



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Estudio del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero (a) de Industrias Alimentarias

AUTORES

Bach.: Hernández Mendo Geraldine Leslie

Bach.: Radahelly Aguinaga Cristian Raúl

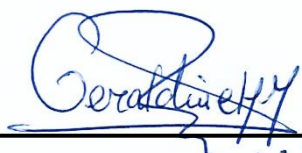
ASESOR

Dra. Noemí León Roque- <https://orcid.org/0000-0001-5001-1558>

Lambayeque, febrero 2023

Estudio del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales

AUTORES

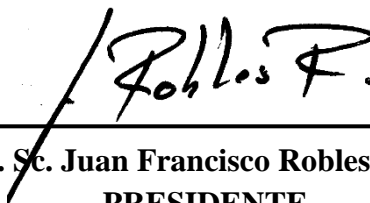


Bach. Hernández Mendo Geraldine Leslie



Bach. Radahelly Aguinaga Cristian Raúl

JURADO



**M. Sc. Juan Francisco Robles Ruiz
PRESIDENTE**



Dr. Sebastián Huangal Scheineder

SECRETARIO



Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca

VOCAL

ASESORA



Dra. Noemí León Roque

DEDICATORIA

A Dios

Por estar presente en todo momento, por ser refugio de amor en la adversidad, por permitirme crecer como persona y profesional. Y las bendiciones a lo largo de mi vida.

A mis padres

ADELAIDA y JOSÉ, porque con el tiempo me han enseñado, a siempre salir adelante y ser fuerte. Especialmente a mi madre que de forma incondicional me ha brindado su apoyo y amor, por cada esfuerzo que ha hecho incansablemente.

A mis abuelos y tíos

JUSTINO, SANTOS, WIGBERTO, ALFONSO, MARÍA, EVA y MIRIAN, por haberme enseñado que la unión y amor familiar es lo más importante.

A mis primos

KARLA, STEFANO, DELIA, CAMILA, ARIANI y LÍA, por el cariño, valor y apoyo que de muchas formas me han demostrado.

A mi novio

CRISTIAN, porque cada paso que damos siempre es de la mano de Dios, por brindarme tu amor, confianza, tiempo y apoyo de forma continua y firme, por cada esfuerzo realizado para lograr nuestros objetivos y por el aprendizaje de cada día.

A mi hija

ALESSIA, todo esfuerzo es por ti.

Leslie Hernández

A Dios

Quien me guía y da fuerzas para vencer todo obstáculo a lo largo de este camino, porque me acompaña y siempre está conmigo en mi día a día, me presta la vida para seguir adelante, mejorando.

A mis padres

AIDA y RAÚL, porque a través del tiempo han puesto lo mejor para seguir cumpliendo cada meta. Especialmente a mi madre, porque siempre ha estado conmigo aconsejándome y dando las fuerzas para conseguir lo anhelado.

A mis hermanos

ROSANGELA, MANUEL, YESENIA, DAVID, NOEMI y KIARA, por su apoyo incondicional y motivación continua, en los momentos que más se necesitan.

A mi novia

LESLIE, porque siempre está para demostrarme que todo se puede, con dedicación, esfuerzo, perseverancia y que no hay obstáculo para llegar a mucho si uno se lo propone.

Y por último y no menos importante a mis amigos y docentes, quienes a lo largo de esta carrera me dieron sus enseñanzas, consejos y aprecio para poder culminar con satisfacción este proyecto de tesis.

Cristian Radahelly

AGRADECIMIENTO

A Dios por sus bendiciones e infinito amor. Por la vida y por brindarnos las fuerzas, para poder lograr esta meta como profesionales.

A nuestras madres, que con su coraje y amor han fortalecido nuestras almas para seguir este arduo camino, a nuestros familiares en general que han sido una guía en el logro profesional.

A nuestra asesora Dr. Noemí León Roque, por su confianza, apoyo, tiempo y dedicación que nos ha brindado, para lograr esta investigación profesional. la cual consideramos un ejemplo a seguir, por ser una reconocida y gran profesional, permitiéndonos aprender con ímpetu, cada paso para lograr ser unos profesionales de éxito, siempre a la vanguardia del aprendizaje y a nuestros amigos más cercanos.

A los docentes universitarios de nuestra Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por ser partícipes de nuestra sólida formación profesional.

A los técnicos del laboratorio de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén y de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por permitirnos la utilización de los equipos y materiales de laboratorio.

Y a todos los que pusieron un granito de arena para que este proyecto se desarrolle y concluya con éxito.

Leslie y Cristian

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
I.ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA	18
1.1. Antecedentes	18
1.2. Base teórica	20
1.2.1. <i>Capsicum</i> : Aspectos generales	20
1.2.1.1. Características principales del género <i>Capsicum</i>	21
1.2.1.2. Usos de los <i>Capsicum</i>	21
1.2.1.3. Clasificación de los ajíes del Perú.	24
1.3. Ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.)	27
1.3.1. Cosecha.	27
1.3.2. Usos.....	28
1.3.3. Demanda.	28
1.3.4. Clasificación.....	29
1.3.5. Composición nutricional.	29
1.4. Antioxidante	29
1.4.1. Carotenoides.....	31

1.5. Análisis Hiperespectral.....	39
1.5.1. Espectro electromagnético.	39
1.5.2. Imagen RGB.	43
1.5.3. Sistema de visión hiperespectral.	43
1.5.4. Cubo hiperespectral.....	51
1.5.5. Firma espectral.	51
1.5.6. Índices espectrales.....	53
1.6. Análisis de la imagen hiperespectral	55
1.6.1. Ressonon Pika L.....	55
1.7. Correlación de Pearson.....	58
II. MATERIALES Y MÉTODOS	60
2.1. Área de ejecución	60
2.2. Materiales, reactivos, instrumentos y equipos.....	61
2.2.1. Materia prima.	61
2.2.2. Materiales.	62
2.2.3. Reactivos.	62
2.2.4. Instrumentos.	62
2.2.5. Equipos.....	63
2.3. Métodos y técnicas de análisis	64
2.3.1. Métodos de análisis fisicoquímicos de la materia prima.	64
2.3.2. Componentes de calidad.	65
2.4. Análisis hiperespectral	66
2.4.1. Descripción del procedimiento.	67
2.5. Análisis Estadísticos de los Datos	83
III. RESULTADOS	84
3.2. Componentes fisicoquímicos pH, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez del ají limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>)	87

3.3. Componentes de calidad.....	91
3.4. Determinación del índice de reflectancia de carotenoides (CRI ₇₀₀).....	92
3.5. Correlación de las imágenes hiperespectrales con los parámetros fisicoquímicos y de calidad.....	94
3.6. Análisis de varianza de los grados de madurez con el índice de reflectancia de carotenoides (CRI ₇₀₀).....	104
IV. DISCUSIONES	105
4.1. Estudio de bandas espectrales de 6 muestras de ají limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>) en estado maduro mediante el uso de imagen hiperespectral.....	105
4.2. Componentes fisicoquímicos del ají limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>).....	106
4.3. Componentes de calidad.....	108
4.4. Determinación del índice de reflectancia de carotenoides	108
4.5. Correlación estadística	109
4.6. Análisis de varianza	110
V. CONCLUSIONES	111
VI. RECOMENDACIONES	113
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
VIII. ANEXOS	129

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.)	27
Figura 2 Estructuras de los siete tipos grupos terminales en los carotenoides	34
Figura 3 Licopeno	34
Figura 4 Ejemplo de tipos estructurales de carotenoides	35
Figura 5 Vector Eléctrico	40
Figura 6 Espectro Electromagnético	40
Figura 7 Imagen RGB	43
Figura 8 Construcción del Cubo Hiperespectral	46
Figura 9 Imagen Hiperespectral	46
Figura 10 Selección de las Bandas Capturadas con los Píxeles Correspondientes	47
Figura 11 Imagen Hiperespectral en su Longitud de Onda.....	47
Figura 12 Cubo Hiperespectral.....	51
Figura 13 Firma Espectral	52
Figura 14 Tipos de cámara	57
Figura 15 Correlación de Pearson	58
Figura 16 Muestras Representativas de Ají Limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	61
Figura 17 Lector de Placa Multipocillos Synergy HT Multi-Mode Microplate	66
Figura 18 Diagrama de Flujo.....	66
Figura 19 Muestras Recolectadas de Ají Limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.)	67
Figura 20 Selección de Nuestras 6 Muestras.....	69
Figura 21 Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L	69
Figura 22 Etapa Para la Selección de la Imagen Hiperespectral	70
Figura 23 Controles de Focalización y Calibración Activados y Desactivados.....	70

Figura 24 Gran hoja de enfoque	71
Figura 25 Campo de Visión del Espectrómetro Enfocado	71
Figura 26 Campo de Visión Maximizado en Nitidez	72
Figura 27 Pequeña Hoja de Enfoque	72
Figura 28 Hoja de Calibración de Relación de Aspecto.....	73
Figura 29 Barra de Herramientas	73
Figura 30 Calibrado de la Imagen Hyperespectral	74
Figura 31 Escaneo de la Imagen del Datacube.....	75
Figura 32 Ají Limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>) Escaneado.....	76
Figura 33 Ají Limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>) Escaneado.....	77
Figura 34 Selección de la Región de Interés (ROI) de una Muestra	77
Figura 35 Espectro Medio de la Muestra de Ají Limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>).....	78
Figura 36 Muestras en Bandeja Cubiertas con Film	79
Figura 37 Muestras Empacadas.....	80
Figura 38 Liofilizador Biobase.....	81
Figura 39 Variación de la Reflectancia en Función de las Bandas Espectrales	84
Figura 40 Comparación de Firmas Espectrales	86
Figura 41 Estimación de °Bx.....	88
Figura 42 Estimación de pH.....	89
Figura 43 Estimación de %AT	89
Figura 44 Estimación del Índice de Madurez.....	90
Figura 45 Componentes de Calidad	91
Figura 46 Índice de Reflectancia de Carotenoides	93
Figura 47 Correlación entre CRI ₇₀₀ y Solidos Solubles Totales.....	95
Figura 48 Correlación entre CRI ₇₀₀ y pH	97

