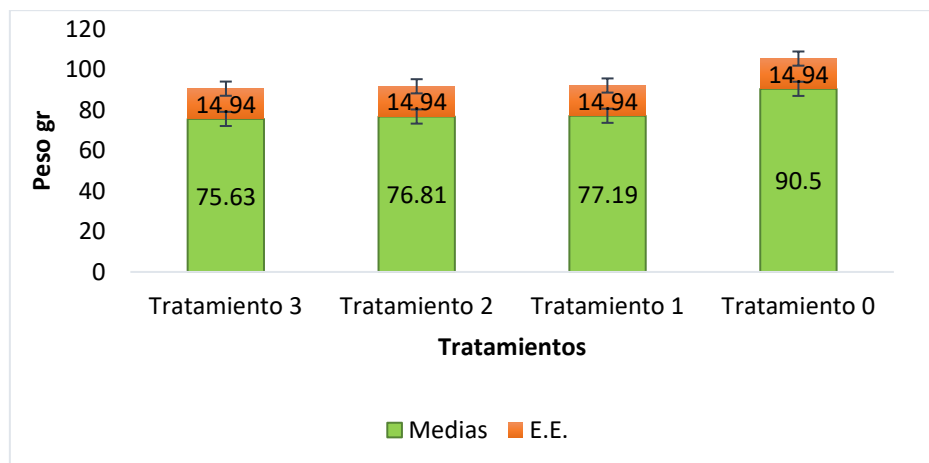


Figura 7. Peso medido en gr de cebolla blanca.

7.3. Efectos de los tratamientos en la pérdida de humedad %

Los valores de pérdida de humedad en % de las cebollas de los distintos tratamientos no fueron significativos, pero tuvieron una tendencia a disminuir con los días de exposición al sol, lo que concuerda con los resultados de (López. 2017), sostiene que las cebollas pierden humedad por el factor de la temperatura y el tiempo de secado en el que los bulbos son expuestos a una humedad relativamente alta, cerca del 70% perdieron al final un 7.5% de humedad %, mientras la media obtenida con mejor curado es el T3 con 75.52% reflejando (Fig. 8), que se perdió cerca del 24.48% de humedad de los bulbos, esto puede deberse que el curado se realizó en un periodo de 10 días y la temperatura oscilo en un rango de 30°C-33°C, lo que mostro resultados similares a los de López (2017)

Según Guangasi (2017), se afirma que la cebolla sufre una pérdida de humedad durante el curado que se dan cambios de peso verde antes y pesos al final del curado cuando ha concluido el proceso. En adición, (Galván y Curbelo. 2015). Sostiene que las frutas pierden peso por la eliminación de agua, y que estas se ven afectadas por factores físicos como la temperatura, Humedad relativa %, además del tiempo de exposición y el tipo de curado, al comprar estos factores y autores posiblemente llegamos a estos valores de perdida de humedad % por el tiempo de curado de los bulbos y el tipo de curado. Ver (Cuadro A2)

En el % de humedad de cebolla blanca con diferentes periodos de curado, los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (5.71 \pm 0.2). No hay diferencias significativas según prueba de LSD Fisher (p> 0,05).

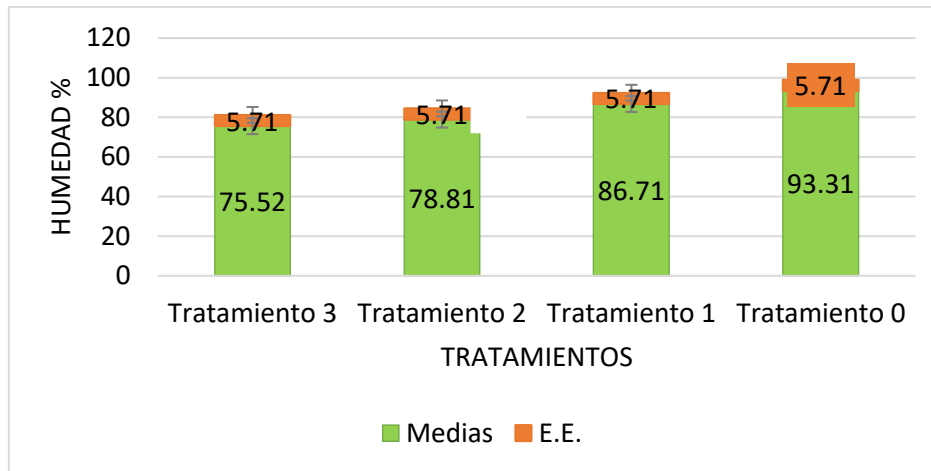


Figura 8. % de humedad de cebolla blanca.

