

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**PÉRDIDA DE PESO EN FRUTOS DE SEIS HÍBRIDOS DE
PIMIENTO TIPO ANCHO (*Capsicum annuum* L.) BAJO
LAS CONDICIONES DE CASMA**

Presentado por:

RIGO ALBERTO POMACARHUA HUARCAYA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

“PÉRDIDA DE PESO EN FRUTOS DE SEIS HÍBRIDOS DE PIMIENTO TIPO ANCHO (*Capsicum annuum* L.) BAJO LAS CONDICIONES DE CASMA”

Presentado Por:

RIGO ALBERTO POMACARHUA HUARCAYA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Walter Apaza Tapia
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
ASESOR

.....
Ing. Ulises Osorio Ángeles
MIEMBRO

.....
Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Lima - Perú

2017

A mis padres Ronald y Mirtha, por su apoyo incondicional y el amor ante mí.

A mis abuelos Armando y Hilda que me quieren mucho.

A mis hermanos y compañeros de la vida Jim y Chicho.

A mi mejor amigo Quemin Rocca.

A mi novia Estefani, a quien la amo.

AGRADECIMIENTOS

En los presentes párrafos deseo dedicar mi agradecimiento a las personas que participaron de alguna manera en la realización y finalización de éste trabajo ya sea en los momentos difíciles y en los momentos gratos.

Agradezco al señor Antonio Meza Cervantes, a quién aprecio y admiro por la cálida persona que es y por su apoyo incondicional en la realización de esta investigación en su Fundo, ya que sin él no se hubiera realizado este ensayo.

Al Ing. Andrés Casas Díaz, por haber confiado en mí persona en realizar esta investigación y por la paciencia e incondicional hasta lograr la sustentación, por los consejos y alientos en el tiempo que duro el presente trabajo.

A las chicas de la oficina, Lucy 1, Lucy 2, Nelly, Anita, por haber compartido momentos gratos, por los consejos de vida, anécdotas y apoyo moral en mi realización como persona profesional, en seguir luchando para adelante.

A Emilia Muñoz, Pedro y Olivio por haber compartido experiencias y momentos gratos durante mi ensayo.

A Quemín Rocca, compañero y amigo, por el apoyo incondicional, por los consejos y alientos para culminar este presente trabajo.

A mis queridos compañeros y amigos que me brindaron su apoyo para la culminación de este trabajo.

A Mi Padre Ronald Pomacarhua, una persona de carácter fuerte que se siente orgulloso de mi persona y en especial a mi Madre Mirtha Huarcaya que siempre estaba pendiente de mí, en la realización de éste trabajo hasta el último momento, por sus molestias, por su preocupación, por el apoyo incondicional en culminar esta etapa más importante de mi vida. A mis hermanos por brindarme su confianza y apoyo en el transcurso de cada año.

A mi Novia Estefani, por preocuparse mucho en poder terminar este presenta trabajo y motivarme en todo momento. Gracias Amorzote

A Dios del Universo, Por darme la vida tanta luz y fortaleza.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PIMIENTO TIPO “ANCHO”.....	2
2.1.1. Origen y distribución.....	2
2.1.2. Clasificación botánica.....	3
2.1.3. Descripción botánica.....	5
2.1.4. Morfología y composición química.....	7
2.1.5. Características del Pimiento para el secado o deshidratado.....	10
2.1.6. Usos e Industrialización del Pimiento Ancho o Poblano.....	10
2.1.7. Producción Nacional y participación en el mercado mundial.....	11
2.2. OPERACIONES PREVIAS AL DESHIDRATADO O SECADO.....	18
2.2.1. Materia Prima.....	18
2.2.2. Cosecha.....	18
2.2.3. Transporte.....	19
2.2.4. Selección y clasificación.....	19
2.3. EL SECADO O DESHIDRATACIÓN.....	20
2.3.1. Teoría General de Secado.....	21
2.3.2. Métodos de Secado.....	24
2.3.3. Azufrado y Sulfitado.....	31
2.3.4. Almacenamiento del pimiento deshidratado.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. GENERALIDADES.....	32
3.1.1. Ubicación geográfica.....	32
3.1.2. Ubicación geopolítica.....	32
3.1.3. Características climáticas de la zona de estudio.....	34
3.1.4. Área de secado.....	34
3.2. MATERIALES.....	36
3.2.1. Material Vegetal.....	36
3.2.2. Materiales.....	37

3.2.3.	Herramientas y Equipos.....	37
3.2.4.	Insumos.....	37
3.3.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	38
3.3.1.	Factor de Estudio	38
3.3.2.	Tratamientos	38
3.3.3.	Diseño Experimental	38
3.3.4.	Característica del área experimental.....	39
3.3.5.	Procedimiento.....	43
3.3.6.	Parámetros Evaluados.....	54
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	56
4.1.	TEMPERATURA Y HUMEDAD DENTRO Y FUERA DEL TUNEL DE SECADO	56
4.1.1.	Registro de temperatura.....	56
4.1.2.	Humedad relativa.....	60
4.2.	VARIACIÓN DEL PESO Y PÉRDIDA DE HUMEDAD EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SECADO EN FRUTOS DE PIMIENTO TIPO “ANCHO”	62
4.3.	RELACIÓN DE PESO FRESCO Y PESO SECO (PF/PS)	66
4.4.	CALIDAD EN FRUTOS SECOS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO ANCHO	68
4.5.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” (<i>C. annuum</i> L. var. <i>Grossum</i> (Sendt)) SECADOS EN TÚNEL BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CASMA	69
V.	CONCLUSIONES.....	72
VI.	RECOMENDACIONES.....	74
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	75
VIII.	ANEXOS.....	80
IX.	IMÁGENES.....	114

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de 4 subtipos de Chiles Anchos por 100 gramos de porción comestible.....	9
Cuadro 2. Evolución de Países exportadores en Valor exportado en miles de Dólares Americano y cantidad exportada en toneladas del 2012 – 2015.....	13
Cuadro 3. Rendimiento de la variedad de chile ancho poblano por sistema de producción en México.....	17
Cuadro 4. Coordenadas UTM del lugar del experimento.....	32
Cuadro 5. Características de los cultivares evaluados.....	36
Cuadro 6. Tratamientos de seis cultivares tipo Ancho.....	38
Cuadro 7. Análisis de variancia del diseño estadístico empleado en el experimento...	39
Cuadro 8. Dimensiones de las áreas por cada tratamiento y bloques del experimento..	40
Cuadro 9. Dimensión del área de secado para los 6 cultivares de pimientos anchos cosechados en 20 metros lineales para determinar calidades.....	40
Cuadro 10. Leyenda de la gráfica de la distribución de los pimientos anchos en el túnel de secado.....	42
Cuadro 11. Contenido de Humedad en base húmeda en un producto.....	54
Cuadro 12. Temperatura promedio según Estación Meteorológica de Sechín.....	56
Cuadro 13. Temperatura promedio, máximo y mínimo tomadas afuera y dentro del túnel de secado.....	57
Cuadro 14. Humedad relativa promedio, máxima y mínima tomadas de la zona de secado y de los túneles de secado.....	61
Cuadro 15. Variación del peso de los frutos (gr.) en el tiempo de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones de Valle de Casma para el secado con azufre....	62
Cuadro 16. Variación de la pérdida de humedad de los frutos (%) en el tiempo de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones del valle de Casma para el secado con azufre.....	62
Cuadro 17. Relación de Peso Fresco/Peso Seco en frutos de seis cultivares de pimientos tipo “Ancho” secado en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma.....	67
Cuadro 18. Calidad de frutos en seis cultivares de pimiento tipo Ancho.....	68
Cuadro 19. Características de seis cultivares de pimiento tipo “ancho” (<i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>grossum</i> (sendt)) secados en túneles bajo condiciones del valle de Casma.....	70

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución de las exportaciones de páprika periodo 1998 – 2015.....	12
Gráfica 2. Participación y destinos de las exportaciones de páprika 2015 (miles US\$)	13
Gráfica 3: Evolución del valor de las exportaciones por país destino 2012 – 2015 (miles de US\$).....	14
Gráfica 4. Participación de los destinos de las exportaciones de páprika 2015(miles US\$).....	15
Gráfica 5. Evolución de la superficie, producción y rendimiento de páprika a nivel nacional 2001 – 2015.....	16
Gráfica 6. Temperaturas Máxima y Mínima según en la zona de Sechin-Casma...	35
Gráfica 7. Distribución de los tratamientos al azar en el túnel de secado.....	41
Gráfica 8. Distribución de todos los pimientos cosechados en los túneles de secado.....	42
Gráfica 9. Flujograma de trabajo del experimento.....	44
Gráfica 10. Variación de Temperatura dentro y fuera del túnel de secado.....	58
Gráfica 11. Variación de la HR dentro y fuera del túnel de secado con azufre.....	61
Gráfica 12. Ritmo de pérdida de peso (g.) de frutos de seis cultivares de pimiento “Ancho” secados en un túnel con azufre bajo las condiciones de Valle de Casma...	63
Gráfica 13. Ritmo de pérdida de Humedad en porcentaje (%) de frutos de seis cultivares de pimiento “Ancho” secados en un túnel con azufre bajo las condiciones de Valle de Casma	64
Gráfica 14. Relación PF/PS del Método de secado con azufre	67
Gráfica 15. Calidad de frutos en seis cultivares de pimiento tipo “Ancho”.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formas de chile <i>Capsicum annuum</i> grossum (L.) Sendt.....	3
Figura 2. Planta del Pimiento Poblano.....	5
Figura 3. Frutos de Pimiento Poblano.....	6
Figura 4. El pimiento y sus partes principales.....	7
Figura 5. Morfología del chile poblano.....	7
Figura 6. Esquema de mecanismo de transferencia de calor.....	22
Figura 7. Secado al sol.....	29
Figura 8. Secado al humo	29
Figura 9. Secado cubierto con plástico.....	30
Figura 10. Mapa geopolítico de la provincia de Casma.....	33
Figura 11. Foto satelital del lugar del experimento.....	33
Figura 12. Nivelación del terreno con la pala trasera niveladora.....	43
Figura 13. Surcadora modificada.....	45
Figura 14. Formación de cama.....	45
Figura 15. Cama de secado y los cachacos.....	45
Figura 16. Frutos pintones.....	46
Figura 17. Frutos maduro.....	46
Figura 18. Tendido de frutos.....	47
Figura 19. Formación de Surcos.....	47
Figura 20. Formación del túnel secado.....	48
Figura 21. Tapado del plástico.....	48
Figura 22. Efecto de la radiación solar.....	49
Figura 23. Termómetro e hidrómetro.....	50
Figura 24. Quemado de azufre.....	50
Figura 25. Gas de la combustión del azufre.....	51
Figura 26. Balanza casera de 1 kilogramo.....	51
Figura 27. Volteo de los frutos	52
Figura 28. Clasificación de frutos.....	53
Figura 29. Almacenamiento.....	53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Temperaturas máximas y mínimas de zona según estación meteorológica durante el periodo del experimento (2009).....	81
Anexo 2. Temperaturas de las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m. de la zona de investigación (2009).....	82
Anexo 3. Temperaturas de las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m. del túnel del secado con azufre y el secado sin azufre.....	84
Anexo 4. Comparación de temperaturas de la estación meteorológica y temperaturas fuera del túnel y dentro del túnel de secado con azufre.....	86
Anexo 5. Humedad relativa de las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m. registradas en la zona de investigación (2009).....	87
Anexo 6. Humedad relativa registrada a las 7 a.m., 1 p.m. y 6 p.m. del túnel de secado con azufre y sin azufre.....	89
Anexo 7. Registro de pesos y evaluación de pérdida de humedad de frutos de pimiento ancho deshidratados con el sistema de secado con azufre.....	91
Anexo 8. Registro de pesos y evaluación de pérdida de humedad de frutos de pimiento ancho deshidratados en un túnel sin azufre.....	94
Anexo 9. Prueba de Duncan, cuadro de ANVA y gráficas de variables tomadas en el ensayo del método de secado con azufre.....	99
Anexo 10. Evaluación de pesos frescos y secos de seis cultivares de pimientos ancho cosechados en una área de 20 metros cuadrados de cada cultivar.....	104
Anexo 11. Prueba de Duncan, cuadro de ANVA y graficas de variables tomadas en el ensayo del método de secado sin azufre.....	106
Anexo 12. Comparación de pérdida de humedad de los frutos de pimiento tipo ancho en ambos métodos de secado.....	110
Anexo 13. Comparación de la relación peso fresco/peso seco de ambos métodos de secado.....	111
Anexo 14. Características de seis cultivares de pimiento tipo “ancho” (<i>capsicum annuum</i> l. var. <i>grossum</i> (sendt)) secados en dos metodos de secados bajo condiciones del valle de casma.....	113

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Morfotipo de fruto de seis cultivares de pimiento tipo “ancho”.....	115
Imagen 2. Instalación de los tratamientos en la cama de secado con el nuevo método de secado con quema de azufre	116
Imagen 3. Secado de seis cultivares de pimiento tipo “ancho” fresco (cosechados en veinte metros cuadrados) con el nuevo método de secado (con quema de azufre)	117
Imagen 4. Vista de la distribución en los cultivares de pimiento “ancho” cosechados en veinte metros cuadrados.....	120
Imagen 5. Instalación del túnel de secado con el nuevo método de secado.....	120
Imagen 6. Vista dentro del túnel de nuevo sistema de secado.....	121
Imagen 7. Vista exterior del túnel de secado con el método con quemado de azufre	121
Imagen 8. Instalación de los tratamientos en la cama de secado con el antiguo método de secado (sin quema de azufre)	122
Imagen 9. Blanqueamiento de frutos en el antiguo sistema de secado.....	123
Imagen 10. Vista de los tratamientos secados en el método de secado sin azufre....	123
Imagen 11. Vista de los tratamientos y de los frutos cosechados en veinte metros cuadrados secados en el túnel con quema de azufre.....	124
Imagen 12. Vista de los cultivares de pimiento “ancho” secados en el túnel con quema de azufre cosechados en veinte metros cuadrados.....	127
Imagen 13. Morfotipo de frutos de seis cultivares de pimiento tipo “ancho” tanto en fresco como en seco.....	128
Imagen 14. Problemas encontrados en el secado.....	134
Imagen 15. Selección por calidades de pimiento tipo “Ancho”.....	135

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los arenales cercanos a la zona agroindustrial de Casma cerca al Fundo “Santa Delfina” donde se cosecharon los pimientos Anchos a tratar, ubicado a 1.5 km. del Fundo y a 4 km. de la ciudad de Casma. Es allí donde se acondicionaron espacios de secado llamados “eras” para el secado respectivo de los pimientos anchos cosechados, con el objetivo de evaluar el ritmo de pérdida de peso de los frutos de seis híbridos de pimiento ancho en túneles de secado con el quemado de azufre y determinar cuál de estos pierden gran cantidad de agua y quien tiene mejor peso seco comercial (mayor materia seca) que es de interés al productor. El Factor en estudio fueron los híbridos y las variables evaluadas fueron: Peso fresco inicial de 10 frutos (gr.), Variación de peso y humedad de 10 frutos (gr. /día), Relación peso fresco/peso seco (PF/PS), Registro de Temperatura y Humedad, determinación por calidades y de la merma. El diseño estadístico fue un DBCA con cuatro bloques. Se realizó el ANVA y la prueba múltiple de Duncan. Hubo diferencias significativas en todas las variables evaluadas. Los híbridos que presentaron mayor peso fresco fueron Máncora y Amazonas con 194.65 gr/fruto y 186.98 gr/fruto respectivamente; los que mayor agua perdieron por frutos fueron Mancora y Fumagalli con 89.2% (173.65 gr. de H₂O) y 88.8%(173.65 gr. de H₂O) respectivamente de su peso fresco. La mejor relación PF/PS lo tuvo el híbrido Vencedor con 7.71. El Tiempo de secado para este tipo sistema de secado con azufre fue entre 12 a 17 días

Palabras claves: Pimiento, chile ancho, pérdida de agua, relación peso fresco/peso seco (PF/PS).

1. INTRODUCCIÓN

Los pimientos tipo “Ancho” se adaptaron con gran éxito a los climas y microclimas predominantes en la costa peruana y alcanzaron niveles de demanda muy por encima de las expectativas en el mercado exterior como producto deshidratado que son requeridos en la industria culinaria (especia para sopas, guisos, pizzas, colorantes, saborizantes, embutidos, licores etc.) y la industria cosmética y farmacéutica (lápices labiales, polvos faciales, aceites esenciales, oleorresinas, etc.).

El proceso de deshidratado de los pimientos se logran mediante sistemas de secado muy simples que son ampliamente usados por los productores de nuestro país, entre ellas tenemos el secado al sol que son colocados en eras sobre la arena y extendido en la superficie en una sola capa para facilitar el secado, utilizado principalmente en pimientos para paprika; sin embargo este “secado al sol” resulta en muchos casos en mermas y en una disminución de la calidad del producto seco y actualmente los mercados internacionales muestran preocupaciones por el incremento de toxinas, por ello y para darle solución frente a esta problemática se viene realizando el mejoramiento de la técnica de secado solar llamándole “secado solar técnico”, por otro lado también se vienen realizando el secado artificialmente mediante hornos.

Este “Secado solar técnico” comparado con el secado al sol tradicional, en muchos casos mejoró la calidad, redujo el tiempo de secado y sobre todo redujeron las pérdidas del producto. En cuanto el tiempo de secado dependiendo de las condiciones climáticas de la zona como la temperatura, humedad relativa, el movimiento del aire y la nubosidad se estima entre 20 a 30 días, pero con esta nueva técnica el tiempo de secado se reduce a 7 -9 días en verano y 14 – 15 días en días de otoño- invierno.

Para el caso de pimientos tipo ancho se usan los túneles de secado que son construidas con polietileno la cual tiene dos variantes: con y sin quema de azufre. Los pimientos son colocados dentro de estos túneles donde se alcanza temperaturas promedio de 45°C lo que permite la uniformización de secado del producto entre 12 a 15 días.

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar el ritmo de pérdida de peso en frutos de seis híbridos de pimiento ancho durante su proceso de deshidratación al aire libre bajo las condiciones del valle de Casma.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PIMIENTO TIPO “ANCHO”

2.1.1. Origen y distribución

La terminología del *Capsicum* es muy confusa. Los nombres: pimiento, chili, chile, chilli, ají, páprika y Cápsico son usados indistintamente para referirse a especies del género *Capsicum*. Los investigadores de *Capsicum* utilizan chile, pimiento o ají, como términos vernaculares y el nombre *Capsicum* se reserva para la discusión taxonómica (Loayza, 2001). Según Heiser (1976) citado por Nuez *et al.* (1996) todas las especies del género *Capsicum*, a excepción de *C. Anomalum*, son originarias de las regiones tropicales y subtropicales de América.

Según Mc. Leod *et al.* (1982) y Heiser (1976) citado por Loayza (2001) el género *Capsicum* se originó en una “área nuclear” en Bolivia sud-central con la subsiguiente migración de los Andes y tierras bajas de la Amazonía acompañada por radiación y especiación.

Los restos más antiguos de chile o ají se encontraron en los yacimientos del Valle Tehuacán en Puebla-México, fechado entre 6500 – 5500 a.C. donde se concluye que en esa época se llevó el inicio de la domesticación gracias a lo registrado arqueológicamente en otros lugares de México (Nuez *et al.*, 1996). Es por ello que el Ají, Chile o pimiento ancho o poblano surgió de esa zona y es más conocido como chile o pimiento poblano en su estado fresco y Ancho en fruto seco, y la palabra deriva del Valle de Puebla de México, de ahí el termino poblano, donde es muy posible que este chile iniciara su cultivo a gran escala que pudo haber sido el comienzo (Grupo Imbrium SA, 2005).

En Puebla el Chile “Poblano” es un recurso fitogenético y tiene una antigua tradición cultural, pues es probable que desde finales de la Fase el Riego (6950 a 5050 a.C.) se hayan seleccionado semillas de chiles para su cultivo en el Valle de Tehuacán (MacNeish, 1995 citado por Rodríguez *et al.*, 2007). El chile “Poblano” o “Mulato” tiene importancia gastronómica, económica y social en este estado, por ser un ingrediente básico de platillos tradicionales como el “mole poblano” y los “chiles en nogada” (Rodríguez *et al.*, 2007).

2.1.2. Clasificación botánica

La clasificación del pimiento poblano desde el punto de vista botánico según Flores & Vilcapoma (2006), Nuez *et al.*, (1996) y Díaz del Pino (1957) es:

REINO	: PLANTAE
DIVISIÓN	: MAGNOLIOPHYTA
CLASE	: MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE	: ASTERIDAE
ORDEN	: SCROPHULARIALES
FAMILIA	: SOLANACEAE
SUBFAMILIA	: SOLANOIDEAE
Tribu	: <i>Solaneae</i>
Género	: <i>Capsicum</i>
Sección	: <i>Capsicum</i>
Especie	: <i>Capsicum annuum</i>
Subespecie	: <i>Capsicum annuum</i> L. var. <i>Grossum</i> (Sendt)

a. *Capsicum annuum* L. var. *Grossum* (L.) Sendt:

Frutos anchos con una depresión basal (Figura 1), hinchados, carne gruesa y dulce, y de color amarillo o rojo.

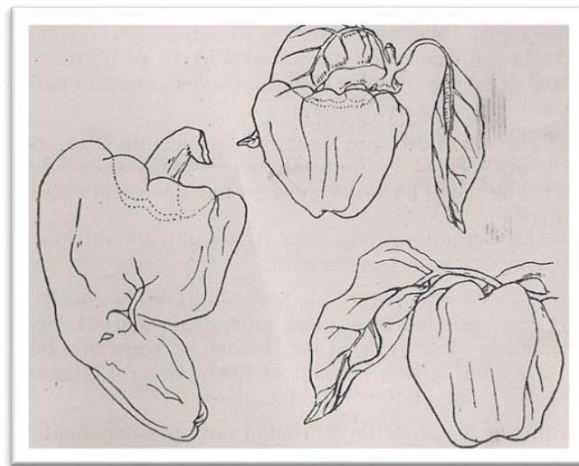


Figura 1. Formas de chile *Capsicum annuum* grossum (L.) Sendt.
Fuente: Díaz del Pino (1957)

➤ *Chile Ancho*

Según Nuez *et al.* (1996) y Díaz del Pino (1957) a este tipo pertenece varios Subtipos, que presentan pequeñas diferencias entre sí. Como norma general los frutos del chile Ancho son cónicos o acorazonados y, según variedades, son de 10-15 cm de largo y 5-8 cm de ancho. La carne es fina y moderadamente picante. El color inmaduro varía desde el amarillo verdoso al verde oscuro. En madurez suelen ser rojos.

Del chile Ancho se han descrito los siguientes subtipos:

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| ✓ Ancho o Poblano | ✓ De Ramos |
| ✓ Mulato | ✓ Negro |
| ✓ Miahuteco | ✓ Criollo Dulce |
| ✓ Cristalino o De Chorro | ✓ Chiplote |

El Subtipo Ancho, se consume en verde y en rojo deshidratado. El INIA mexicano ha seleccionado algunas variedades de este subtipo, denominadas Esmeralda, Verdeño 1020 y Flor de Pabellón. Los caracteres más notables son frutos óvalos – oblongos, subcordiforme, ligeramente surcado, de 8 a 14 cm. de largo por 5 hasta 10 cm. de ancho, de color rojo intenso cuando está maduro. Cultivo principal de varios estados de México y una de las variedades comercialmente más importante

El Subtipo Mulato, También conocido como chile De Color porque madura en color marrón oscuro, es menos picante que el Ancho y se usa principalmente deshidratado. Cuando se le consume en verde se le llama también Poblano. Se conocen dos cultivares seleccionados por INIA mexicano, denominados V-2 y Roque. Se cultiva especialmente en Puebla y en el Valle de México, es muy aceptado en el mercado porque se usan en muchas recetas culinarias

El subtipo Miahuteco, se cultiva principalmente en el estado de Puebla. Presenta frutos más pequeños (más estrechos y más largos) y más picantes que el chile Ancho. Se consume principalmente en fresco. En este estado su color es verde claro, pero en madurez puede ser rojo o achocolatado.

El subtipo Cristalino o de Chorro se produce a nivel familiar en el norte de Guanajuato y de Durango en México. Los frutos son grandes, de color verde amarillento. La carne es delgada y muy picante. La producción se consume casi exclusivamente en verde.

El subtipo de Ramos se cultiva en Ramos Arizpe en México. Los frutos son grandes y muy picantes. El consumo es principalmente en verde.

El Subtipo Negro se produce en los valles centrales de Oaxaca en México.

El Subtipo Criollo Dulce es de sabor no picante, como indica su nombre. Se produce en explotaciones familiares entre Tabasco y Campeche en México.

El Subtipo chilpotle, tiene frutos que aproximadamente de unos 5 a 8 centímetros de largo, por unos 3 a 4.5 de ancho, bastante carnosos.

El Subtipo Ancho amarillo, variedad muy poco conocida, muy parecida al ancho rojo, sólo que al madurar toma un color amarillo.

2.1.3. Descripción botánica

Dentro del tipo de chile ancho existen varios subtipos que presentan una variabilidad en cuanto a características como altura y hábito de crecimiento de la planta, tamaño y color de las hojas y tamaño, forma, número de lóculos y color del fruto. Sin embargo es posible identificar varios fenotipos, ya que no se puede caracterizar morfológicamente una población específica de un determinado subtipo para cada zona. Es frecuente encontrar dentro de un cultivar nativo o criollo de determinada región, una amplia gama de variabilidad en relación con las características mencionadas.

a. Plantas

Generalmente, son plantas sin pubescencia (Figura 2), de aspecto herbáceo, aunque con tallo que puede llegar a tener aspecto semileñoso; crecimiento compacto y altura de las plantas entre 60 y 70 cm. (CONAPROCH, 2007), pero según Díaz del Pino (1957), tiene una altura de 45 a 60 centímetros de altura, aunque a veces llega a alcanzar una altura de 1.20 m. y tienen sus ramas verdes, frecuentemente verrugosas, glabras hinchadas en los nudos. Nudos manchados de púrpura, subpelosos.



Figura 2. Planta del Pimiento Poblano
Fuente: CONAPROCH (2007)

Generalmente, el tallo inicia su ramificación a menos de 20 cm. del suelo, dividiéndose en dos o tres ramas, las cuales, a su vez, se bifurcan cada 8 a 12 cm., en forma sucesiva, unas cuatro o cinco veces.

b. Hojas

Son gruesas de color verde oscuro brillante, frecuentemente lustroso sobre el haz, de forma ovado-acuminada. En las ramas inferiores las hojas son de mayor tamaño; miden de 7 a 12 cm de longitud por 4 a 9 cm de ancho. La venación es prominente; los pecíolos miden de 5 a 8 cm de longitud y son acanalados.

c. Flores

La flor tiene cinco pétalos de color blanco sucio; casi siempre hay una flor en cada nudo. El periodo de floración se inicia aproximadamente a los 50 días y continua hasta que la planta muere, normalmente a causa de heladas en el invierno.

d. Frutos

El fruto de este tipo de chile mide de 8 a 15 cm, tiene forma cónica o de cono truncado; cuerpo cilíndrico o aplanado, con un hundimiento o “cajete” bien definido en la unión del pedúnculo o base como se muestra en la Figura 3; el ápice es puntiagudo o bien, un poco chato. Tiene de dos a cuatro lóculos; la superficie es más o menos surcada y una pared gruesa. Antes de la madurez, el color es verde oscuro, pero, al madurar, se torna rojo. El fruto se cosecha sin madurar o bien maduro. El fruto sin madurar se consume en verde, sea en rajas o para chiles rellenos. Cuando se cosecha maduro se seca para utilizarlo en la elaboración de salsas, de moles u otros platillos.



Figura 3. Frutos de Pimiento Poblano
Fuente: CONAPROCH (2007)

2.1.4. Morfología y composición química

El Pimiento *capsicum* comprende un 38% de pericarpio, un 56 % de semillas y un 4 % de tallos (Nuez *et al.*, 1996). En la Figura 4 y 5 se muestra el pimiento y sus partes.

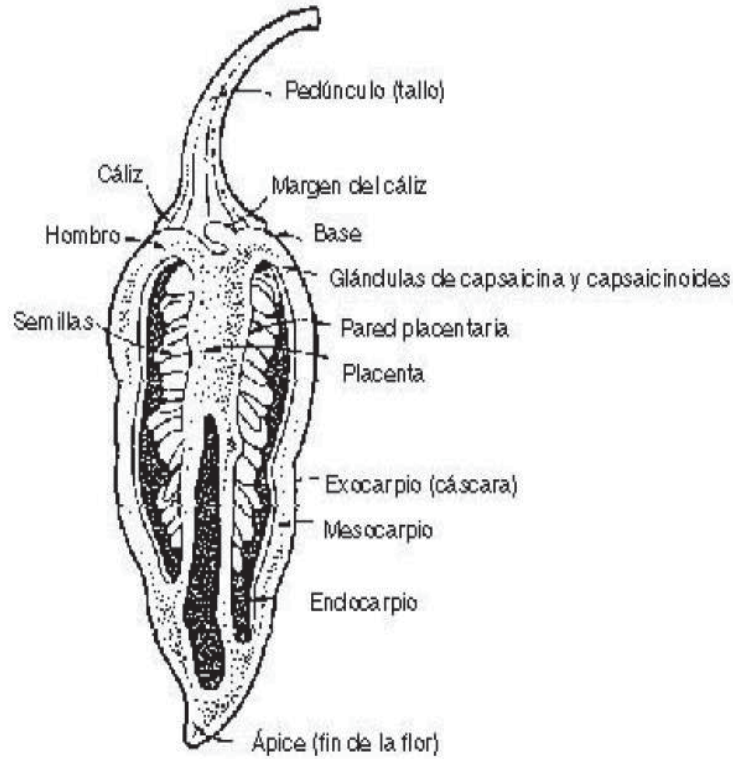


Figura 4. El pimiento y sus partes principales
Fuente: Celis (2005)

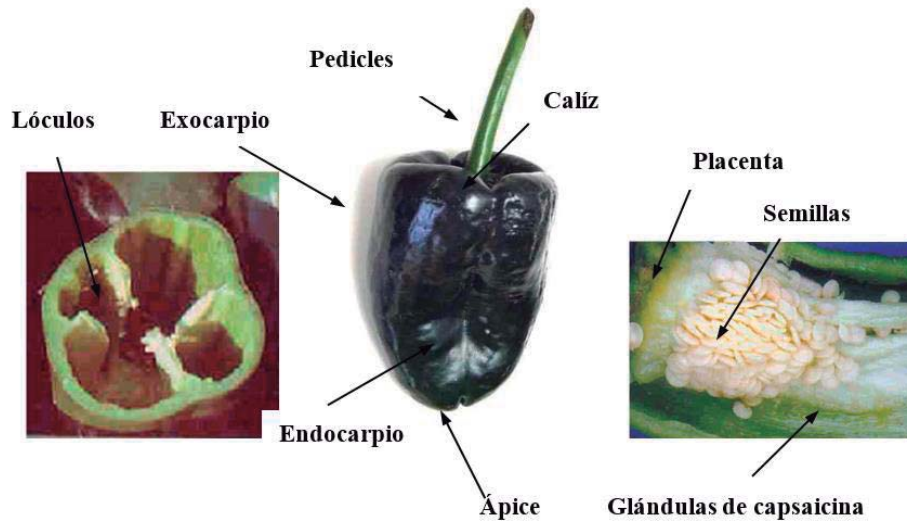


Figura 5. Morfología del chile poblano
Fuente: Baez (2006)

El contenido nutricional del pimiento es alto en comparación con otras hortalizas de amplio consumo, como por ejemplo el tomate. Somos (1984) citado por Nuez *et al.* (1996) divide los componentes que determinan el valor nutricional en dos grupos. En uno engloba a aquellos que se fijan su valor biológico, sabor específico, color y usos como condimento. A este grupo pertenecen las vitaminas, la capsaicina, los pigmentos y varios aceites volátiles. En el otro grupo enmarca a los azúcares, las fibras, las proteínas, los minerales y a cierto tipo de ácidos orgánicos.

El pimiento contiene una pequeña cantidad de aceites esenciales a los cuales debe su olor, también contiene pigmentos, los cuales ocupan un muy importante en el ámbito industrial, el color del Poblano va de verde a rojo, y esto se debe a que está formado por una mezcla de pigmentos (carotenoides) biosintetizado en los cromoplastos de la vaina del pimiento (Zac internacional INC, 2001 citado por Ascarza, 2003).