Figura 49 Correlación entre CRI ₇₀₀ y %AT	99
Figura 50 Correlación entre CRI ₇₀₀ e I.M.....	101
Figura 51 Correlación entre CRI ₇₀₀ y carotenoides totales	103
Figura 52 Recolección de Muestras de Ají Limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>).....	243
Figura 53 Selección de Nuestras Muestras de Ají Limo (<i>Capsicum Chinense Jacq.</i>)	244
Figura 54 Seis Muestras de Ají Limo (<i>Capsicum chinense Jacq.</i>)	245
Figura 55 Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L	246
Figura 56 Guía de Compra de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L	247
Figura 57 Inducción del manejo de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L	248
Figura 58 Encendido del Sistema y Apertura del Programa SpectrononPro.....	248
Figura 59 Focalización de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L	249
Figura 60 Corrección y Calibración de Imagen	250
Figura 61 Elementos para Calibrar la Imagen.....	251
Figura 62 Escaneo y Almacenamiento del Datacube	252
Figura 63 Peso de Muestras de Ají Limo (<i>Capsicum Chinense Jacq.</i>).....	253
Figura 64 Peso de Muestras para el Análisis de % de Acidez Titulable	254
Figura 65 Acondicionamiento de las Muestras	255
Figura 66 Medición de % de Acidez Titulable.....	255
Figura 67 Medición de pH.....	256
Figura 68 Refractómetro Analógico Abbe C10.....	256
Figura 69 Medición de Sólidos Solubles Totales	257
Figura 70 Medidas de Sólidos Solubles Totales.....	257
Figura 71 Elementos para el Empaque	258
Figura 72 Equipos para la Liofilización	259

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Principales características de ajíes del Perú	26
Tabla 2 Composición en 100g de porción comestible.....	29
Tabla 3 Clasificación de los carotenoides	33
Tabla 4 Principales estructuras de carotenos y xantofilas	36
Tabla 5 Clasificación de radiación electromagnética	41
Tabla 6 Medida espectroquímica.....	42
Tabla 7 Ventajas y desventajas de la técnica de imágenes hiperespectrales	50
Tabla 8 Medidas de diferentes cámaras espectrales	57
Tabla 9 Muestras de ají limo (<i>Capsicum Chinense Jacq.</i>) maduro liofilizadas	82
Tabla 10 Análisis fisicoquímicos de seis muestras	87
Tabla 11 Determinación de componentes de calidad	91
Tabla 12 Índice de reflectancia de carotenoides (CRI ₇₀₀) de las seis muestras	92
Tabla 13 Correlación de CRI ₇₀₀ y Solidos Solubles Totales	94
Tabla 14 Correlación de CRI ₇₀₀ y pH.....	96
Tabla 15 Correlación de CRI ₇₀₀ y %AT	98
Tabla 16 Correlación de CRI ₇₀₀ e I.M.	100
Tabla 17 Correlación de CRI ₇₀₀ y Carotenoides Totales	102
Tabla 18 Análisis de varianza del grado de madurez y el índice de reflectancia de carotenoides (CRI ₇₀₀).....	104
Tabla 19 Datos espectrales del ají limo rojo oscuro (L ₁)	129

Tabla 20 Reflectancia del ají limo rojo oscuro (L_1)	131
Tabla 21 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo oscuro (L_1)	133
Tabla 22 Datos espectrales del ají limo rojo rubí (L_2).....	135
Tabla 23 Reflectancia del ají limo rojo rubí (L_2).....	137
Tabla 24 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo rubí (L_2)	139
Tabla 25 Datos espectrales del ají limo rojo escarlata (L_3)	141
Tabla 26 Reflectancia del ají limo rojo escarlata (L_3)	143
Tabla 27 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo escarlata (L_3).....	145
Tabla 28 Datos espectrales del ají limo rojo coral (L_4)	147
Tabla 29 Reflectancia del ají limo rojo coral (L_4)	148
Tabla 30 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo coral (L_4).....	150
Tabla 31 Datos espectrales del ají limo rojo tomate (L_5)	152
Tabla 32 Reflectancia del ají limo rojo tomate (L_5)	155
Tabla 33 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo tomate (L_5)	157
Tabla 34 Datos espectrales del ají limo rojo anaranjado (L_6).....	159
Tabla 35 Reflectancia del ají limo rojo anaranjado (L_6).....	161
Tabla 36 Promedio de la reflectancia y región 9 del ají limo rojo anaranjado (L_6)	163
Tabla 37 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo oscuro (L_1)	165
Tabla 38 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo rubí (L_2)	176
Tabla 39 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo escarlata (L_3).....	187
Tabla 40 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo coral (L_4).....	198
Tabla 41 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo tomate (L_5).....	209

Tabla 42 Absorbancias de la muestra liofilizada de ají limo rojo anaranjado (L ₆)	220
Tabla 43 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para limo rojo oscuro (L ₁)	231
Tabla 44 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para limo rojo rubí (L ₂)	232
Tabla 45 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para limo rojo escarlata (L ₃)..	233
Tabla 46 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para limo rojo coral (L ₄)	234
Tabla 47 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para limo rojo tomate (L ₅)	235
Tabla 48 Interpolando longitud de onda de 510 y 700 limo rojo anaranjado (L ₆)	236
tabla 49 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo oscuro (L ₁)	237
Tabla 50 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo rubí (L ₂)	238
Tabla 51 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo escarlata (L ₃)	239
Tabla 52 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo coral (L ₄)	240
Tabla 53 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo tomate (L ₅)	241
Tabla 54 Análisis de concentración de carotenoides totales de ají limo (<i>Capsicum</i> <i>Chinense Jacq.</i>) limo rojo anaranjado (L ₆)	242

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos espectrales obtenidos en el software spectrononpro.....	129
Anexo 2. Absorbancias obtenidas de las 6 muestras de ají limo (<i>Capsicum Chinense Jacq.</i>) para determinar la cuantificación de carotenoides y clorofila	165
Anexo 3. Interpolando longitud de onda para ají limo (<i>Capsicum Chinense Jacq.</i>)....	231
Anexo 4. Análisis de concentración de Carotenoides Totales	237
Anexo 5. Toma de muestras	243
Anexo 6. Análisis hiperespectral.....	246
Anexo 7. Escaneo de muestras	252
Anexo 8. Análisis fisicoquímicos.....	253
Anexo 9. Acondicionamiento de empaque	258
Anexo 10. Liofilizado	259

RESUMEN

El propósito de esta investigación, fue desarrollar un estudio del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides, utilizando imágenes hiperespectrales, sin necesidad de modificar o destruir las muestras. Se clasificaron las muestras para obtener las imágenes, utilizando una cámara Hiperespectral Resonon Pika L y digitalizadas mediante el software SpectrononPro. Realizando una corrección de imagen, teniendo en cuenta los efectos de iluminación, escaneo y almacenamiento de cubos de datos. Seleccionando las regiones de interés (ROI), extrayendo los datos espectrales de las muestras para la determinación del Índice de Reflectancia Carotenoides a 700 nm – CRI₇₀₀. Utilizando, muestras por duplicado para la obtención de los parámetros fisicoquímicos y los parámetros de calidad como es el contenido de carotenoides totales se determinó por espectrofotometría adaptado a un lector de placa multipocillos SynerHT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA). Los espectros de absorción de 200 µL de los extractos se adquirieron en el rango de 400-800 nm a intervalos de 1 nm. Los resultados fueron; en °Brix L₁=6.85 - L₆=3.60; en pH L₁=6.40 - L₆=5.65; en %AT L₁=0.26 - L₆=0.33 y finalmente en I.M. L₁=21.41 - L₆=11.25. Además del contenido de carotenoides totales (mg/g) en L₁=140.999 - L₆=24.722; siendo semejante con el Índice de reflectancia de carotenoides obteniendo un resultado en L₁=35.007 - L₆=17.554. Se evaluó estadísticamente, haciendo uso del software IBM SPSS Statistics versión 25 para su respectivo análisis de varianza. Al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ y carotenoides totales presentes en el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = 0.577$. Donde el coeficiente es positivo, y su relación es directa entre las variables.

Palabras claves: índice de carotenoides, técnica no destructiva, ají limo, imagen hiperespectral.

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a study of the chili pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) In a mature state, to determine its quality components expressed in carotenoid index, using hyperspectral images, without the need to modify or destroy the samples. The samples were classified to obtain the images, using a Hyperspectral Resonon Pika L camera and digitized using the SpectrononPro software. Performing an image correction, taking into account the effects of lighting, scanning and data cube storage. Selecting the regions of interest (ROI), extracting the spectral data of the samples for the determination of the Carotenoid Reflectance Index at 700 nm - CRI700. Using duplicate samples to obtain the physicochemical parameters and quality parameters, such as the total carotenoid content, it was determined by spectrophotometry adapted to a Synergy HT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA). The 200 μ L absorption spectra of the extracts were acquired in the 400-800 nm range at 1 nm intervals. The results were; in ° Brix L1 = 6.85 - L6 = 3.60; at pH L1 = 6.40 - L6 = 5.65; in% AT L1 = 0.26 - L6 = 0.33 and finally in I.M. L1 = 21.41 - L6 = 11.25. In addition to the content of total carotenoids (mg / g) in L1 = 140,999 - L6 = 24,722; being similar with the carotenoid reflectance index obtaining a result in L1 = 35.007 - L6 = 17.554. It was statistically evaluated, using the IBM SPSS Statistics version 25 software for its respective analysis of variance. When performing the correlation analysis, of CRI700 and total carotenoids present in the chili pepper (*Capsicum chinense* Jacq.), A correlation with Pearson of $r = 0.577$ was obtained. Where the coefficient is positive, and its relationship is direct between the variables.

Key words: carotenoid index, non-destructive technique, ají limo, hyperspectral image.

INTRODUCCIÓN

El ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), posee componentes bioactivos importantes como los capsaicinoides y antioxidantes, representando la capsaicina más del 90% de los capsaicinoides; sin embargo existe muy poca investigación científica publicada sobre los ajíes comerciales del Perú, en cuanto a grado de picor, valor nutritivo y antioxidantes; así mismo, los ajíes nativos son cultivados por pequeños agricultores bajo sistemas tradicionales de agricultura en pequeños huertos, y chacras donde son utilizados para autoconsumo o vendido en mercados locales con diversos nombres comunes o populares, estos ajíes presentan propiedades (compuestos aromáticos y pungencia) y características (sabor, aroma, forma y color) que pueden ser apreciadas en ámbitos como la gastronomía, medicina, agroindustria, entre otros (Espinoza, 2017).