7.4. Efectos de los tratamientos en el Tamaño (mm).

Los valores de Tamaño (mm) de las cebollas en los tratamientos no fueron significativos, pero tuvieron una tendencia a disminuir con los días de exposición al sol, lo que concuerda con los resultados de Guangasi (2017) sostiene que las cebollas son afectadas por el factor de la temperatura y el tiempo de secado en el que los bulbos son expuestos al sol, sin embargo el T0 tiene 57.91mm comparándolo con el T3 50.52mm (Fig. 9), haciendo una diferencia de 6.39mm en cuanto al tamaño de los bulbos, **reflejando una diferencia significativa entre el tratamiento de curado testigo de 3 días y el de 10 días demostrando que al aplicar más tiempo de exposición de los bulbos de cebolla estas pueden reducir el tamaño considerablemente lo que reduce su calidad** en cuanto al vigor en tamaño, por el secado de los catafilos exteriores que le sirven de recubrimiento, mientras se obtiene una vida de anaquel aun mayor a la que se tiene de los bulbos de cebolla en fresco(A-1) Ver (Cuadro A3). Tamaño en mm de cebolla blanca con diferentes periodos de curado, los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (2.79 \pm 0.2). No hay diferencias significativas según prueba de LSD Fisher (p> 0,05).

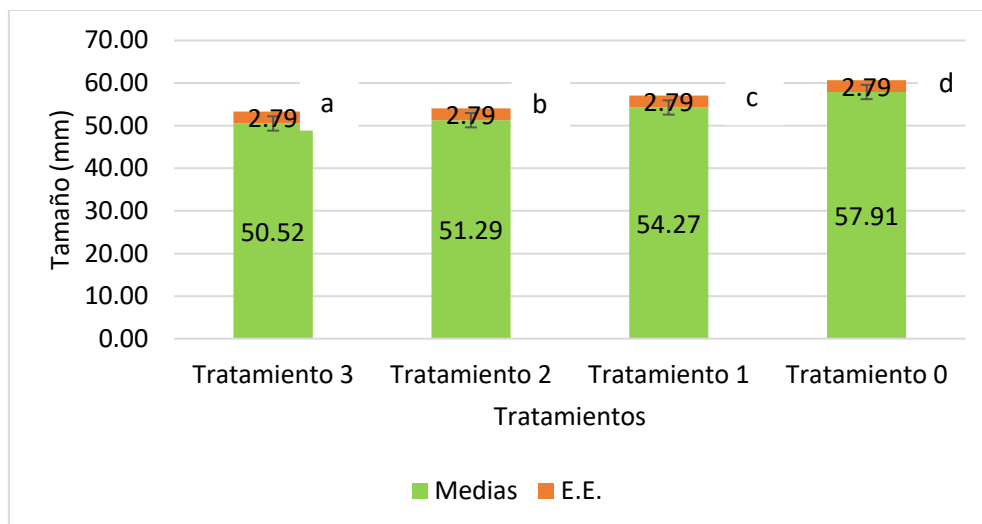


Figura 9. Tamaño en mm de cebolla blanca

7.5. Efectos de los tratamientos en el “Diámetro (mm)”

En el diámetro (mm) de los bulbos, la (Fig. 10) muestra cada tratamiento cuenta con un Error del 2.79 el reflejo un diámetro de T0 53.91mm, este es el que presenta el mayor diámetro, luego el T1 51.79mm, T2 49.68mm y finalizando con el T3 de 47.79mm, reflejando que hay una influencia directamente proporcional de los días de curado, la exposición al sol y la variable respuesta del diámetro de los bulbos de cebolla bajo condiciones de campo.