Hart y Fishert (1971) citados por Ascarza (2003) y Nuez *et al.* (1996) mencionan que el pimiento es rico en vitaminas, entre otras destaca la vitamina C, cuyo contenido (70 - 300 mg/100 gr) supera al resto de las hortalizas y frutos considerados como fuentes de éstas, aunque hay diferencias grandes entre variedades, ya que las variedades de color verde generalmente contienen más vitaminas C que las de color amarillo. Cabe resaltar también que el contenido de vitamina C del pimiento se ve afectado por varios factores de tipo agronómico como son: cultivo realizado al aire libre o en invernadero, marco de plantación, riego, estado de madurez del fruto, etc. Contiene además vitamina A y B y un alto porcentaje de sales minerales que se desarrollan una función fundamental en nuestra alimentación. En el Cuadro 1 se presentan la composición química y nutricional de 4 subtipos de pimiento Ancho.

Cuadro 1. Composición química de 4 subtipos de Chiles Anchos por 100 gramos de porción comestible

Chiles o ajíes	Poblano	Ancho	Cristalino	Mulato
Tipo	Fresco	seco	Fresco	Seco
% Comestible	80	68	84	68
Energía (Kcal)	48	334	31	298
Componentes mayores (g)				
Agua				
Proteína	2.6	11.5	1.5	9.6
Grasas	0.6	9.8	0.3	5.1
Carbohidratos	10.4	62.7	7.3	65
Fibra	10			
cenizas				
Minerales (mg)				
Calcio	30			
Fosforo				
Hierro	3.3			
Vitaminas (mg)				
Retinol (mcg)				
Caroteno	5.5			
Tiamina	0.14			
Riboflavina	0.06			
Niacina	1.0			
Ácido Ascórbico Reducido	264			
Valor Nutritivo Medio (ANV)	25			
ANV por 100 gr de materia seca	80			

Fuente: Baez (2006) y Alimentos (VI) (2002).

2.1.5. Características del Pimiento para el secado o deshidratado.

Los criterios exigibles a las variedades de pimiento para deshidratar, bien para la obtención de pimentón (pimientos deshidratados molidos) o la de colorantes (oleorresina), son los siguientes:

- ✓ Alta productividad.
- ✓ Alto contenido en colorantes o en el colorante específico que se desee. Esto implica también que las partes del fruto que no aportan colorantes (placentas, semilla, pedicelo y cáliz) sean proporcionalmente pequeñas.
- ✓ Para el comercio internacional, preferiblemente, ausencia de capsaicina.
- ✓ Bajo contenido en agua de los frutos (carne fina), para abaratar el proceso de deshidratado.
- ✓ Resistencia al almacenamiento.
- ✓ Variedades adaptadas a cultivo mecanizado.
- ✓ Resistencia a plagas y enfermedades.

En cuanto las variedades de pimiento para la industria de la deshidratación presenta la indudable ventaja de no requerir una forma o tamaño ni uniformidad de los frutos en cuanto su uso para la obtención de pimentón o colorantes. No obstante, para el cultivo de Chile Ancho si requiere de forma, tamaño y uniformidad de los frutos para la exportación, ya llegado el producto al destino final lo destinan a diferentes mercados ya sea para consumo entero o para la industrialización.

2.1.6. Usos e Industrialización del Pimiento Ancho o Poblano

El uso del Pimiento Poblano y Ancho está presente en la cocina mexicana y existe una gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas. Por ello su uso es mayormente culinario bien sea condimento especia, colorante u hortaliza.

Mayormente los mexicanos lo utilizan en 2 formas:

- Seco; que lo usan mayormente para rellenos de guisos, debido que es una variedad que tiene bajo contenido de capsaicina, (menos picante). Hay dos subtipos de pimiento ancho en seco: el Mulato y el Ancho o Poblano que lo usan para "dar

color" a los platillos y un sabor diferente a la comida ya sea para preparar mole, salsas y sopas.

- Fresco; lo utilizan como los chiles en nogada, los rellenos de queso, atún, de camarón, como cremas de poblano riquísimas y que decir de las rajas con elote y crema, los tacos dorados de rajas.

También tiene propiedades antioxidantes y antimicrobianas ya que hay reportes como antioxidantes que contiene metabolitos secundarios como polifenoles y flavonoides y como actividad antimicrobiana debido a la presencia de capsaicinoides, así como ácido ascórbico y polifenoles polares, los cuales promueven lisis celular.

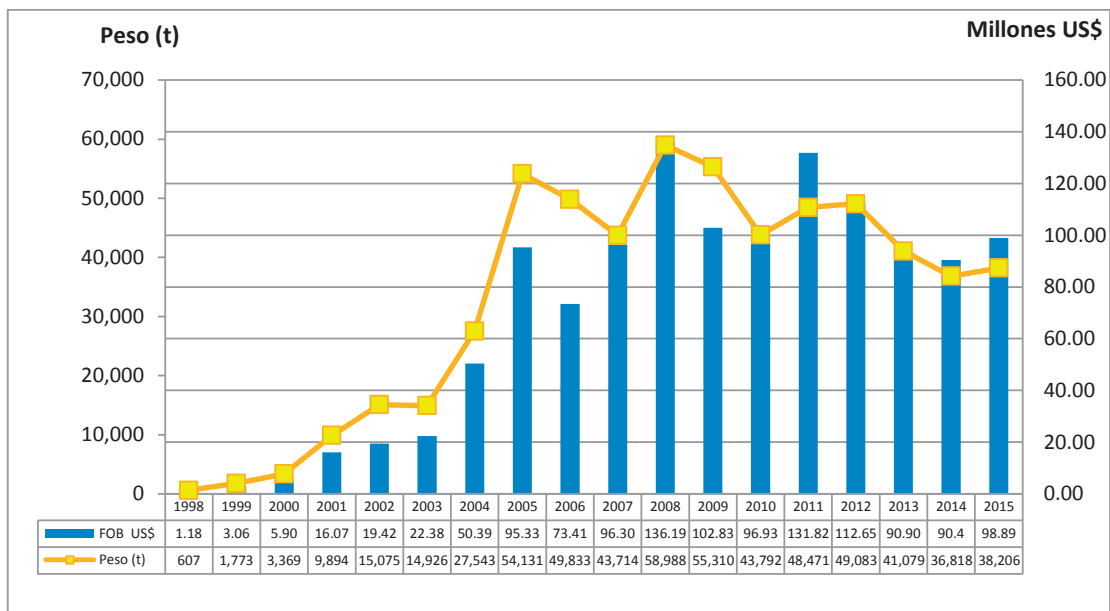
La importancia de la industria medicinal se hace presenta en la extracción de la capsaicina la cual sirve para elaborar fármacos que contribuyen al tratamiento de dolor lumbar, males cardiacos, úlceras y previene enfermedades colaterales de la diabetes.

2.1.7. Producción Nacional y participación en el mercado mundial

La producción Nacional exactamente de chile ancho no está registrada como un cultivo de gran importancia para el MINAG, sino lo incluye dentro de la producción de paprika (variedad de ají) especialmente de la variedad dulce. El Chile Ancho Peruano es un producto relativamente nuevo en nuestro país. La característica principal radica en ser un producto con abundante pulpa, sabor y color. La mayor concentración de producción se localiza en la zona Norte de nuestro país.

➤ Situación actual de la paprika en el Perú en la participación en el mercado global

El Perú viene exportando paprika especialmente del tipo dulce desde 1994 y a partir de ese año hasta finales del 2005 (Gráfica 1) ha tenido un comportamiento explosivo calificado por algunos especialistas como uno de los boom de la agroexportación, experimentando un crecimiento exponencial durante el periodo de 1997-2005 con respecto a la producción y su valor equivalente, siendo para el año 2005 uno de los años records en producción y en venta en esa trayectoria de exportación hasta el 2015.



Gráfica 1. Evolución de las exportaciones de páprika periodo 1998 – 2015

Fuente: Minag, Trade Map y FaoStat

Este comportamiento explosivo en la exportación se debió, al fuerte incremento del área sembrada a lo largo de la costa peruana, motivado por el desabastecimiento del mercado europeo por Zimbabwe (principal abastecedor) por problemas de orden interno para ese periodo.

No obstante, para el 2006 las exportaciones bajaron en un 23% en valor exportado, con respecto al año anterior y esto es debido a la cada de los precios en el mercado internacional que se generaron a mediados de ese año, cuando el precio pasó de US\$ 2.10 a US\$ 0.80 el kilo, lo que hizo que muchos agricultores generaran pérdidas, que a su vez, los obligó a dejar de sembrar.

Para el 2007, Perú se posicionó como el primer exportador mundial de páprika alcanzando los 96 millones de dólares de ventas de este producto al exterior en el 2007, cifra que representa un incremento de 31% en valor exportado respecto al 2006, pero en cantidad exportada se redujo en un 12 %. En el 2008 tuvo un incremento de tanto para en el valor exportado como en cantidad exportada siendo 41% y 35%, respectivamente. Lamentablemente para el 2009 las exportaciones otra vez cayeron, a causa de la crisis financiera internacional que se inició a fines de 2008 y se mantuvo durante el 2009 y 2010. Ya para el 2011 el Perú se posiciona otra vez como el primer lugar de producción. No

obstante para el 2012 la desastrosa irrupción de China en el mercado mundial de páprika al que ingreso con 80 mil TM desplaza al Perú del primer lugar de producción y derrumbando los precios para perjuicio de ambos países debido a la sobreoferta de ambos países ya que para el Perú en ese entonces había tenido una buena producción y más aún la crisis de España uno de los principales compradores deajo de importar, como consecuencia para el año 2013 se redujo las áreas de siembra por ende escasa producción, reflejando una disminución de 19 % en valor exportado con respecto al año anterior y desplazado a tercer lugar después de India y China, y más aún para el 2014 siguió disminuyendo su producción en el Perú debido a las enormes cantidades exportados por India y China causando así una disminución de precios por más que China redujo sus sembríos entro grandes cantidades de paprika por parte de la India. Para el 2015 las exportaciones se fueron mejorando debido a un incremento de los precios por kilo, aumentando en un 9% en valor exportado con respecto al año anterior y se tiene una buena expectativa para el año 2016 debido a que se ha identificado nuevos mercados donde vender el capsicum, como los Emiratos rabes, África, Brasil y Colombia.

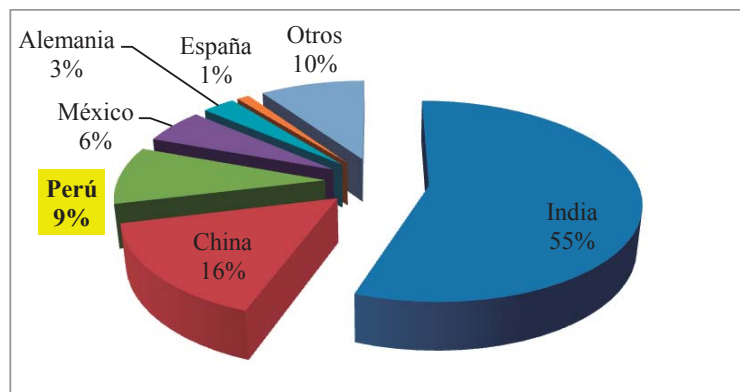
El Perú desde el 2013 pasó al tercer lugar de los países exportadores de paprika seguidos de La India y China. En el Cuadro 2 se observa los datos de los principales países exportadores (Producto 09021; que son frutos del genero Capsicum o Pimienta: Secos, sin triturar ni Pulverizar) desde el 2012 hasta el 2015 y en la Gráfica 2 se observa la participación del Perú en el Mundo para el 2015.

Cuadro 2. Evolución de Países exportadores en Valor exportado en miles de Dólares Americano y cantidad exportada en toneladas del 2012 – 2015

	2012		2013		2014		2015	
	Valor Miles US\$	Cantidad (t)	Valor Miles US\$	Cantidad (t)	Valor Miles US\$	Cantidad (t)	Valor Miles US\$	Cantidad (t)
Mundo	339,475	118,910	470,324	211,950	634,050	316,115	707,044	343,950
India	0	0	159,291	101,837	342,225	214,934	392,538	225,353
China	137,476	51,957	109,930	47,168	98,033	38,392	110,756	51,333
Perú	80,360	34,533	64,808	24,457	57,926	18,265	66,412	20,934
México	17,459	5,006	33,037	9,316	33,479	9,934	40,221	9,844
Otros	104,180	27,414	103,258	29,172	102,387	34,590	97,117	36,486

Fuente: Trade Map

Producto: 090421 Frutos de los géneros Capsicum o Pimienta: Secos, sin triturar ni pulverizar



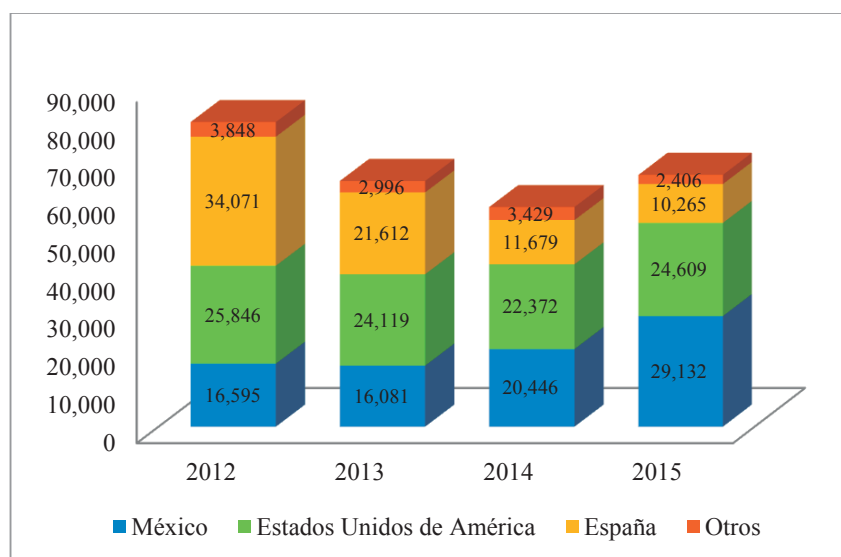
Gráfica 2. Participación y destinos de las exportaciones de páprika 2015 (miles USS)

Fuente: Trade Map

Producto: 090421 Frutos de los géneros Capsicum o Pimenta: Secos, sin triturar ni pulverizar

➤ Destinos de las exportaciones

Las exportaciones de Perú tienen como principales destinos a Estados Unidos, España y México. En la gráfica 3 se muestra la evolución de las exportaciones de páprika por país de destino, apreciándose que los envíos a España han decrecido debido a la crisis económica que ocurre en ese país. Se ha ido incrementado considerablemente las exportaciones a México constituyéndose en nuestro principal mercado últimamente.

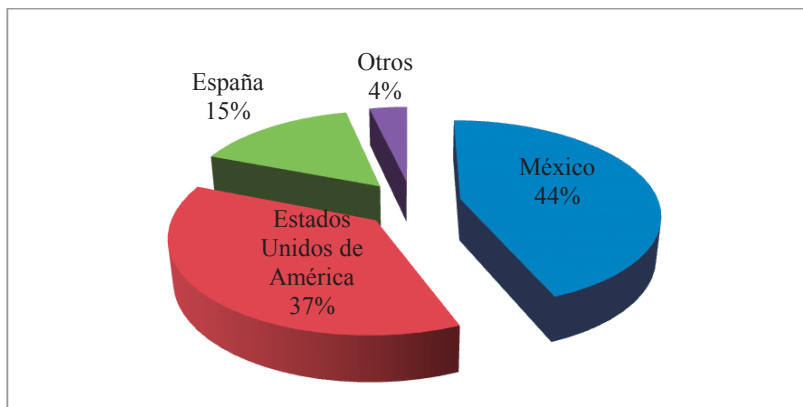


Gráfica 3. Evolución del valor de las exportaciones por país destino 2012 – 2015 (miles de USS)

Fuente: Trade Map

Producto: 090421 Frutos de los géneros Capsicum o Pimenta: Secos, sin triturar ni pulverizar

En la gráfica 4 se aprecia la participación por mercado de destino en el año 2015, siendo México, nuestro mayor comprador con el 44%, seguido de Estados Unidos con el 37% y España con el 15%.



Gráfica 4. Participación de los destinos de las exportaciones de páprika 2015 (miles US\$)

Fuente: Trade Map

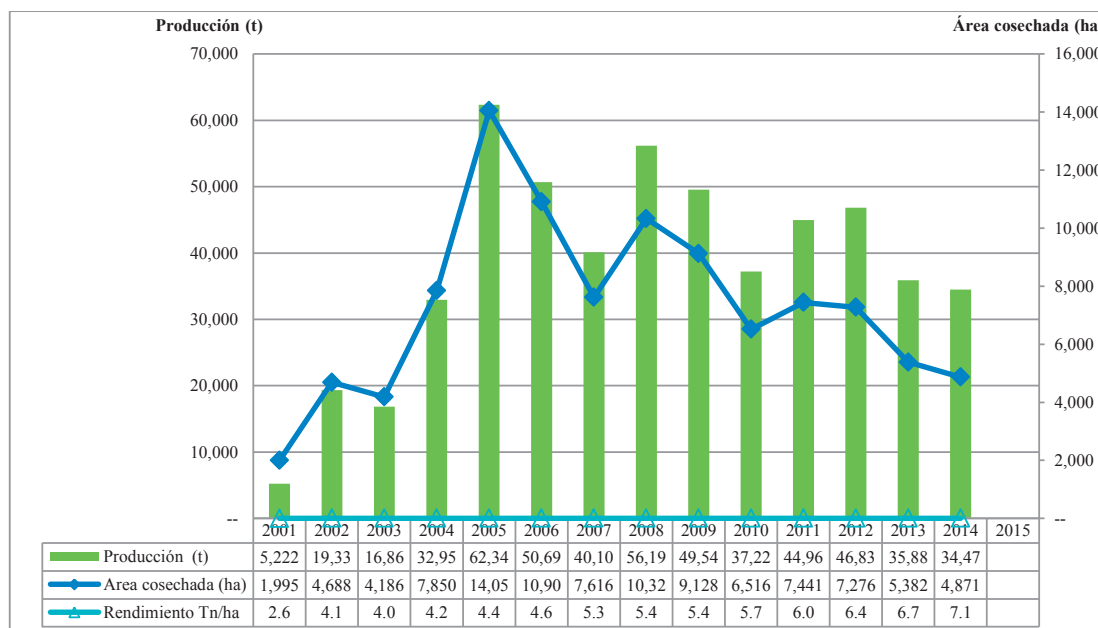
Producto: 090421 Frutos de los géneros Capsicum o Pimenta: Secos, sin triturar ni pulverizar

➤ Superficie Sembrada y Producción Nacional

El cultivo de páprika est distribuido a nivel nacional desde Tacna hasta Piura. Los departamentos con mayores áreas son Tacna Arequipa, Moquegua, Ica, Lima, Ancash, La Libertad, Lambayeque y Piura y los inicios del cultivo de páprika en el Perú, se realizaron en la zona de Villa Cur en el año 1994.

La evolución de las áreas sembradas a nivel nacional y la producción nacional desde el año 2001 hasta el 2014 (Ver Gráfica 5), tienen la misma tendencia de la gráfica de la evolución de las exportaciones de páprika periodo 1998 - 2015 debido a que son directamente proporcionales, esto se debe al acompañamiento de buenos precios del producto, por ende había más área sembrada, reflejando una mayor producción y mayor exportación y de igual manera cuando hay malos precios del producto hay menos área sembrada, menos producción por ende menos exportación. La mayor área sembrada en la historia en el transcurso desde que se comenzó a sembrar paprika en el Perú desde 1993 hasta el 2016 fue de 14,052 ha. correspondiente al año 2005 con una producción de 62,343 toneladas que se debió a buenos precios en el mercado extranjero siendo ese año la mayor exportación registrada. Con respecto a la evolución de los rendimientos hay un crecimiento considerable siendo para el 2014 un rendimiento de 7.1 toneladas por hectárea (tn/ha)

respecto a los rendimientos en el 2001 con 2.6 tn/ha. Este incremento en los rendimientos se debe a las mejoras de prácticas agrícolas eficientes, como el manejo integrado del cultivo y a la transferencia de tecnología por parte de las agroindustrias y empresas involucradas al agro-peruano.



Gráfica 5. Evolución de la superficie, producción y rendimiento de páprika a nivel nacional 2001 – 2015

Fuente: Direcciones Regionales Agrarias - Dirección de Información Agraria – Minag

➤ Situación actual de la industria del pimiento tipo “Ancho” en el Mundo

Actualmente los chiles poblanos están bajo cultivo particularmente en los valles secos de México central, en los estados de Guanajuato, San Luis Potosí, Durango, Zacatecas y Aguas Calientes, también se cultiva pero en grado menor en las diversas zonas en los estados de Sinaloa, Coahuila y Nayarit, pero Puebla es considerada como el precursor del chile Poblano, las zonas potenciales se incluyen en el corredor San Martín Texmelucan y Tehuacán donde agricultores de la regiones se encargan de llevar esta hortaliza a los hogares poblanos y a las industrias de la comida (<http://www.nutrineira.com/2010/08/el-chile-poblano.html>).

El chile poblano (verde) o Ancho (seco), es un cultivo productivo muy importante en México, actividad que significa una fuente de trabajo y de ingresos para las familias debido a que se utiliza principalmente en la cocina para los guisos, sopas, salsas picantes, etc.

En México se cultivan anualmente 25,000 hectáreas de chile ancho con un rendimiento medio de 10.8 toneladas por hectárea de chile verde y 1.6 toneladas para chile deshidratado o seco, producciones que son consideradas bajas, ya que el potencial de rendimiento de este cultivo es de al menos 14.0 toneladas por hectárea de chile verde fresco y de 2.0 a 2.5 toneladas de chile seco (Cuadro 3). La obtención de bajos rendimientos en las áreas productoras es principalmente al bajo nivel de tecnología y el alto uso de semillas criollas, que generalmente son susceptibles a plagas, principalmente presencia y daño de enfermedades de un complejo de hongos entre los que destacan *Phytophthora capsici*, *Rizoctonia solani* y *Fusarium* spp, los cuales llegan a ocasionar daños de más del 80 % de la población de plantas (<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/878.pdf>).

Los costos de producción, así como el precio del producto son muy altos y hacen que éste no pueda competir con el de Estados Unidos y el de otros países que tienen menores precios. En China, por ejemplo, los precios del chile son la mitad de los México. Esto ha propiciado que los comercializadores mexicanos prefieran ahora importar chile (<http://www.maph49.galeon.com/biodiv2/chile.html>).

Los chiles Anchos también producen en Japón y exportan a México, pero la diferencia es que los chiles anchos de México tienen mejor calidad, sabor y textura. (<http://www.nutrineira.com/2010/08/el-chile-poblano.html>).

Cuadro 3. Rendimiento de la variedad de chile ancho poblano por sistema de producción en México

Rendimiento ton/ha		
Sistema de Producción	Chile Verde	Chile Seco
Riego rodado	21	3
Acolchado + fertirriego	32	4.5
Macrotúnel	54	7.5
Casa malla	60	8.5

Fuente: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/878.pdf>

2.2. OPERACIONES PREVIAS AL DESHIDRATADO O SECADO

2.2.1. Materia Prima

Para obtener un producto deshidratado de buena calidad es importante:

- La utilización de producto fresco.
- Selección de variedades adecuadas para el proceso de secado.
- Estado de madurez óptimo.

2.2.2. Cosecha

La cosecha se realiza manualmente, de 2 a 3 cosechas como máximo, cuando la planta presenta frutos ligeramente sobre maduros y de color rojo intenso y éstas se inicia aproximadamente al 5^{to} mes después de la siembra (Araujo, 2003). El periodo de cosecha se extiende entre 45 a 60 días.

El fruto debe estar flácido con la punta algo arrugada, lo cual nos permite un secado uniforme (Robles, 1994). Para que se considere de buena calidad visual debe de poseer bien desarrollada la cutícula (Arteaga *et al*, 1997).

Antes de alcanzar su completa maduración, los frutos se presentan tersos y rojos brillantes, pero no están totalmente maduros. Estos pueden comprobarse al abrir los frutos y observar como las placentas están blanquecinas en lugar de rojas. Este tipo de frutos deben ser evitados a la hora de la recolección pues contiene de 15 a 20% menos de colorantes naturales (Zapata *et al*, 1992). Es por ello la importancia de los frutos en el momento de la cosecha presenten una coloración uniforme. La presencia de frutos verdes desmejora la calidad de los frutos a secar. Revista Súper Campo (2005) menciona que los frutos turgentes son propensos a deterioro y demora en el secado y para lograr estas características es importante conocer el estudio de la madurez del fruto al momento de la cosecha y establecer las condiciones para su medición (Arteaga *et al*, 1997).

El color va cambiando de tonalidades de un rojo intenso en el momento de cosecha a un rojo “concho vino” al momento del secado.

Las variables de madurez del fruto son:

1. Peso fresco (g/fruto)
2. Perímetro meridional (cm/fruto)
3. Perímetro ecuatorial (cm/fruto)
4. Materia seca del fruto (%)
5. Humedad del fruto (%)

2.2.3. Transporte

El transporte también genera pérdidas de calidad, para lo cual será necesario controlar la transpiración, respiración y maduración para lo que será necesario preparar un adecuado y medio de transporte, teniendo en cuenta la temperatura, humedad, concentración de CO₂ y O₂ entre otros detalles (Zúñiga, 2006). Por otra parte Brennan *et al.* (1980) menciona que el transporte de materiales incluye cinco elementos: Movimiento - Tiempo – Lugar – Cantidad – Espacio. Por lo tanto, el transporte consiste en el movimiento más eficiente, al tiempo más adecuado, hacia y desde el lugar correcto, en la cantidad requerida, con la máxima economía de espacio.

Cuando se cosecha pimientos verdes o inmaduros (verdes) son más sensibles que los maduros al daño por enfriamiento. Los pimientos p prikas completamente rojos se le pueden mantener una semana entre 4 a 7  C sin ningún tipo de daño por frío (Zúniga, 2006).

2.2.4. Selección y clasificación

La selección es una operación que permite eliminar el producto deteriorado por picadura de insecto y/o enfermedades o aquellos que no presentan cualidades adecuadas para el proceso el cual permitiría disminuir la posibilidad de la presencia de aflotoxinas. La clasificación permite tener productos uniformes en tamaño, color, grado de madurez, etc. Y que permiten realizar tratamientos uniformes del producto. Se realizan las cosechas en envases limpios, los que no deben llenarse en su totalidad y deben ser tratados con el máximo cuidado. Los porcentajes de frutos de primera están alrededor del 95% del total de la cosecha.

2.3. EL SECADO O DESHIDRATACIÓN

Generalmente se considera como la deshidratación un procedimiento que permite eliminar por vaporización la mayor parte del agua de un alimento líquido o sólido, hasta llevarlo a un contenido estable (Cheftel *et al*, 1980). También Brennan *et al*. (1980) mencionan que la deshidratación de alimentos determina una reducción del peso y, normalmente también el volumen, por unidad de valor alimenticio e incrementa la vida útil de los productos en comparación con los correspondientes alimentos frescos.

Este proceso consiste en la eliminación del agua contenida en el fruto hasta que éste alcance un nivel de humedad aceptable a las normas establecidas, humedad a la cual puede alcanzarse sin riesgo de deterioro. El secado preserva los productos de los microorganismos que provocan su descomposición y limita la acción de las enzimas que provocan cambios químicos en el vegetal (Zúñiga, 2006). En la eliminación de agua de los productos con un alto contenido de ella, tales como frutas y verduras, es importante recordar que las membranas celulares pueden o no verse dañadas durante el proceso (Le Maguer, 1987 citado por Barbosa *et al*, 2000).

El secado de alimentos no sólo afecta el contenido en agua del producto, sino que también altera otras propiedades físicas, químicas y biológicas, tales como la actividad enzimática, deterioro microbiano, textura, viscosidad, dureza, aroma, gusto y sabor de los alimentos por lo tanto altera en cierto grado, tanto las características organolépticas como el valor nutritivo (Barbosa *et al*, 2000 y Fellow, 1994).

Las ventajas más importantes de la deshidratación según Webb (1966) son:

- Prolongar considerablemente la duración de los alimentos, por cuanto la actividad de agua se reduce aún nivel inferior al que los microorganismos son activos. Asimismo, la humedad residual queda firmemente retenida y no puede actuar como portador móvil de los reaccionantes, limitando así los procesos de degradación.
- Tanto el peso como el volumen se reduce en forma notable con la consiguiente ventaja desde el punto de vista del empaqueo y transporte.
- Si mediante el empaqueo o almacenaje adecuado, se evita la absorción de humedad, las materias deshidratadas pueden conservarse a temperatura ambiente durante varios meses, periodo que incluso puede prolongarse con un cierre hermético bajo vacío o en una atmósfera de gas inerte.

Durante el proceso de secado hay que aportar energía para poder eliminar el agua (Ibarz *et al*, 2000). Esta deshidratación se realiza evaporando agua del producto, suministrando al producto el necesario calor de evaporación y removiendo el aire húmedo. En secadores convencionales esta energía de evaporación (aproximadamente 1KWh para eliminar 1Kg. de agua) es proporcionada por un combustible o electricidad con el elevado costo respectivo (CER – UNI, 1988).

2.3.1. Teoría General de Secado

La eliminación de agua de un alimento húmedo, se hace usualmente retirándola bajo la forma de vapor. En la operación interviene dos fenómenos fundamentales:

- 1) La transferencia de calor que aporta la energía necesaria para la transformación del agua en vapor (principalmente calor latente de vaporización)
- 2) Transferencia de masa como humedad interna y líquido evaporado. La masa es transferida como líquido y /o vapor de dentro del sólido y como vapor desde la superficie húmeda.

Del valor de los diferentes parámetros que permite regular la intensidad de estos fenómenos (temperatura del producto, superficie de intercambio, humedad, temperatura, presión y movimiento de los fluidos presentes en la atmósfera que rodea el alimento) depende la velocidad de deshidratación, la calidad del producto, el rendimiento energético del secador y el costo de la operación (Cheftel *et al*, 1980).

El tipo de material que se desea secar es un factor muy importante en todos los procesos de secado, ya que sus propiedades físicas y químicas juegan un papel importante durante el secado debido a los posibles cambios que puedan ocurrir y al efecto de estos cambios en la eliminación del agua del producto (Barbosa *et al*, 2000).

Existen fundamentalmente tres procesos de transferencia de calor (Figura 6), según CER – UNI (1991):

a. Conducción:

El calor se propaga a través de un medio material a otro sin transporte de material. El flujo de calor va de la superficie más caliente a la más fría, por ende, sólo ocurre si hay diferencias de temperatura entre dos partes del medio conductor. Los mejores conductores son los metales. El aire es un mal conductor del calor. Los objetos malos conductores como el aire o plástico se llaman aislantes.

b. Convección:

Es propio de medios de fluidos en contacto entre sí o con cuerpos sólidos en el que el calor se transfiere a través de choques moleculares y movimiento de la masa o circulación de los fluidos. El movimiento del fluido también se debe por la transferencia de calor y esto se debe a que la fuerza impulsora es la diferencia de temperaturas y a este fenómeno se lo identifica como “convección libre” o “convección natural”. Sólo se produce en líquidos y gases donde los átomos y moléculas son libres de moverse en el medio.

c. Radiación:

La radiación térmica es energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas direcciones. Esta energía es producida por los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivas y transportadas por ondas electromagnéticas o fotones, por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

A diferencia de la conducción y la convección, o de otros tipos de onda, como el sonido, que necesita de un medio material para propagarse, la radiación electromagnética es independiente de la materia para su propagación.