Este ají se cultiva solo en huertos a pequeña escala, por lo que no se ha estudiado su composición química, presenta una amplia gama de colores debido a la variación en la concentración de pigmentos, principalmente carotenos. Estos ajíes sufren un gran cambio de color durante la maduración, debido a la variación en la concentración de pigmentos, lo que determina que en los frutos verdes existan principalmente clorofilas, mientras que, en los frutos rojos, se encuentran en mayor concentración los carotenoides (Figuerola *et al.*, 2015). Los antioxidantes pueden bloquear los radicales libres que modifican el colesterol malo, reduciendo así el riesgo cardiovascular. Por otro lado, los bajos niveles de antioxidantes pueden constituir un factor de riesgo para ciertos tipos de cáncer. Los antioxidantes presentes en algunos alimentos, ayudan a no envejecer antes de lo debido y protegen contra diversos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Es por ello que se plantea realizar la determinación de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales ya que, durante los últimos años, estas técnicas se han explorado en el ámbito de la inspección, de productos agroalimentarios, examinando su potencial como herramienta de inspección (detección de contaminantes,

identificación de defectos, estimación de la composición analítica, determinación de atributos de calidad) (ElMasry, Sun, Professor Da Wen, 2010). Las Imágenes hiperespectrales, o espectroscopia de imagen, combinan el poder de la imagen digital y la espectroscopia. Este enfoque analítico permite la identificación espacial y la determinación cuantitativa de las especies químicas en una muestra (Mundaca, 2016). Por lo tanto, se plantea evaluar los índices de carotenoides en estado maduro del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*), utilizando el análisis mediante imágenes hiperespectrales, por presentar ventajas sobre los métodos tradicionales requiriendo una preparación mínima de la muestra, en donde no existe destrucción de la muestra, y que permite la visualización simultánea de la distribución espacial de diferentes parámetros de calidad y/o componentes químicos (ElMasry *et al.*, 2010). Se logró con satisfacción, los siguientes objetivos.

Objetivo general

Estudiar el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales.

Objetivos específicos

- Estudiar las seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) mediante el método hiperespectral.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos, tales como; sólidos solubles totales, pH y acidez.
- Determinar los parámetros de calidad como; carotenoides totales de las muestras en estudio.
- Correlacionar las imágenes hiperespectrales con los parámetros fisicoquímicos y de calidad en las seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*).
- Realizar el análisis de varianza, mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

I. ANTECEDENTES Y BASE TEÓRICA

1.1. Antecedentes

El estudio realizado titulado; Ajíes Peruanos Sazón Para El Mundo, indica que, el ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se trata de un grupo muy variable cuyos frutos, de menor tamaño que los del ají amarillo, adoptan formas esféricas, alargadas o redondeadas, a veces caprichosas. Muy aromático, de picor pronunciado y agradable. Colores: rojo, amarillo, verde, blanco y morado (Valderrama y Ugás, 2009).

El Catálogo De Ajíes (*Capsicum Spp.*), nos menciona que el Perú es el país con más diversidad nativa de *Capsicum* cultivado en el mundo. En los mercados locales no es raro encontrar variedades de las cinco especies domesticadas (*C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* L., *C. frutescens* L. y *C. pubescens*), correspondiendo a cuatro ajíes y el rocoto, mientras que en otros países comúnmente se encuentran variedades de dos o tres especies cultivadas. El proyecto “Rescate y promoción de ajíes nativos en su centro de origen” ha estudiado la diversidad de los ajíes peruanos con la finalidad de incrementar su uso en cadenas de alto valor de *Capsicum*, lo que eventualmente ayudará a mejorar los ingresos de los pequeños agricultores por medio del cultivo de ajíes nativos. El “Catálogo de ajíes (*Capsicum spp.*) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA - Perú” resume los resultados de estudios agromorfológicos y bioquímicos hechos para un grupo de 35 accesiones de las 39 promisorias identificadas en el curso de este proyecto (Libreros, Zonneveld, Petz, Meckelmann, Ríos, Peña, Amaya y Ramírez, 2013) (Catálogo de ajíes (*Capsicum spp.*) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA-Perú.*et al.*, 2013).

El libro de Ajíes Nativos Peruanos: Caracterización Agro-Morfolofica, Quimico-Nutricional Y Sensorial (Rojas *et al.*, 2016), nos menciona que el género *Capsicum*, que agrupa a los ajíes, pimientos y rocotos, comprende alrededor de 38 especies en base a sus características morfológicas. Sólo cinco de ellas han sido domesticadas por el hombre (*Capsicum anniuum*, *C.*

baccatum, *C. chinense*, *C. frutescens*, y *C. pubescens*), las cuales están disponibles comercialmente en el Perú.

El ají es originario del Alto Perú, la primera evidencia de su uso en territorio peruano fue encontrada en la cueva de Guitarrero-Ancash (10 000-9 000 a.C). Las culturas paracas, chavín, mochica y nazca lo usaban como condimento, ofrenda a dioses e incluso como arma de tortura. Más adelante, los Incas emplearían un manojo de seis ajíes secos como mercancía de intercambio (el “Rantii”).

Gracias a su amplia gama de color, aroma, sabor y picor; las especies *Capsicum* se han posicionado como ingrediente bandera de nuestra gastronomía. Así, por ejemplo, encontramos al ají limo (*C. chinense*) en nuestro ceviche.

Yeager (2001), afirma que los carotenoides ayudan a mantener sano el corazón al impedir que el peligroso colesterol lipoproteínico de baja densidad (o LDL por sus siglas en inglés) se oxide y se adhiera a las paredes de las arterias. Los estudios científicos demuestran que las personas que consumen altos niveles de carotenoides presentan menor riesgo de sufrir enfermedades cardíacas que quienes no los consumen.

Chuah *et al.*, (2008), Topuz y Ozdemir, (2007) afirman que el chile (*Capsicum*) es uno de los cultivos más importantes para el consumo humano, debido a que es una buena fuente de diversos fitoquímicos, incluyendo vitaminas A y C, compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides, entre otros.

1.2. Base teórica

1.2.1. *Capsicum*: Aspectos generales

El género *Capsicum* es originario de América, teniendo su centro de origen en la parte sur central de Bolivia, de donde se expandió a las zonas tropicales, subtropicales y templadas, para luego migrar a los Andes y tierras bajas de la Amazonía. Diversos procesos de especiación y radiación permitieron la formación de nuevas especies y la sobrevivencia de las mismas en estos nuevos ecosistemas (Mac Leod *et al.*, 1982 citado por Nuez *et al.*, 1996). El género *Capsicum* presenta más de 25 especies, de las cuales cinco son cultivadas: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. *C. pubescens* se originó en las tierras altas andinas, *C. baccatum* se originó en las zonas relativamente secas del sur centro de Bolivia y regiones adyacentes y *C. annuum* se originó en hábitats más húmedos de las tierras bajas tropicales de América del Sur y Central. El complejo *annuum* fue domesticado al menos dos veces, un tipo *C. annuum* en México y *C. chinense* y *C. frutescens* en la Amazonía (Nuez, Gil y Costa, 1996).

Los *Capsicum*, cuyo nombre científico deriva del griego, según unos autores de kapso (picar) y según otros de kapsakes (cápsula), presentan una taxonomía compleja y esto se debe a la gran variabilidad de formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Nuez *et al.*, 1996).

Según el ITIS (2012), los *Capsicum* se clasifican de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Capsicum* L.

1.2.1.1. Características principales del género Capsicum.

Los *Capsicum* son plantas anuales, que presentan tallos erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro. Las hojas son planas, simples y de forma lanceolada u ovoide alargada. Las flores son perfectas, se forman en las axilas de las ramas, son de color blanco y a veces púrpura. El sistema radicular llega a profundidades de 30-60 cm, y lateralmente se extiende hasta unos 30-50 cm del eje, pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm. La altura promedio de la planta es de 60 cm, pero este varía según el cultivar del cual se trate. El fruto se define como una baya, que presenta diferentes colores y formas según la variedad. De interior hueco, presenta de dos a cuatro costillas que dividen el interior del fruto, estas costillas sirven también de sostén de las semillas, que generalmente son de color amarillo pálido, salvo *C. pubescens* que posee semillas de color negro (Nuez *et al.*, 1996).

1.2.1.2. Usos de los Capsicum.

Los *Capsicum* son usados en diferentes ámbitos.

1.2.1.2.1. En la alimentación.

El género *Capsicum* provee muchas especies y variedades usadas en alimentos populares en la cocina de muchas partes del mundo (Loayza y Di Fabio, 2001). Los tipos picantes se usan en fresco (sean verdes o maduros), en encurtidos, secos (enteros o convertidos en polvo) o como salsa industrializada. Los tipos dulces (no picantes) son utilizados en verde como una hortaliza, pero también se consumen maduros, frescos, encurtidos, asados y cocinados de múltiples formas, secos, en polvo o en conserva (Nuez *et al.*, 1996).

1.2.1.2.2. En la agroindustria.

Se utilizan las oleorresinas de *Capsicum*, extractos de naturaleza oleosa, que proporcionan compuestos aromáticos, pungentes y carotenoides, obtenidos de la extracción de los ajíes deshidratados con solventes orgánicos (hexano, acetato de etilo o acetona), pero además existen otros trabajos empleando bajas temperaturas usando dióxido de carbono supercrítico (ScCO_2)

que muestran resultados más satisfactorios en cuanto a pureza, integridad de los carotenoides y concentración de los mismos en la oleorresina obtenida. Las oleorresinas de *Capsicum* están compuestas en su mayoría por la capsaicina, dihidrocapsaicina, capsantina y capsorrubina; las dos primeras son responsables del principio térmico o pungencia y las otras dos de la coloración naranja o rojiza de los frutos, y en menor medida de compuestos volátiles, debido a la pérdida producida al momento de la extracción (Restrepo, 2006).

Las oleorresinas de *Capsicum* picantes, se extraen mayormente de variedades de *C. annuum* y se usan como aditivos en la industria cárnica, embutidos, cerdo ahumado, sopas deshidratadas, salsas, bebidas gaseosas y variedades de snack (Loayza y Di Fabio, 2001).

1.2.1.2.3. En la ganadería.

El *Capsicum* es usado en la elaboración de alimentos de pollos y gallinas ponedoras, con el fin de dar pigmentación en la carne y las yemas de los huevos (Loayza y Di Fabio, 2001). En la veterinaria los ajíes picantes se han utilizado como estimulante sexual en las gallinas (Nuez *et al.*, 1996).