Los valores de Diámetro (mm) de las cebollas en los tratamientos no fueron significativos, pero tuvieron una tendencia a disminuir con los días de exposición al sol, lo que concuerda con los resultados de Guangasi (2017), sostiene que las cebollas son afectadas por factores como la temperatura, tiempo de secado en el que los bulbos son expuestos, sin embargo, el T0 tiene 52.41mm al compararle con el T3 48.1mm, refleja una diferencia significativa de 4.40mm en cuanto al diámetro de los bulbos, entre el tratamiento de curado testigo de 3 días y el de 10 días demostrando que al aplicar más tiempo de exposición a radiación solar o bajo condiciones a campo de los bulbos de cebolla, estas pueden reducir el la longitud del diámetro de la cebolla. Ver (Cuadro A4).

Diámetro mm de cebolla blanca con diferentes periodos de curado, los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (3.46 \pm 0.2). No hay diferencias significativas según prueba de LSD Fisher (p> 0,05).

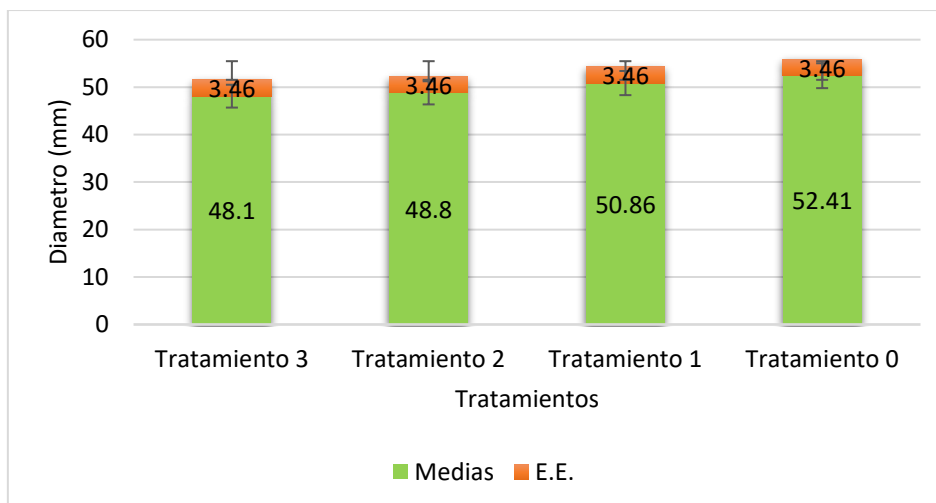


Figura 10. Diámetro mm de cebolla blanca.

7.6. Efectos de los tratamientos en el “Color”

En cuanto a la medición de esta variable se realizó de manera visual y no utilizando un equipo colorímetro debido a la condición de los bulbos de cebolla que al transportarlos pierden partes de los catafilos exteriores que ya se encuentran secos, que son de importancia para el curado de las cebollas ya que brindan protección a la cebolla contra enfermedades, sin embargo al analizar la (Fig. 11) se puede observar el proceso de transición que atraviesa la cebolla, durante el curado los catafilos pasan de un color blanco distinguido de la variedad de las Crystal White y se torna un color rojizo, sin embargo desde el T0 se observa que predomina en las cebollas el color blanco, igual en el T1, T2 sin embargo, desde el día 7 al día 10 en el T2 y T3 se observa que ya hay una presencia del cambio de color a rojizo por el secado de los catafilos exteriores y esto indica que estas capas han perdido la humedad adecuada y brindan recubrimiento al bulbo de cebolla reflejando el cambio de color, sin embargo también pueden presentarse quemaduras por las altas horas de exposición solar de los mismos bajo condiciones a campo.

Mediante la figura 11, tenemos una comparación de cada uno de los tratamientos con el día de inicio hasta el día que culminó su curado.

El 2% de los bulbos presento quemaduras que eran entre 1 o 2 por tratamiento, presentándose en el tratamiento 2 y el tratamiento 3 de 10 días.

El tratamiento que reflejo más pérdida de peso, menor reducción en cuanto al tamaño y diámetro fue el T3, demostrando la influencia directa de la temperatura, la humedad del ambiente para lograr un mejor curado de la cebolla.









TESTIGO (T0) DÍA 1			
Día 1 B1	Día 1 B2	Día 1 B3	Día 1 B4
			
TESTIGO (T0) DÍA 3			
Día 3 B1	Día 3 B2	Día 3 B3	Día 3 B4
			

Figura 11. Esquema de toma de datos T0.