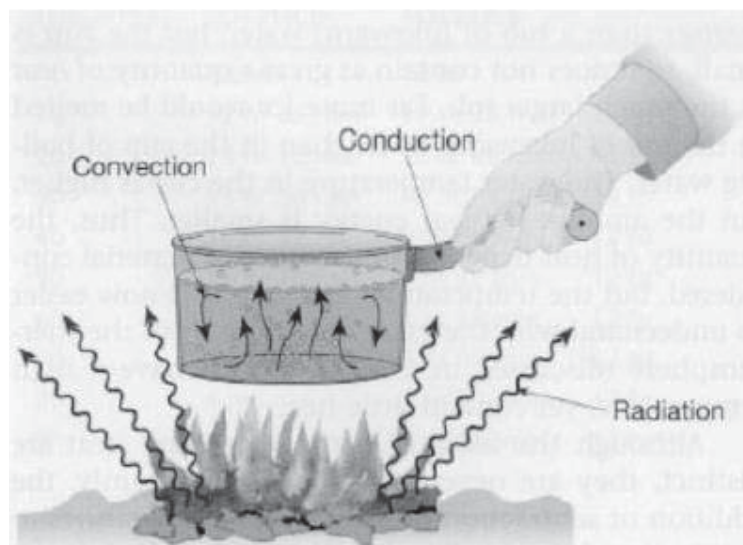


Figura 6. Esquema de mecanismo de transferencia de calor
Fuente: Inzunza (2006)

Al deshidratar alimentos se procura obtener la velocidad máxima en el secado, de manera que se hacen todos los esfuerzos posibles a fin de acelerar las velocidades de transmisión de calor y transferencia de masa. Las siguientes consideraciones son importantes en este aspecto según Potter (1978):

- **Área de superficie.-** Generalmente subdividimos el alimento a deshidratar en piezas pequeñas o capas delgadas, a fin de acelerar la transmisión de calor y transferencia de masa. La subdivisión acelera el secado por dos razones. *Primero*, una mayor área de superficie proporciona más superficie en contacto con el medio de calentamiento y más superficie desde la cual se puede escapar la humedad. *Segundo*, las partículas más pequeñas o capas más delgadas reducen la distancia que el calor tiene que recorrer hasta el centro geométrico del alimento, y reducen la distancia que la humedad en el centro de alimento tiene que recorrer a fin de llegar a la superficie y escaparse.
- **Temperatura.-** Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el medio de calentamiento y el alimento, mayor será la velocidad de transmisión de calor al alimento, la cual proporciona la fuerza impulsora para la eliminación de humedad.
- **Velocidad del aire.** - El aire caliente recoge más de humedad que el aire fresco, pero el aire en movimiento es más efectivo todavía. El aire en movimiento, es decir, el aire a alta velocidad, además de recoger humedad, barre la superficie del alimento, previniendo de la creación de una atmósfera saturada que disminuiría la velocidad de la eliminación subsiguiente de humedad.
- **Sequedad del aire.** - Cuando el aire es el medio de secado, cuanto más seco esté, mayor será la velocidad del proceso. El aire seco tiene el poder de absorber y retener la humedad. El aire húmedo está más cerca del punto de saturación y, por lo tanto, puede absorber y retener menor humedad adicional que si estuviera seco.
- **Presión atmosférica y vacío.** - Cuando la presión atmosférica está a 760 mmHg, el agua hierve a 100°C. A cualquier presión por debajo de la atmosférica, la ebullición tiene lugar a una temperatura menor, y cuando más baja sea la presión, más baja será esa temperatura. Si mantenemos una temperatura constante, a medida que reducimos la presión, la ebullición prosigue a una velocidad cada vez

más rápida. Esto significa que, si colocamos un alimento en una cámara caliente bajo vacío, podemos eliminar la humedad del alimento a una temperatura más baja que si no aplicáramos el vacío. Es muy importante emplear temperaturas más bajas durante períodos más cortos al secar alimentos que son sensibles al calor.

- **Evaporación y temperatura.** - A medida que el agua se evapora de una superficie, la enfría. El enfriamiento es en gran parte el resultado de la absorción por el agua del calor latente proveniente del cambio de líquido a gas, es decir, el calor de vaporización al hacer el cambio de agua a vapor de agua. En este proceso, el calor se elimina del aire empleado para secar o de la superficie empleada para calentar, lo mismo que del alimento caliente, de manera que la pieza o gota de alimento se enfría.
- **Temperatura y tiempo.**- Ya que todos los métodos importantes de deshidratación de alimentos emplean calor, y que los componentes de los alimentos son sensibles al calor, es preciso encontrar términos medios entre la máxima velocidad de secado y el óptimo mantenimiento de la calidad de los alimentos. Así, por ejemplo, las hortalizas secadas en 4 horas en un secador correctamente diseñado retendrán su calidad en mayor grado que el mismo producto secado por exposición al sol durante más de dos días.

2.3.2. Métodos de Secado

Hay varios métodos de secado o deshidratado; como el secado por secaderos de armario y lecho, el secado por atomización, liofilización, deshidratación osmótica, secaderos a vacío, secaderos a tambor, secado por microondas, cocinado por extrusión, secaderos de lecho fluizado, secaderos neumáticos, etc., para esta investigación detallaremos más el secado Solar.

- **Secado Solar**

El secado solar es una práctica que en primera instancia la entendemos como toda actividad de secado de productos la que utiliza energía solar en cualquier forma. En el secado solar es difícil de programar las condiciones de secado, por las variaciones repentinas del ambiente (Proyecto de secado solar (PSS), 1986 citado por Ludeña, 1990).

Según PSS, 1984 citado por Ludeña (1990) las ventajas del secado solar son las siguientes:

- Menos costo y una tecnología más simple que otros métodos de conservación.
- Reducen los altos precios de transporte y almacenamiento, debido al peso y volumen reducido de los productos secados.
- Permite que el producto se independice de las bajas de precios en los momentos de mayor oferta y menor demanda.
- Abre un nuevo campo de reservas alimentarias e incorpora nuevas posibilidades de exportación o disminución de importación.

a. Secado Solar Tradicional

Es el método más utilizado en el mundo y de tradición en el Perú. La energía requerida se obtiene de la radiación solar que incide sobre el producto y/o de la entalpia del aire caliente. Es un método rudimentario pero económico utilizado en zonas rurales y en países subdesarrollados (Ludeña, 1990).

En este secado tradicional se presenta algunas inconvenientes en la calidad final del producto en el tiempo de secado lo cuales Ludeña (1990) y Zúñiga (2006) mencionan que:

- Depende en alto grado de las condiciones climáticas, que no se pueden controlar ya que no hay un secado uniforme de la masa a desecar y en ocasiones deficiente.
- Corren riesgos de perder el producto por lluvias, acción de vientos, por ataques de insectos, pájaros, hongos, por contaminación por roedores y materias extrañas del ambiente disminuyendo así la calidad del producto.
- La exposición directa al sol significa pérdida de coloración, gusto, propiedades nutritivas, contenido de vitaminas y azúcares para algunos productos.
- No es posible realizar ningún control en cuanto se refiere a tiempo de secar y acción de la temperatura sobre las características del producto secado.
- En algunas zonas las condiciones de humedad relativa del aire no permiten extraer del producto la cantidad de agua requerida y que generalmente no reduce el contenido de humedad de 15%, lo cual en un gran número de productos es insuficiente para permitir la estabilidad en el almacenaje a una conservación de largo plazo; para evitar esto y acelerar el secado se requiere de zonas de baja humedad relativa.
- Rehidratación por condensación de la humedad.
- Requiere un espacio grande.

Según Román (1981) citado por Ludeña (1990) en este método de secado la producción de alimentos secos es de poca escala, además de la calidad del alimento no son muy buenas por los controles inexistentes produciendo pérdidas por los ataques de insectos, pájaros, hongos y por la contaminación de polvo. El costo que acarrea este método es insignificante. Según Román *et al.* (1983) citado por Ludeña (1990) menciona que el secado al sol o secado natural hace de la acción de: la radiación solar, temperatura, humedad relativa y la velocidad del aire para conseguir el secado.

b. Secado Solar técnico

El secado técnico busca compensar las desventajas del secado tradicional aumentando la calidad del alimento seco y disminuyendo las pérdidas que se obtienen en el secado natural; además este método de secado técnico reemplaza los métodos de secado industrial (Román *et al.*, 1983 citado por Ludeña, 1990).

El mismo autor menciona que los métodos de secado solar son clasificados de acuerdo a los mecanismos de como la energía es utilizada para remover la humedad del producto.

- Secado Natural. - Hace uso de las condiciones ambientales para secar el producto: radiación solar, temperatura del aire ambiental, humedad relativa conseguir el secado.
- Secado Solar Directo. - En este caso el material a secar es colocado en una cámara de secado transparente, esta cámara consta de paneles que sirve para colocar el material a secar. El Calor es generado por la radiación solar, siendo absorbido por el producto y al mismo tiempo la humedad contenida en él es eliminada por la termocirculación del aire, apresurando así el secado.
- Secado Solar Indirecto. - En estos, el aire es calentado en un colector solar y conducido a la cámara de secado. Estos son similares a los secadores convencionales, en este caso la fuente de calor es reemplazado por energía solar.
- Secado Solar Mixto. - La energía necesaria para la operación del secado, es el resultado de la acción combinada de la radiación solar que se incide en el material a ser secado y el aire precalentado es un colector solar.

- **Calentamiento solar de aire**

El calentamiento solar de aire según CER-UNI (1991), se lo hace con el auxilio de un artefacto comúnmente denominado colector solar lo cual se hace notar que el aire lo atraviesa longitudinalmente extrayendo de la placa en la que incide el sol la energía necesaria para calentarse. Fueron dos los fenómenos producidos: conversión fotométrica de la energía solar y transferencia de energía térmica (calor) al aire bajo el fundamento de transferencia de calor por convección.

En cuanto a la conversión fotométrica, se explicará los fundamentos físicos que explican y respalda su ocurrencia, lo cuales son según CER-UNI (1991):

- ***Efecto Invernadero.*** - Efecto físico conocido también como “trampa de calor” que se produce después que un flujo radiante de onda corta (radiación solar) que atraviesa una placa transparente (vidrio, Plástico) para incidir sobre otra superficie que lo absorbe y transforma en energía térmica, producto de lo cual se genera otro flujo radiante emitido por este segundo cuerpo, en dirección contraria al primero. Esta emisión es del tipo de “Luz infrarroja invisible”, por tanto, es de onda larga y por esta razón no podrá atravesar totalmente la placa transparente (Característica del material) siendo reflejada hacia el cuerpo absorbente que la absorberá adicionalmente y transformará en energía térmica aprovechándose así una fracción de energía térmica que, de otra forma, se perdería al espacio.
- ***Circulación por convección natural:*** El aire que circula dentro del secador es con fin de eliminar la humedad evaporada del producto y en esta circulación por convección natural según Arias (2004), el aire es movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo, que promueven la convección térmica del aire. Este tipo de circulación se hace más difícil de incorporar con equipos grandes. Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0.4 a 1 m/s al interior de la cámara, pero en equipos grandes esta velocidad no sobrepasa los 0.1 a 0.3 m/s.

c. Ventajas del uso de secadores solares versus el secado al sol

Según Soluciones Prácticas (2008), menciona lo siguiente:

- Las temperaturas son más elevadas y, en consecuencia, los grados de humedad son menores. Esto trae como resultado un secado más rápido y una humedad final menor.
- Las temperaturas elevadas que se generan actúan como una barrera contra la presencia de insectos y el desarrollo de moho.
- El producto dentro de la secadora está protegido del polvo y los insectos.
- El ritmo de secado es más acelerado, y debido a su sistema de rejillas requiere de menor cantidad de terreno para extender al cultivo.
- Permite un grado considerable de protección contra la lluvia, lo que hace innecesaria mano de obra adicional para recoger el material.
- Resulta comparativamente más barato de construir y no necesita mano de obra especializada.

Según Zapata *et al.* (1992), para desecar el pimiento se pueden utilizar diferentes métodos de secado como:

- **Desecado al Sol**

Los pimientos son extendidos en explanadas de cemento o arena y bajo la acción directa del sol son poco a poco deshidratados, así como se observa en el secado del paprika en la Figura 7. Los pimientos se colocan al sol en el mismo día de su recoleccion extendidos sobre eras y formando una capa de aproximadamente 10cm de espesor. Suelen dejarse 10 a 15 días al sol siempre que el clima lo permita. Este sistema de secado, aunque es el mas economico para el agricultor, se utiliza cada vez menos, debido al riesgo de perdidas que pueden provocar las lluvias, formacion de mohos, asi como a la frecuente aparicion de fragmentos de insectos y pelos de roedores en porcentajes superiores a los permitidos por las legislaciones de algunos paises, ademas por el tiempo prolongado que se requiere para secar los pimientos.



Figura 7. Secado al sol
Fuente: Zapata *et al.* (1992)

- **Desecado al humo**

Consiste en colocar los pimientos en un horno, en cuya parte inferior se coloca la leña que posteriormente es incendiada produciendo humo que deshidrata al pimiento, Figura 8, a la vez que le confiere un color más oscuro y un cierto sabor ahumado, generando un pimentón muy característico. Una de las ventajas de este procedimiento es la acción fungicida que produce el humo sobre los frutos. El calor y el humo que desprende una hoguera situada en el suelo permite deshidratar los pimientos, a los que les da la vuelta una vez al día; la duración del secado es variable, pudiendo estimarse entre ocho y catorce días dependiendo el estado de madurez del fruto. Se calcula que es necesario alrededor de 750 g de leña por Kg de pimiento fresco.

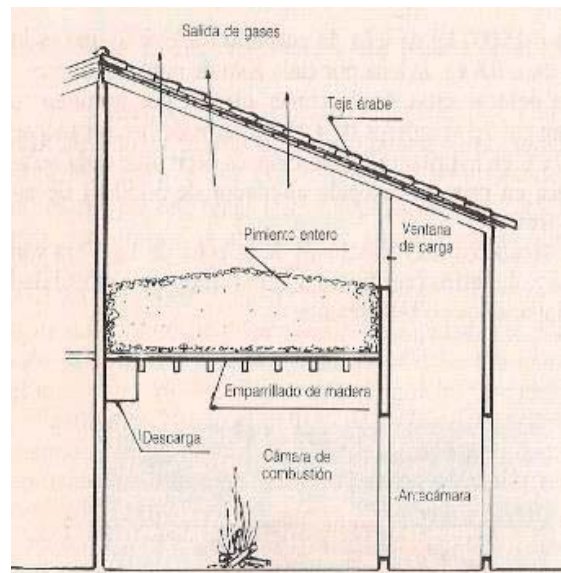


Figura 8. Secado al humo
Fuente: Zapata *et al.* (1992)

- **Desecado al sol bajo cubierta de plástico**

Consiste utilizar plásticos ante condiciones o zonas lluviosas. No obstante, a pesar de sus ventajas es muy poco utilizado debido al coste inicial de la instalación, que se agrava además por un excesivo empleo de mano de obra (Figura 9).

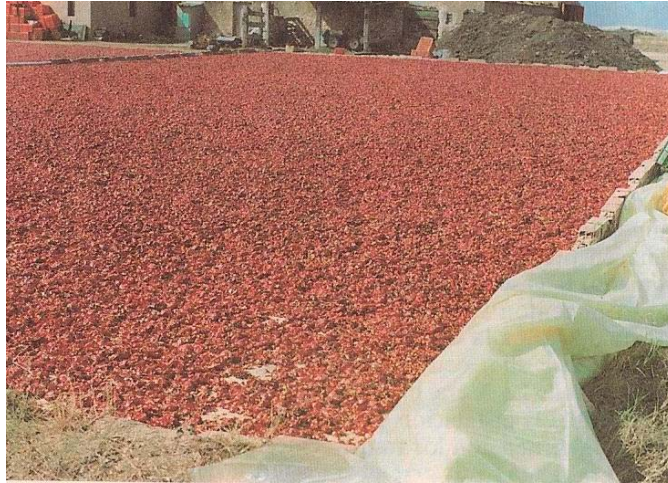


Figura 9. Secado cubierto con plástico
Fuente: Zapata *et al.* (1992)

- **Desecado por aire caliente**

Este sistema es el más utilizado. Se fabrican gran variedad de modelos de secadores de acuerdo al diseño, para que el aire o el producto circulen dentro del mismo. La temperatura crítica del pimiento está comprendida entre 65 y 75°C a partir de este intervalo es cuando comienza a producirse alteraciones organolépticas de importancia que son debidas a fenómenos acelerados de oxidación y otras reacciones químicas entre los propios componentes del producto que aumentan con la temperatura y, para una misma temperatura, con el tiempo de duración del tratamiento. Una humedad relativa de aire de salida inferior a 65 -70%, indica que no se está aprovechando bien su capacidad de deshidratación, y por consiguiente se está gastando combustible innecesariamente.

2.3.3. Azufrado y Sulfitado

Se hace esta labor con el fin de conservar el color y sabor natural del fruto, prolongar su conservación, retarda la pérdida de vitaminas y contrarresta el desarrollo de microorganismos, previene el oscurecimiento no enzimático (Braverman, 1967) citado por Bautista (1980). Reduce la velocidad de respiración del fruto y provee su oscurecimiento. También acelera la deshidratación, conserva mejor la vitamina A y C, reduce la destrucción del caroteno. En vitaminas el sulfitado destruye principalmente la tiamina ó B₁.

Winkler (1965) citado por Huarcaya (1971) considera hacerlo generalmente con dióxido de azufre (SO₂) producido al quemar azufre elemental, que es un gas a temperatura ordinaria y a presión atmosférica, 2.2 veces más pesado que el aire, incoloro, de olor picante y toxico a los hongos y a las bacterias. El sulfito se realiza en cámaras especiales, herméticas, próximas al secador, pero independientes de éste; comprende quemador de azufre y ventilador para mezclar el gas con el aire y distribuirlo rápido y uniforme.

El SO₂ por oxidación va a producir anhídrido sulfúrico (H₂ SO₃) ó trióxido de azufre (SO₃). El trióxido de azufre (SO₃) sus humos van a reaccionar con el vapor de agua que existe en el aire y esto va a producirá la vez densa niebla de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y nubes blancas por tal motivo que el SO₃ es un agente deshidratante considerado muy poderoso (González, 2010). El azufrado se realiza mientras la superficie de la fruta está húmeda, con lo que se consigue mayor eficacia y mayor facilidad para la desecación (Sala, 1935) citado por Bautista (1980). La cantidad de azufre que se impregna en el fruto se va perdiendo durante varios días al sol o en pocas horas a fuerte temperatura del secador (Izquierdo, 1924 y Loesecke, 1943 citado por Huarcaya, 1971).

2.3.4. Almacenamiento del pimiento deshidratado

La temperatura de almacenaje tiene mayor efecto sobre la estabilidad del color de los pimientos a la luz, la clase de envase, o si el pimiento fue almacenado como vaina entera o molida. Las temperaturas altas de almacenamiento favorecen la pérdida de intensidad de color, a causa del aumento de la velocidad de oxidación de los carotenoides (Braverman, 1980).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. GENERALIDADES

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en los arenales cercanos a la zona agroindustrial de Casma. La ciudad de Casma está ubicada a 375 kilómetros al norte de Lima, en la zona costa de la Región Chavín, departamento de Ancash, entre los 09° 28' 25" Latitud Sur 78° 18' 15" y Longitud Oeste de Greenwich. (Figura 10 y 11). Se acondicionaron espacios de secado llamados “eras” los mismos que estuvieron ubicados a 1.5 km. del Fundo Santa Delfina y a 4 km de la ciudad de Casma; y es allí donde se colocaron los frutos de los pimientos “Anchos” en proceso de deshidratación. Las “eras de secado” reunían todas las condiciones de bioseguridad y buenas prácticas agrícolas, libre de contaminantes de origen biológico y no biológico.

La ubicación del área de secado se muestra en el Cuadro 4, así como en la figura 10 y 11.

Cuadro 4. Coordenadas UTM del lugar del experimento

UTM	W	N
1	792454	8951638
2	792274	8951718
3	792155	8951460
4	792337	8951377

3.1.2. Ubicación geopolítica

- Región : Ancash
- Provincia : Casma
- Distrito : Comandante Noel
- Centro Poblado : San Diego



Figura 10. Mapa geopolítico de la provincia de Casma
 Fuente: <http://yautan.blogspot.pe> (2010)



Figura 11. Foto satelital del lugar del experimento
 Fuente: Google Earth (2010)

3.1.3. Características climáticas de la zona de estudio

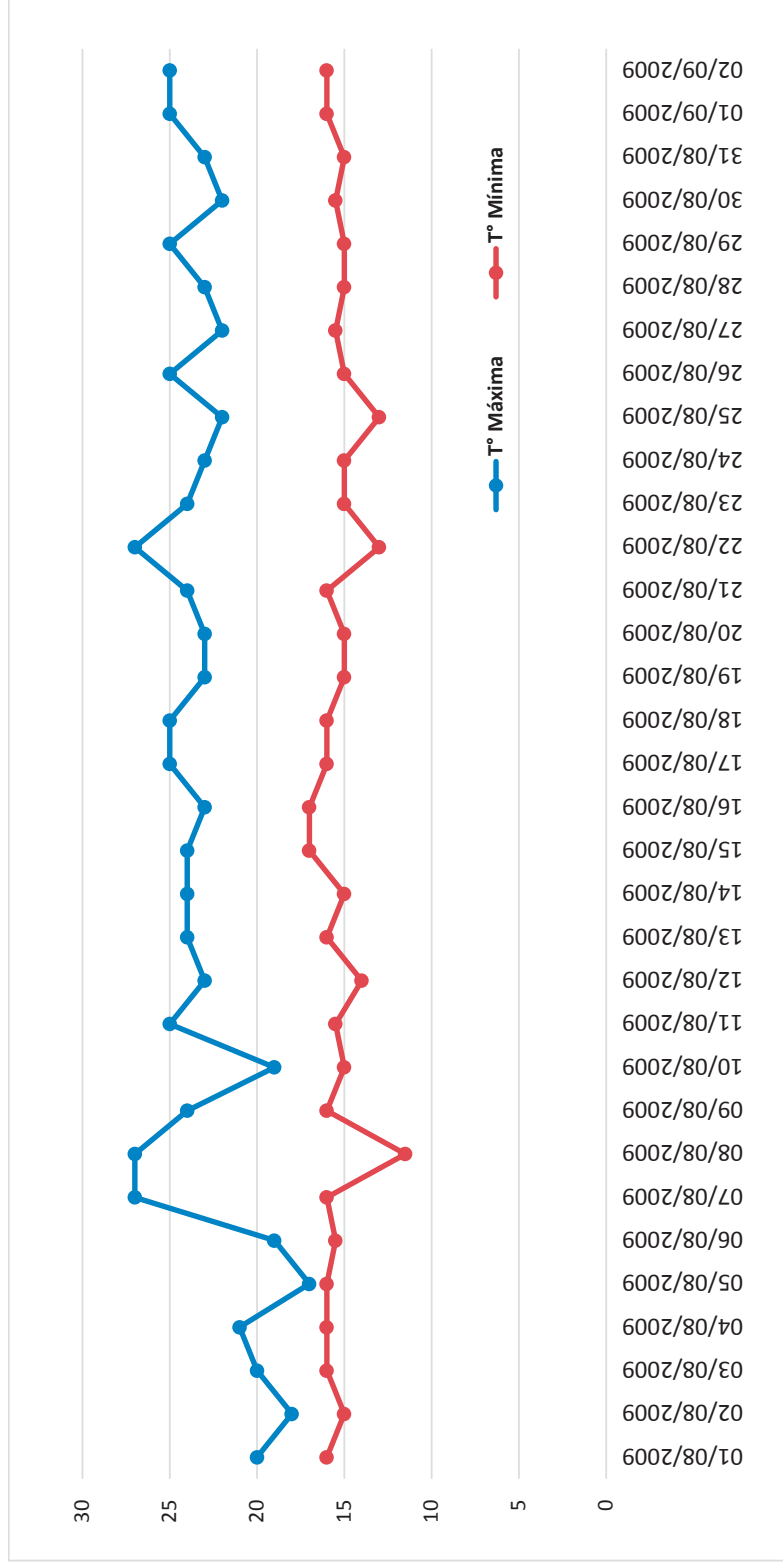
El valle de Casma tiene un clima que va de un árido-semicálido (22.1 °C) hasta un clima frío (0 °C) en las cumbres cordilleranas, quedando comprendida entre estos límites una gama de variaciones que caracterizan térmicamente a cada uno de los pisos altitudinales dentro de la región (Cuenca del Río Casma, 2003).

Las precipitaciones son muy escasas a casi nula en la costa árida, cerca al litoral marítimo, donde se llevó a cabo el experimento el cual es la zona óptima donde se deshidrata los ajíes o pimientos en gran cantidad al aire libre debido a las condiciones adecuadas como la temperatura, las precipitaciones y la humedad relativa.

Según los datos meteorológicos de la estación de Fundo Mi Leslie en Sechín (150msnm.), que se resumen en la Gráfica 6, se muestran las temperaturas máximas y mínimas durante el proceso de secado, siendo esta estación la más cercana y la única en la zona de Casma. Se aprecia que en el periodo de tiempo que duró la investigación se hizo mediciones de temperatura (Mín.: 15.7°C y Max.: 26.5°C) y humedad relativa (Mín.: 20% y Max.: 87%) en la zona de secado (era) (Mayo detalle ver Anexo 2 y 3).

3.1.4. Área de secado

El área donde se llevó a cabo el secado presentaba una textura arenosa y de topografía plana; los cuales se caracterizan por absorber con mucha facilidad el calor que son transmitidos por conducción ya que según Casanova (1994), la mayor parte de calor que se mueve en el suelo es por conducción a través de las partículas minerales del suelo y el espacio poroso, siendo más rápida entre las partículas minerales constituyentes del suelo. Esto es debido a que la energía absorbida por la superficie de un suelo ocasiona un aumento de temperatura. También menciona el autor que en suelos arenosos retienen una gran cantidad de calor, especialmente cuando están secos y se registra temperaturas muy altas.



Gráfica 6. Temperaturas Máxima y Mínima en la zona de Sechín-Casma

Fuente: Estación Meteorológica del Fundo Mi Leslie en Sechín-Casma

3.2. MATERIALES

3.2.1. Material Vegetal

Se evaluaron frutos de seis cultivares de pimiento tipo "Ancho": Vencedor, Ancho 120, Fumagalli, Lima, Amazonas y Máncora, siendo el cv. Vencedor el tratamiento testigo. Las características de los cultivares en estudio se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Características de los cultivares evaluados

Trat .	Cultivar	Color	Distribuidor	Procedencia	Característica principal ⁽¹⁾
To	Vencedor	Rojo	SEMINIS	USA	Frutos medianos a pequeños, carnosidad fina, menor peso en fresco
T1	Ancho 120	Rojo	SEMILLAS DEL MUNDO	México	Frutos medianos a pequeños, carnosidad fina, menor peso en fresco
T2	Fumagalli	Rojo	HORTI SEMILLAS	México	Frutos medianos a pequeños, carnosidad fina, menor peso en fresco
T3	Lima	Rojo	SEMILLAS DEL MUNDO	USA	Frutos grandes, carnosidad gruesa, mayor peso en fresco
T4	Amazonas	Rojo	SEMILLAS DEL MUNDO	USA	Frutos grandes, carnosidad gruesa, mayor peso en fresco
T5	Máncora	Rojo	SEMILLAS DEL MUNDO	USA	Frutos grandes, carnosidad gruesa, mayor peso en fresco

(1) Característica morfológica y fenotípica descrita en la ficha técnica del producto.

3.2.2. Materiales

- 10 bolsas de plásticos negros especiales (40 cm. x 60cm)
- 1 Plástico grueso transparente de grosor 5 μm . y (3 m x 40m.)
- 2 Estacas de 60 cm. de largo.
- 6 estacas de 40 cm. de largo.
- Cucharita descartable.
- Jabas de plásticos.
- Costales vacíos de urea.
- Tabla de madera de 1.6 x 0.20 m.
- Tabla de madera de 1.2 x 0.20 m.
- Cuadernillo de apuntes y lapicero.
- Plumones.

3.2.3. Herramientas y Equipos

- Balanza electrónica de 1.0Kg de capacidad
- Balanza de precisión.
- Balanza precisión.
- Termómetro e hidrómetro.
- Estufa.
- Cámara fotográfica.
- Pala.
- Machete.
- Tractor agrícola.
- Surcador con cuatro brazos.
- Pala trasera nivelador

3.2.4. Insumos

- Azufre pantera PM 93%
- Fósforo.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.3.1. Factor de Estudio

Ritmo de pérdida de agua en frutos de pimiento Ancho

En el presente trabajo de investigación se evaluó el ritmo de pérdida de agua en frutos de seis híbridos de pimiento ancho en el **sistema de secado con azufre** que consiste en utilizar azufre polvo seco en el proceso de secado del fruto en túneles.

3.3.2. Tratamientos

Los frutos evaluados eran pimientos de seis cultivos de pimiento tipo Ancho. Los cultivos se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos de seis cultivares tipo Ancho

Tratamientos	Cultivares
T0	Vencedor
T1	Ancho 120
T2	Fumagalli
T3	Lima
T4	Amazonas
T5	Mancora

3.3.3. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un *Diseño de bloques completamente al azar* (DBCA), de esta manera se evaluaron 6 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Los resultados obtenidos fueron procesados mediante el Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba significativa de Duncan con un nivel de confiabilidad del 95%.

El software utilizado fue SAS versión 8.0.

El modelo aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_j + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Valor observado al finalizar el experimento de la unidad experimental que recibió el

i – ésimo tratamiento en el j – ésimo bloque.

μ : Media general

t_i : Efecto del i -ésimo tratamiento

β_j : Efecto de j -ésimo bloque

ϵ_{ij} : Efecto aleatorio del error

Cuadro 7. Análisis de variancia del diseño estadístico empleado en el experimento

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F calculado
Bloque	$r-1$	SC(Bloques)	SC(Bloques) $r-1$	CM (Trat.) CM (Bloque)
Tratamiento	$k-1$	SC(Trat.)	SC (Trat.) $k-1$	
Error	$(r-1)(k-1)$	SC(Error)	SC(Error) $(r-1)(k-1)$	
Total	Kr-1	SC(Total)		

3.3.4. Característica del área experimental

Las dimensiones y distribución de los tratamientos para el presente ensayo se muestran en los Cuadros 8 y 9 y la Gráfica 7 y 8 respectivamente. El experimento fue instalado dentro del túnel de plástico de 2 m. ancho, 30 m. de largo y 0.80 m. de altura, pero el ancho de la cama de secado o el ancho útil donde se colocaron los pimientos fue de 1.6 m.

Cuadro 8. Dimensiones de las áreas por cada tratamiento y bloques del experimento

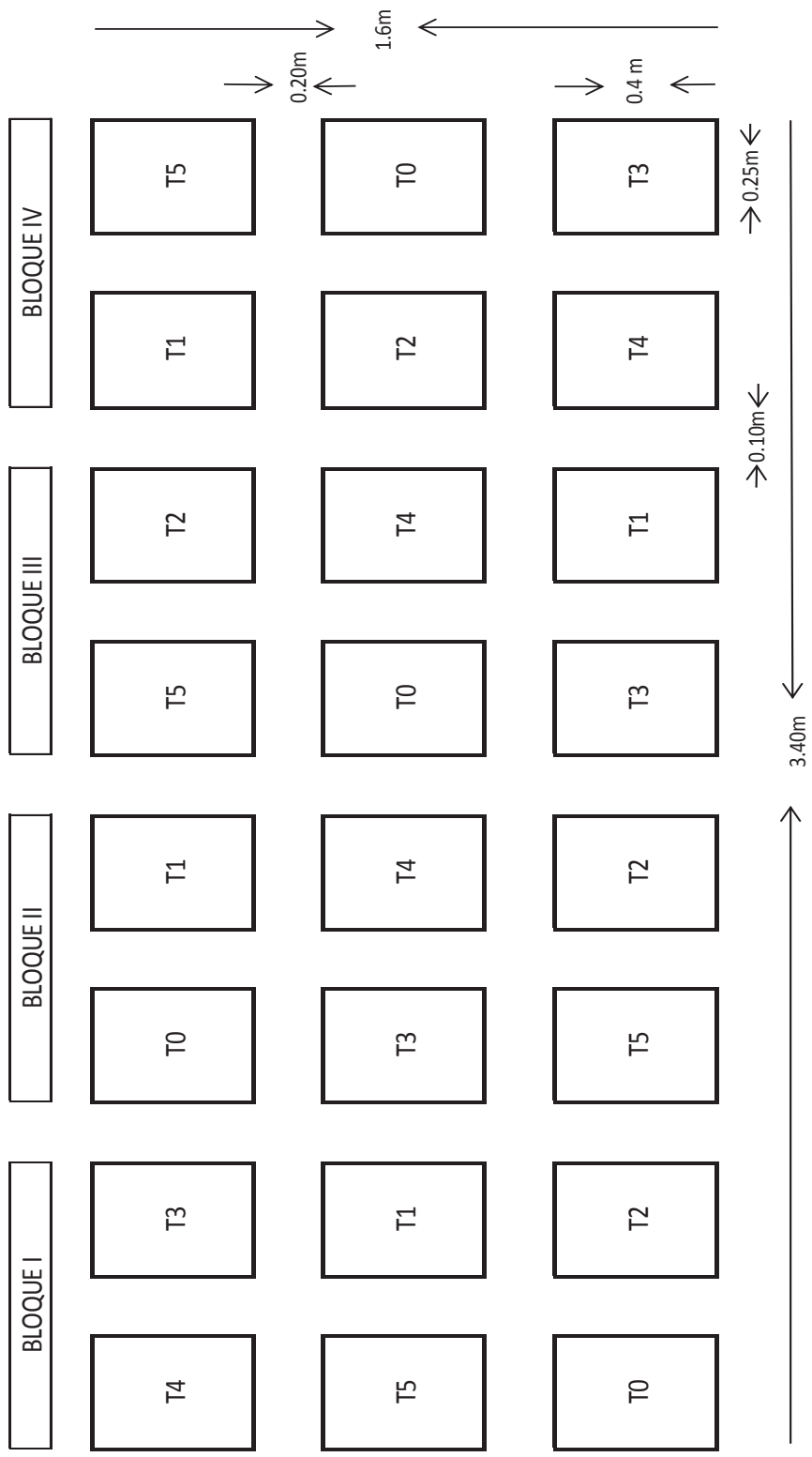
TRATAMIENTOS		BLOQUES	
ANCHO	0.25m	N° DE BLOQUES	4
LARGO	0.40m	PARCELAS/BLOQUE	6
ÁREA	0.1 m ²	ÁREA DE BLOQUE	0.6 m ²
N° DE TRATAMIENTOS	6	ÁREA EFECTIVA TOTAL	2.4 m ²
ÁREA TOTAL UTILIZADA EN EL EXPERIMENTO: 5.44 m²			

En cada área de 0.1 m² contiene 10 frutos de pimiento ancho de cada tratamiento y en 4 bloques se obtiene 24 unidades experimentales por lo que fue necesario evaluar 240 frutos distribuidos.