1.2.1.2.4. En la medicina.

Los ajíes son usados para aliviar problemas como malestares de la tos, resfriados, la bronquitis, el asma y para la garganta irritada y congestionada, empleándolos en forma de gárgaras o infusiones de ajíes macerados o de hojas de la planta (Morton 1981, citado por Long-Solís, 1986). En polvo se usan para tratar picaduras de insectos, eliminar los efectos de la sarna y piojos. Se usa también para tratar la laxitud y el desmayo producido por las grandes alturas (soroche), frotando ají colorado tostado sobre la frente. El ají también mejora la producción de bilis, siendo de gran provecho para personas estreñidas. Quita el dolor de oído causado por el frío o por el viento y elimina el dolor de muelas. En forma de emplastos y parches combate malestares reumáticos y musculares. Las semillas se usan como analgésicos en muelas cariadas (Cabieses, 2000).

1.2.1.2.5. *En la defensa personal.*

Existen “aerosoles de pimienta” (“pepper spray” en inglés), que son usados por policías y civiles que desean tener algún elemento para defenderse ante una situación de riesgo. Estos aerosoles contienen capsaicina, en una concentración de aproximadamente 15 por ciento. En contacto con el rostro, la víctima sufre un profundo ardor en los ojos y dificultad para respirar (Cedrón, 2013).

1.2.1.2.6. *En la agricultura.*

Existen insecticidas formulados con concentraciones de capsaicina que tienen un fuerte efecto fumigante y repelente sobre plagas especialmente picadoras-chupadoras. Tenemos el Bioxter, concentrado de ajíes (500,000 grados Scoville), como un producto natural utilizado en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (SEAGRO, 2013), y el Capsialil, extracto de *Capsicum spp.* (434,0 g/L) y *Alium sativum* (542,0 g/L), utilizado como repelente e irritante biológico de insectos, también utilizado en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Integrado de cultivos (MIC) (Villanueva *et al.*, 2016).

1.2.1.2.7. *En rituales religiosos y mágicos.*

El ají desempeñó un importante papel en ceremonias religiosas y en la cultura de muchos pueblos americanos (Nuez *et al.*, 1996). En la cultura peruana la connotación mágico-religiosa que adquirió este fruto desde tiempos remotos se mantiene hasta la actualidad. Los paqu o curanderos de los Andes lo emplean hasta el día de hoy en sus rituales adivinatorios y para sahumar a las personas que han sido poseídas por algún alma (Valderrama y Ugás, 2009). Así también, se preserva en la cultura mexicana, desde épocas prehispánicas, en las regiones aisladas del sur del país en donde todavía se realizan ceremonias dando ofrendas a los dioses o los santos cristianos para pedir una buena cosecha o la protección de sus cultivos, invocando a los espíritus de las semillas del ají (Long, 2011).

1.2.1.3. Clasificación de los ajíes del Perú.

Los *Capsicum* en el Perú se dividen en dos grupos.

1.2.1.3.1. Los dulces o no picantes.

Conocidos comúnmente como pimientos, en donde encontramos al pimiento morrón (*Capsicum annuum*), piquillo (*Capsicum annuum*) y páprika (*Capsicum annuum*). El pimiento páprika es el más cultivado a nivel nacional y junto con el piquillo son principalmente exportados (Valderrama y Ugás, 2009).

1.2.1.3.2. Los picantes.

En donde encontramos toda la gama de ajíes nativos, considerando el rocoto y al ají denominado “dulce”. El Perú es el país con la mayor diversidad de ajíes cultivados del mundo, los cuales se encuentran frecuentemente en huertos, chacras, mercados y restaurantes.

Estos ajíes se agrupan de la siguiente manera (Ugás y Mendoza, 2012).

Ajíes de la costa norte y el norte chico.

Se encuentran en climas áridos y son manejados con riego: cerezo redondo y cónico (*C. annuum*), cacho de cabra (*C. baccatum*), verde (*C. baccatum*), limo (*C. chinense*), mochero (*C. chinense*), arnaucho (*C. chinense*), miscucho (*C. chinense*) y bola (*C. chinense*) (Ugás y Mendoza, 2012).

Ajíes costeños de producción intensiva.

Se encuentran en clima árido y son manejados con riego: escabeche (*C. baccatum*), pacaie (*C. baccatum*), y panca (*C. chinense*) (Ugás y Mendoza, 2012).

Ajíes amazónicos.

Se encuentran en climas tropicales húmedos: ayuyo (*C. baccatum*), challuaruro (*C. baccatum*), charapitas y charapones (*C. baccatum*), dulce (*C. chinense*), pucunucho (*C. chinense*), malagueta o pipí de mono (*C. frutescens*) (Ugás y Mendoza, 2012).

Ajíes andinos.

Se encuentran en la sierra abrigada y en la selva alta, son manejados con lluvia y riego: rocoto (*C. pubescens*), rocoto de huerta (*C. pubescens*) y rocoto de la selva (*C. pubescens*) (Ugás y Mendoza, 2012).

Otros ajíes.

Se encuentran creciendo en todo el país exceptuando las alturas más frías: cevichero, chico, chuncho, colorado, común, de montaña, de suegra, especial, inguiri, macusari, ojo de pescado, paringo, pipi de mono costeño (*C. annuum*), regional, shiushín, trueno, uña de gavilán, entre otros (Ugás y Mendoza, 2012).

Tabla 1*Principales Características de Ajíes del Perú*

Nombre común	Nombre científico	Regiones	Diversidad	Observaciones
Cerezos	<i>C. annuum</i>	Lambayeque	Media	Rojo intenso. Pueden ser redondos o cónicos.
Verde, largo	<i>C. baccatum</i>	Tumbes y Piura	Baja	Verde suave. Largo o muy largo, el ají verde claro y largo se comercializa inmaduro. Es el ají más común en estas regiones norteñas.
Limos (incluyendo paringo, miscucho, bola, picante, etc.)	<i>C. chinense</i>	Costa norte	Muy alta	Blanco, verde, morado, amarillo, anaranjado, rojo. El grupo de ajíes más variado del Perú.
Mochero	<i>C. chinense</i>	La Libertad	Baja	Amarillo intenso. De planta pequeña y muy productiva.
Panca, especial, negro, rojo	<i>C. chinense</i>	Costa principalmente central y sur	Media	Color sangre o casi negro, es el principal ají deshidratado del Perú.
Cacho de cabra	<i>C. baccatum</i>	Costa norte	Baja	Rojo intenso, también llamado uña de gavián.
Escabeche	<i>C. baccatum</i>	Costa	Alta	Anaranjado, el principal ají del Perú.
Arnaucho	<i>C. chinense</i>	Norte chico de Lima	Media	Morado, rojo, tipo trompo o globoso.

Nota. El punto del ají 1 y 2. Ugás y Mendoza (2012).

1.3. Ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.)

Sus frutos de un picor dulce precisamente. Miden de 1 a 12 cm de longitud, pueden adoptar formas esféricas o alargadas. Pueden ser de colores rojo intenso, anaranjado, amarillo o marrón cuando alcanza la madurez (<https://peruvianchili.com/es/product-item/otros-ajies-peruanos/>).

Figura 1

Ají limo (Capsicum chinense Jacq.)



Nota. Variedades de ají limo. Elaboración propia (2018).

Esta especie es también originaria del nuevo mundo, específicamente de la Amazonía, aunque el taxonomista francés que le diera el nombre en 1776, adquirió las semillas en China. Esta especie parece ser la más cultivada y más ampliamente distribuida en Sudamérica. Fruto carnoso firme, de tamaño y color variable y son extremadamente pungentes; semillas de color pajizo. Ejemplos para Perú incluyen al ají charapita, limo, arnaucho, mochero y panca (<https://peruvianchili.com/es/product-item/otros-ajies-peruanos/>).

1.3.1. Cosecha.

En el Perú, esta especie es cultivada en costa, sierra y Amazonía hasta los 1500 msnm, en zonas de clima húmedo y cálido, bajo temperaturas que oscilan entre 18 y 24 °C (<https://peruvianchili.com/es/product-item/otros-ajies-peruanos/>).

1.3.2. Usos.

Alimento: Por tener un sabor picante el fruto es utilizado como condimento en diversas salsas y encurtidos, así como en la preparación de platillos como el ceviche de pescado o mariscos, choritos a la chalaca, sudados, tiraditos y otros más (<https://peruvianchili.com/es/product-item/otros-ajies-peruanos/>).

1.3.3. Demanda.

Como parte del estudio de mercado de Perú, se aplicó una encuesta a 205 hogares de Lima, cuyo resultado sugiere las variedades compradas y consumidas regularmente son básicamente cuatro: el ají amarillo (*Capsicum baccatum*), rocoto (*Capsicum pubescens*), el ají panca y el ají limo (variedades que pertenecen a la especie *Capsicum chinense*) del consumidor limeño promedio.

En el año 2010, se exportaron a Estados Unidos (mayor importador de estos productos en el mundo), a México, Chile y Brasil, en total 455 toneladas de ají. Sin embargo, a nivel mundial, la demanda por ajíes y pimientos ha aumentado en las últimas décadas (Arias, 2011). Según FAOSTAT (2011), Perú produjo en el 2010, el 4.4% de la producción mundial de ajíes y pimientos, exportando casi un tercio de esta cantidad a los Estados Unidos, seguido por México, Chile y Brasil.

Los ajíes tienen potencial para la comercialización sobre todo a través de la diferenciación de productos. Esta característica está justificada por el aumento de interés y la demanda por parte de los consumidores, por el rango de empresas que lo están requiriendo como materia prima en sus procesos, y por el incremento en la demanda a nivel mundial en las últimas décadas, convirtiendo a las especies y variedades de ajíes, en una de las especias más utilizadas a nivel mundial (Mubarik, 2006).

1.3.4. Clasificación.

Nombres comunes: limos (paringo, miscucho, bola, picante, etc.)

Nombre científico: *Capsicum chinense* Jacq.

Regiones: Costa norte

Diversidad: Muy alta

Observaciones: Blanco, verde, morado, amarillo, anaranjado, rojo. Protagonista principal de la cocina del norte, es el ají más variado del Perú. No existe uno sino muchos limos (Ugás y Mendoza, 2012).