TRATAMIENTO 1 (T1) DÍA 1			
Día 1 B1	Día 1 B2	Día 1 B3	Día 1 B4
			
TRATAMIENTO 1 (T1) DÍA 5			
Día 5 B1	Día 5 B2	Día 5 B3	Día 5 B4
			

Figura 11. Esquema de toma de datos T1.

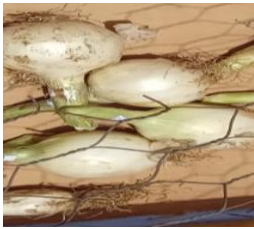







TRATAMIENTO 2 (T2) DÍA 1			
Día 1 B1	Día 1 B2	Día 1 B3	Día 1 B4
			
TRATAMIENTO 2 (T2) DÍA 7			
Día 7 B1	Día 7 B2	Día 7 B3	Día 7 B4
			

Figura 11. Esquema de toma de datos T2.


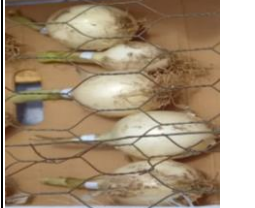






TRATAMIENTO 3 (T3) DÍA 1			
Día 1 B1	Día 1 B2	Día 1 B3	Día 1 B4
			
TRATAMIENTO 3 (T3) DÍA 10			
Día 10 B1	Día 10 B2	Día 10 B3	Día 10 B4
			

Figura 11. Esquema de toma de datos T3

Figura 11. Esquema de los tratamientos

Fuente Elaboración propia

8. CONCLUSIONES

- Mediante el estudio realizado, en los análisis estadísticos se determinó que el mejor tiempo de curado se produjo al colocar los bulbos por más tiempo con un total de 10 días, esto es debido a que posiblemente al estar los bulbos expuestos por más tiempo a temperatura ambiente bajo exposición solar se asegura un curado óptimo el cual también genera un secado de los bulbos más homogéneo, aunque sin embargo los del día 10 presentaron quemaduras en comparación a los de los otros tratamientos.
- En relación a la variable diámetro de bulbo no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el proceso poscosecha utilizando diferentes tiempos de curado, pero si se distinguen variaciones al analizar los tratamientos lo que se puede explicar diciendo que según los resultados obtenidos de esta investigación con los realizados por Guangasi (2017) el llegó a resultados de diámetro del bulbo de 4.744 y 4.589 cm mientras que con 10 días de curado máximo en esta investigación se llegó a 4.79cm esto puede ser debido a la duración de solo 10 días y a que su evaluación fue de 15 días y con cubierta plástica donde se controla mejor la humedad y la temperatura para realizar el curado y por ende el secado de los bulbos.
- En la variable del color se notaron diferencias significativas entre los tratamientos sobre los catafilos exteriores al secarse se tornan de un color rojizo como es el caso del A-3.
- En cuanto al tamaño de los bulbos todos redujeron gradualmente su tamaño normal. El tratamiento que presenta mejores valores es el T0 con un valor de 57.91 mm, seguido del T1 con 55.52mm, luego el T2 con 53.52mm y finalizando con el T3 con 51.79mm. Se observa que desde el T0 se empieza a notar considerablemente la pérdida de peso que fueron teniendo los bulbos en cada periodo de duración del curado, reflejando que el tiempo de curado, la temperatura. El método de curado influye directamente en los resultados que se obtendrán al final de la investigación, indicando el tiempo ideal de curado son de 10 días con atributos adecuados en el aroma, color blanco con los catafilos exteriores secas y recubriendo el bulbo, tallo seco y un peso promedio adecuado que refleje una pérdida del 10% de su peso inicial.