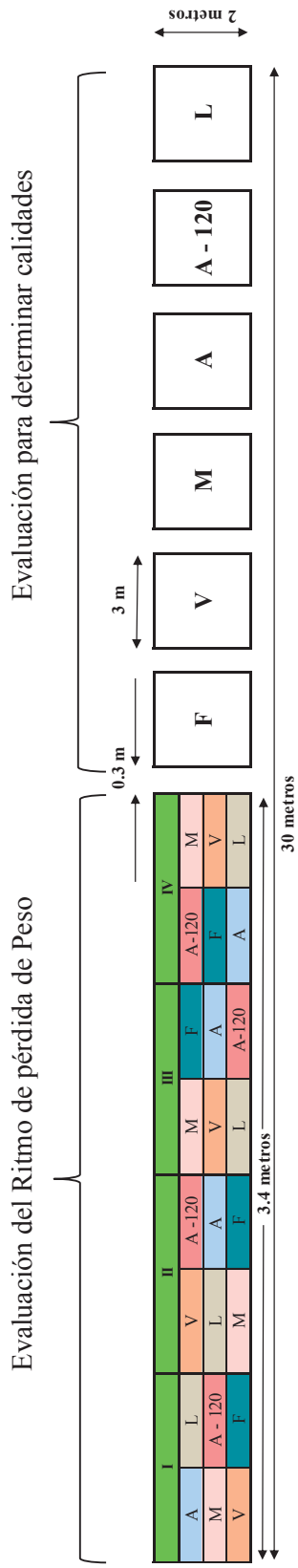
Cuadro 9. Dimensión del área de secado para los 6 cultivares de pimientos anchos cosechados en 20 metros lineales para determinar calidades

Cultivares	
Ancho	1.6 m.
Largo	3 m
N° de Cultivares	6 m
Área por cada cultivar	4.8 m ²
Área total utilizado: 28.8 m²	

En esta área de secado de 28.8 m² se utilizó para determinar las calidades de pimientos Anchos seco, que se colocaron los frutos cosechados en un área de 20 m² para cada cultivar y que fueron instalados en el mismo túnel de secado, al lado del ensayo de ritmo de pérdida de peso de los seis cultivares de pimientos Anchos.



Gráfica 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS AL AZAR EN EL TÚNEL DE SECADO



Gráfica 8. Distribución de los pimientos a secar en el túnel de secado

Cuadro 10. Leyenda de la gráfica de la distribución de los pimientos anchos en el túnel de secado

Siglas	Cultivar	Tratamientos
V	Vencedor	To
A-120	Ancho 120	T1
F	Fumagalli	T2
L	Lima	T3
A	Amazonas	T4
M	Mancora	T5

3.3.5. Procedimiento

Los procedimientos seguidos en la presente investigación fue el siguiente y se resumen en la Gráfica 9.

3.3.5.1. Formación de Camas

La formación de camas se hace con un tractor agrícola con dos tipos de implementos:

- ✓ **La primera labor;** se hace con una pala trasera niveladora (Figura 12) que sirve para nivelar el terreno de secado.



Figura 12. Nivelación del terreno con la pala trasera niveladora

- ✓ **La segunda labor;** se hace con una surcadora modificada que tiene cuatro brazos de vertederas y tres cultivadores (Figura 13), este último equipo es modificado porque en cada brazo tiene una vertedera para la formación de los lomos de cada cama de secado que sirve para sujetar los plásticos al momento de armar los túneles de secado, estos brazos están separados entre ellos a 0.4 m. para la formación de un lomo y el otro extremo es la distancia de la plataforma de secado o el ancho de la cama de secado que es de 1.6 m para el Sistema de secado con azufre, dando así el ancho del túnel de 2 m y para el sistema de secado tradicional es de 1.6 m. La incorporación de 3 rejas de un cultivador en la surcadora modificada sirve para sujetar a una tabla que formará el ancho de la cama y nivelar la tierra que es removida en ese momento por las vertederas. El paso de la surcadora modificada se realiza con la finalidad de formar las camas donde serán tendidos los frutos y la construcción de los túneles de secado (Figura 14 y 15).

Gráfica 9. FLUJOGRAMA DE TRABAJO DEL EXPERIMENTO

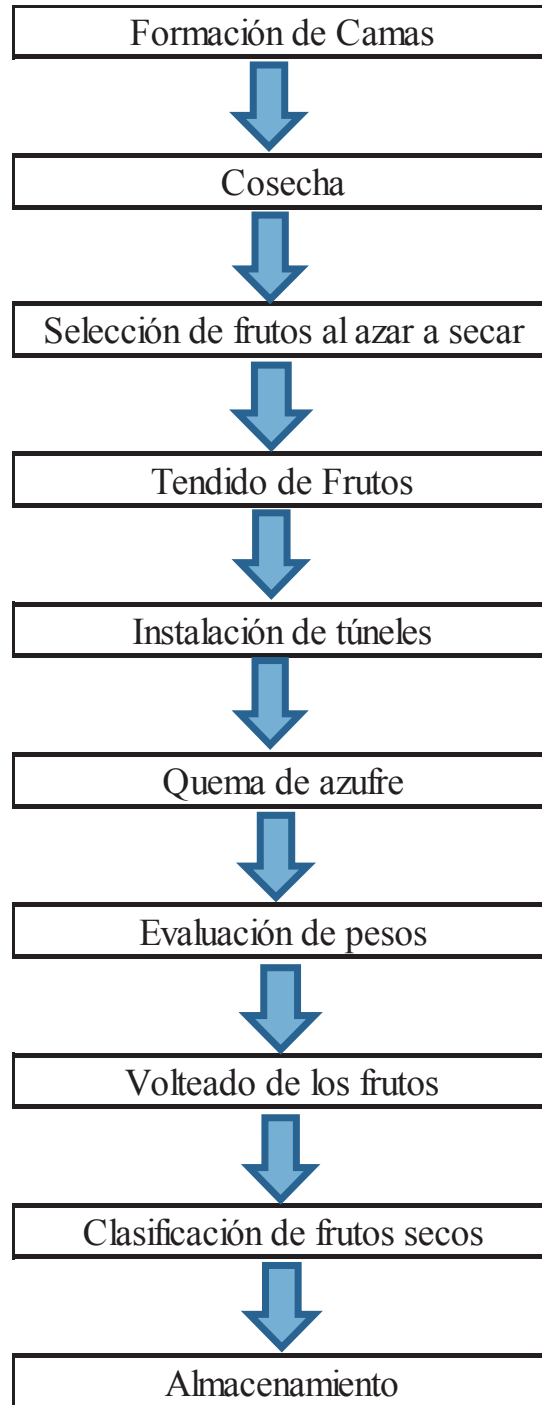




Figura 13. Surcadora modificada



Figura 14. Formación de cama

- ✓ **La tercera labor;** son las construcciones de bolsas de arena llamado “cachacacos” que sirven de sostén como postes para sujetar al plástico que va a cubrir toda la cama y para mayor sostén se colocaron diez cachacos en cada cama.. El método con quema de azufre se utilizó 10 bolsas de plásticos negros especiales (40 cm x 60cm) Figura 15.



Figura 15. Cama de secado y los cachacos

- ✓ **La cuarta labor;** se trata de nivelar la superficie con una tabla pequeña debido a que las labores de formación de los cachacos dejaron huellas de pisadas de los trabajadores.

3.3.5.2. Cosecha

Se eligieron al azar los frutos para el secado, cosechados todos los frutos de las plantas contenidas en 20 metros lineales del campo de producción, instalado a una densidad de siembra de 0.3 m. x 1 m. Todos los híbridos de pimiento ancho ó poblano en una sola parcela y cada híbrido fueron instalados en hileras de 50 m. lineales. Se cosechó selectivamente frutos de dos estados de madurez: maduros (100% rojos) y pintones (con un 75% de color rojo) (Fig. 16, Fig. 17).

Los frutos cosechados fueron colocados en jabas de plásticos para facilitar su transporte y evitar que se estropearan, pesados e inmediatamente colocados en las camas de secado según el tratamiento correspondiente.

La cosecha se realizó el 06 de agosto de 2009 para después colocarlos en el túnel de secado.



Figura 16. Frutos pintones



Figura 17. Frutos maduros

3.3.5.3. Selección de frutos

Se seleccionaron al azar en forma manual 40 frutos sanos de cada cultivar y de éstas se seleccionaron al azar 10 frutos para cada unidad experimental y luego fueron distribuidos en sus respectivos bloques. Estos frutos sanos tenían que cumplir con las siguientes características: color rojo uniforme, libres de enfermedades y/o ataque de insectos.

3.3.5.4. Tendido de frutos

Una vez preparado la cama de secado se hace la labor de tendido de frutos, los frutos se distribuyeron en forma aleatoria dentro de cada bloque. El tendido consiste en el esparcimiento de los frutos evitando la superposición y quedando espacios libres entre uno y otro fruto con el fin de facilitar el secado y someterlos a condiciones similares (Figura 18). El tendido de los frutos para el secado se hizo al día siguiente de la cosecha.



Figura 18. Tendido de frutos

3.3.5.5. Instalación de Túneles de secado

Para la instalación del túnel primero se hizo la labor de formación de surco con una lampa y a mano (Figura19), lo cual al principio se hizo con la surcadora modificada, pero al momento de colocar los cachacos (Columnas para sostener el túnel de plástico) y al realizar el tendido de los frutos, el surco realizado por la maquina se fue perdiendo lo cual se vuelve a realizar siempre y cuando ya se va instalar el plástico para la instalación del túnel ya que los el viento es otro factor que llega tapar los surcos realizados.



Figura 19. Formación de Surcos

Después de realizado la labor anterior se procedió a colocar dos estacas a los extremos de la cama de secado para colocar un cordel para que al momento de realizado el túnel con el plástico no quede colgado entre los cachacos. Este plástico grueso y transparente, de un grosor de 5 μm , 3 m de ancho y 40 m de largo, se fue estirado a ambos lados de los extremos de la cama para formar el túnel, y esta labor sirve para que el plástico quede bien templado y así no se cuelgue en los espacios donde están los cachacos (Figura 20), realizado esto se procedió al tapar con arena al plástico donde se encuentra parte de ella en los surcos formados para que quede fijamente y así formar el túnel (Figura 21).



Figura 20. Formación del túnel secado



Figura 21. Tapado del plástico

El secado de los frutos en los túneles se da por la acción combinada del calor generado por la radiación solar que incide en el material, incrementando la temperatura interna del túnel generando así pérdida de agua contenida en los frutos y ese vapor de agua es removida por la circulación del aire. El precalentamiento del aire es debido a la transferencia de calor

dado por la radiación solar a un colector (en este caso la arena de la era) que concentra la energía, aumentando así la temperatura del aire y perdiendo a la vez su densidad; de esta manera el aire caliente cederá su energía al producto alimenticio acelerando el secado (Figura 22).

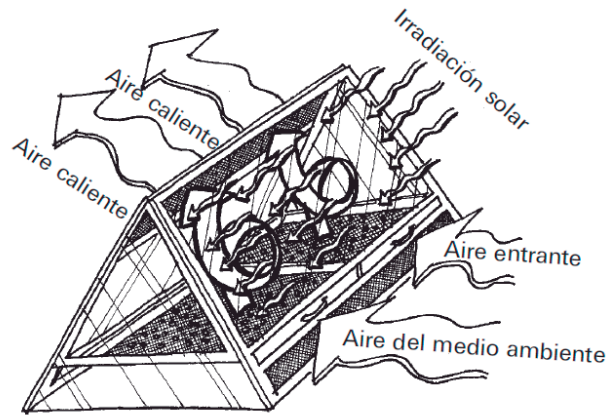


Figura 22. Efecto de la radiación solar
Fuente: Unesco (2005)

- **Variación de la temperatura y humedad en los túneles de secado**

Los túneles de secado se construyen con la finalidad principalmente de reducir el tiempo de deshidratado; aparte de incrementar la calidad y sanidad; favoreciendo el incremento y la uniformización de la temperatura, retirando el vapor de agua circundante debido a la pérdida de agua que sufre los frutos de pimiento ancho con la interacción de la temperatura y la humedad relativa del ambiente que no solo son dos de los factores importantes para el secado ya que según CER – UNI (1991), menciona que los secaderos tipo túnel la radiación solar calienta directamente al producto, elevando su temperatura y evaporando parte de la humedad que contiene. El aire extrae calor del producto y arrastra la humedad que de él se ha desprendido. La temperatura del aire se incrementa a medida que recorre el secador. El aire en los secadores tipo túnel sirve para regular la temperatura y remover la humedad. También menciona que, si el ambiente en el cual se encuentra el producto tiene una humedad relativa mayor que la actividad de agua que le corresponde a su contenido, el producto absorbe humedad, de modo que para secar no basta calentar; es necesario que la humedad relativa del ambiente donde se encuentra el producto sea suficiente baja. En la Fig. 23 se muestra el equipo empleado para medir la temperatura.



Figura 23. Termómetro e hidrómetro

3.3.5.6. Quemado de Azufre

El quemado de azufre se le conoce en la literatura como sulfitado. El sulfitado reduce el tiempo de secado acelerando así el deshidratado y otras características mencionadas anteriormente.

En esta investigación el sulfitado se realizó en pleno proceso de secado a las 2:00 pm. El quemado de 800 gramos de azufre en polvo seco (Nombre comercial: Pantera), fue distribuidos proporcionalmente en 4 puntos del túnel con una frecuencia diaria durante los 10 primeros días de secado. Cuando el azufre está combustionando se cierra los extremos del túnel para que no se disipe el gas al ambiente y así se distribuya por todo el túnel (ver figura 24 y 25).



Figura 24. Quemado de azufre



Figura 25. Gas de la combustión del azufre

3.3.5.7. Evaluación de pesos

El registro de la pérdida de pesos de los frutos se realizó pesándolos con una balanza de 1 kilogramo (Figura 26). El registro de la toma de pesos se hizo para cada tratamiento en sus respectivos bloques y se realizó a la misma hora todos los días a partir la 8:00 a.m. Se registró diariamente el peso. El proceso se inició al momento de la cosecha y se culminó cuando los frutos alcanzaron niveles óptimos de secado comercial siguiendo los estándares de la comercialización.



Figura 26. Balanza casera de 1 kilogramo

3.3.5.8. Volteo de frutos

El volteo de frutos es necesaria para facilitar que la deshidratación de los frutos sea uniforme y lograr así un secado homogéneo y evitar que se generen condiciones adecuadas para el desarrollo de hongos patógenos por la alta humedad del medio o para evitar que los frutos se escalden (Figura 27). En este método con quema de azufre no requiere volteos excesivos como se lo hace diariamente con el paprika que se seca al ambiente, o como se hace con otro tipo de método de secado en túneles sin quema de azufre que se realiza cada 5 a 10 días, en cambio con este método de secado en túneles con azufre se realiza solo una vez el volteo debido a que la distribución de aire caliente es más uniforme en todos los puntos del fruto incluido el área que se encuentra en contacto con el suelo (Figura 27).



Figura 27. Volteo de los frutos

3.3.5.9. Clasificación de Frutos secos

Una vez que los frutos alcanzaron el nivel de secado comercial se clasificaron en forma manual y visualmente en tres categorías en la misma era (Figura 28):

- Frutos de primera; que lo conforma los frutos sanos, enteros, de coloración uniforme y que no presenten decoloraciones.
- Frutos de segunda; que lo conformaron los frutos sanos, enteros y con decoloraciones pero que no superen al 20 % del tamaño del fruto.
- Fruto de tercera o Papelillo; que lo conformaron los frutos quebrados con decoloración mayores al 20 % del tamaño del fruto, con ataques de insectos y/o

hongos. Esta clasificación se realizó tomando en cuenta la categorización pedida por las plantas de empaque para la exportación (Pino, 2005).

Después de clasificado o seleccionado por calidades se recogieron con jabas de plásticos y posteriormente se trasladaron al almacén.



Figura 28. Clasificación de frutos

3.3.5.10. Almacenamiento

Las muestras se almacenaron en un ambiente adecuado para dicho fin a temperatura y humedad relativa ambiente y evitando el contacto directo con los rayos solares (Figura 29). En este lugar estará por lo menos un par de días hasta que la empresa empacadora o exportadora lo recoja y lo traslade a su planta donde se realiza el empaque respectivo en cajas de cartón listo para ser exportado.



Figura 29. Almacenamiento

3.3.6. Parámetros Evaluados

3.3.6.1. Variación de peso y humedad de 10 frutos (g. /día)

Las evaluaciones se realizaron al momento de la cosecha y se culminó cuando los frutos alcanzaron niveles óptimos de secado. Se evaluó y determinó la variación del peso realizándose el registro de datos con una balanza de 1 kilogramo. Con respecto a la humedad o el agua contenida en los frutos, esto varía diariamente relacionado directamente así con la variación de pesos que transcurre en el tiempo de secado, generándose así una pérdida de humedad diaria y para registrar esos datos se halló con la formula según CER – UNI (1991) menciona que el contenido de humedad o la cantidad de agua evaporable existente en un producto se expresa en relación a su masa total el cual se halló el contenido de humedad en base humedad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Contenido de Humedad en base húmeda en un producto

$M = \frac{m - m_s}{m}$
dónde : m = Masa total del producto m _s = Masa seca del producto

3.3.6.2. Registro de Temperatura y Humedad

Se registró la temperatura y humedad relativa dentro y fuera de los túneles de secado con una frecuencia diaria en el periodo que duró el proceso de secado. (Ver Anexo del 2 al 6).

3.3.6.3. Relación peso fresco/peso seco (PF/PS)

Esta relación se calculó con los valores resultantes del peso fresco de cosecha respecto al peso seco óptimo de comercialización (PF/PS), de esta manera se logra proyectar los rendimientos en seco a partir de los rendimientos en fresco ya que en el chile ancho es comercializado en forma seca.

3.3.6.4. Determinación por calidades y de la merma

Los frutos de pimiento ancho cosechados en los 20 metros lineales de cada cultivar se deshidrataron en el mismo túnel dónde se evaluó el ritmo de pérdida de peso de los frutos de pimiento Ancho (Ver Gráfica 8), con el fin de determinar las calidades de secado como primera, segunda y papelillo, lo cual fueron colocados en un área de 4.8 m² para cada cultivar (Ver cuadro 9). Se determinó el peso fresco, peso seco y el peso por calidades de cada cultivar de pimiento ancho.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. TEMPERATURA Y HUMEDAD DENTRO Y FUERA DEL TUNEL DE SECADO

4.1.1. Registro de temperatura

El registro de la temperatura se inició a partir del tercer día después de la cosecha (DDC), tiempo en el cual se instaló el plástico para formar el túnel de secado. El resumen de las temperaturas registradas por la estación meteorológica en Sechín se muestra en el Cuadro 12 y el resumen de las temperaturas registradas en la era (Zona de secado) se muestran en el cuadro 13, tanto dentro y fuera del túnel de secado.

En la gráfica 10 se muestran los datos recogidos de la temperatura en el transcurso del secado de los pimientos anchos. Se aprecia en la gráfica ocho curvas de temperatura durante los días de secado, con máximas y mínimas registradas por la estación meteorológica en Sechín y las registradas dentro y fuera de los túneles de secado a las 7 a. m., 1 p. m. y 6 p.m.

Cuadro 12. Temperatura promedio según Estación Meteorológica de Sechín

Variable	Temperatura (°C)
	Estación
T° máxima promedio (°C)	23.7
T° máxima absoluta (°C)	27
T° mínima promedio (°C)	15.2
T° mínima absoluta (°C)	13
T° promedio (°C)	19.5

Según los reportes de la estación meteorológica de Sechín, la temperatura promedio durante el periodo de evaluación fue de 19.5 °C, con una máxima y mínima promedio de 23.7 °C y 15.2 °C, respectivamente, con picos de 27 °C y 13 °C. De los registros diarios de temperatura se encontraron un valor promedio de 20.3°C y 28.6 °C fuera y dentro del túnel de secado, respectivamente (Ver Cuadro 12 y 13). Fuera del túnel la temperatura promedio máxima y mínimo se registraron a la 1 p.m. y 7 a.m. con valores de 24.6°C y 17 °C, respectivamente, con picos de 26.5°C y 15.7°C.

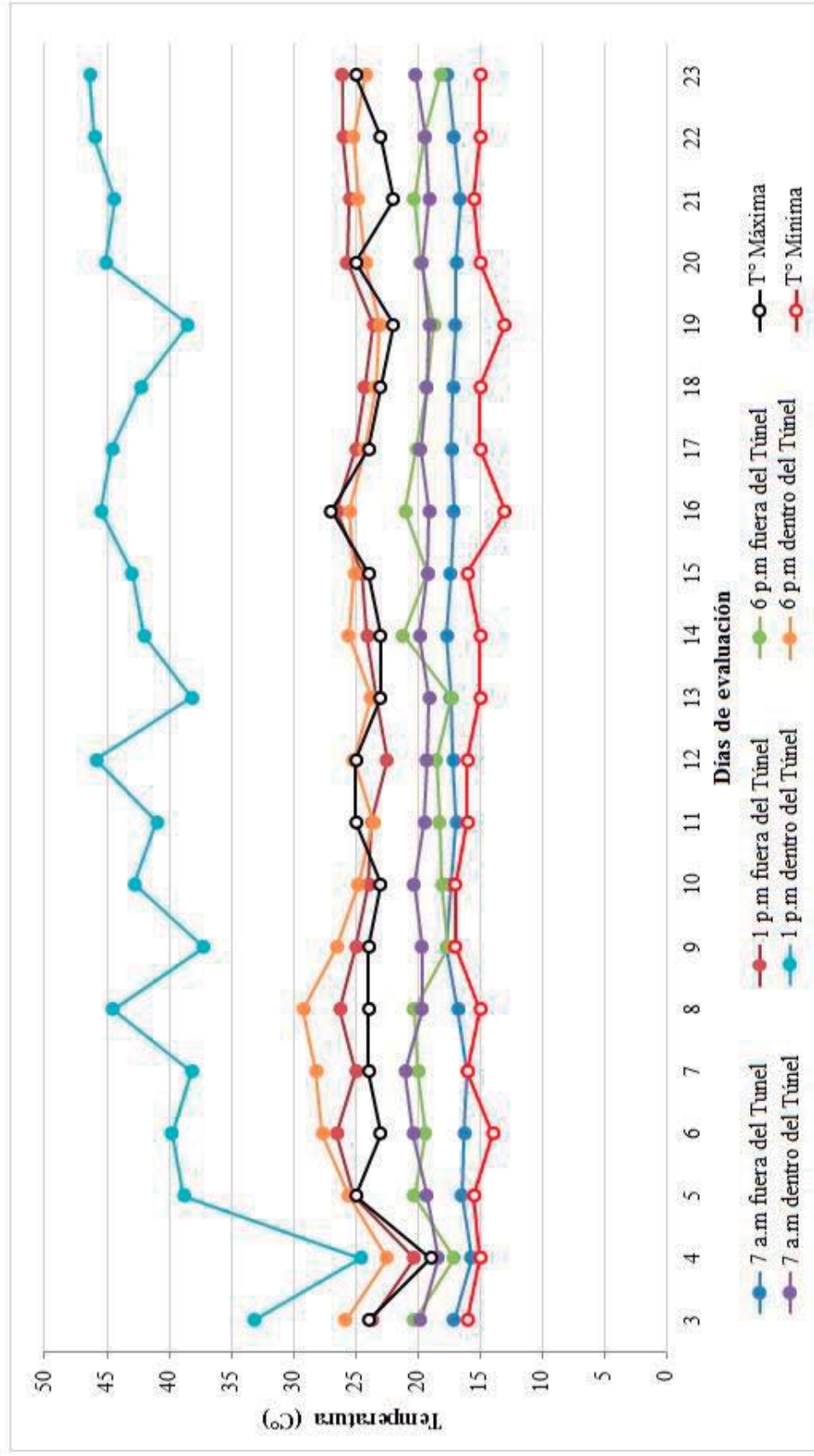
Asimismo, dentro del túnel la temperatura promedio máxima y mínimo se registraron a la 1 p.m. y 7 a.m. con valores de 41°C y 19.6°C, respectivamente, con picos de 46.4 °C y 18.4 °C. (Ver cuadro 12 y 13 y Anexo 4).

Cuadro 13. Temperatura promedio, máximo y mínimo tomadas afuera y dentro del túnel de secado

Hora	Temperatura (°C)					
	Fuera del Túnel			Dentro del Túnel		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
07:00 a.m.	17.0	17.7	15.7	19.6	21	18.4
1:00 p.m.	24.6	26.5	20.3	41	46.4	24.6
6:00 p.m.	19.2	21.2	17.1	25.2	29.2	22.5
T(°C) promedio	20.3			28.6		

Los resultados concuerdan con los reportados por CER – UNI (1991), que concluye que al interior del secador solar tipo túnel la temperatura del aire se incrementa a medida que recorre el secador o túnel por efecto de la incidencia de los rayos solares lo cual calienta directamente al producto, eleva su temperatura y evapora parte de la humedad que contiene y remueve el aire húmedo por convección natural. Asimismo la UNESCO (2005), quien reporta un incremento de la temperatura entre 20 a 25 °C al interior de los túneles de secado respecto a la temperatura ambiental.

En el Cuadro 13 se observan las diferencias de la temperatura promedio fuera y dentro del túnel de secado según los momentos de la evaluación, los cuales fueron de 2.6 °C, 16.4 °C y 6 °C para las 7 a. m., 1 p. m. y 6 p. m., respectivamente; encontrándose para todos los casos mayor temperatura dentro del túnel. Asimismo, se observa que, tanto fuera como dentro del túnel, al transcurrir el día se incrementa la temperatura promedio entre las 7 a. m. y 1 p. m. y ésta a su vez disminuye a las 6 p. m. Por lo tanto, el incremento promedio fuera del túnel fue de 7.6 °C entre las 7 a. m. y 1 p. m. y una disminución de 5.4°C a las 6 p. m.; mientras dentro del túnel la temperatura promedio se incrementó en 21.4°C entre las 7 a. m. y 1 p. m. y una disminución de 15.8°C a de las 6 p.m.



Gráfica 10. Variación de Temperatura dentro y fuera del túnel de secado

De lo anterior se deduce que la temperatura dentro del túnel de secado alcanzó su máximo valor cuando se alcanzó las temperaturas máximas, lo cual ocurre en horas de mayor radiación solar. La temperatura máxima alcanzada dentro del túnel fue de 46.4 °C (entre la 1p. m. y 3 p.m.), la cual es muy favorable para producir una mayor velocidad de secado y de forma adecuada tal como recomiendan CER – UNI (1988), SNU (1977) y Quiles (2013) quienes concluyen que el rango de temperatura de secado óptimo para los ajíes y pimientos debe fluctuar entre 40 °C y 50 °C, pero si la temperatura del producto excede de los 60 °C existe el riesgo de sobre secado, oscurecimiento y decoloración parcial, con la consecuente pérdida de calidad, ya que no se obtiene un buen color debido a la condensación de vapor de agua en el plástico; problemas que no se presentaron en el presente trabajo de investigación.

Otros autores como Loesecke (1943) y Zapata *et al.*, (1992) mencionan que la temperatura crítica esta entre 65°C y 75°C y recomiendan que los frutos no deben secarse a temperaturas mayores a 65,5 ° C ya que a partir de estos intervalos se producen alteraciones organolépticas y la destrucción de colorantes rojos y amarillos provocando al fruto un aspecto poco deseable.

4.1.2. Humedad relativa

En el Cuadro 14 y la Gráfica 11 se aprecian la humedad tanto fuera y dentro del túnel, así como los registros a las 7 a. m., 1 p. m. y 6 p. m. con una frecuencia diaria durante el tiempo que duró la investigación. Es preciso recalcar que se procedió a cerrar los túneles de secado a las 12 p.m. hasta las 8 a.m. del día siguiente, procedimiento que se realizó con la finalidad de mantener la temperatura en un rango óptimo. La diferencia de concentración de humedad en los túneles de secado se dio por efecto de la pérdida de agua de los frutos.

En el Cuadro 14 se observa que la humedad relativa (HR) promedio en el tiempo que duró el secado del pimiento ancho fue 68% dentro del túnel y 62% de fuera del túnel, habiendo una diferencia de 6% entre ambos. Los datos muestran que los máximos valores de HR se encontraron a las 7 a.m., tanto dentro y fuera del túnel de secado para todos los días de evaluación, cuyo promedio fue de 84% y 78% para dentro y fuera del túnel de secado, respectivamente. Para la 1 p.m. los datos muestran una reducción drástica de la HR promedio ya que esta desciende hasta un 41% y 34% para dentro y fuera del túnel de secado, respectivamente, siendo los valores más bajos obtenidos durante todos los días de la evaluación. Finalmente la HR promedio se incrementa de manera considerable para las 6 p.m. alcanzado valores de 79% y 75% para dentro y fuera del túnel de secado, respectivamente.

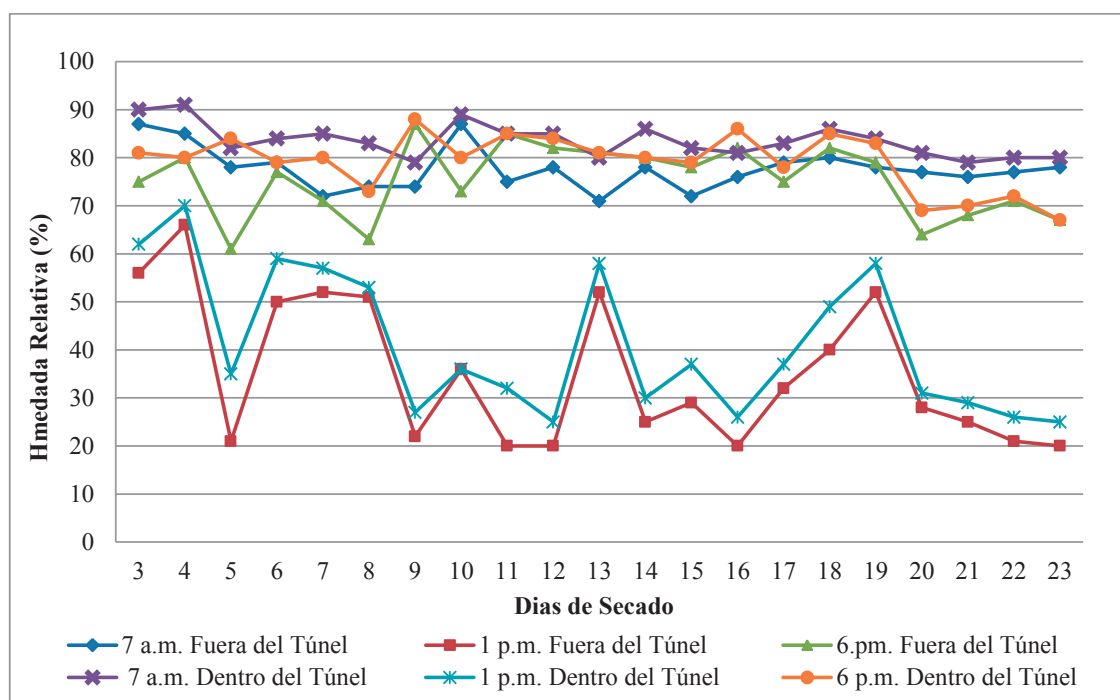
Como se mencionó anteriormente, los túneles de secado se mantenían cerrados desde las 12 del mediodía hasta las 8 a. m. del día siguiente, lo cual podrían explicar las altas concentraciones de humedad al interior durante los primeros días de evaluación, favorecidos por la pérdida de humedad de los frutos al secarse, y este a su vez fue disminuyendo gradualmente al finalizar el proceso de secado de los frutos (ver gráfico 11).