1.3.5. Composición nutricional.

Tabla 2

Composición en 100g de Porción Comestible

Componentes	Porción Comestible en Gramos
Capsaicinoides mg/100 g	1.0-1 726.2
Vitamina E mg/100 g	0.2-33.3
Capacidad Antioxidante mmol/100 g	2.0-9.2
Flavonoides mg/100 g	1.3-27.0
Quercetina mg/100 g	1.3-22.6
Azúcar g/100 g	8.4-39.5
Grasa g/100 g	2.2-23.1

Nota. Libreros Dimary, Zonneveld Maarten van, Petz Michael, Meckelmann Sven W., Ríos Llerme, Peña Karla, Amaya Karen y Ramírez Marleni. (2013). Tomado de Catálogo de ajíes (*Capsicum spp.*) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA - Perú

1.4. Antioxidante

Un antioxidante, es toda sustancia que retrasa o previene el deterioro, daño o destrucción provocados por una oxidación, los radicales libres actúan mediante oxidación. La oxidación siempre deteriora la cosa que oxida, aunque a menudo resulte muy útil, pues, de hecho, es la fuente misma de toda nuestra energía y, en consecuencia, nuestros cuerpos no podrían funcionar sin ella. Pero en otros casos, como cuando los radicales libres provocan un daño celular durante

los procesos de enfermedad, está lejos de ser útil y, naturalmente, debemos intentar hacer algo para detenerla. Es aquí donde entran los antioxidantes (Youngson, 2003).

Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar o interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente: membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular (Camps, 2010).

Un radical libre es considerado como un agente oxidante, y se genera cuando una molécula pierde un electrón, quedando de esta manera con un electrón desapareado, lo cual provoca inestabilidad en la molécula o átomo. Esta molécula tratará de estabilizarse de nuevo buscando un electrón. La formación de radicales libres en los sistemas humanos es muy problemático, debido a que muchas moléculas de nuestro cuerpo participan en las funciones fisiológicas normales del organismo. Muchas de las moléculas que se encuentran en contacto con los radicales libres terminan siendo destruidas o dañadas (Cox, 2001).

Al igual que todos los chiles (*Capsicum spp.*), se cultivan también como una fuente de nutrientes como carbohidratos, azúcares, calcio, magnesio, β -caroteno, ácido ascórbico, tocoferoles, las vitaminas A, C y E, y numerosos compuestos bioactivos no nutritivos como carotenoides y capsaicinoides, los cuales presentan actividad antioxidante importante (Antonious *et al.*, 2006).

Los chiles fuertes (picantes) contienen varios tipos de antioxidantes y su contenido aumenta a lo largo de su maduración. La luteolina, es el antioxidante principal del chile, seguido de la capsaicina y de la quercetina. Estos compuestos previenen algunos cánceres y enfermedades cardiovasculares (Delecroix, 2016).

1.4.1. Carotenoides.

Los carotenoides, son colorantes de orígenes naturales muy extendidos, no sólo en las plantas sino también en las bacterias, hongos, levaduras, algas y animales invertebrados. Se encuentran universalmente en los cloroplastos de todas las plantas y algas superiores. Los carotenoides se encuentran en todos los alimentos de origen vegetal. En general, mientras mayor sea la intensidad del color, mayor será el contenido de carotenoides (Arándiga y Díaz, 2008).

Los carotenoides están presentes junto con la clorofila en los cloroplastos, pero también pueden estar presentes en otros cromoplastos. El β -caroteno (provitamina A) y otros carotenoides en parte se convierten en vitamina A (Krinsky y Johnson, 2005).

Los carotenoides son tetraterpenoides (terpenoides con 40 átomos de carbono). En las primeras etapas de la biosíntesis de carotenoides, el primer C_5 para continuar la prolongación de la cadena experimenta adiciones de unidades de C_5 , produciendo en secuencia componentes C_{10} , C_{15} , y C_{20} . La dimerización del último produce el fitoeno, el primer carotenoide C_{40} , vía una reacción de condensación (Arándiga y Díaz, 2008).

El α - y β -caroteno constituyen alrededor del 90% del contenido de carotenoides totales, el resto son δ -carotenos, γ -carotenos, fitoflueno, fitoeno, licopeno, neurosporeno y α - y β -zeacarotenos (Ong y Choo, 1997). El carotenoide de mayor importancia en las plantas es el β -caroteno y la luteína en las hojas, es la xantofila la más importante. De las especies de carotenos asociadas a los chiles (del género *Capsicum*) se encuentran a la Capsantina ($C_{40}H_{58}O_3$) y a la Capsorubina ($C_{40}H_{60}O_4$) (Howard, 2001).

El color rojo, se debe a los pigmentos capsantina y capsorrubina, que están presentes exclusivamente en el género *Capsicum*, siendo sus precursores los pigmentos de color amarillo zeaxantina, violaxantina, anteraxantina, β -criptoxantina, β -caroteno y capsoluteína. Según el

estado de madurez la capsantina corresponde a cerca del 30 – 60% de los carotenoides totales en frutos completamente maduros (Bekker, Uichenco, Glushenkova, 2001; Deli *et al.*, 2001).

Existen 750 carotenoides diferentes que han sido aislados de las fuentes naturales. De éstos, alrededor de 500 se han caracterizado satisfactoriamente (Arándiga y Díaz, 2008).

1.4.1.1. Clasificación de los carotenoides.

Los carotenoides pueden clasificarse como carotenos si sólo están formados por átomos de carbono e hidrógeno (hidrocarburos) (Lock, 1997); estos son de cadenas lineales o cíclicas de polienos que presentan una coloración rojiza o anaranjada y algunos son precursores de la vitamina A (Castro y Murcia, 2013); y como xantófilas, si contienen alguna función oxigenada; estos son carotenos con grupos funcionales de hidroxilo y oxígeno, que dotan una coloración amarilla, actuando como protector a la radiación solar (Ruiz, 2009); Están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, cumpliendo dos funciones principalmente: en la fotosíntesis, y como materia colorante en las flores y los frutos, en los que aparecen mayormente como colores amarillos en los primeros, y naranja o rojizo en los segundos (Lock, 1997).

Tabla 3*Clasificación de los Carotenoides*

Carotenoides	
Carotenos	Xantofilas
α -caroteno	Flavoxantina
β -caroteno	Luteína
γ -caroteno	Criptoxantina
Licopeno	Rubixantina
Annatto	Violaxantina
Bixina	Rodoxantina
Norbixina	Crianaxantina
Paparjka	Zeaxantina
β -apo-8'-carotenal	Astaxantina
β -apo-8'-carotenico	

Nota. Arándiga y Díaz (2008).

El color verde del chile es debido a la clorofila y carotenoides típicos de los cloroplastos (Marín *et al.*, 2004). El color amarillo-anaranjado es formado por el α - y β -caroteno, zeaxantina, luteína y β -criptoxantina (Howard, 2001). El color rojo es debido a la presencia de pigmentos de carotenoides de capsantina, capsorubina y capsantina 5,6 -epóxido. Por lo tanto, los diferentes colores de los chiles pueden deberse a los diferentes niveles de estos compuestos. Dado que estos compuestos tienen funciones antioxidantes, los diferentes estados de madurez del chile pueden tener diferente actividad antioxidante (Sun *et al.*, 2007). El fruto de chile maduro (rojo, anaranjado, amarillo) presenta mayores contenidos de carotenoides que los frutos inmaduros (verde) (Matsufuji, Ishikawa, Nunomura, Chino, Takeda, 2007).

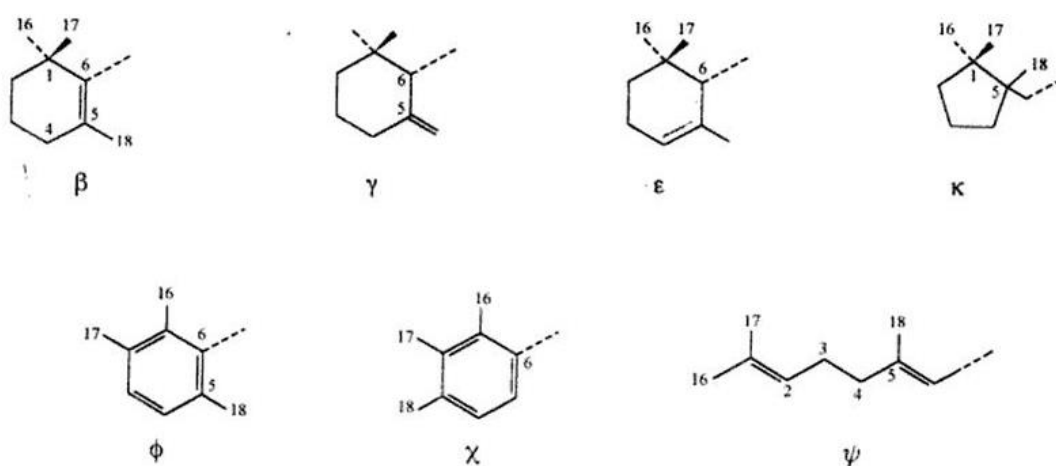
1.4.1.2. Estructura.

La estructura base de los carotenoides es el licopeno (Figura 2), consiste en una cadena larga de 8 unidades de isopreno (C_{40}) dando un sistema conjugado de dobles enlaces el cual es el

grupo cromóforo responsable del color. La ciclación del licopeno en un extremo conduce al γ -caroteno, mientras que la ciclación en ambos extremos produce el β -caroteno. Otros isómeros del β -caroteno (α y ϵ -caroteno) sólo difieren en la posición de los dobles enlaces en las unidades cíclicas terminales. Para sistematizar la nomenclatura se utilizan letras griegas, que describen a los dos grupos terminales de la cadena insaturada base (Commission on Biochemical Nomenclature, 1971) (Figura 2) (Lock, 1997).

Figura 2

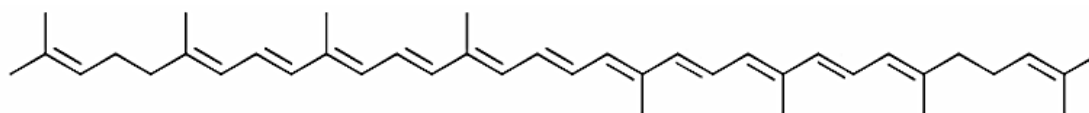
Estructuras de los siete tipos grupos terminales en los carotenoides



Nota. Recuperado de Lock (1997).