9. RECOMENDACIONES

- El estudio de la poscosecha en cebolla blanca, puede retomarse en evaluar cómo cambian las variables sensoriales de tipo químico usando equipos sofisticado, para medir, Ph. Pruebas de colorimetría, acidez titulable, entre otros.
- Se recomienda utilizar una cubierta protectora para los bulbos de las cebollas durante el curado y mantener en constante control la temperatura y la humedad relativa del entorno de los bulbos.
- Para exportar o comercializar cebollas o sus bulbos se recomienda que durante el curado se empleen medidores de temperatura para que los bulbos de cebolla no se vean expuestos a temperaturas demasiado altas.
- Se recomienda repetir el ensayo, pero bajo techo para comparar las diferencias entre el curado a campo y el curado bajo techo en el mismo patrón de periodos medidos en este estudio.
- Buscarles un uso a los residuos generados por el manejo poscosecha de la cebolla como lo son los tallos, raíces, catafilos exteriores para evitar generar desperdicios y sacarles el máximo aprovechamiento a los recursos naturales y evitar contaminación.
- Se recomienda que la pérdida de peso de la cebolla blanca no supere el 20-30%, debido que al superar este valor se sufran pérdidas en la calidad sensorial, color, tamaño, textura, diámetro del bulbo de la cebolla por lo cual su proceso de comercialización o segmento de mercado al que está destinado puede verse afectado por la aceptabilidad del producto.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- Aljaro, A. 1994. Evaluación de Royal MH-30, un inhibidor de brotación de cebollas de guarda, del tipo valenciana. Empresa de agroquímicos BASF. Chile. P.64 (en línea). Consultado el 20 de abril. de 2023. Disponible en <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429280509144538.pdf>
- Chimborazo Segovia. 2015. Evaluación del rendimiento de cebolla de bulbo (*Allium Cepa* L.). Universidad técnica de Ambato Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador. P. 74 (en línea). Consultado el 24 de febrero de 23. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/19241/1/Tesis111%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20361.pdf>
- Fornaris Rullán, GJ. 2012. COSECHA Y CURADO. Universidad de Puerto Rico. (en línea) P.8. Consultado el 12 de mar. de 2023. Disponible en <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/12.-CEBOLLACOSECHA-Y-CURADO-G.-Fornaris-v2012.pdf>
- Galván y Curbelo. 2015. Mejora del curado a campo de la cebolla mediante sombreado con mallas plásticas. (en línea) P.15. Consultado el 19 de abril. de 2023. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10670/1/sad-757-p.-24-34.pdf>
- Gonzales. H.2020. Desperdicios en la cadena de producción de hortalizas. México. (en línea) P.15. Consultado el 1 de diciembre de 2023. Disponible en <https://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1015/1358/1/TE%20O.M.%202020%20Alvaro%20Antonio%20Ochoa%20Mendoza.pdf>
- Guangasi Tigse, EF. 2017. Evaluación de tres formas de curado de la cebolla híbrido burguesa (*allium cepa* l.) para extender el tiempo de vida del bulbo. P. 70. (En línea). Consultado el 17 de mar. de 2023. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26438/1/Tesis-180%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20531.pdf>
- JICA. 2019. Guía Técnica. Cultivo de Cebolla. Paraguay. P. 72 (En línea). Consultado el 24 de febrero de 23. Disponible en https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/qt_02.pdf

- López V. 2020. Datos geográficos de Ilopango. El Salvador. Alcaldía de Ilopango. P. 19. (En línea). Consultado el 11 de mayo de 23. Disponible en <https://www.alcaldiadeilopango.gob.sv/wp-content/uploads/2020/05/INFORME-TURISMO-02-2020.pdf>
- López. 2017. Deshidratación de cebolla. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Perú. P. 36 (En línea). Consultado el 11 de mayo de 23. Disponible en <https://es.scribd.com/document/353525738/Tesis-Cebolla-Imprimir#>
- MAG. 2013. Cultivo de cebolla (Allium Cepa). El Salvador. (en línea) P.9. Consultado el 19 de abril. de 2023. Disponible en http://simaq.mag.gob.sv/uploads/pdf/Perfiles2014_12393647.pdf
- Romero, A. 2016. Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla (Allium cepa). Colombia. (en línea) P.18. Consultado el 11 de enero de 2024. Disponible en <https://revistas.ugca.edu.co/index.php/ugciencia/article/download/599/1068/>
- Valdivia Espinoza, SR; Alaníz, KC; Reyes Aguilera, EA. 2022. Revista Científica del efecto de la radiación solar, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, UNAN-Managua/FAREM-Estelí. (en línea) P.15. Consultado el 19 de abril. de 2023. Disponible en <https://lamjol.info/index.php/FAREM/article/download/14699/17281/53482>
- Valverde G. 1983. PERDIDAS EN CEBOLLA. Costa Rica. (en línea) P.15. Consultado el 1 de diciembre de 2023. Disponible en https://www.mag.go.cr/rev_agr/v07n1-2_017.pdf