Según CER – UNI (1991) manifiesta que si el ambiente en el cual se encuentra el producto tiene una humedad relativa mayor que la actividad de agua que le corresponde a su contenido de humedad, el producto absorbe humedad, de modo que para secar no basta calentar, es necesario que la humedad relativa del ambiente donde se encuentra el producto sea suficientemente baja. También Basseby (1987) menciona que la velocidad de secado de cualquier producto depende de la humedad relativa del aire utilizado para el secado, y

menciona además que un buen secador solar debe reducir significativamente la humedad relativa del aire y al mismo tiempo producir un alto flujo de aire.

Cuadro 14. Humedad relativa promedio, máxima y mínima tomadas de la zona de secado y de los túneles de secado

Hora	Humedad Relativa (%)					
	Afuera del Túnel			Dentro del Túnel		
	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo
07:00 a.m.	78	87	72	84	91	79
1:00 p.m	34	66	20	41	70	25
6:00 p.m	75	87	63	79	88	69
HR %promedio	62			68		



Gráfica 11. Variación de la HR dentro y fuera del túnel de secado con azufre

Los resultados concuerdan con las conclusiones de Bassey (1987), quien menciona que habiendo un menor flujo de aire a través del producto, se produce la condensación de vapor en la superficie de la cubierta del polietileno transparente, motivo por el cual, la humedad relativa aumenta, lo cual afirma CER – UNI (1991), quien menciona que durante el secado la humedad relativa aumenta en 10% a 15%. No obstante si hay alta humedad relativa en el medio de los pimientos llegan a oscurecerse según Loesecke (1943), problema que no se presentó en este ensayo.

4.2. VARIACIÓN DEL PESO Y PÉRDIDA DE HUMEDAD EN FUNCIÓN AL TIEMPO DE SECADO EN FRUTOS DE PIMIENTO TIPO “ANCHO”

En los cuadros 15 y 16 según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) se encontraron diferencias estadísticas significativas en la evaluación de pérdida de peso y humedad en función del tiempo. Debido a que el coeficiente de variación resultó menor de 10% en todas las evaluaciones se puede concluir que los datos son muy confiables, según Calzada (1982) lo que valida la toma de datos y que se encuentra dentro del rango establecido para la prueba de campo.

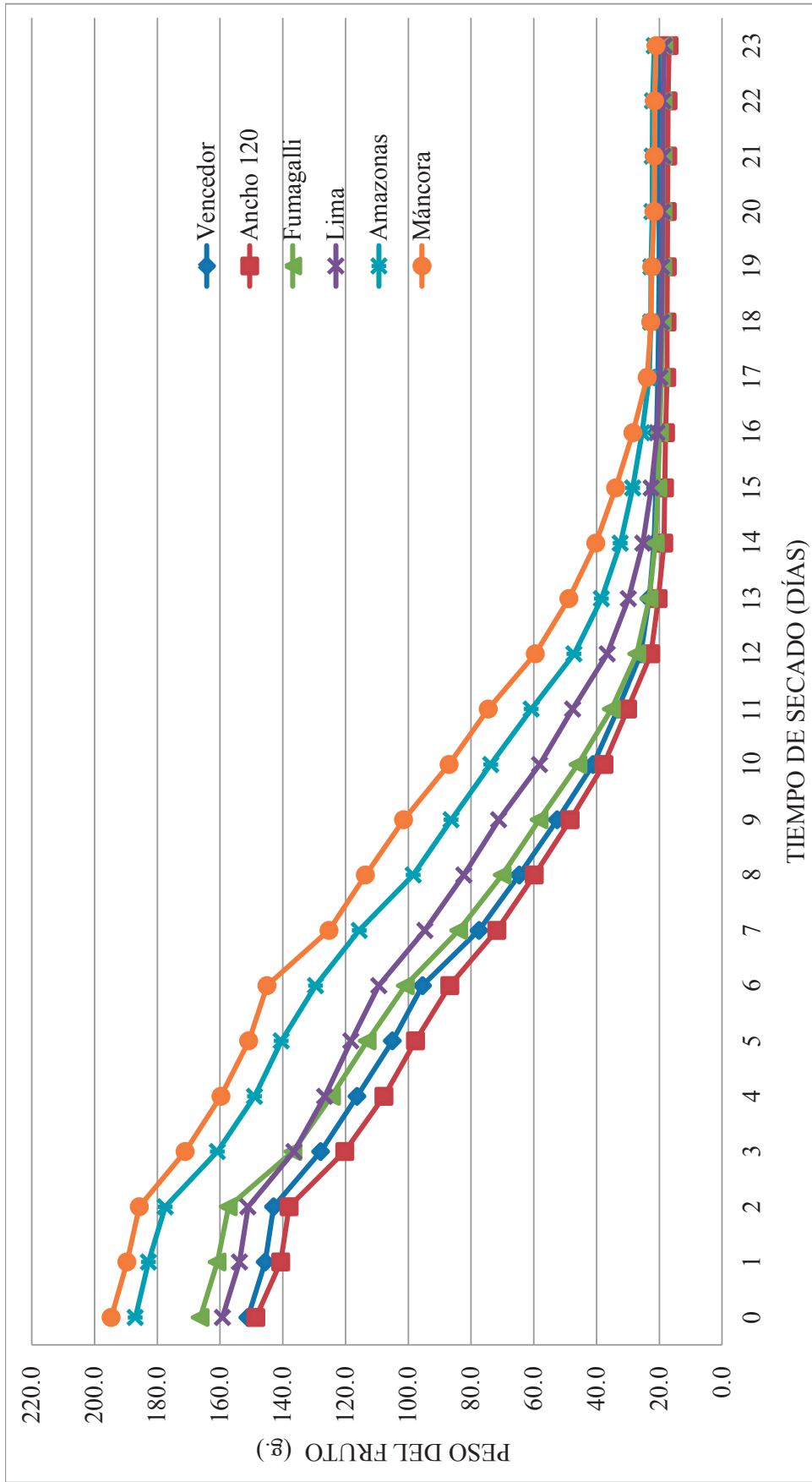
En todos los días de evaluación el tratamiento testigo (Vencedor), Fumagalli y Ancho 120 mantuvieron una pérdida de peso y/o humedad con un ritmo más acelerado respecto a los otros tratamientos en especial a los pimientos con frutos más grandes.

Cuadro 15. Variación del peso de los frutos (gr.) en el tiempo de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones de Valle de Casma para el secado con azufre							
Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)							
Trat.	Cultivar	Días después de la cosecha (DDC) *					
		0	2	7	12	17	23
T0	Vencedor	151.10 c	142.90 c	77.40 de	25.88 d	20.48 b	19.60 b
T1	Ancho 120	148.55 c	137.98 c	71.75 e	22.65 d	17.55 c	16.88 c
T2	Fumagalli	166.28 b	157.28 b	83.85 d	27.15 d	19.33 b	18.58 b
T3	Lima	159.20 bc	151.05 bc	94.68 c	36.55 c	19.78 b	18.40 b
T4	Amazonas	186.98 a	177.45 a	115.60 b	47.13 b	23.23 a	21.58 a
T5	Máncora	194.65 a	185.70 a	125.25 a	59.50 a	23.83 a	21.00 a
	C.V	5.46%	5.46%	6.34%	12.43%	5.11%	4.35%

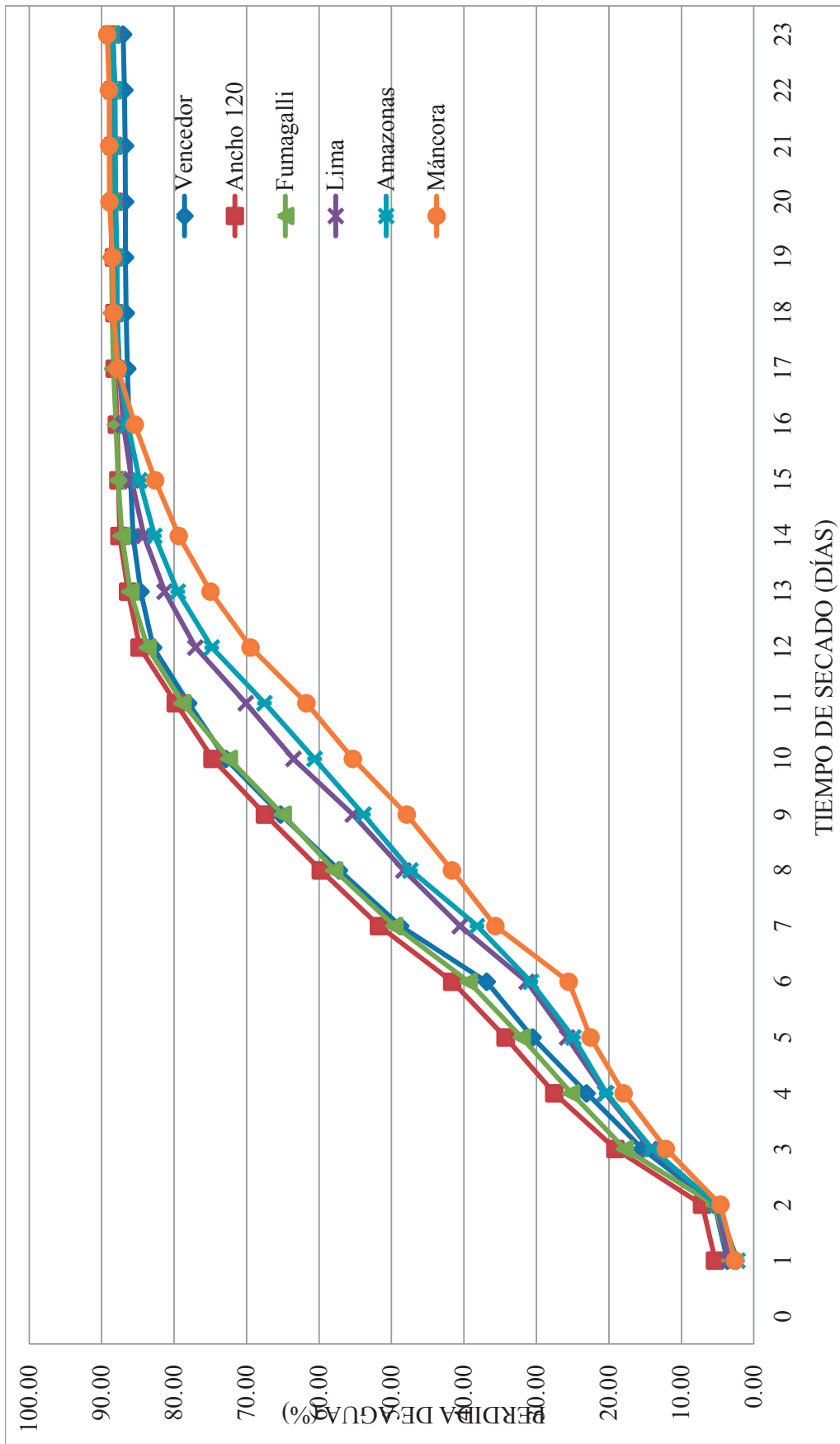
(*) Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Cuadro 16. Variación de la pérdida de humedad de los frutos (%) en el tiempo de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones del Valle de Casma para el secado con azufre							
Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)							
Trat.	Cultivar	Días después de la cosecha (DDC) *					
		0	2	7	12	17	23
T0	Vencedor	0	5.44 b	48.81 a	82.88 a	86.45 c	87.03 c
T1	Ancho 120	0	7.09 a	51.69 a	84.76 a	88.17 ab	88.62 b
T2	Fumagalli	0	5.41 b	49.55 a	83.65 a	88.38 a	88.82 ab
T3	Lima	0	5.12 b	40.58 a	77.10 b	87.58 b	88.44 b
T4	Amazonas	0	5.10 b	38.30 bc	74.86 b	87.58 b	88.45 b
T5	Máncora	0	4.59 b	35.71 c	69.43 c	87.76 ab	89.20 a
	C.V		9.51%	5.07%	3.19%	0.52%	0.39%

(*) Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas



Gráfica 12. Ritmo de pérdida de peso (g.) de frutos de seis cultivares de pimiento “Ancho” secados en un túnel con azufre bajo las condiciones de Valle de Casma



Gráfica 13. Ritmo de pérdida de Humedad en porcentaje (%) de frutos de seis cultivares de pimiento “Ancho” secados en un túnel con azufre bajo las condiciones de Valle de Casma

Las gráficas 12 y 13 muestran que los distintos tipos de pimiento ancho tuvieron un comportamiento similar respecto a la pérdida de peso o humedad. A los 7 DDC los tipos Vencedor, Ancho y Fumagalli, considerados como pimientos con frutos pequeños según lo indicado en la ficha técnica del producto perdieron el 48.81%, 51.69% y 49.55% de agua respectivamente; mientras los tipos Lima, Amazonas y Máncora, considerados como pimientos con frutos grandes según lo indicado en la ficha técnica del producto, han perdido el 40.58%, 38.30% y 35.71% de agua, respectivamente.

A los 12 DDC los tipos Vencedor, Ancho y Fumagalli, perdieron el 82.88%, 84.76% y 83.65% de agua respectivamente; mientras los tipos Lima, Amazonas y Máncora, perdieron el 77.10%, 74.86% y 69.43% de agua, respectivamente.

A los 17 DDC los tipos Vencedor, Ancho y Fumagalli, ya habían perdido el 86.45%, 88.17% y 88.38% de agua respectivamente; mientras los tipos Lima, Amazonas y Máncora perdieron el 87.58%, 87.58% y 87.76% de agua, respectivamente. Asimismo se observa que la variación de pérdida de humedad a los 17 DDC respecto a los 12 DDC se encontraron entre 3.41% y 4.73% para los tipos de pimiento con frutos pequeños y de 10.48% y 18.33% para los tipos de pimiento con frutos grandes de lo cual se deduce que los tipos de pimiento ancho con frutos pequeños (Vencedor, Ancho y Fumagalli) alcanzaron los niveles óptimos de secado a los 14 DDC, mientras los tipos con frutos de tamaño grande y carnosos (Lima, Amazonas y Máncora) alcanzaron el nivel de óptimo de secado después de los 16 DDC; considerando cómo rango de secado óptimo comercial de 12 a 20% sugerido por CER – UNI (1991) y menor a 12% de humedad para empaque según Pino (2005).

Para las condiciones de Morropón, Piura, Dioses (2007), alcanzó el nivel de secado óptimo en 10, 12 y 15 días al evaluar y comparar tres métodos de secado en cinco cultivares de pimientos anchos. Las diferencias encontradas respecto a esta investigación pueden haber sido causados por el periodo en el cual se realizó una y otra investigación ya que en los meses de diciembre respecto a los meses de agosto y setiembre, las temperaturas son mayores y la Humedad Relativa suele ser menor; factores que están directamente relacionados con la velocidad del secado. Por otro lado el mismo autor encontró que los pimientos anchos con características morfológicas más pequeñas y de menor peso fresco mantienen una velocidad de secado mayor respecto a los tipos con frutos grandes y carnosos.

4.3. RELACIÓN DE PESO FRESCO Y PESO SECO (PF/PS)

En el cuadro 17 se muestran los resultados obtenidos en los diferentes frutos evaluados. Según la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) se observó diferencias significativas entre los cultivares evaluados con respecto al cultivar testigo Vencedor.

Por otra parte la relación PF/PS para esta investigación se obtuvo a los 23 DDC en todos los cultivares. El pimiento Máncora resultó con mayor relación de PF/PS (9.27) con respecto a los otros tratamientos y el testigo (Vencedor) que resultó con menor relación PF/PS (7.71). El rango de variación del PF/PS para el sistema de secado fue entre 7.71 (Vencedor) con 12.97% de humedad y 9.27 (Máncora) con 10.8 % de humedad. El valor promedio obtenido de PF/PS fue de 8.68. Los valores hallados fueron ampliamente distintos a los reportados por Saldaña (2012), quien evaluó ocho cultivares de pimiento tipo Ancho bajo las condiciones del valle de Casma, que fueron entre 4.59 y 7.85 y un promedio de 5.84. Del mismo modo, Zapata *et al.* (1992) menciona que se requieren entre 5 a 5.5 kg. de frutos frescos de pimientos “tersos” (turgentes) para obtener 1.0 kg. de cáscara seca, mientras que en los “pansíos” (arrugados) bastan de 3 a 3.5 kg. Del mismo modo, Dioses (2007), para condiciones de Morropón – Piura, que evaluó tres métodos de secado en cinco cultivares de *C. annuum* L “Pimientos Anchos” donde no encontró diferencia estadística significativa al evaluar la relación PF/PS de 200 frutos de cada tratamiento, pero si se observó diferencia significativa entre los métodos de secado, teniendo así un promedio de la relación PF/PS de 5.19 y el promedio de la relación para el cultivar Vencedor fue de 5.12.

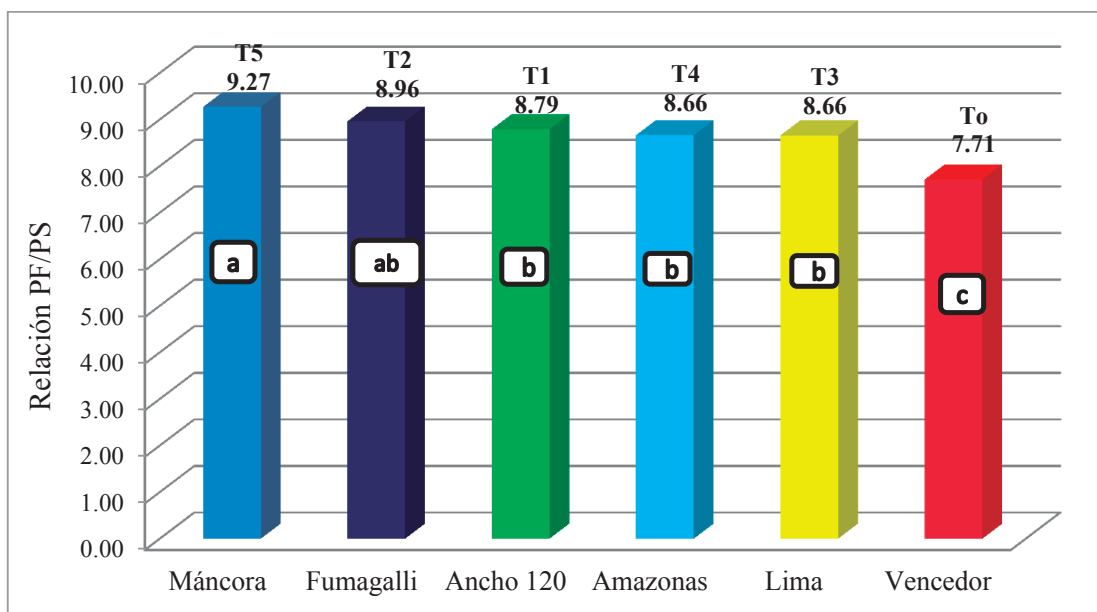
Esta diferencia de la relación PF/PS de los autores mencionados con respecto a esta investigación, probablemente radica en el momento de la cosecha; que, según mencionan, se realizó cuando los frutos se encontraban en completa maduración (Rojos y mulatos) y no turgentes con las puntas arrugadas (20% de deshidratación) considerando lo recomendado por Zapata *et al.* (1992); mientras para esta investigación se cosecharon frutos turgentes y tersos (no arrugados). Zapata *et al.* (1992), menciona que al avanzar la maduración aumenta el contenido de materia seca de los pimientos y su color, por lo que recolectados totalmente maduros, no solo aumentan el color del producto, sino también el rendimiento en cáscara seca respecto al fruto fresco. Asimismo, Dioses (2007), cosechó los frutos y los seleccionó antes del secado que cumplieran las siguientes características: color

rojo uniforme, libres de enfermedades y/o ataque de insectos, turgente y de tamaño medio; mientras en esta investigación los frutos fueron de tamaño medio a grande.

Cuadro 17. Relación de Peso Fresco/Peso Seco en frutos de seis cultivares de pimientos tipo “Ancho” secado en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma

Trat.	Cultivares	Promedios PF/PS
To	Vencedor	7.71 c*
T1	Ancho 120	8.79 b
T2	Fumagalli	8.96 ab
T3	Lima	8.66 b
T4	Amazonas	8.66 b
T5	Máncora	9.27 a
Promedio		8.68
C.V.		3.06%

(*) Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas



Gráfica 14. Relación PF/PS del Método de secado con azufre

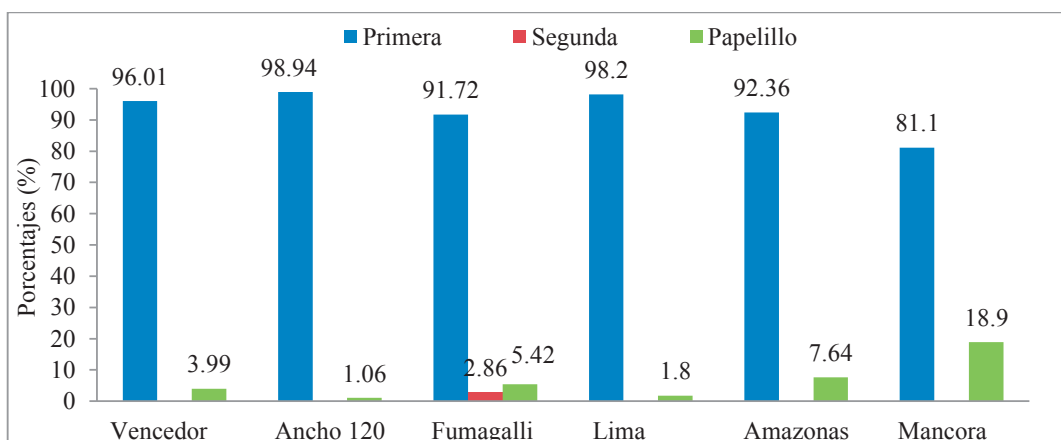
4.4. CALIDAD EN FRUTOS SECOS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO ANCHO

Para poder saber las calidades se obtuvo primero los datos de rendimientos Frescos, Rendimientos secos y pérdida de agua para una hectárea de los diferentes cultivares de pimiento tipo “Ancho” como se muestra en el cuadro 18, siendo Máncora el mayor rendimiento Fresco y la menor Vencedor, de igual manera la mayor pérdida de agua lo obtuvo Máncora con 37.06 m³/ha. y la menor fue el cultivar vencedor con 27.47 m³/ha.

Se muestra en el Cuadro 18 y la gráfica 15 clasificaciones de los frutos secos, luego de su proceso de secado. Se observa que el cultivar Ancho 120 obtuvo el mayor porcentaje en primera con un 98.94% y el menor porcentaje en primera lo obtuvo el cultivar Máncora con un 81.1 %, teniendo este último mayor frutos secos de tercera con un 18.9% y el único cultivar que tubo segunda fue Fumagalli con 2.86%.

Cuadro 18. Calidad de frutos en seis cultivares de pimiento tipo Ancho

Tratamientos	Cultivares	Peso Fresco (t/ha)	Peso Seco (t/ha)	Calidad					
				Primera		Segunda		Papelillo	
				t	%	t	%	t	%
To	Vencedor	32.6	5.13	4.93	96.01	0		0.2	3.99
T1	Ancho 120	33.1	5.17	5.12	98.94	0		0.05	1.06
T2	Fumagalli	34.7	4.89	4.48	91.72	0.14	2.86	0.27	5.42
T3	Lima	40.5	5.84	5.73	98.20	0		0.11	1.80
T4	Amazonas	40.3	5.37	4.96	92.36	0		0.41	7.64
T5	Mancora	41.9	4.84	3.93	81.10	0		0.91	18.90
	Promedio	37.2	5.2	4.86		0.14		0.33	



Gráfica 15. Calidad de frutos en seis cultivares de pimiento tipo “Ancho”

4.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” (*C. annuum* L. var. *Grossum* (Sendt)) SECADOS EN TÚNEL BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CASMA

En el cuadro 19 se resumen las características de los frutos de los cultivares de pimientos anchos evaluados.

Cultivar Vencedor (To, Testigo)

El peso promedio de frutos frescos fue de 151.10 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 19.6 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 7.71 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 12.97%. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 15 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo) con humedad de 14.33%. El rendimiento promedio fue de 32.6 ton/ha en fresco y 4.23 ton/ha en seco.

Cultivar Ancho 120

El peso promedio de frutos frescos fue de 148.55 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 16.88 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 8.79 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 11.38%. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 14 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo), con humedad de 12.47%. El rendimiento promedio fue de 33.1 ton/ha en fresco y 3.77 ton/ha en seco.

Cultivar Fumagalli

El peso promedio de frutos frescos fue de 166.28 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 18.58 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 8.96 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 11.17%. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 14 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo), con humedad de 12.78 %. El rendimiento promedio fue de 34.7 ton/ha en fresco y 3.87 ton/ha en seco.

Cuadro 19. CARACTERÍSTICAS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” (*Capsicum annuum* L. var. *Grossum* (Sendt)) SECADOS EN TUNELES BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CASMA

CARACTERÍSTICAS	Unidades	CULTIVARES						
		Vencedor	Ancho 120	Fumagalli	Lima	Amazonas	Máncora	
EVALUACIÓN DEL SECADO								
Peso promedio de fruto Fresco	g.	151.1	148.55	166.28	159.2	186.98	194.65	
Peso promedio de fruto Seco	g.	19.6	16.88	18.58	18.4	21.58	21	
Relación PF/PS		7.71	8.79	8.96	8.66	8.66	9.27	
Pérdida de Humedad promedio	(%)	87.03	88.62	88.82	88.44	88.45	89.2	
Humedad del fruto después de 23DDC	(%)	12.97	11.38	11.18	11.56	11.55	10.8	
Tiempo de Secado comercial Aprox.	días	15	14	14	16	16	17	
Humedad del fruto al secado comercial	(%)	14.33	12.47	12.78	12.47	12.42	12.24	
RENDIMIENTO								
Rendimiento en Fresco	ton/ha	32.6	33.1	34.7	40.5	40.3	41.9	
Rendimiento en Seco	ton/ha	5.13	5.17	4.89	5.84	5.37	4.84	
Humedad del fruto al secado comercial	(%)	15.75	15.62	14.09	14.43	13.32	11.55	

Cultivar Lima

El peso promedio de frutos frescos fue de 159.20 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 18.40 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 8.66 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 11.56 %. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 16 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo), con humedad de 12.47%. El rendimiento promedio fue de 40.5 ton/ha en fresco y 4.68 ton/ha en seco.

Cultivar Amazonas

El peso promedio de frutos frescos fue de 186.98 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 21.58 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 8.66 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 11.55 %. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 16 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo), con humedad de 12.42%. El rendimiento promedio fue de 40.3 ton/ha en fresco y 4.65 ton/ha en seco.

Cultivar Máncora

El peso promedio de frutos frescos fue de 194.65 g/fruto, el peso promedio de los frutos secos fue de 21 g/fruto y la relación promedio de PF/PS fue de 9.27 tomados a los 23 DDC con un porcentaje de humedad de los frutos de 10.56 %. Con respecto al tiempo de secado se observó que a los 17 DDC alcanzó el peso seco comercial (óptimo), con humedad de 12.24%. El rendimiento promedio fue de 41.9 ton/ha en fresco y 4.52 ton/ha en seco.

5. CONCLUSIONES

1. El ritmo de pérdida de peso en frutos de pimiento tipo ancho fue más acelerado en el cultivar Ancho 120 y Fumagalli, los cuales alcanzaron el peso seco comercial (12-14%) a los 14 DDC (después de la cosecha), mientras el cultivar Vencedor alcanzó a los 15 DDC, seguido de los cultivares Lima y Amazonas lo lograron a los 16 DDC y finalmente el cultivar Mancora a los 17 DDC.
2. La mayor pérdida de humedad a los 23 DDC se dio en frutos del cultivar Mancora con un 89.20% y la menor pérdida de humedad se dio en frutos del cultivar Vencedor con un 87.03%.
3. Los frutos frescos de mayor peso se obtuvieron con los cultivares Mancora y Amazonas con 194.65 g/fruto y 186.98 g/fruto, respectivamente, sin diferencias estadística entre ellos. Los frutos de menor peso lo produjo los cultivares Vencedor y Ancho 120 con 151.10 g/fruto y 148.55 g/fruto, respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos.
4. Los frutos secos de mejor peso se encontraron en los cultivares Amazonas y Mancora con 21.58 g/fruto y 21 g/fruto respectivamente sin diferencias estadísticas entre ellos. Los frutos secos de menor peso se obtuvieron en el cultivar Ancho 120 con 16.88 g/fruto, siendo estos tomados a los 23 DDC.
5. La mejor relación PF/PS se observó en el cultivar Vencedor con 7.71 y la mayor relación PF/PS se observó en los cultivares Mánкора y Fumagalli con una relación de 9.27 y 8.96 sin diferencia estadística entre ellos.
6. La Humedad final de los frutos de pimientos Ancho deshidratados a los 23 DDC fueron de 12.97%, 11.56%, 11.55%, 11.38%, 11.18% y 10.8% para los frutos de pimientos Vencedor, Lima, Amazonas, Ancho 120, Fumagalli y Mánкора, respectivamente.

7. Para las condiciones del Valle de Casma la temperatura ambiente promedio fue 19.5°C, mientras dentro del túnel fue de 28.6°C y fuera de 20.3°C con una diferencia promedio de 8.3°C, registrándose los máximos valores entre la 1 p.m. y 3 p.m. Con respecto a la HR, el valor obtenido dentro del túnel de secado fue de 68% y fuera de 62% con una diferencia de 6% en promedio. Bajo estas condiciones se favoreció significativamente en la reducción del tiempo y uniformidad de secado.
8. El mayor rendimiento en fresco esperado para una hectárea fue de 41.9 Tn para el cultivar Mancora y el menor rendimiento en fresco fue de Vencedor con 32.6 Tn, siendo así un 28.5% superior al cultivar Vencedor.
9. El mayor rendimiento en seco lo obtuvo el cultivar Lima con 5.84 Tn/ha. (con 14.83% de humedad) y la menor lo obtuvo Mancora con 4.84 Tn/ha (con 11.55% de humedad) siendo 17.12% superior al último cultivar mencionado.
10. El cierre de la entrada y salida del túnel a partir del mediodía es imprescindible para que la combustión de azufre no se pierda en la atmosfera y actué en la deshidratación de los frutos, creando mejores condiciones dentro del túnel de secado.

6. RECOMENDACIONES

1. Repetir esta investigación en otra localidad con un mayor tamaño de muestra.
2. Realizar estudios sobre la influencia de variables densidades de carga sobre la velocidad de secado de los pimientos, con la finalidad de optimizar el proceso en los túneles de secado.
3. Se recomienda tomar las medidas preventivas ante un “blanqueamiento” de frutos en los túneles de secado, como frutos maduros, supervisión de las temperaturas de los túneles de secado, ventilación de los túneles de secado abriendo las entradas y salidas de los túneles para que circule el viento y quite la humedad absorbida por el calor, en las horas de mayor temperatura de ambiente.
4. Manejar bien la nutrición mineral en los campos de pimiento Ancho ya que ellas depende para la acumulación de materia seca y así optimizar un mayor rendimiento en seco.
5. Siempre hacer las cosechas de frutos bien maduros ya que por más técnica de método de secado que se realice no va a mejorar la relación Peso fresco / Peso Seco (PF/PS).
6. Realizar estudios sobre otras variedades de pimientos anchos, e incentivar el cultivo de aquellas que sean aptas para la deshidratación y posterior obtención del pimentón u otros usos.