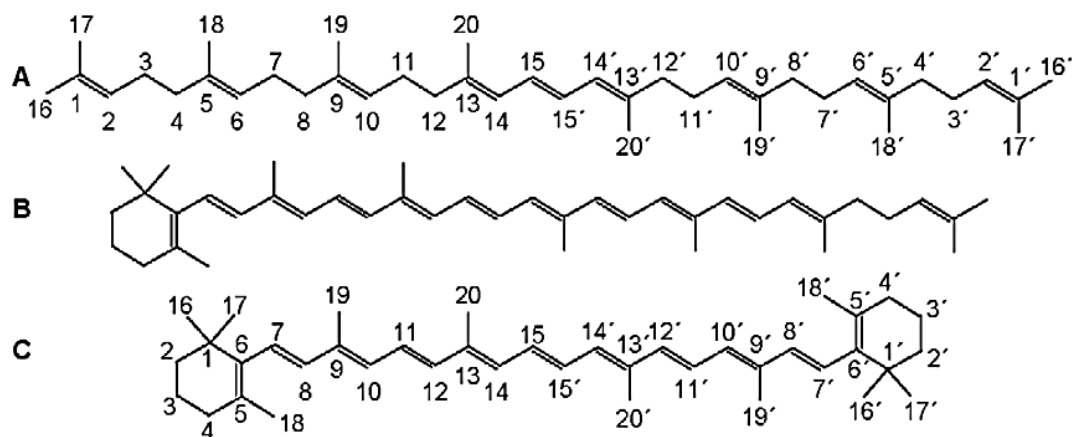
Figura 3

Licopeno



Nota. Los carotenoides, ya sean carotenos o xantofilas, pueden ser acíclicos, monocíclicos o bicíclicos (Figura 3).

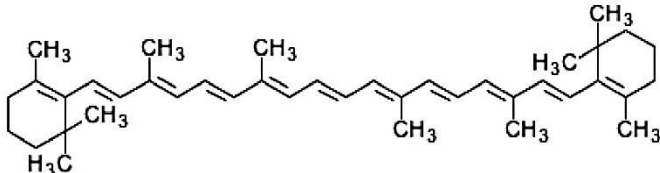
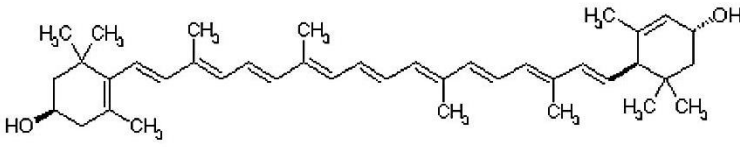
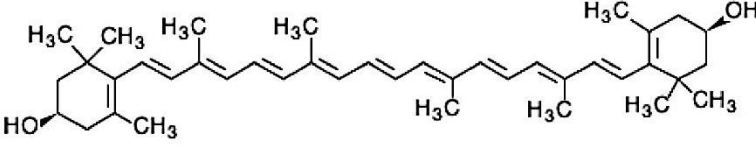
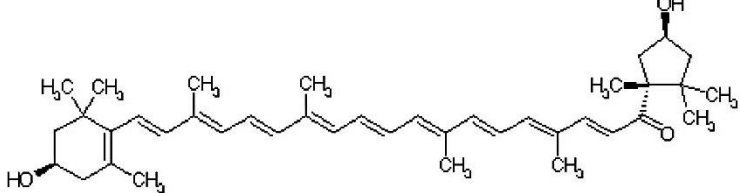
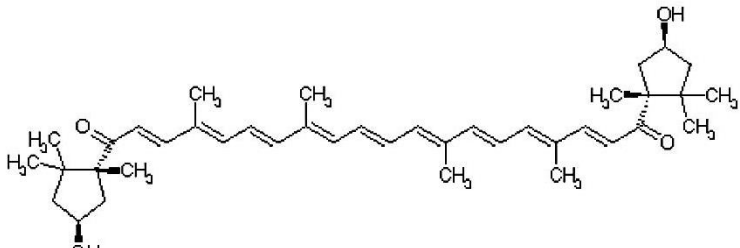
La ciclación ocurre en uno o ambos extremos de la molécula formando anillos β - o anillos. Recuperado de Gross (1987); Britton (1998); Fraser y Bramley (2004).

Figura 4*Ejemplo de tipos estructurales de carotenoides*

Nota. A: Estructura de caroteno lineal, correspondiente al fitoeno. B: Estructura de caroteno monocíclico, correspondiente al γ -caroteno. C: Estructura de caroteno bicíclico, correspondiente al β -caroteno. Se indica en las estructuras del fitoeno (A) y el β -caroteno (C) el sistema de numeración de carbonos empleado en la nomenclatura de los carotenoides. Recuperado de Gross, (1987); Britton (1998); Fraser y Bramley (2004).

Tabla 4

Principales Estructuras de Carotenos y Xantofilas Presentes en el Pericarpio de chile

Estructura	Nombre
	β-caroteno
	Luteína
	Zeaxantina
	Capsantina
	Capsorubina

Nota. Webhttp://www.genome.jp/kegg-bin/highligh_pathway?scale=1.0&map=map00906&keyword=carotene

1.4.1.3. Propiedades generales de los carotenoides.

1.4.1.3.1. Propiedades físicas.

Debido a su naturaleza, los carotenoides son solubles en disolventes apolares y su grado de solubilidad dependerá de los grupos sustituyentes de la molécula, propiedad que se utiliza para los procesos de extracción y purificación de los mismos. Los carotenos son preferiblemente más solubles en éter de petróleo y hexano, mientras que las xantofilas se solubilizan en metanol o etanol. En general los carotenoides son sensibles a la luz, oxígeno, calor, ácidos y peróxidos (Begoña *et al.*, 2001).

1.4.1.3.2. Propiedades espectroscópicas.

Por poseer un extenso sistema de dobles enlaces conjugados suelen ser sustancias coloreadas. Un cromóforo con siete o más dobles enlaces posee la capacidad de absorber radiación en la región ultravioleta visible y por consecuencia la absorción de colores que van desde el amarillo al rojo, y gran variedad de tonos naranja. Como en el ζ -caroteno, el cual es amarillo suave. El fitoflueno con cinco enlaces dobles es incoloro. El color se acentúa a medida que se extiende el sistema conjugado, así el licopeno es rojo. La ciclación causa algún impedimento, por tanto, el β -caroteno y el γ -caroteno son de color naranja y rojo-naranja respectivamente, aunque tienen el mismo número de enlaces dobles conjugados que el licopeno (once). La intensidad y matiz de los colores en los alimentos dependen de cuales carotenoides están presentes, sus concentraciones y estado físico (Rodríguez, 1999).

El sistema de los dobles enlaces conjugados constituye el absorbente de luz del cromóforo que confiere a los carotenoides su atractivo color, y proporciona el espectro de absorción en el visible que sirve como base para su identificación y cuantificación. El color permite al analista monitorizar los diferentes pasos analíticos de los carotenoides. La pérdida o cambio de color en cualquier momento durante el análisis nos da una inmediata indicación de degradación o modificación estructural (Arándiga y Díaz, 2008).

El espectro visible de los carotenoides es bastante característico en el rango de 400 a 500 nm. Se observa un máximo alrededor de 450 nm y generalmente se aprecian dos máximos u hombros a cada lado (Martínez, 2003). Para un carotenoide específico dado, las posiciones de las bandas de máxima absorción están en función del número de dobles enlaces conjugados presentes en la molécula (Hurst, 2002).

1.4.1.3.3. Propiedades químicas.

Oxidación; Estos pigmentos se oxidan fácilmente debido a sus numerosos dobles enlaces conjugados. Estas reacciones hacen que los alimentos pierdan el color de los carotenoides (Fenema, Parkin, Damodaran, 2000).

Reducción; La adición de un electrón a la molécula de carotenoide produce un radical aniónico (Fenema *et al.*, 2000).

Actividad antioxidante; Los carotenos poseen una importante capacidad antioxidante ya que interaccionan con el oxígeno. En presencia de oxígeno molecular, fotosensibilizadores y luz, se puede producir oxígeno singulete que es una especie del oxígeno altamente reactiva. Es sabido que los carotenoides fijan el oxígeno singulete y, por tanto, protegen de la lesión oxidativa celular (Fenema *et al.*, 2000).

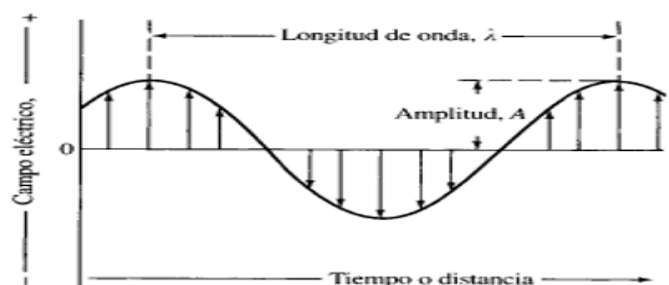
Isomerización cis-trans; Los enlaces dobles conjugados de los carotenoides existen en configuración cis –trans. Las reacciones de isomerización se inducen con facilidad por tratamientos térmicos, exposición a disolventes orgánicos, contacto con algunas superficies activas por un tiempo prolongado, tratamientos con ácidos, someter a iluminación sus disoluciones (especialmente si está presente el yodo) (Fenema *et al.*, 2000).

1.5. Análisis Hiperespectral

El análisis de imágenes hiperespectrales es el estudio de la interacción entre la materia y la energía electromagnética. Los átomos y moléculas pueden pasar a un estado activado durante un corto periodo de tiempo regresando luego a su estado fundamental, este análisis integra espectroscopia e imagen suministrando información espectral y física de una muestra (Aligbe *et al.*, 2013). Estas imágenes se obtienen de manera remota o local a través de sensores que hacen uso de cientos de bandas espectrales contiguas y discretas (Chang, 2007). Este análisis provee a muchos campos de investigación una técnica no destructiva, tal es el caso de la agricultura donde existe un creciente interés por la evaluación de la calidad de productos agroalimentarios y salud de los cultivos (Dale *et al.*, 2013).