11. ANEXOS.



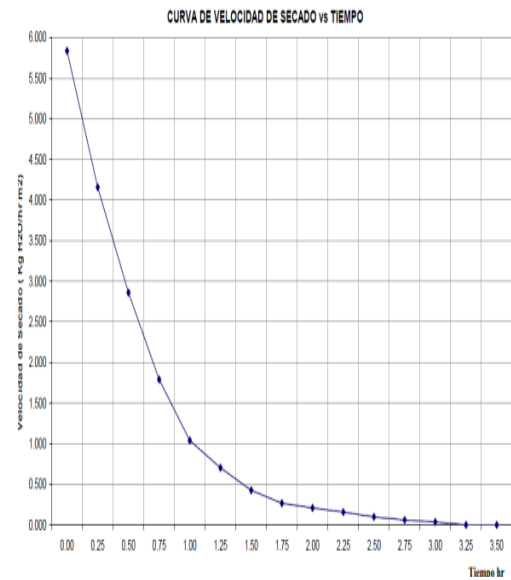
Anexo 1. Toma de medidas del tamaño y diámetro de los bulbos



Anexo 2. Montaje del Ensayo



Anexo 3. Comparación de las cebollas al día 10



Anexo 4. Representación gráfica de la curva del secado de las cebollas en campo.

Cuadro A1 Medición de la pérdida de peso en Cebolla sometida a diferentes periodos de curado Los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (14.94 \pm 0.20).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	p-valor
T3	75.63	4	14.94 \pm 0.20	0.8806
T2	76.81	4	14.94 \pm 0.20	
T1	77.19	4	14.94 \pm 0.20	
T0	90.5	4	14.94 \pm 0.20	

En cada fila no indican diferencias significativas entre los tratamientos. Según prueba LSD de Fischer ($p > 0,05$). Se acepta la hipótesis alterna H1: indicando que no hay diferencias significativas en la variable pérdida de peso (gr)

Cuadro A2 Medición de la pérdida de humedad en % de los bulbos de cebolla sometida a diferentes periodos de curado Los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (5.71 \pm 0.20).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	p-valor
T3	75.52%	4	5.71 \pm 0.20	0.1727
T2	78.81%	4	5.71 \pm 0.20	
T1	86.71%	4	5.71 \pm 0.20	
T0	93.31%	4	5.71 \pm 0.20	

En cada fila indican que no hay significativas entre los tratamientos. Según prueba LSD de Fischer ($p > 0,05$). Se acepta la hipótesis alterna H1: indicando que no hay diferencias significativas en la variable perdida de humedad %.

Cuadro A3 Medición del tamaño (mm) de los bulbos de cebolla sometida a diferentes periodos de curado Los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (2.79 \pm 0.20)

tratamiento	Medias	n	E.E.	p-valor
T3	50.52	4	2.79 \pm 0.2 a	0.1727
T2	51.29	4	2.79 \pm 0.2 b	
T1	54.27	4	2.79 \pm 0.2 c	
T0	57.91	4	2.79 \pm 0.2 d	

En cada fila indican que no hay significativas entre los tratamientos. Según prueba LSD de Fischer ($p > 0,05$). Se acepta la hipótesis alterna H1: indicando que no hay diferencias significativas en la variable Tamaño (mm)

cuadro A4 Medición del dicuadmetro (mm) de los bulbos de cebolla sometida a diferentes periodos de curado Los datos indican medias (n=16) de 4 bloques \pm error estándar (5.71 \pm 0.20).

Tratamiento	Medias	n	E.E.	p-valor
T3	48.1	4	3.46 \pm 0.2	0.1727
T2	48.8	4	3.46 \pm 0.2	
T1	50.86	4	3.46 \pm 0.2	
T0	52.41	4	3.46 \pm 0.2	

En cada fila indican que no hay significativas entre los tratamientos. Según prueba LSD de Fischer ($p > 0,05$). Se acepta la hipótesis alterna H1: indicando que no hay diferencias significativas en la variable diámetro (mm).