7. BIBLIOGRAFIA

- Araujo, G. (2003). Guía técnica (preliminar): Cultivo del ají Páprika (*Capsicum annum* L. Libarongum.) para el valle de Lacramarca. Ancash, Perú. 78 p.
- Arias, J. 2004. Manual de construcción y operación de una secadora solar. (Consultada el 02 de Enero de 2010) en,
http://cbi.izt.uam.mx/iph/archivos_profesores/50/archivos/4f197.pdf
- Arteaga, L., Vilora, A. y Rodríguez, H. (1997). “Respuestas cronológica de variables físicas indicadoras de madurez del fruto de *pimentón* (*Capsicum Annuum* L.) en relación con distancia de siembra” .En Poc. Interamer. Soc. Trop. Hort. (41). Pag. 13-17. Venezuela.
- Ascarza Atau, K.E. (2003). Utilización de agentes permeabilizantes para la optimización del tiempo de secado del páprika (*Capsicum annum*). Tesis (Mag SC) UNALM, Lima-Perú.
- Barbosa Cánovas, Gustavo V. y Vega Mercado, Humberto. (2000). Deshidratación de Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).
- Bassey, Michael W., ed. 1987. Solar drying in Africa; proceedings of a workshop held in Dakar. Conferencia: Workshop [on] Solar Drying in Africa Dakar, Senegal, 1986. Ottawa IDRIC . 47-49.
- Bautista Azcue, Rosa María. (1980). Deshidratación de Ciruelos por el Método de Aire Caliente. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias. Alimentarias. UNALM, Lima-Perú.
- Braverman, J. 1980. Introducción a la Bioquímica de los alimentos. Edit. El Manual Moderno. México.
- Brennan, J.; Butters, J.; Cowell, N. y Lilly, A. 1980. Las Operaciones de la ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 422 p.
- Calzada, J. 1982. Métodos Estadísticos Para la Investigación. Quinta Edición. Editorial Milagros S.A. Lima. Perú 52p.

- Casanova Olivo, Eduardo Felipe. 1994. Introducción a la ciencia del suelo. Caracas
Universidad Central de Venezuela.
- Centro de Energías renovables (CER-UNI), Universidad Nacional de Ingeniería. 1991.
Teoría y Práctica del secado solar. Lima, Perú.
- Centro de Energías renovables (CER-UNI), Universidad Nacional de Ingeniería. 1988.
Manual de construcción y manejo de secadores solares modelos Balfour y Túnel.
- Cheftel, J. y Cheftel, H. 1980. Introducción a la bioquímica y Tecnología de los Alimentos.
Tomo I. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 333p.
- Díaz del Pino, Alfonso (1957). “El cultivo del chile”. Primera edición. México I.D.F.
- Dioses Tripul, Carlos R. 2007. Evaluación de tres métodos de secado en cinco variedades
de *Capsicum annum* L. “Pimientos Anchos” en el fundo el Iqueño la Matanza –
Morropón – Piura. Tesis Ingeniero Agrónomo UNT, Tumbes – Perú.
- Vilcapoma Segovia G.(2000). “Objetivos, Historia y Nomenclatura” Separata de
Diversidad de Angiospermas. Departamento de Biología de la UNALM, p. 24
- Fellows, P. 1994. Tecnología del Proceso de los Alimentos; Principios y Prácticas.
Editorial Acribia. Zaragoza – España. 535 p.
- Flores M. y Vilcapoma G. (2006). “Guía de Prácticas” de Diversidad de Angiospermas.
Departamento de Biología de la UNALM, p. 60
- Huarcaya Galvez, Serapio Jesús. (1971). “Consideraciones Generales sobre la producción
de Pasas y Uvas secas en el Valle de Ica”. Tesis para optar el título de Ingeniero
agrónomo. UNALM, Lima – Perú
- Ibarz, R. ; Barbosa, C. ; Garza, G. ; Gimeno, A. 2000. Métodos Experimentales en la
Ingeniería Alimentaria. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España). España
- Loayza, Ingrid (Ed.). (2001). Capsicum y sus derivados en IBEROAMERICA. Aspectos
agrícolas, científicos, tecnológicos y económicos. 1^{er}Edición.
- Loesecke,H. Von. 1943. Drying and dehydration of foods. New York, Reinhold. 302pp.

- Ludeña Gutiérrez, A. L. 1990. Secado del culantro (*Coriandrum Sativum*) por secado solar túnel o aire caliente y liofilización. Tesis Ingeniero Industrias Alimentarias UNALM, Lima – Perú.
- Nuez Viñals, F.; Gil Ortega, R. y Costa García, J. (1996). “El Cultivo de pimientos Chiles y Ajíes”, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid - España.
- Potter, N. 1978. La Ciencia de los alimentos. Editorial HARLA. México. 749p.
- Robles, F. 1994. Ficha técnica para el cultivo de Páprika. Fonagro-Chincha, Perú. 28 p.
- Saldaña Perales, Cynthia E. 2012. Evaluación de ocho cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L.) tipo “Ancho” bajo las condiciones del valle de Casma. Tesis Ingeniero Agrónomo UNALM, Lima – Perú.
- Soluciones Prácticas. 2008. Ficha técnica N° 13: Secado Solar. (Consultada el 02 de Enero de 2010) en, <http://www.solucionespracticas.org.pe/ficha-tecnica-n-13-secado-solar>
- Universidad de Seúl (SNU). 1977. Deshidratación de pimientos rojos en secadores de túnel. Revista de Agroquímica y tecnología de alimentos. 17(1): pag.22
- Webb, F. 1966. Ingeniería Bioquímica. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 788p.
- Zapata, M.; Bañon, S.; Cabrera, P. (1992). El Pimiento para Pimentón. 1 era Edición .Mundi – Prensa.
- Zúñiga S. Víctor. (2006). “Páprika, Cultivo y Comercialización”. Ediciones Ripalme. Lima-Perú.

WEB CITADAS:

Alimentos (VI). (2002); El sabroso picante (Chile). (s.f). Consultado el 06 de octubre de 2010 en <http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>

Baez Sanchez, Mirna; Solís Segura, Osca. (2006). “Deshidratación por microondas y su posterior rehidratación del *Capsicum annum* L. var *Grossum* sendt. Solanaceas (Chile poblano)” (Tesis de Ingeniero químico y de alimentos). Puebla; México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. (Consulta: 05 de octubre de 2010 en <http://www.tesiteca.buap.mx/tesiteca> con Identificador del Documento: BAFA20076163)

Celis Cervantes, Arely. (2005). “Obtención de capsicina a partir de semillas de chile jalapeño e ingeniería de proceso de extracción”. (Tesis de maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Química). Puebla; México: Universidad de las Américas Puebla. (Consulta: 05 de octubre de 2010 en http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/celis_c_a/)

CONAPROCH (Consejo Nacional de Productores de Chile), 2007 consultado en línea http://www.conaproch.org:80/ch_chiles_diccionario_chileancho.htm el día 25 de setiembre de 2009.

Cuenca del Río Casma (2003). (Consultada: 05/05/12)
http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/diagnostico_calidad_agua-tomo1/diagnostico_calidad_agua_cuenca_rio_casma.pdf

González Mónica. (2010). La Guía 2000. (consultada : 12 de junio de 2012)
(<http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/trioxido-de-azufre>)

Grupo Imbrium SA de CV (2005). “Chile Ancho”. Consultada el 15 de octubre de 2009 en, <http://www.imbrium.com.mx/alimentos/ancho.htm>

Inzunza, Juan. 2006. Mecanismo de transferencia de calor (consultada: 02/01/2010)
(<http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/fisica/cap14.pdf>)

Pino Chávez, Eduardo. 2005. Dirección Regional de Agricultura, Dirección regional de Promoción agraria. Pag.1. (Consultada: 11/15/2009).
<http://www.minag.gob.pe/dgpa1/archivos/paprika.doc2.pdf>.

Quiles Ernesto. 2013. Deshidratación e pimiento, frutas y especias; Secadores solares tipo micro túnel; Cartilla constructiva y operativa. Revista Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (Consultada: 18/11/15)

(http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/eventos_y_material_de_diffusion/02_publicaciones/_publicaciones/deshidratacion_pimiento_frutas_especies.pdf)

Revista Súper Campo. (2005), “El Cultivo de pimiento para pimentón: Sus posibilidades”, Agrobot. Santiago del Estero 1071(5900) Villa María, Córdoba – Argentina. (Consultada: 08/10/2010)

http://www.agrobot.com/Info_tecnica/Alternativos/Horticultural/AL_000020ho.ho.htm

Rodríguez J.; Peña Olvera B.V.; Gil Muñoz A.; Martínez Corona B.; Manzo F.; Salazar Liendo L.(2007). “Rescate *in situ* del Chile ‘Poblano’ en Puebla, México.” Rev. Fitotec. Mex. 30: 25 – 32. (consulta: 01 de octubre de 2010) (<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61030103.pdf>)

<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/878.pdf> (consulta: 24 de Agosto de 2012)

Video: (<http://www.nutrineira.com/2010/08/el-chile-poblano.html>).

<http://www.maph49.galeon.com/biodiv2/chile.html> (consulta: 25 de Agosto de 2012).

<http://sica.minagri.gob.pe/sica/?q=produccion-hortofruticola> (consulta: 19 Abril de 2016).

<http://sistemas.minagri.gob.pe/siscex/exportaciones/comparativaIN> (Consulta: 19 Abril de 2016).

<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S> (Consulta: 19 Abril de 2016).

<http://www.trademap.org/> (Consulta: 19 Abril de 2016).

UNESCO (2005). “Guía de Uso de Secaderos solares para frutales, Legumbres, Hortalizas, Plantas medicinales y Carnes”. Fundación Celestina Pérez de Almada. (Consultada: 11/10/2010).<http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/GuiasGuiasecadero.pdf>

<http://yautan.blogspot.pe> (2010). (Consultada: 08/10/2010)

8. ANEXOS

ANEXO 1. TEMPERATURAS MÁXIMAS Y MÍNIMAS DE ZONA SEGÚN ESTACIÓN METEREOLÓGICA DURANTE EL PERIODO DEL EXPERIMENTO (2009)

Fecha	T° Máxima	T° Mínima
01/08/2009	20	16
02/08/2009	18	15
03/08/2009	20	16
04/08/2009	21	16
05/08/2009	17	16
06/08/2009	19	15.5
07/08/2009	27	16
08/08/2009	27	11.5
09/08/2009	24	16
10/08/2009	19	15
11/08/2009	25	15.5
12/08/2009	23	14
13/08/2009	24	16
14/08/2009	24	15
15/08/2009	24	17
16/08/2009	23	17
17/08/2009	25	16
18/08/2009	25	16
19/08/2009	23	15
20/08/2009	23	15
21/08/2009	24	16
22/08/2009	27	13
23/08/2009	24	15
24/08/2009	23	15
25/08/2009	22	13
26/08/2009	25	15
27/08/2009	22	15.5
28/08/2009	23	15
29/08/2009	25	15
30/08/2009	22	15.5
31/08/2009	23	15
01/09/2009	25	16
02/09/2009	25	16
Promedio del total	23.1	15.3

Fuente: Estación meteorológica: "FUNDO MI LESLIE". Sechín (2009)

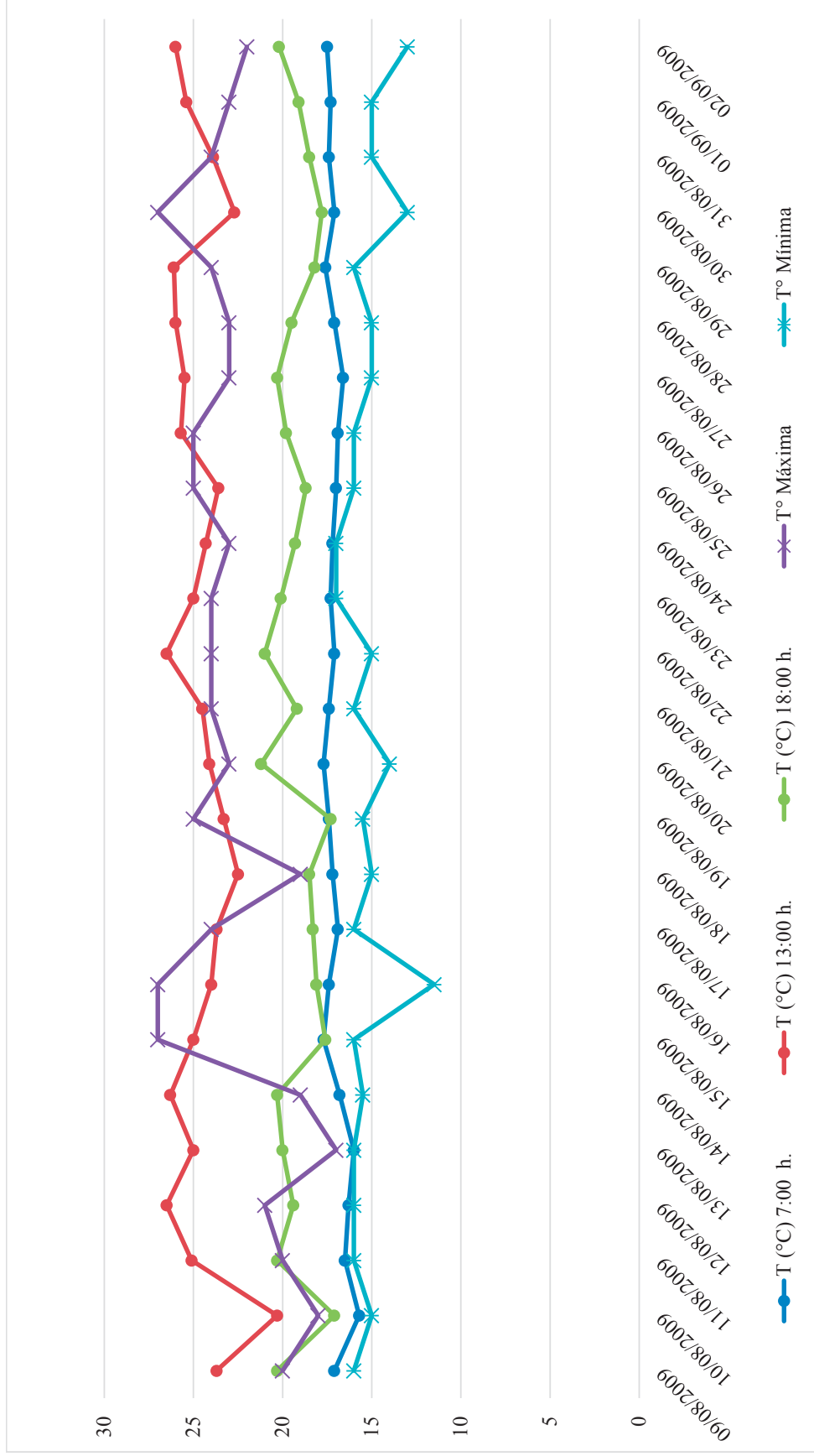
Variable	Datos
T° máxima promedio (°C)	23.1
T° máxima absoluta (°C)	27
T° mínima promedio (°C)	15.3
T° mínima absoluta (°C)	11.5
T° promedio (°C)	19.2

ANEXO 2. TEMPERATURAS DE LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DE LA ZONA DE INVESTIGACION (2009)

FECHA	T (°C) de Era		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
09/08/2009	17.1	23.7	20.3
10/08/2009	15.7	20.3	17.1
11/08/2009	16.5	25.1	20.3
12/08/2009	16.3	26.5	19.4
13/08/2009	16	25	20
14/08/2009	16.8	26.3	20.3
15/08/2009	17.7	25	17.6
16/08/2009	17.4	24	18.1
17/08/2009	16.9	23.7	18.3
18/08/2009	17.2	22.5	18.5
19/08/2009	17.4	23.3	17.3
20/08/2009	17.7	24.1	21.2
21/08/2009	17.4	24.5	19.2
22/08/2009	17.1	26.5	21
23/08/2009	17.3	25	20.1
24/08/2009	17.2	24.3	19.3
25/08/2009	17	23.6	18.7
26/08/2009	16.9	25.7	19.8
27/08/2009	16.6	25.5	20.3
28/08/2009	17.1	26	19.5
29/08/2009	17.6	26.1	18.2
30/08/2009	17.1	22.7	17.8
31/08/2009	17.4	23.9	18.5
01/09/2009	17.3	25.4	19.1
02/09/2009	17.5	26	20.2
PROMEDIO	17.0	24.6	19.2

Variable	T (°C)
Promedio 7 a.m.	17.0
Promedio 1 p.m.	24.6
Promedio 6 p.m.	19.2
Máxima	26.5
Mínima	15.7
T. promedio	20.6

COMPARACIÓN DE CURVAS DE TEMPERATURA REGISTRADA A LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DE LA ZONA DE INVESTIGACION (2009) Y LO REGISTRADO POR LA ESTACIÓN METEOROLOGICA



ANEXO 3. TEMPERATURAS DE LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DEL TUNEL DEL SECADO CON AZUFRE Y EL SECADO SIN AZUFRE

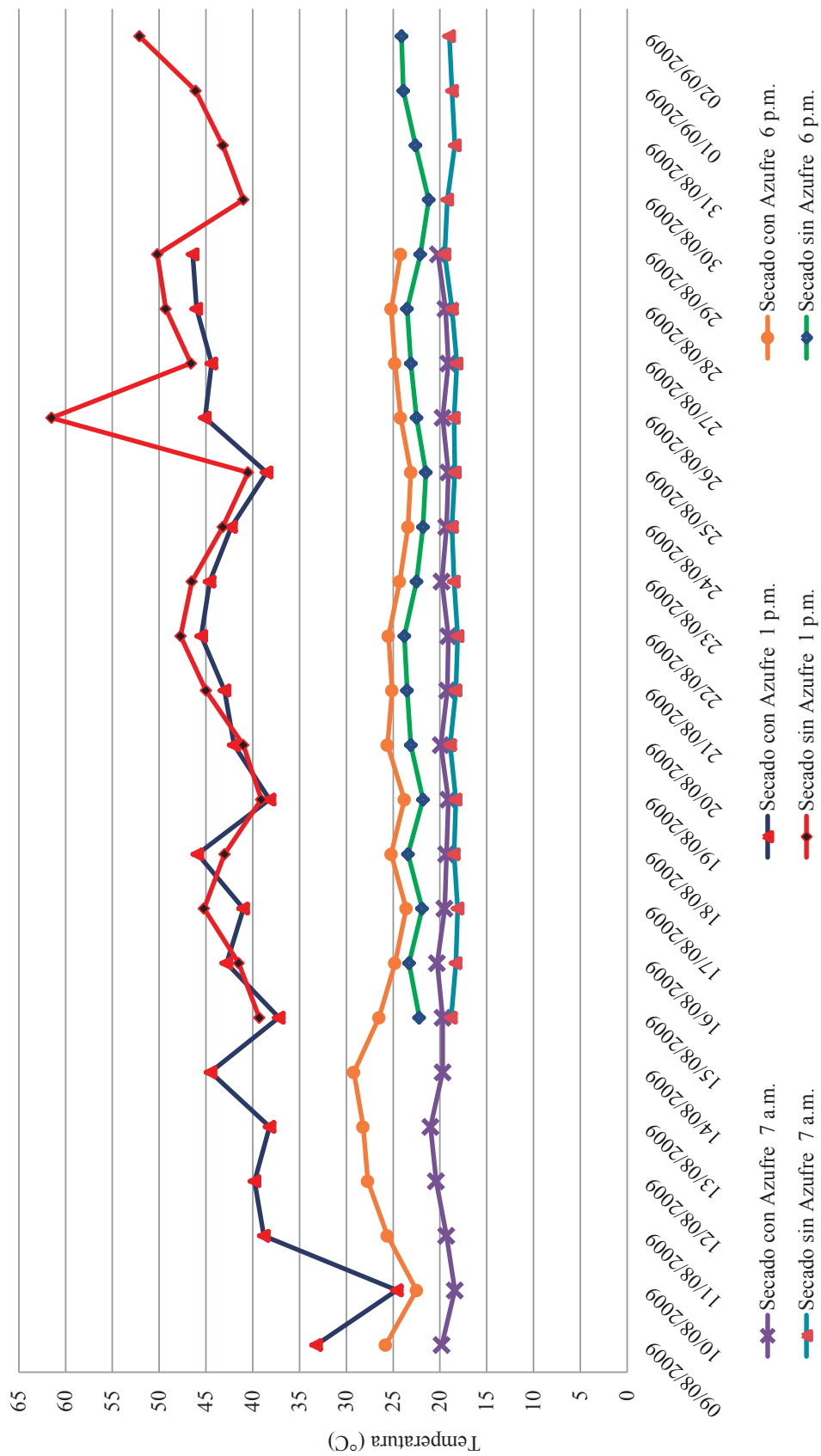
FECHA	T(°C) del Túnel con Azufre		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
09/08/2009	19.8	33.2	25.8
10/08/2009	18.4	24.6	22.5
11/08/2009	19.3	38.8	25.6
12/08/2009	20.4	39.8	27.7
13/08/2009	21	38.2	28.2
14/08/2009	19.7	44.5	29.2
15/08/2009	19.7	37.2	26.5
16/08/2009	20.3	42.8	24.8
17/08/2009	19.5	41	23.6
18/08/2009	19.3	45.9	25.2
19/08/2009	19.1	38.2	23.8
20/08/2009	19.9	42	25.6
21/08/2009	19.2	43	25.1
22/08/2009	19.1	45.5	25.5
23/08/2009	19.8	44.6	24.3
24/08/2009	19.3	42.3	23.4
25/08/2009	19.1	38.5	23.1
26/08/2009	19.7	45.1	24.2
27/08/2009	19.1	44.4	24.8
28/08/2009	19.4	46	25.2
29/08/2009	20.2	46.4	24.2
PROMEDIO	19.6	41.0	25.2

FECHA	T(°C) del Túnel sin Azufre		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
15/08/2009	18.8	39.3	22.2
16/08/2009	18.3	41.5	23.3
17/08/2009	18.1	45.2	21.9
18/08/2009	18.5	43	23.4
19/08/2009	18.3	39.1	21.8
20/08/2009	18.9	41	23.1
21/08/2009	18.3	45	23.5
22/08/2009	18.1	47.7	23.8
23/08/2009	18.5	46.5	22.5
24/08/2009	18.7	43.2	21.8
25/08/2009	18.4	40.5	21.5
26/08/2009	18.5	61.5	22.5
27/08/2009	18.2	46.6	23.1
28/08/2009	18.7	49.3	23.5
29/08/2009	19.5	50.2	22.1
30/08/2009	19.2	41	21.2
31/08/2009	18.4	43.2	22.6
01/09/2009	18.7	46.1	23.9
02/09/2009	19	52.1	24.1
PROMEDIO	18.6	45.4	22.7

Variable	T (°C)
Promedio 7 a.m.	19.6
Promedio 1 p.m.	41.0
Promedio 6 p.m.	25.2
Máxima	46.4
Mínima	18.4
T (°C) promedio	28.6

Variable	T (°C)
Promedio 7 a.m.	18.6
Promedio 1 p.m.	45.4
Promedio 6 p.m.	22.7
Máxima	61.5
Mínima	18.1
T (°C) promedio	28.9

CURVAS DE TEMPERATURA REGISTRADA A LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DEL TÚNEL DE SECADO CON AZUFRE Y SIN AZUFRE



ANEXO 4. COMPARACION DE TEMPERATURAS DE LA ESTACION METEOROLOGICA Y TEMPERATURAS FUERA DEL TUNEL Y DENTRO DEL TUNEL DE SECADO CON AZUFRE

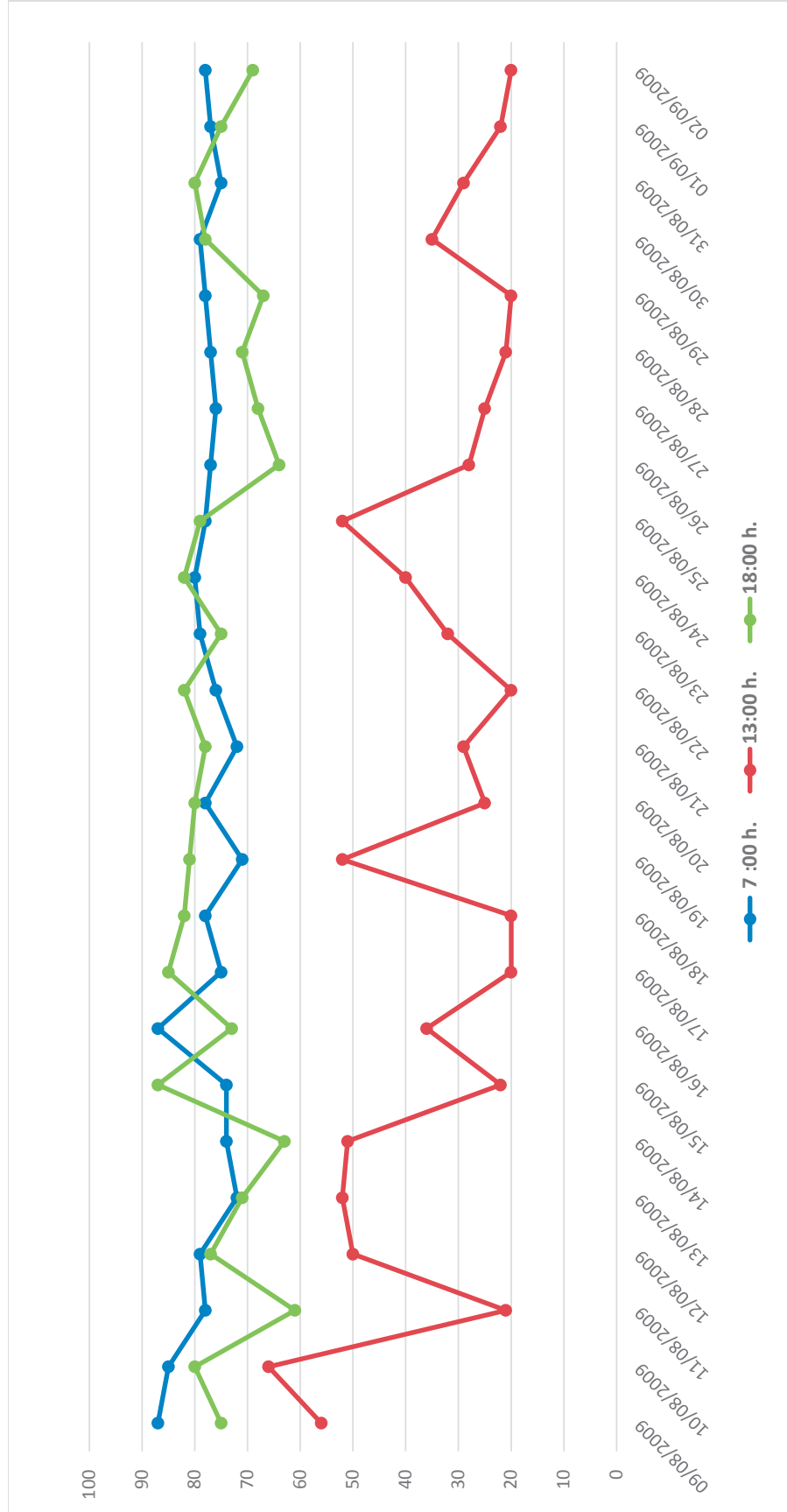
FECHA	Días de secado	Estación Meteorológica		T (°C) Fuera del Túnel			T (°C) Dentro del Túnel		
		T° Máxima	T° Mínima	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
09/08/2009	3	24	16	17.1	23.7	20.3	19.8	33.2	25.8
10/08/2009	4	19	15	15.7	20.3	17.1	18.4	24.6	22.5
11/08/2009	5	25	15.5	16.5	25.1	20.3	19.3	38.8	25.6
12/08/2009	6	23	14	16.3	26.5	19.4	20.4	39.8	27.7
13/08/2009	7	24	16	16	25	20	21	38.2	28.2
14/08/2009	8	24	15	16.8	26.3	20.3	19.7	44.5	29.2
15/08/2009	9	24	17	17.7	25	17.6	19.7	37.2	26.5
16/08/2009	10	23	17	17.4	24	18.1	20.3	42.8	24.8
17/08/2009	11	25	16	16.9	23.7	18.3	19.5	41	23.6
18/08/2009	12	25	16	17.2	22.5	18.5	19.3	45.9	25.2
19/08/2009	13	23	15	17.4	23.3	17.3	19.1	38.2	23.8
20/08/2009	14	23	15	17.7	24.1	21.2	19.9	42	25.6
21/08/2009	15	24	16	17.4	24.5	19.2	19.2	43	25.1
22/08/2009	16	27	13	17.1	26.5	21	19.1	45.5	25.5
23/08/2009	17	24	15	17.3	25	20.1	19.8	44.6	24.3
24/08/2009	18	23	15	17.2	24.3	19.3	19.3	42.3	23.4
25/08/2009	19	22	13	17	23.6	18.7	19.1	38.5	23.1
26/08/2009	20	25	15	16.9	25.7	19.8	19.7	45.1	24.2
27/08/2009	21	22	15.5	16.6	25.5	20.3	19.1	44.4	24.8
28/08/2009	22	23	15	17.1	26	19.5	19.4	46	25.2
29/08/2009	23	25	15	17.6	26.1	18.2	20.2	46.4	24.2
PROMEDIO		23.7	15.2	17.0	24.6	19.3	19.6	41.0	25.2
Promedio del tiempo de secado		19.5		20.3			28.6		

ANEXO 5. HUMEDAD RELATIVA DE LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. REGISTRADAS DE LA ZONA DE INVESTIGACION (2009)

FECHA	H.R (%) DE LA ERA		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
09/08/2009	87	56	75
10/08/2009	85	66	80
11/08/2009	78	21	61
12/08/2009	79	50	77
13/08/2009	72	52	71
14/08/2009	74	51	63
15/08/2009	74	22	87
16/08/2009	87	36	73
17/08/2009	75	20	85
18/08/2009	78	20	82
19/08/2009	71	52	81
20/08/2009	78	25	80
21/08/2009	72	29	78
22/08/2009	76	20	82
23/08/2009	79	32	75
24/08/2009	80	40	82
25/08/2009	78	52	79
26/08/2009	77	28	64
27/08/2009	76	25	68
28/08/2009	77	21	71
29/08/2009	78	20	67
30/08/2009	79	35	78
31/08/2009	75	29	80
01/09/2009	77	22	75
02/09/2009	78	20	69
PROMEDIO	78	34	75

Variable	HR%
HR % promedio 7 a.m.	78
HR % promedio 1 p.m.	34
HR % promedio 6 p.m.	75
HR % Máxima	87
HR % Mínima	20
HR % promedio (°C)	62

CURVAS DE HUMEDAD RELATIVA REGISTRADA A LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DE LA ZONA DE INVESTIGACION (2009)



ANEXO 6. HUMEDAD RELATIVA REGISTRADA A LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DEL TUNEL DE SECADO CON AZUFRE Y SIN AZUFRE