1.5.1. Espectro electromagnético.

Se llama espectro electromagnético al conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas ordenadas por orden de frecuencia o de longitud de onda. La zona del espectro electromagnético en la que es sensible el ojo humano se llama luz visible. El ojo humano es sensible a las radiaciones electro-magnéticas comprendidas entre 7×10^{-7} m (700 nm) y 4×10^{-7} m (400 nm). Las radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda ligeramente inferiores a las de la luz visible se denominan rayos ultravioletas. Con longitudes de onda aún más inferiores que los rayos ultravioletas están los rayos X y los rayos gamma (γ). Por el otro lado de la zona de la luz visible están los rayos infrarrojos, que tienen una longitud de onda ligeramente superior a la de la luz visible (Andrés *et al.*, 2008). En su mayoría las propiedades de la radiación electromagnética se explican adecuadamente con un modelo clásico de onda sinusoidal que utiliza parámetros como la longitud de onda, la frecuencia, la velocidad y la amplitud. En la figura 5 se muestra una representación en dos dimensiones del vector eléctrico que es el responsable de los fenómenos de transmisión, la reflexión, la refracción y la absorción (Avid Gonzalez, Vargas Cuentas, 2013).

Figura 5*Vector Eléctrico*

Nota. Recuperado de Avid *et al.* (2013).

La radiación electromagnética tiene propiedades fundamentales y su comportamiento se da manera predecible de acuerdo a la teoría de ondas. Se puede definir según la siguiente ecuación:

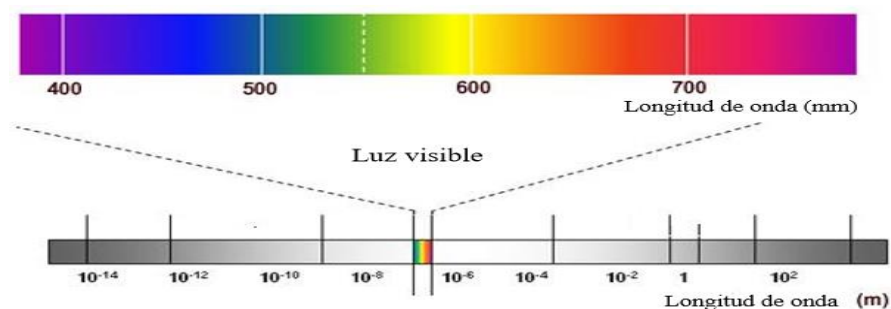
$$C = \lambda f \quad (1)$$

Donde:

C = Velocidad de la Luz.

λ = Longitud de onda

f = Frecuencia

Figura 6*Espectro Electromagnético*

Nota. Recuperado de Avid *et al.* (2013).

La tabla 5 muestra el espectro electromagnético que abarca un intervalo de longitud de onda, en dicha tabla se puede apreciar que la región visible del ojo humano es muy pequeña con respecto a otras regiones espectrales.

Tabla 5*Clasificación de Radiación Electromagnética*

Banda	Longitud de onda (m)
Rayos gamma	$<10 \times 10^{-12} \text{m}$
Rayos X	$<10 \times 10^{-9} \text{m}$
Ultravioleta extremo	$<200 \times 10^{-9} \text{m}$
Ultravioleta cercano	$<380 \times 10^{-9} \text{m}$
Luz visible	$<780 \times 10^{-9} \text{m}$
Infrarrojo cercano	$<2,5 \times 10^{-6} \text{m}$
Infrarrojo medio	$<50 \times 10^{-6} \text{m}$
Infrarrojo lejano	$<1 \times 10^{-3} \text{m}$
Microondas	10^{-2}m
Ultra alta frecuencia-Radio	$<1 \text{m}$
Muy alta frecuencia-Radio	$<10 \text{m}$
Onda corta-Radio	$<180 \text{m}$
Onda media-Radio	$<650 \text{m}$
Onda larga-Radio	$<10 \times 10^3 \text{m}$
Muy baja frecuencia-Radio	$>10 \times 10^3 \text{m}$

Nota. Skoog *et al.* (2001).

1.5.1.1. Espectro visible

El rango visible se encuentra por encima del espectro infrarrojo en el rango de frecuencia, y este rango con una longitud de onda entre 380 nm y 760 nm es detectada por el ojo humano, se percibe como luz visible y permite excitar el ojo identificando formas y colores, excita la capa interna del ojo en donde se encuentra los bastones y los conos que son células sensoriales que reaccionan de forma distinta a la luz y a los colores, luego de un proceso fisiológico esta estimulación permite al ojo humano extraer características de su alrededor (Skoog, Holler, Nieman, 2001).

1.5.1.2. Aspectos cuantitativos de las medidas espectroquímicas

El método basado en la absorción requiere de la Potencia radiante, P , que es la energía de un haz de radiación que alcanza un área dada por segundo. En los instrumentos de la actualidad, la potencia radiante se determina por un detector de radiación que convierte la energía radiante en una señal eléctrica S , según la siguiente ecuación (Skoog *et al.*, 2001).

$$S = kp \quad (2)$$

Donde:

k es una constante del medio.

Este método de absorción requiere dos medidas de potencia: P_0 que es el haz incidente del medio y la Potencia radiante P . Ver Tabla 6.

Tabla 6

Medida Espectroquímica

Clase	Medida de la Potencia radiante	Relación con la concertación	Tipo de métodos.
Absorción	Incidente, P_0 , y transmitida, P .	$-\log = \frac{P}{P_0}$	Absorción atómica y molecular.

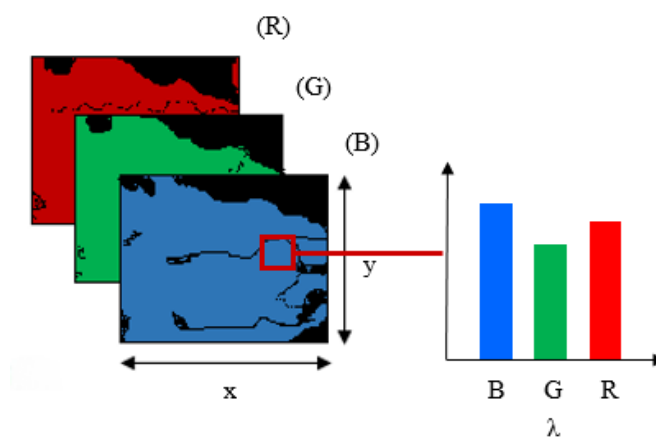
Nota. Skoog *et al.* (2001).

1.5.2. Imagen RGB.

RGB (Red-Green-Blue)- Rojo-Verde-Azul. Sistema para representar los colores que se usan en una pantalla de computadora. El rojo, verde y el azul pueden ser combinados, en diferentes proporciones, para obtener cualquier color en el espectro visible (Clark *et al.*, 2003).

Figura 7

Imagen RGB



Nota. Recuperado de Adolfsson Karim (2006).

1.5.3. Sistema de visión hiperespectral.

Los sistemas hiperespectrales de imagen surgen del campo de investigación del sensado remoto mediante sensores multi e hiperespectrales para la observación de la Tierra (Lillesand *et al.*, 2004; Goetz *et al.*, 1985), expandiéndose rápidamente su uso a otros campos de la ciencia de lo más diversos como la tecnología alimentaria (Park, Hung, Kim, 2002; Kim *et al.*, 2001) o la agricultura de precisión (Erives y Fitzgerald, 2005; Mirick *et al.*, 2006; Yang *et al.*, 2002). El empleo de este tipo de sistemas para la detección de daños en fruta ha experimentado un importante incremento en los últimos años.

1.5.3.1.Imagen.

La definición de imagen puede estar contenida dentro de la representación; “en cierto sentido los términos ‘imagen’ y ‘representación’ tienen el mismo significado; lo que hemos dicho en otro lugar del segundo puede valer también para el primero” (Ferrater Mora, 2004). Se nos remite a la definición de representación, la cual a su vez se presenta como un término bastante amplio en la posibilidad de sus sentidos. Ferrater Mora, (2004), lo explica como un vocablo general que puede referirse a diversos tipos de aprehensión y percepción de un objeto.

1.5.3.2.Imagen Multiespectral.

Una imagen multiespectral es la que captura datos de imágenes dentro de rangos de longitud de onda específicos a través del espectro electromagnético. Las longitudes de onda pueden estar separadas por filtros o mediante el uso de instrumentos sensibles a longitudes de onda particulares, incluida la luz de frecuencias más allá del rango de luz visible, como infrarrojo y ultravioleta (Schowengerdt, 2007). La imagen multispectral divide la luz en un pequeño número (normalmente de 3 a 15) de bandas espectrales. La obtención de imágenes hiperespectrales es un caso especial de imágenes espectrales donde a menudo hay cientos de bandas espectrales contiguas (Schowengerdt, 2007).

1.5.3.3. Imagen Hiperespectral.

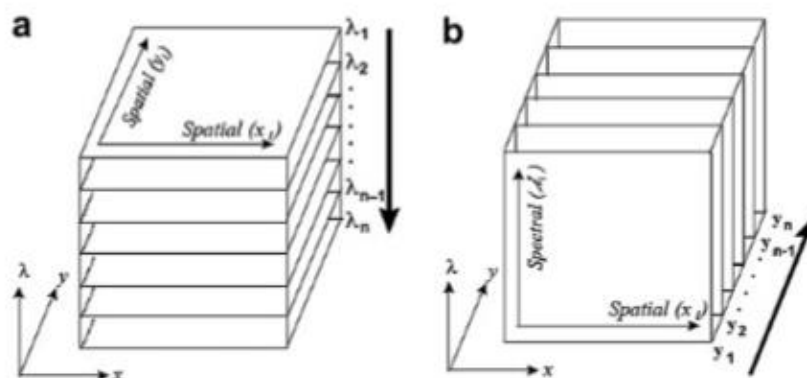
La visión hiperespectral o también denominada espectroscopia de imagen es la combinación de características del procesamiento de imágenes y la espectrografía, que hace referencia a la medición, análisis e interpretación de los espectros ilustrados en un determinado escenario (Goetz, 1985). Esta técnica espectroscópica realiza la medición de un amplio rango de estrechas longitudes de ondas en posiciones tridimensionales, de esta manera muestra la interacción de la radiación electromagnética con la materia, lo que permite obtener una base de información espacial y espectral, es decir, un espectro por cada píxel (Diago *et al.*, 2014). La imagen extraída mediante sensores hiperespectrales está representada en forma de cubo de datos, que son

adquiridas en una gran cantidad de canales espectrales muy cercanos entre sí, obteniendo por cada porción de píxel, una firma espectral o «huella dactilar» (González, 2012), (Landgrebe, 2002).