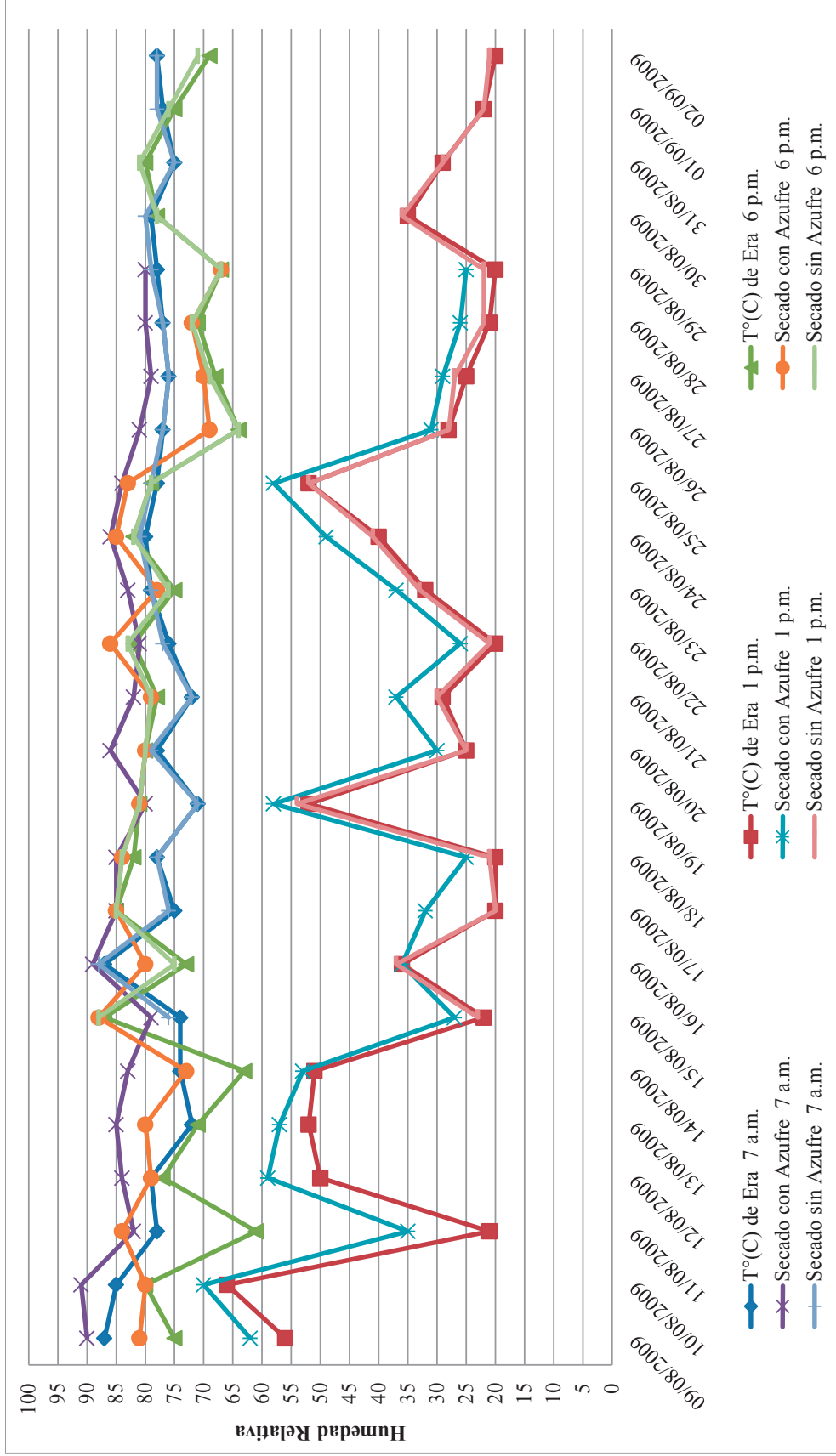
FECHA	(H.R) % del secado con azufre		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
09/08/2009	90	62	81
10/08/2009	91	70	80
11/08/2009	82	35	84
12/08/2009	84	59	79
13/08/2009	85	57	80
14/08/2009	83	53	73
15/08/2009	79	27	88
16/08/2009	89	36	80
17/08/2009	85	32	85
18/08/2009	85	25	84
19/08/2009	80	58	81
20/08/2009	86	30	80
21/08/2009	82	37	79
22/08/2009	81	26	86
23/08/2009	83	37	78
24/08/2009	86	49	85
25/08/2009	84	58	83
26/08/2009	81	31	69
27/08/2009	79	29	70
28/08/2009	80	26	72
29/08/2009	80	25	67
PROMEDIO	84	41	79

FECHA	(H.R) % del secado sin azufre		
	7 a.m.	1 p.m.	6 p.m.
15/08/2009	76	23	88
16/08/2009	88	37	75
17/08/2009	76	20	85
18/08/2009	78	21	84
19/08/2009	71	54	81
20/08/2009	79	25	80
21/08/2009	72	30	79
22/08/2009	77	21	83
23/08/2009	79	33	76
24/08/2009	81	41	82
25/08/2009	79	52	79
26/08/2009	77	28	64
27/08/2009	76	27	69
28/08/2009	77	22	72
29/08/2009	79	22	67
30/08/2009	80	36	78
31/08/2009	75	29	81
01/09/2009	78	22	76
02/09/2009	78	21	71
PROMEDIO	78	30	77

Variable	HR%
HR % promedio 7 a.m.	84
HR % promedio 1 p.m.	41
HR % promedio 6 p.m.	79
HR % Máxima	91
HR % Mínima	25
HR % promedio	68

Variable	HR%
HR % promedio 7 a.m.	78
HR % promedio 1 p.m.	30
HR % promedio 6 p.m.	77
HR % Máxima	88
HR % Mínima	21
HR % promedio	62

COMPARACIÓN DE CURVAS DE HUMEDAD RELATIVA REGISTRADA A LAS 7 A.M., 1 P.M. Y 6 P.M. DEL TUNEL DE SECADO CON AZUFRE, SIN AZUFRE Y FUERA DE TUNEL



ANEXO 7. REGISTRO DE PESOS Y EVALUACIÓN DE PERDIDA DE HUMEDAD DE FRUTOS DE PIMIENTO ANCHO DESHIDRATADOS CON EL SISTEMA DE SECADO CON AZUFRE

EVALUACIÓN DEL PESO DIARIO DE 10 FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTOS ANCHO

TRAT	BLOQ	0D	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	13D	14D	15D	16D	17D	18D	19D	20D	21D	22D	23D
0	1	1575	1526	1484	1325	1200	1090	1011	815	670	542	420	335	275	250	235	225	224	220	217	215	215	214	211	210
0	2	1455	1404	1379	1250	1154	1055	985	818	715	590	482	400	295	250	220	212	204	200	197	196	196	196	194	191
0	3	1568	1513	1494	1325	1207	1105	995	818	695	572	440	345	260	230	215	212	210	205	202	201	201	201	200	200
0	4	1446	1381	1359	1215	1090	950	826	645	505	395	300	248	205	200	196	196	195	194	192	190	190	190	190	183
1	1	1645	1553	1521	1328	1197	1090	975	815	665	530	410	320	250	220	204	200	194	188	188	188	188	188	184	180
1	2	1362	1303	1274	1120	1017	920	830	690	597	485	376	308	220	200	175	172	170	165	165	165	165	160	160	160
1	3	1395	1314	1298	1117	1005	907	795	655	535	420	321	250	196	180	170	170	170	167	166	166	165	165	165	160
1	4	1540	1455	1426	1243	1088	990	870	710	595	500	398	325	240	212	192	190	187	182	181	178	178	178	178	175
2	1	1710	1666	1608	1416	1284	1180	1075	894	750	628	485	385	295	245	220	210	202	200	194	192	191	191	190	190
2	2	1651	1591	1558	1364	1238	1141	1020	850	712	587	458	368	275	230	213	205	200	195	192	191	190	190	190	190
2	3	1559	1495	1480	1274	1183	1054	940	790	675	580	466	326	266	230	209	197	190	182	180	180	180	180	180	175
2	4	1731	1682	1645	1414	1272	1147	1000	820	665	535	426	330	250	224	208	205	205	196	195	193	191	191	191	188
3	1	1646	1592	1563	1421	1329	1260	1185	1035	918	810	680	582	455	380	310	260	225	210	204	203	196	196	196	194
3	2	1600	1539	1516	1370	1259	1178	1092	945	820	710	573	462	360	278	240	216	205	195	193	192	191	190	189	185
3	3	1545	1491	1463	1311	1220	1135	1047	900	765	660	535	435	325	270	232	220	205	196	190	190	190	189	189	182
3	4	1577	1529	1500	1354	1255	1156	1050	907	788	665	535	425	322	264	227	205	192	190	185	183	180	178	178	175
4	1	1922	1905	1837	1650	1540	1476	1365	1299	1062	945	810	688	550	452	384	320	284	240	230	230	221	220	218	215
4	2	1873	1817	1784	1613	1489	1402	1290	1155	1000	870	728	600	470	378	317	278	250	235	230	230	226	225	225	220
4	3	1973	1926	1866	1698	1556	1460	1365	1195	1030	912	764	627	475	385	320	286	255	238	234	234	234	234	234	224
4	4	1711	1664	1611	1470	1373	1280	1160	975	845	725	645	515	390	320	274	255	229	216	214	211	210	210	209	204
5	1	2167	2110	2068	1925	1767	1660	1605	1399	1274	1120	950	797	665	550	450	370	315	266	248	246	236	236	236	230
5	2	1920	1870	1821	1675	1563	1472	1403	1223	1065	935	775	650	490	390	319	270	230	215	210	209	209	206	204	200
5	3	1925	1869	1839	1683	1593	1525	1522	1288	1190	1080	950	838	675	572	480	405	335	252	234	230	214	214	214	210
5	4	1774	1736	1700	1560	1465	1375	1269	1100	1015	923	805	695	550	438	360	310	256	220	215	211	205	205	205	200

EVALUACIÓN DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE 10 FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTOS ANCHO SECADOS CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y QUEMADO DE AZUFRE.

TRAT	BLOQ	0D	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	9D	10D	11D	12D	13D	14D	15D	16D	17D	18D	19D	20D	21D	22D	23D
0	1	0	3.11	5.78	15.87	23.81	30.79	35.81	48.25	57.46	65.59	73.33	78.73	82.54	84.13	85.08	85.71	85.78	86.03	86.22	86.35	86.41	86.60	86.67	
0	2	0	3.51	5.22	14.09	20.69	27.49	32.30	43.78	50.86	59.45	66.87	72.51	79.73	82.82	84.88	85.43	85.98	86.25	86.46	86.53	86.53	86.67	86.87	
0	3	0	3.51	4.72	15.50	23.02	29.53	36.54	47.83	55.68	63.52	71.94	78.00	83.42	85.33	86.29	86.48	86.61	86.93	87.12	87.18	87.18	87.24	87.24	
0	4	0	4.50	6.02	15.98	24.62	34.30	42.88	55.39	65.08	72.68	79.25	82.85	85.82	86.17	86.45	86.45	86.51	86.58	86.72	86.86	86.86	86.86	87.34	
1	1	0	5.59	7.54	19.27	27.23	33.74	40.73	50.46	59.57	67.78	75.08	80.55	84.80	86.63	87.60	87.84	88.21	88.57	88.57	88.57	88.57	88.81	89.06	
1	2	0	4.33	6.46	17.77	25.33	32.45	39.06	49.34	56.17	64.39	72.39	77.39	83.85	85.32	87.15	87.37	87.52	87.89	87.89	87.89	88.25	88.25	88.25	
1	3	0	5.81	6.95	19.93	27.96	34.98	43.01	53.05	61.65	69.89	76.99	82.08	85.95	87.10	87.81	87.81	87.81	88.03	88.10	88.10	88.17	88.17	88.53	
1	4	0	5.52	7.40	19.29	29.35	35.71	43.51	53.90	61.36	67.53	74.16	78.90	84.42	86.23	87.53	87.66	87.86	88.18	88.25	88.44	88.44	88.44	88.64	
2	1	0	2.57	5.96	17.19	24.91	30.99	37.13	47.72	56.14	63.27	71.64	77.49	82.75	85.67	87.13	87.72	88.19	88.30	88.65	88.77	88.83	88.89	88.89	
2	2	0	3.63	5.63	17.38	25.02	30.89	38.22	48.52	56.87	64.45	72.26	77.71	83.34	86.07	87.10	87.58	87.89	88.19	88.37	88.43	88.49	88.49	88.49	
2	3	0	4.11	5.07	18.28	24.12	32.39	39.70	49.33	56.70	62.80	70.11	79.09	82.94	85.25	86.59	87.36	87.81	88.33	88.45	88.45	88.45	88.45	88.77	
2	4	0	2.83	4.97	18.31	26.52	33.74	42.23	52.63	61.58	69.09	75.39	80.94	85.56	87.06	87.98	88.16	88.16	88.68	88.73	88.85	88.97	88.97	89.14	
3	1	0	3.28	5.04	13.67	19.26	23.45	28.01	37.12	44.23	50.79	58.69	64.64	72.36	76.91	81.17	84.20	86.33	87.24	87.61	87.67	88.09	88.09	88.21	
3	2	0	3.81	5.25	14.38	21.31	26.38	31.75	40.94	48.75	55.63	64.19	71.13	77.50	82.63	85.00	86.50	87.19	87.81	87.94	88.00	88.06	88.13	88.44	
3	3	0	3.50	5.31	15.15	21.04	26.54	32.23	41.75	50.49	57.28	65.37	71.84	78.96	82.52	84.98	85.76	86.73	87.31	87.70	87.70	87.70	87.77	88.22	
3	4	0	3.04	4.88	14.14	20.42	26.70	33.42	42.49	50.03	57.83	66.07	73.05	79.58	83.26	85.61	87.00	87.82	87.95	88.27	88.40	88.59	88.71	88.90	
4	1	0	0.88	4.42	14.15	19.88	23.20	28.98	32.41	44.75	50.83	57.86	64.20	71.38	76.48	80.02	83.35	85.22	87.51	88.03	88.03	88.50	88.55	88.81	
4	2	0	2.99	4.75	13.88	20.50	25.15	31.13	38.33	46.61	53.55	61.13	67.97	74.91	79.82	83.08	85.16	86.65	87.45	87.72	87.72	87.93	87.99	88.25	
4	3	0	2.38	5.42	13.94	21.14	26.00	30.82	39.43	47.80	53.78	61.28	68.22	75.92	80.49	83.78	85.50	87.08	87.94	88.14	88.14	88.14	88.14	88.65	
4	4	0	2.75	5.84	14.09	19.75	25.19	32.20	43.02	50.61	57.63	62.30	69.90	77.21	81.30	83.99	85.10	86.62	87.38	87.49	87.67	87.73	87.73	88.08	
5	1	0	2.63	4.57	11.17	18.46	23.40	25.93	35.44	41.21	48.32	56.16	63.22	69.31	74.62	79.23	82.93	85.46	87.72	88.56	88.65	89.11	89.11	89.39	
5	2	0	2.60	5.16	12.76	18.59	23.33	26.93	36.30	44.53	51.30	59.64	66.15	74.48	79.69	83.39	85.94	88.02	88.80	89.06	89.11	89.27	89.38	89.58	
5	3	0	2.91	4.47	12.57	17.25	20.78	20.94	33.09	38.18	43.90	50.65	56.47	64.94	70.29	75.06	78.96	82.60	86.91	87.84	88.05	88.88	88.88	89.09	
5	4	0	2.14	4.17	12.06	17.42	22.49	28.47	37.99	42.78	47.97	54.62	60.82	69.00	75.31	79.71	82.53	85.57	87.60	87.88	88.11	88.44	88.44	88.73	

PESO PROMEDIO DIARIO DE FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTO ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y QUEMADO DE AZUFRE.

Tratamientos	DÍAS EVALUADOS																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
To	1511.00	1456.00	1429.00	1278.75	1162.75	1050.00	954.25	774.00	646.25	524.75	410.50	332.00	258.75	232.50	216.50	211.25	208.25	204.75	202.00	200.50	200.50	200.25	198.75	196.00
T1	1485.50	1406.25	1379.75	1202.00	1076.75	976.75	867.50	717.50	598.00	483.75	376.25	300.75	226.50	203.00	185.25	183.00	180.25	175.50	175.00	174.25	174.00	172.75	171.75	168.75
T2	1662.75	1608.50	1572.75	1367.00	1244.25	1130.50	1008.75	838.50	700.50	582.50	458.75	352.25	271.50	232.25	212.50	204.25	199.25	193.25	190.25	189.00	188.00	188.00	187.75	185.75
T3	1592.00	1537.75	1510.50	1364.00	1265.75	1182.25	1093.50	946.75	822.75	711.25	580.75	476.00	365.50	298.00	252.25	225.25	206.75	197.75	193.00	192.00	189.25	188.25	188.00	184.00
T4	1869.75	1828.00	1774.50	1607.75	1489.50	1404.50	1295.00	1156.00	984.25	863.00	736.75	607.50	471.25	383.75	323.75	284.75	254.50	232.25	227.00	226.25	222.75	222.25	221.50	215.75
T5	1946.50	1896.25	1857.00	1710.75	1597.00	1508.00	1449.75	1252.50	1136.00	1014.50	870.00	745.00	595.00	487.50	402.25	338.75	284.00	238.25	226.75	224.00	216.00	215.25	214.75	210.00

RITMO DE PÉRDIDA DE HUMEDAD PROMEDIO EN PORCENTAJE DE LOS SEIS TIPOS DE PIMIENTO ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y QUEMADO DE AZUFRE.

Tratamientos	DÍAS EVALUADOS																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
To	3.64	5.43	7.12	15.37	23.05	30.51	36.85	48.78	57.23	65.27	72.83	78.03	82.88	84.61	85.67	86.22	86.45	86.63	86.73	86.75	86.75	86.85	87.03	87.03
T1	5.33	7.12	19.08	27.52	34.25	41.60	51.70	59.74	67.44	74.67	79.75	84.75	86.33	87.53	87.68	87.87	88.19	88.22	88.27	88.29	88.37	88.44	88.64	88.64
T2	3.27	5.42	17.79	25.17	32.01	39.33	49.57	57.87	64.97	72.41	78.82	83.67	86.03	87.22	87.72	88.02	88.38	88.56	88.63	88.69	88.69	88.71	88.83	88.83
T3	3.41	5.12	14.32	20.49	25.74	31.31	40.53	48.32	55.32	63.52	70.10	77.04	81.28	84.16	85.85	87.01	87.58	87.88	87.94	88.11	88.18	88.19	88.44	88.44
T4	2.24	5.10	14.01	20.34	24.89	30.74	38.18	47.36	53.85	60.60	67.51	74.80	79.48	82.69	84.77	86.39	87.58	87.86	87.90	88.09	88.11	88.15	88.46	88.46
T5	2.58	4.60	12.11	17.96	22.53	25.52	35.65	41.64	47.88	55.30	61.73	69.43	74.96	79.33	82.60	85.41	87.76	88.35	88.49	88.90	88.94	88.97	89.21	89.21

ANEXO 8. REGISTRO DE PESOS Y EVALUACIÓN DE PERDIDA DE HUMEDAD DE FRUTOS DE PIMIENTO ANCHO DESHIDRATADOS CON EL SISTEMA DE SECADO SIN AZUFRE

EVALUACIÓN DEL PESO DIARIO DE 10 FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTOS ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y SIN QUEMADO DE AZUFRE

TRAT	BLOQ	0D	3D	14D	23D	28D	33D
0	1	1246	1185	390	176		
0	2	1338	1236	490	187		
0	3	1046	990	225	158		
0	4	1234	1185	295	187		
1	1	1438	1360	410	170		
1	2	1195	1134	375	149		
1	3	1280	1230	280	150		
1	4	1378	1315	360	167		
2	1	1293	1230	345	160		
2	2	1349	1280	374	164		
2	3	1450	1375	430	171		
2	4	1352	1300	275	160		
3	1	1615	1585	840	190	166	
3	2	1646	1595	630	169	168	
3	3	1670	1630	640	185	185	
3	4	1735	1700	672	185	180	
4	1	2066	2055	1240	330	210	198
4	2	2000	1935	775	210	200	
4	3	2040	2009	777	214	200	
4	4	1892	1832	740	222	210	
5	1	1800	1760	902	190	170	
5	2	1820	1774	815	195	174	
5	3	1800	1744	856	255	195	190
5	4	1925	1855	788	175	170	

EVALUACIÓN DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE 10 FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTOS ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y SIN QUEMADO DE AZUFRE

TRAT	BLOQ	0D	3D	14D	23D	28D	33D
1	1	0	4.90	68.70	85.87		
1	2	0	7.62	63.38	86.02		
1	3	0	5.35	78.49	84.89		
1	4	0	3.97	76.09	84.85		
2	1	0	5.42	71.49	88.18		
2	2	0	5.10	68.62	87.53		
2	3	0	3.91	78.13	88.28		
2	4	0	4.57	73.88	87.88		
3	1	0	4.87	73.32	87.63		
3	2	0	5.11	72.28	87.84		
3	3	0	5.17	70.34	88.21		
3	4	0	3.85	79.66	88.17		
4	1	0	1.86	47.99	88.24	89.72	
4	2	0	3.10	61.73	89.73	89.79	
4	3	0	2.40	61.68	88.92	88.92	
4	4	0	2.02	61.27	89.34	89.63	
5	1	0	0.53	39.98	84.03	89.84	90.42
5	2	0	3.25	61.25	89.50	90.00	
5	3	0	1.52	61.91	89.51	90.20	
5	4	0	3.17	60.89	88.27	88.90	
6	1	0	2.22	49.89	89.44	90.56	
6	2	0	2.53	55.22	89.29	90.44	
6	3	0	3.11	52.44	85.83	89.17	89.44
6	4	0	3.64	59.06	90.91	91.17	

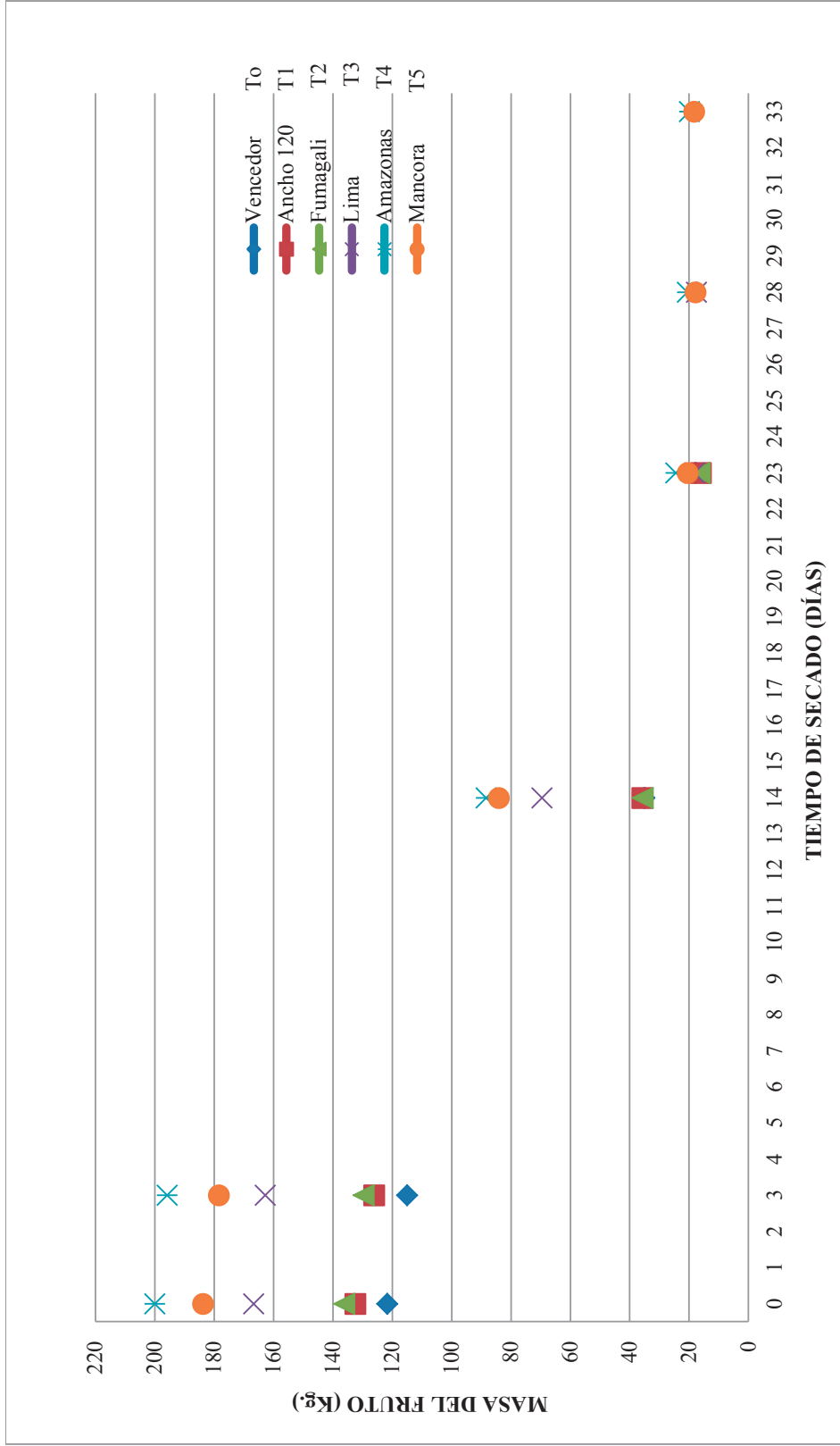
PESO PROMEDIO DIARIO DE FRUTOS DE SEIS TIPOS DE PIMIENTO ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y SIN QUEMADO DE AZUFRE.

Tratamientos	DÍAS EVALUADOS					
	0	3	14	23	28	33
To	1216.00	1149.00	350.00	177.00		
T1	1322.75	1259.75	356.25	159.00		
T2	1361.00	1296.25	356.00	163.75		
T3	1666.50	1627.50	695.50	182.25	174.75	
T4	1999.50	1957.75	883.00	244.00	205.00	198.00
T5	1836.25	1783.25	840.25	203.75	177.25	182.00

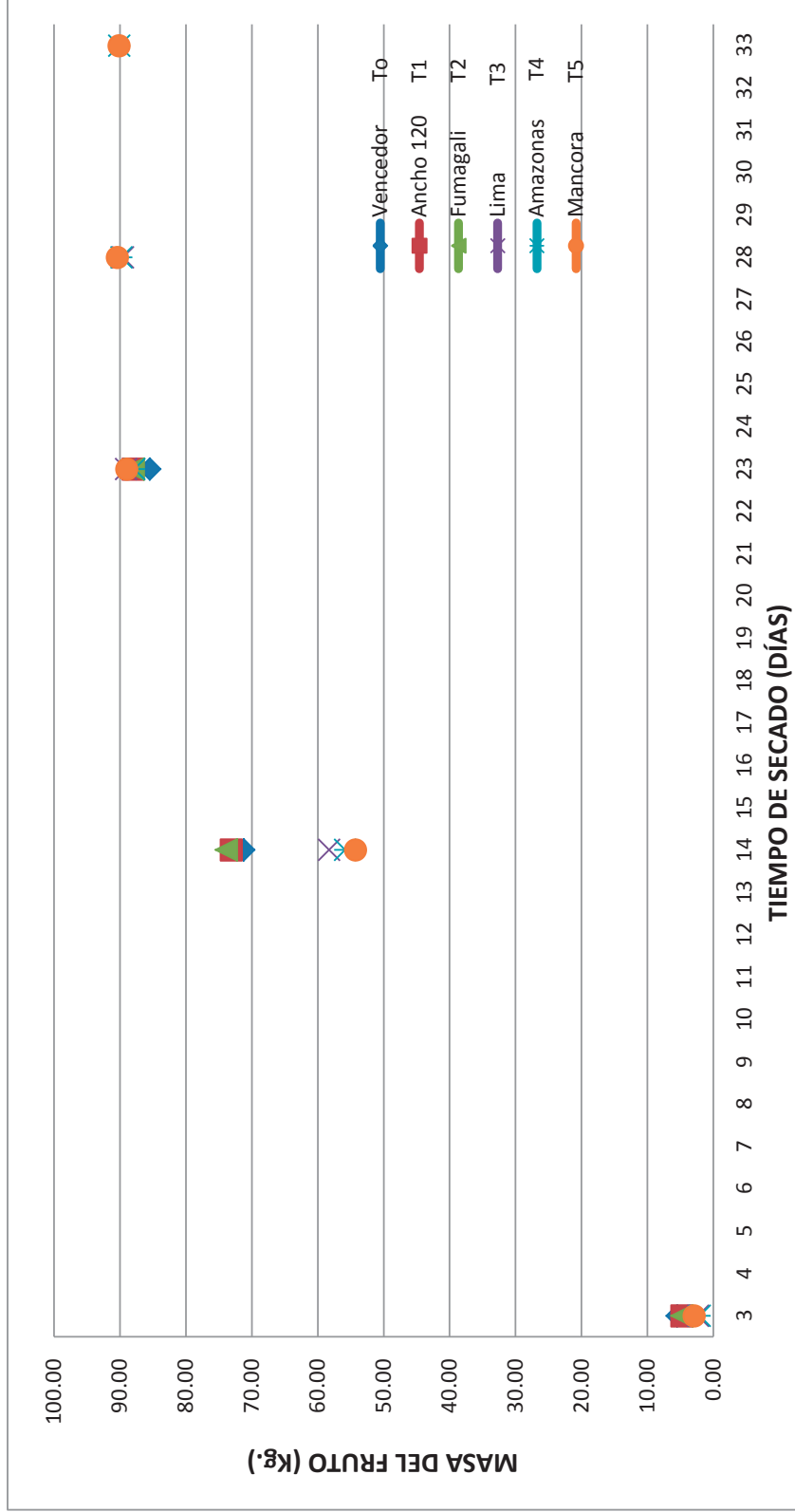
RITMO DE PÉRDIDA DE HUMEDAD PROMEDIO EN PORCENTAJE DE LOS SEIS TIPOS DE PIMIENTO ANCHO SECANDO CON EL SISTEMA DE SECADO CON TÚNELES Y QUEMADO DE AZUFRE.

Tratamientos	DÍAS EVALUADOS					
	0	3	14	23	28	33
To	-	5.51	71.22	85.44		
T1	-	4.78	73.07	87.98		
T2	-	4.76	73.84	87.97		
T3	-	2.37	58.28	89.07	89.52	
T4	-	2.11	55.85	87.80	89.75	90.10
T5	-	2.87	54.23	88.90	90.35	90.09

GRÁFICA DE RITMO DE PÉRDIDA DE PESO DE FRUTOS (g.) DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO ANCHO SECADOS EN UN TÚNEL SIN AZUFRE BAJO LAS CONDICIONES DE VALLE DE CASMA



GRÁFICA RITMO DE PÉRDIDA DE HUMEDAD EN PORCENTAJE (%) DE FRUTOS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO ANCHO SECADOS EN UN TÚNEL SIN AZUFRE BAJO LAS CONDICIONES DE VALLE DE CASMA



ANEXO 9. PRUEBA DE DUNCAN, CUADRO DE ANVA Y GRAFICAS DE VARIABLES TOMADAS EN EL ENSAYO DEL METODO DE SECADO CON AZUFRE

Peso promedio de 10 frutos frescos (gr.) de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones de valle de casma (2009) para el secado con quema de azufre

Trat.	Cultivar	Peso fresco promedio (gr.)
To	Vencedor	151.10 c
T1	Ancho 120	148.55 c
T2	Fumagalli	166.28 b
T3	Lima	159.20 bc
T4	Amazonas	186.98 a
T5	Máncora	194.65 a
Peso promedio (gr.)		167.79

Peso promedio de 10 frutos secos (gr.) de seis tipos de pimiento “Ancho” secados en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma (2009)

Trat.	Cultivar	Peso seco promedio (gr.)
4	Amazonas	21.58 a
5	Mancora	21.00 a
0	Vencedor	19.60 b
2	Fumagalli	18.58 b
3	Lima	18.40 b
1	Ancho 120	16.88 c
Peso Promedio (gr.)		19.34

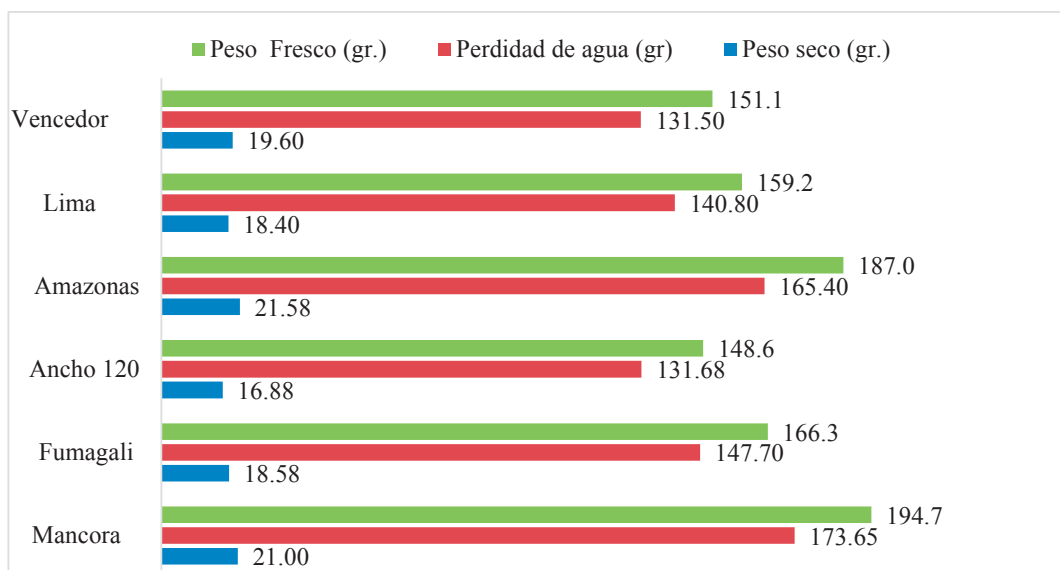
Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Pérdida de agua (gr.) y humedad en porcentaje (%) promedio de 10 frutos de seis tipos de pimiento “Ancho” secados en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma (2009)

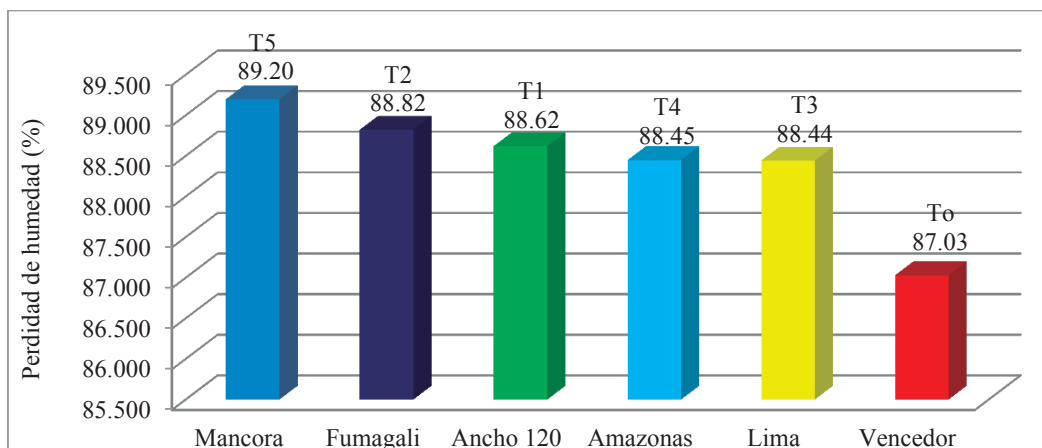
Tratamientos	Cultivares	Promedio de Perdida de agua (%)	Peso Fresco (gr.)	Peso seco (gr.)	Perdida de agua (gr)
T5	Mancora	89.2 a	194.7	21.00	173.65
T2	Fumagalli	88.82 ab	166.3	18.58	147.70
T1	Ancho 120	88.62 b	148.6	16.88	131.68
T4	Amazonas	88.45 b	187.0	21.58	165.40
T3	Lima	88.44 b	159.2	18.40	140.80
To	Vencedor	87.03 c	151.1	19.60	131.50
Promedio		88.50	167.8	19.3	148.5

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Gráfica de Peso Fresco, Peso Seco y Pérdida de agua (gr.) promedio de diez frutos de 6 cultivares de pimiento tipo “Ancho” secados en túneles con azufre



Gráfica de Pérdida de agua promedio en porcentaje de 10 frutos de los seis tipos de pimiento Ancho en el sistema de secado con azufre



ANÁLISIS DE VARIANCIA PESO FRUTO FRESCO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	7257.363	1451.473	17.32	0.0001	*
BLOQ.	3	822.312	274.104	3.27	0.0507	n.s
Error	15	1256.783	83.786			
Total	23	9336.46				

C.V. = 5.46 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA PESO FRUTO FRESCO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	1,978,988.50	395,797.70	48.26	0.0001	*
BLOQ.	3	5,417.33	1,805.78	0.22	0.8809	n.s
Error	15	123,008.17	8,200.54			
Total	23	2,107,414.00				

C.V. = 5.779 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL SEGUNDO (2^{DO}) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	7281.110	1456.222	19.41	0.0001	*
BLOQ.	3	723.762	241.254	3.22	0.053	n.s
Error	15	1125.573	75.038			
Total	23	9130.445				

C.V. = 5.46 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL SEGUNDO (2^{DO}) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	14.578	2.915	10.83	0.0001	*
BLOQ.	3	0.222	0.0738	0.27	0.8431	n.s
Error	15	4.04	0.269			
Total	23	18.84				

C.V. = 9.51 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL SÉPTIMO (7^{MO}) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	9255.242	1851.048	51.22	0.0001	*
BLOQ.	3	1012.508	337.503	9.34	0.001	*
Error	15	542.130	36.142			
Total	23	10809.880				

C.V. = 6.34%

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL SÉPTIMO (7^{mo}) DÍA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	904.2034	180.841	36.15	0.0001	*
BLOQ.	3	110.389	36.796	7.35	0.0029	*
Error	15	75.046	5.003			
Total	23	1089.638				

C.V. = 5.07 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO SEGUNDO (12^{mo}) DÍA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	4136.100	827.220	40.220	0.0001	*
BLOQ.	3	251.215	83.738	4.070	0.0266	*
Error	15	308.530	20.569			
Total	23	4695.845				

C.V. = 12.43%

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO SEGUNDO (12^{mo}) DÍA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	904.2034	180.841	36.15	0.0001	*
BLOQ.	3	110.389	36.796	7.35	0.0029	*
Error	15	75.046	5.003			
Total	23	1089.638				

C.V. = 5.07 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO SÉPTIMO (17^o) DÍA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	115.442	23.088	20.610	0.000	*
BLOQ.	3	16.721	5.574	4.970	0.014	*
Error	15	16.806	1.120			
Total	23	148.970				

C.V. = 5.11%

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO SÉPTIMO (17°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	9.051	1.81	8.76	0.0005	*
BLOQ.	3	0.157	0.053	0.25	0.8574	n.s
Error	15	3.1	0.207			
Total	23	12.308				

C.V. = 0.52%

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO TERCER (23°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	61.454	12.291	17.360	0.0001	*
BLOQ.	3	8.305	2.768	3.910	0.0302	*
Error	15	10.618	0.708			
Total	23	80.376				

C.V. = 4.35%

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO TERCER (23°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO CON QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	10.958	2.192	18.27	0.0001	*
BLOQ.	3	0.127	0.042	0.35	0.788	n.s
Error	15	1.799	0.12			
Total	23	12.884				

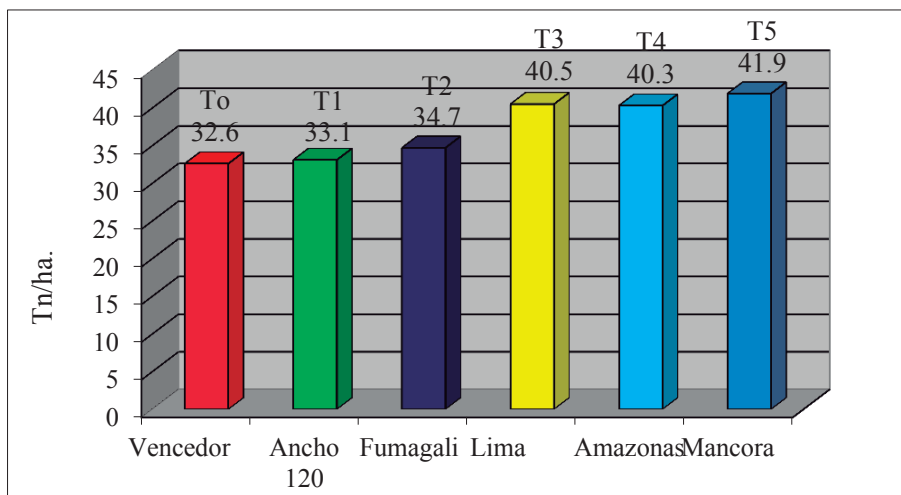
C.V. = 0.39%

ANEXO 10. EVALUACIÓN DE PESOS FRESCOS Y SECOS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTOS ANCHO COSECHADOS EN UNA AREA DE 20 METROS CUADRADOS DE CADA CULTIVAR

Rendimiento en fresco en 20 m² y proyectados a una hectárea de 6 cultivares de pimiento tipo “ancho” bajo las condiciones del Valle de Casma

Tratamientos	Cultivares	Peso Fresco (Kg / 20m ²)	Rendimiento (Tn /ha)
To	Vencedor	65.2	32.6
T1	Ancho 120	66.2	33.1
T2	Fumagalli	69.4	34.7
T3	Lima	81	40.5
T4	Amazonas	80.6	40.3
T5	Mancora	83.8	41.9
Promedio		74.4	37.2

Gráfica de rendimiento en fresco (t/ha.) por hectárea de 6 cultivares de pimiento tipo “ancho” bajo las condiciones del Valle de Casma.



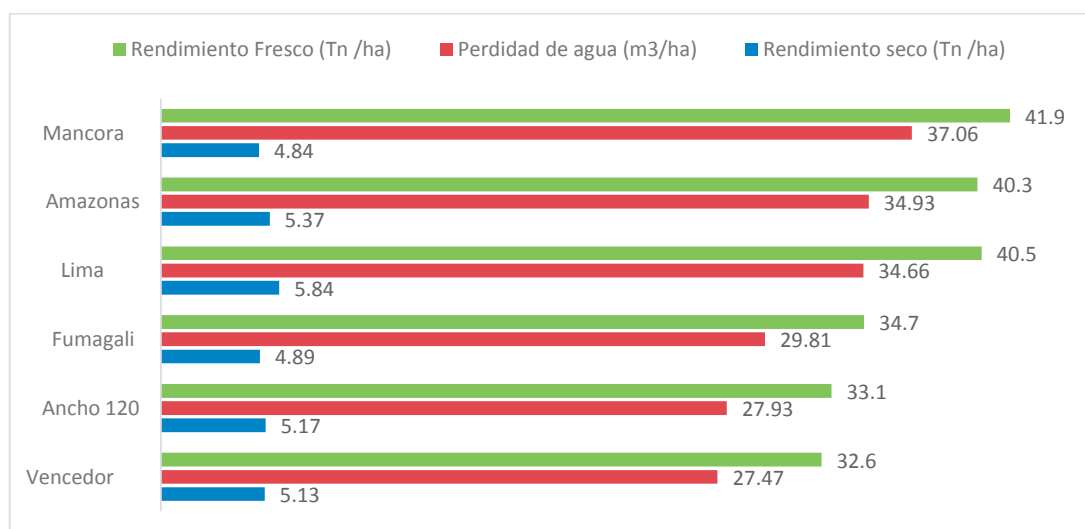
Rendimiento en Seco de frutos cosechados en 20 m² y proyectados a una hectárea de 6 cultivares de pimiento tipo “Ancho” secados en túneles con azufre bajo las condiciones del valle de Casma (2009)

Tratamientos	Cultivares	Peso Seco (Kg / 20m ²)	Rendimiento (Tn /ha)
T0	Vencedor	10.27	5.13
T1	Ancho 120	10.34	5.17
T2	Fumagalli	9.78	4.89
T3	Lima	11.69	5.84
T4	Amazonas	10.73	5.37
T5	Mancora	9.68	4.84
Promedio		9.9	10.42

Perdida de agua en una hectárea en frutos de 6 cultivares de pimiento tipo “Ancho” secados en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma (2009)

Tratamientos	Cultivares	Rendimiento Fresco (Ton /ha)	Rendimiento seco (Ton /ha)	Perdida de agua (m ³ /ha)
T0	Vencedor	32.6	5.13	27.47
T1	Ancho 120	33.1	5.17	27.93
T2	Fumagalli	34.7	4.89	29.81
T3	Lima	40.5	5.84	34.66
T4	Amazonas	40.3	5.37	34.93
T5	Mancora	41.9	4.84	37.06
Promedio		37.2	5.2	32.0

Gráfica de Rendimiento Fresco, Rendimiento Seco y Pérdida de agua en una hectárea de 6 cultivares de pimiento tipo “Ancho” secados en túneles con quema de azufre bajo las condiciones del valle de Casma (2009)



ANEXO 11. PRUEBA DE DUNCAN, CUADRO DE ANVA Y GRAFICAS DE VARIABLES TOMADAS EN EL ENSAYO DEL METODO DE SECADO SIN AZUFRE

Variación del peso promedio de 10 frutos en el tiempo (gr.) de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones de valle de casma para el secado sin quema de azufre

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)						
Trat.	Cultivar	Días después de la cosecha (DDC)				
		0	3	14	23	28
T0	Vencedor	121.60 e	114.90 e	35.00 c	17.70 b	17.70 b
T1	Ancho 120	132.28 ed	125.98 ed	35.63 c	15.90 b	15.90 c
T2	Fumagalli	136.10 d	129.63 d	35.60 c	16.38 b	16.38 c
T3	Lima	166.65 c	162.75 c	69.55 b	18.23 b	17.48 cb
T4	Amazonas	199.95 a	195.78 a	88.30 a	24.40 a	20.50 a
T5	Máncora	183.63 b	178.33 b	84.03 ab	20.38 ab	17.73 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Variación de la humedad (%) promedio de 10 frutos en el tiempo de seis tipos de pimiento ancho bajo las condiciones de valle de Casma para el secado sin quema de azufre

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)						
Trat.	Cultivar	Días después de la cosecha (DDC)				
		0	3	14	23	28
T0	Vencedor	0	5.46 a	71.67 a	85.41 b	85.41 c
T1	Ancho 120	0	4.75 a	73.03 a	87.97 a	87.97 b
T2	Fumagalli	0	4.75 a	73.90 a	87.96 a	87.97 b
T3	Lima	0	2.35 b	58.17 b	89.06 a	89.52 a
T4	Amazonas	0	2.19 b	56.01 b	87.83 a	89.74 a
T5	Máncora	0	2.88 b	54.15 b	88.87 a	90.34 a

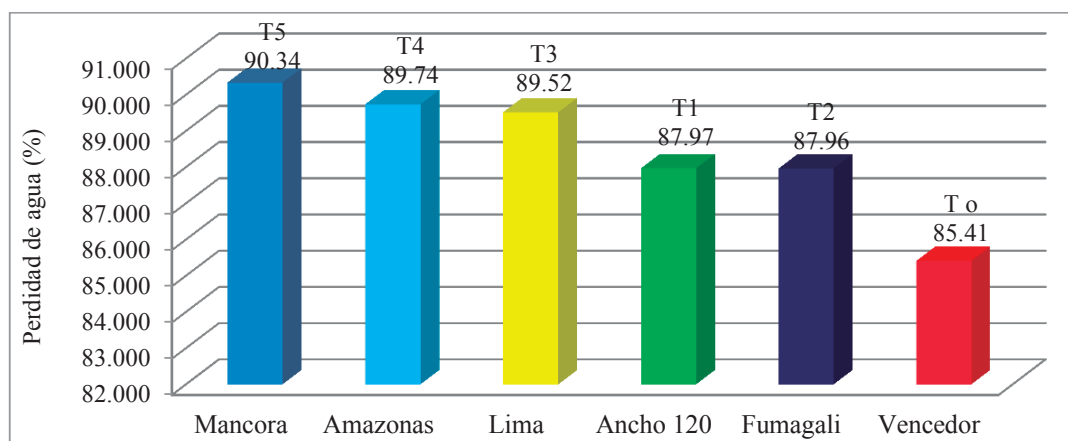
Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Pérdida de agua o humedad en porcentaje (%) y en gramos de los frutos secados de seis tipos de pimiento “ancho” secados en túneles sin quema de azufre bajo las condiciones del valle de casma (2009)

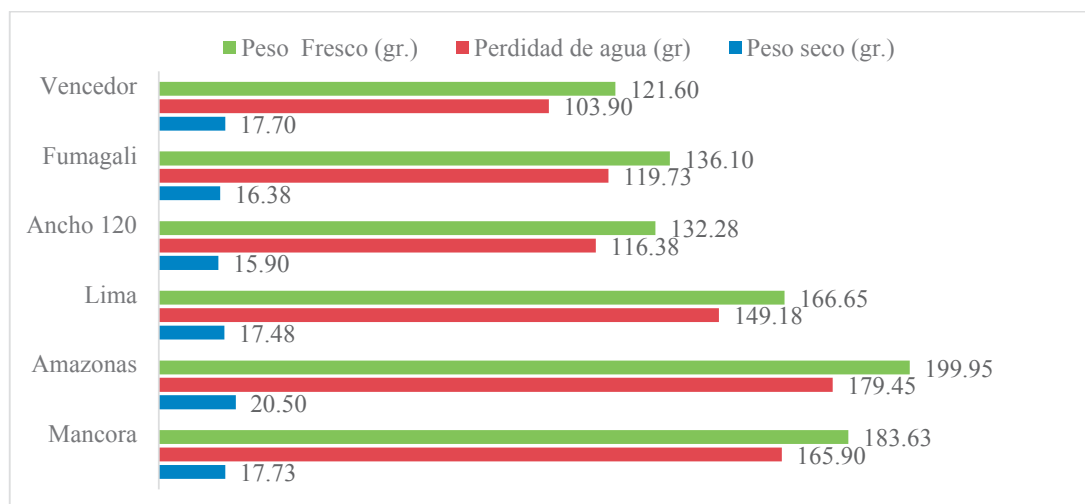
Tratamientos	Cultivares	Promedio de Perdida de agua (%)	Peso Fresco (gr.)	Peso seco (gr.)	Perdida de agua (gr)
T5	Mancora	90.34 a	183.63	17.73	165.90
T4	Amazonas	89.74 a	199.95	20.50	179.45
T3	Lima	89.52 a	166.65	17.48	149.18
T1	Ancho 120	87.97 b	132.28	15.90	116.38
T2	Fumagalli	87.96 b	136.10	16.38	119.73
To	Vencedor	85.41 c	121.60	17.70	103.90
Promedio		88.77	156.7	17.6	139.1

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Gráfica de pérdida de agua en porcentaje de los seis tipos de pimiento ancho en el sistema de secado con túneles y sin quemado de azufre



Gráfica de peso fresco vs peso seco vs pérdida de agua (gr.) de 6 cultivares de pimiento tipo “ancho” secados en túneles sin quemado de azufre



ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL TERCER (3^{er}) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	2,110,226.50	422,045.30	56.42	0.0001	*
BLOQ.	3	7,764.17	2,588.06	0.35	0.7925	n.s
Error	15	112,201.83	7,480.12			
Total	23	2,230,192.50				

C.V. = 5.72 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL TERCER (3^{er}) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	41.29	8.26	9.97	0.0002	*
BLOQ.	3	4.60	1.53	1.85	0.1817	n.s
Error	15	12.43	0.83			
Total	23	58.31				

C.V. = 24.49 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO CUARTO (14^o) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	1,304,076.83	260,815.37	23.59	0.0001	*
BLOQ.	3	102,588.33	34,196.11	3.09	0.0589	n.s
Error	15	165,842.17	11,056.14			
Total	23	1,572,507.30				

C.V. = 18.12 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL DÉCIMO CUARTO (14^o) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	1,727.00	345.40	12.45	0.0001	*
BLOQ.	3	352.40	117.47	4.23	0.0230	*
Error	15	416.16	27.74			
Total	23	2,495.57				

C.V. = 8.16 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO TERCER (23^o) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	19,866.71	3,973.34	4.60	0.0096	*
BLOQ.	3	1,949.46	649.82	0.75	0.54	n.s
Error	15	12,964.79	864.32			
Total	23	34,780.96				

C.V. = 15.61 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO TERCER (23°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	33.94	6.79	3.16	0.0382	n.s
BLOQ.	3	4.86	1.62	0.75	0.5370	n.s
Error	15	32.25	2.15			
Total	23	71.10				

C.V. = 1.67 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PESO DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO OCTAVO (28°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	5,136.38	1,027.28	9.04	0.0004	*
BLOQ.	3	90.46	30.15	0.27	0.8492	n.s
Error	15	1,703.79	113.59			
Total	23	6,930.63				

C.V. = 6.05 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PERDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DEL VIGÉSIMO OCTAVO (28°) DIA DE SECADO PARA EL SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE.

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	64.23	12.85	39.76	0.0001	*
BLOQ.	3	0.49	0.16	0.50	0.69	n.s
Error	15	4.85	0.32			
Total	23	69.56				

C.V. = 0.64 %

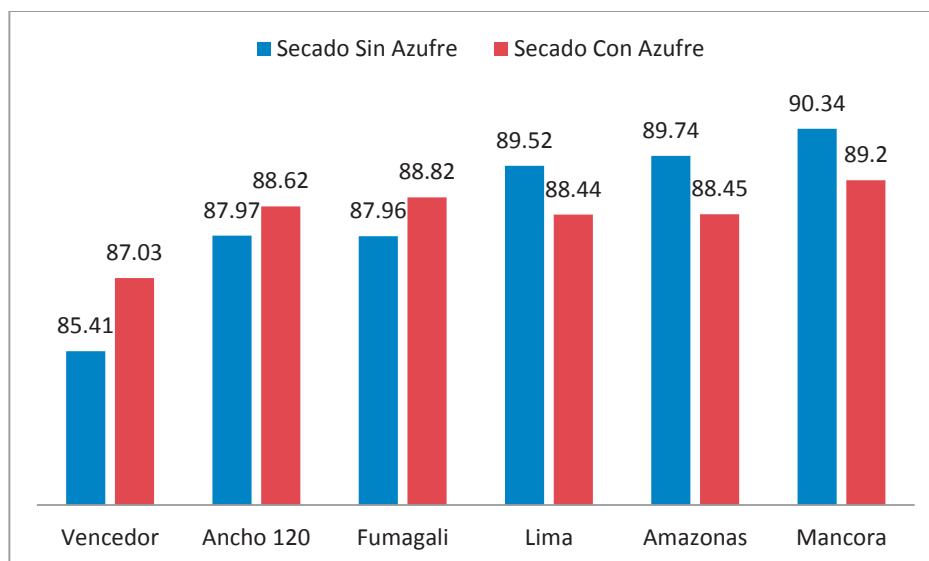
ANEXO 12. COMPARACIÓN DE PÉRDIDA DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DE PIMIENTO TIPO ANCHO EN AMBOS METODOS DE SECADO

Comparación de Pérdida de Humedad (%) de los frutos secados en ambos métodos de secado

Tratamientos	Cultivares	Secado sin Azufre	Secado Con Azufre
To	Vencedor	85.41 c*	87.03 c*
T1	Ancho 120	87.97 b	88.62 b
T2	Fumagalli	87.96 b	88.82 ab
T3	Lima	89.52 a	88.44 b
T4	Amazonas	89.74 a	88.45 b
T5	Mancora	90.34 a	89.2 a
Promedio		88.77	88.50

(*) Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Gráfica de comparación de pérdida de humedad (%) de los frutos secados en ambos métodos de secado



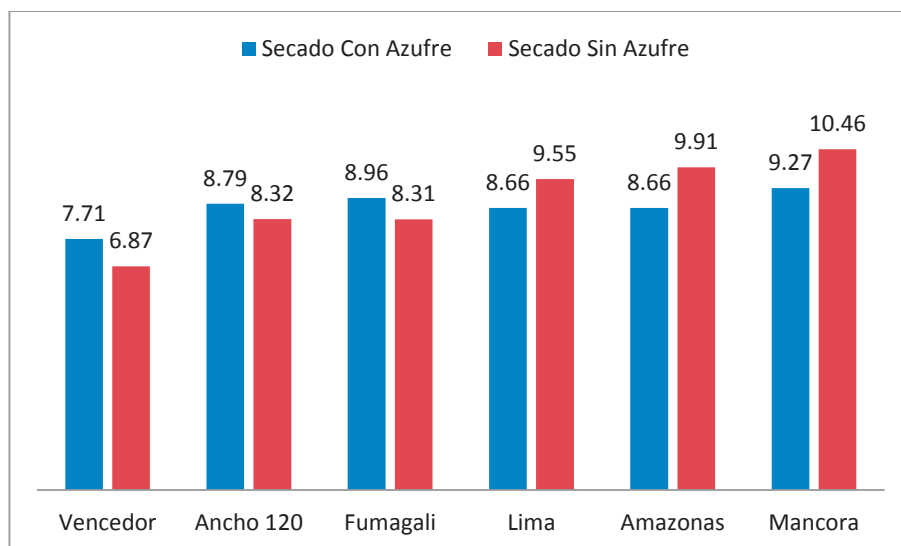
ANEXO 13. COMPARACIÓN DE LA RELACIÓN PESO FRESCO/PESO SECO (PF/PS) DE AMBOS METODOS DE SECADO

Relación de peso fresco/peso seco promedio de 6 de pimiento tipo “Ancho” secado en dos modelos de túneles bajo las condiciones del Valle de Casma

Trat.	Cultivares	Con Azufre	Sin Azufre
		PF/PS	PF/PS
To	Vencedor	7.71 c	6.87 d
T1	Ancho 120	8.79 b	8.32 c
T2	Fumagalli	8.96 ab	8.31 c
T3	Lima	8.66 b	9.55 b
T4	Amazonas	8.66 b	9.91 ab
T5	Mancora	9.27 a	10.46 a
	Promedio	8.68	8.90

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Gráfica de comparación de la relación PF/PS del método de secado con azufre versus el método de secado sin azufre



ANÁLISIS DE VARIANCIA DE RELACIÓN PF/PS DEL TIPO SECADO CON QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	5.44	1.09	15.42	0.0001	*
BLOQ.	3	0.07	0.02	0.34	0.79	n.s
Error	15	1.06	0.07			
Total	23	6.57				

C.V. = 3.06 %

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE RELACIÓN PF/PS DEL TIPO SECADO SIN QUEMA DE AZUFRE

FV	GL	SC	CM	FC	P	SIG
TRAT.	5	34.83	6.97	30.29	0.0001	*
BLOQ.	3	0.36	0.12	0.53	0.6715	n.s
Error	15	3.45	0.23			
Total	23	38.64				

C.V. = 5.39 %

ANEXO 14: CARACTERÍSTICAS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” (*Capsicum annuum* L. var. *Grossum* (Sendt)) SECADOS EN DOS METODOS DE SECADOS BAJO CONDICIONES DEL VALLE DE CASMA

CARACTERÍSTICAS	Unidades	CULTIVARES							
		Vencedor	Ancho 120	Fumagalli	Lima	Amazonas	Mancora		
SECADO CON AZUFRE									
Peso promedio de fruto Fresco	gr	151.10	148.55	166.28	159.20	186.98	194.65		
Peso promedio de fruto Seco	gr	19.60	16.88	18.58	18.40	21.58	21.00		
Relación PF/PS		7.71	8.79	8.96	8.66	8.66	9.27		
Pérdida de Humedad promedio	(%)	87.03	88.62	88.82	88.44	88.45	89.20		
Tiempo de Secado Aprox.		15	14	14	16	16	17		
SECADO SIN AZUFRE									
Peso promedio de fruto Fresco	gr	121.60	132.28	136.10	166.65	199.95	183.63		
Peso promedio de fruto Seco	gr	17.70	15.90	16.38	17.48	20.50	17.73		
Relación PF/PS		6.87	8.32	8.31	9.55	9.91	10.46		
Pérdida de Humedad promedio	(%)	85.41	87.97	87.96	89.52	89.74	90.34		
Tiempo de Secado Aprox.		20	20	20	28	28	28		
RENDIMIENTO									
Rendimiento en Fresco	ton/ha	32.6	33.1	34.7	40.5	40.3	41.9		
Rendimiento en Seco	ton/ha	5.13	5.17	4.89	5.84	5.37	4.84		
Relación PF/PS	(%)	6.61	6.76	7.40	7.25	8.01	9.19		
Humedad del fruto al secado comercial	(%)	15.75	15.62	14.09	14.43	13.32	11.55		

9. IMÁGENES



IMAGEN 1. MORFOTIPO DE FRUTO DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO”



IMAGEN 2. INSTALACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LA CAMA DE SECADO CON EL METODO DE SECADO CON QUEMA DE AZUFRE

IMAGEN 3. SECADO DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” FRESCO (COSECHADOS EN VEINTE METROS CUADRADOS) CON EL METODO DE SECADO CON QUEMA DE AZUFRE



CULTIVAR FUMAGALLI



CULTIVAR VENCEDOR



CULTIVAR MANCORA



CULTIVAR AMAZONAS



CULTIVAR ANCHO 120



CULTIVAR LIMA



IMAGEN 4. VISTA DE LA DISTRIBUCIÓN EN LOS CULTIVARES DE PIMIENTO “ANCHO” COSECHADOS EN VEINTE METROS CUADRADOS



IMAGEN 5. INSTALACIÓN DEL TÚNEL DE SECADO CON EL MÉTODO DE SECADO CON AZUFRE



IMAGEN 6. VISTA DENTRO DEL TÚNEL DE SISTEMA DE SECADO CON AZUFRE



IMAGEN 7. VISTA EXTERIOR DEL TUNEL DE SECADO CON EL METODO CON QUEMADO DE AZUFRE



IMAGEN 8. INSTALACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN LA CAMA DE SECADO CON EL METODO DE SECADO (SIN QUEMA DE AZUFRE)



IMAGEN 9. BLANQUEAMIENTO DE FRUTOS CON EL METODO DE SECADO SIN AZUFRE



IMAGEN 10. VISTA DE LOS TRATAMIENTOS SECADOS CON EL METODO DE SECADO SIN AZUFRE

IMAGEN 11. VISTA DE LOS TRATAMIENTOS Y DE LOS FRUTOS COSECHADOS EN VEINTE METROS CUADRADOS SECADOS EN EL TÚNEL CON QUEMA DE AZUFRE



TRATAMIENTOS SECADOS



CULTIVAR FUMAGALLI



CULTIVAR VENCEDOR



CULTIVAR MANCORA



CULTIVAR AMAZONAS



CULTIVAR ANCHO 120



CULTIVAR LIMA



IMAGEN 12. VISTA DE LOS CULTIVARES DE PIMIENTO “ANCHO” SECADOS EN EL TÚNEL CON QUEMA DE AZUFRE COSECHADOS EN VEINTE METROS CUADRADOS

IMAGEN 13. MORFOTIPO DE FRUTOS DE SEIS CULTIVARES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO” TANTO EN FRESCO COMO EN SECO CULTIVAR VENCEDOR FRESCO (To)



CULTIVAR VENCEDOR FRESCO (To)



CULTIVAR VENCEDOR SECO (To)



CULTIVAR ANCHO 120 FRESCO (T1)



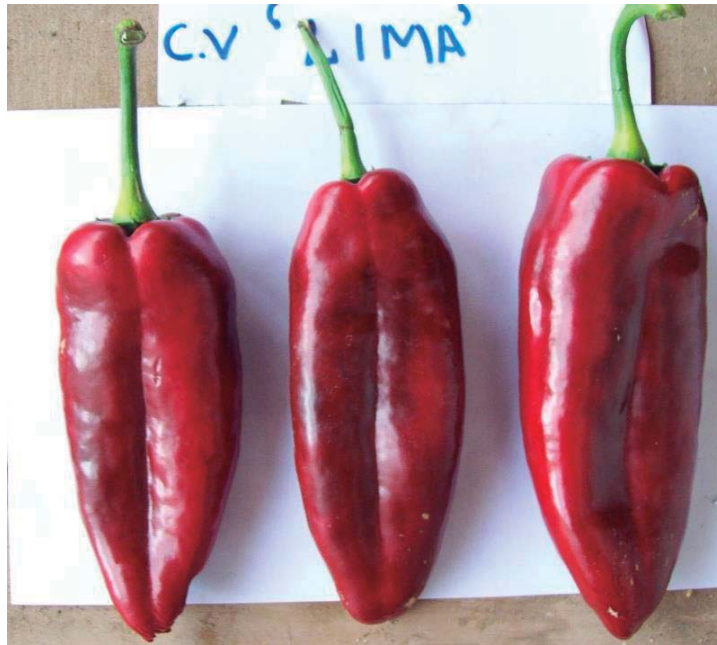
CULTIVAR ANCHO 120 SECO (T1)



CULTIVAR FUMAGALLI FRESCO (T2)



CULTIVAR FUMAGALLI SECO (T2)



CULTIVAR LIMA FRESCO (T3)



CULTIVAR LIMA SECO (T3)



CULTIVAR AMAZONAS FRESCO (T4)



CULTIVAR AMAZONAS SECO (T4)



CULTIVAR MANCORA FRESCO (T5)



CULTIVAR MANCORA SECO (T5)

IMAGEN 14. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SECADO



ESCALDADURAS O BLANQUEAMIENTO



PUDRICIONES

IMAGEN 15. SELECCIÓN POR CALIDADES DE PIMIENTO TIPO “ANCHO”



PRIMERA



SEGUNDA



TERCERA “PAPELILLO”