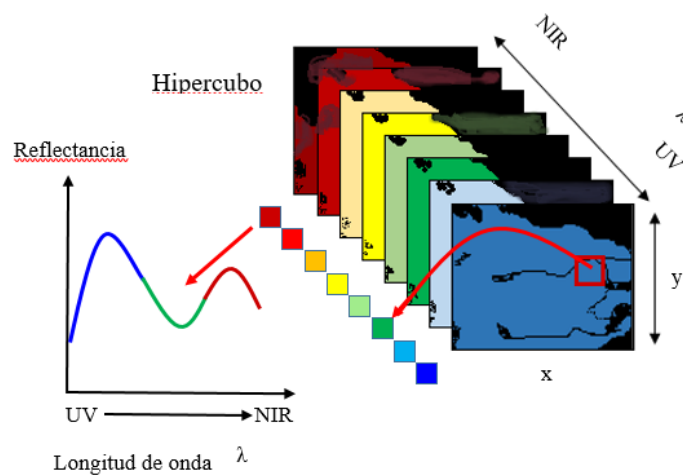
La imagen hiperespectral es una poderosa técnica que combina información de distribución espacial y de la composición química. Los principales retos de la visión hiperespectral es el manejo y análisis de esas grandes y complejas bases de datos para la extracción de la información relevante contenida en ellas (Fernández *et al.*, 2010). El punto de partida para ello lo constituyen los métodos de pre-procesado de espectros (normalización, suavizado, centrado, diferenciación, etc.) y análisis multivariante (técnicas de correlación, análisis de componentes principales, análisis discriminantes, etc.) aplicados tradicionalmente a la espectroscopia (Gowen *et al.*, 2007); en el caso de la visión hiperespectral estos procedimientos pueden aplicarse a toda la imagen o a sub-poblaciones de píxeles representativos de la variabilidad de las muestras.

La imagen hiperespectral recoge y procesa la información de todo el espectro electromagnético. Están conformadas por un mayor número de bandas y éstas siempre son adyacentes (Ruiz, 2016). Puesto que la capacidad que poseen para albergar información viene determinada por el ancho de banda (esto es, el rango de frecuencias utilizadas).

Existen dos enfoques para la construcción de imágenes hiperespectrales, es decir, la generación del cubo hiperespectral. En la Figura 7 (a) la generación del cubo es mediante un escaneo a través de la longitud de onda, y en (b) es un escaneo espacial línea por línea a lo largo del eje y referido en la figura (Barreto, 2015).

Figura 8*Construcción del Cubo Hiperespectral*

Nota. (a) Escaneo longitudinal, (b) Escaneo. Recuperado de Barreto (2015).

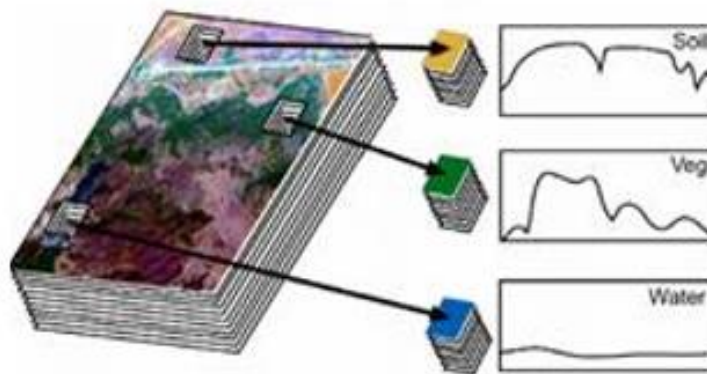
Figura 9*Imagen Hiperespectral*

Nota. Recuperado de Adolfsson (2006).

Las imágenes hiperespectrales proporcionan una oportunidad para el análisis de imagen más detallada. Ver Figura 10.

Figura 10

Selección de las Bandas Capturadas con los Píxeles Correspondientes

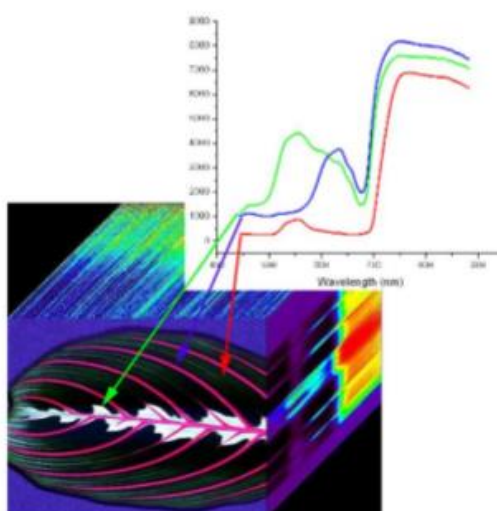


Nota. Recuperado de Resonon Inc. (2014).

La imagen hiperespectral se refiere a la creación de una imagen digital, la cual contiene un alto espectro de resolución (color). Cada píxel de la imagen representa una línea de intensidad de luz entrante en función de la longitud de onda (Ruiz, 2016). En la Figura 11, cada flecha verde, azul y roja representan un espectro para tres píxeles distintos.

Figura 11

Imagen Hiperespectral en su Longitud de Onda.



Nota. Recuperado de Resonon Inc. (2014).

El análisis de imágenes hiperespectrales integra espectroscopia e imagen suministrando información espectral y física de una muestra, estas imágenes se obtienen de manera remota o local a través de sensores que hacen uso de cientos de bandas espectrales contiguas y discretas (Chang, 2007). Este análisis provee a muchos campos de investigación una técnica no destructiva, tal es el caso de la agricultura donde existe un creciente interés por la evaluación de la calidad de productos agroalimentarios y salud de los cultivos (Dale *et al.*, 2013).

A través de estas imágenes es posible hacer un estudio espectroscópico para inferir características químicas a partir de la absorción de la energía por parte de la materia, cuando la frecuencia de luz incidente es igual a la frecuencia de vibración natural de la molécula se produce una transferencia de energía que causa un cambio en la amplitud de la vibración molecular y absorbe la radiación siguiendo la ley de Lambert-Beer que relaciona la concentración del medio absorbente con la absorción de la radiación. (Market Parnis *et al.*, 2013).

La reflectancia (R) es el factor de medición del sensor hiperespectral que capta el haz de luz reflejado por la muestra y se relaciona con la absorbancia, dichos valores son utilizados para hallar el Índice de Reflectancia de carotenoide a 700 nm (CRI₇₀₀) que mide la presencia de carotenoides en una muestra (Karlidag, 2009).

$$A = -\ln(R) \quad (3)$$

Estos valores de reflectancia son usados para encontrar el índice de Reflectancia de carotenoides (CRI₇₀₀) la cual mide la presencia de carotenoides, que es un pigmento hidrosoluble que hace que el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) tenga apariencia visualmente rojiza o anaranjada de acuerdo a su madurez.

El costo de la adquisición de imágenes hiperespectrales para el uso de la agricultura es particularmente alto, existen en cultivos específicos y en climas específicos, el uso de teledetección hiperespectral es cada vez mayor, utilizado para supervisar el desarrollo y la salud de los cultivos. También se utilizan los datos hiperespectrales para detectar la composición química de las plantas, que se puede utilizar para determinar el estado de los nutrientes, así como otras propiedades que se desean evaluar.

Una imagen hiperespectral es una imagen que tiene varias bandas espectrales de información a través de un rango en el espectro electromagnético. Los sensores hiperespectrales miran a los objetos usando un amplio espectro electromagnético. Las imágenes hiperespectrales proveen información espectral y espacial de la materia.

1.5.3.3.1. Ventajas y desventajas de la técnica de imágenes hiperespectrales.

Según Wu y Sun (2013), las principales ventajas y desventajas del uso de la técnica de imágenes hiperespectrales y análisis de imágenes en la industria agroalimentaria, en relación a los métodos tradicionales son los que se detallan en la Tabla 7.

Tabla 7

Ventajas y Desventajas de la Aplicación de la Técnica de Imágenes Hiperespectrales a la Industria Alimentaria

Ventajas	Desventajas
Evaluación libre de químicos.	Necesidad de calibración precisa y modelos robustos.
Mínima preparación de la muestra.	Alto costo de compra de los sistemas hiperespectrales.
Ahorro de mano de obra, tiempo, reactivo, tratamientos de residuos.	Menores límites de detección en comparación a los métodos de análisis químicos.
No invasión, ni destrucción de la muestra.	Requerimiento de una gran velocidad del hardware para mejorar la adquisición y el análisis de datos.
Aplicaciones para análisis cualitativos y cuantitativos.	Admite muestras de un determinado diámetro.
Delimitación múltiple de diferentes componentes dentro de una muestra en forma simultánea.	Efecto de calentamiento, debido a la luz emitida durante el proceso de obtención de las imágenes: este es potenciado por el espectro de absorción del agua.
Análisis relativamente rápido.	Se tiene que colocar muestra por muestra.
Visualización simultánea de la distribución espacial de diferentes parámetros de calidad.	Limitada penetración de la luz.
Almacena abundante información para la evaluación de la calidad y seguridad alimentaria.	

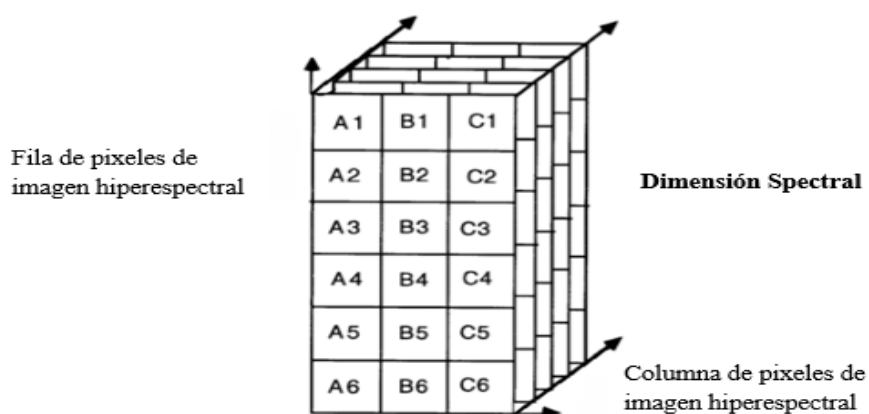
Nota. Barbedo, Tibola y Fernandes (2015); Fernandes *et al.* (2015); Xiong, Sun, Zeng y Xie (2014).

1.5.4. Cubo hiperespectral.

La imagen hiperespectral se interpreta como un cubo de información espacial y espectral de una muestra, donde cada pixel de cada plano de dicho cubo se traduce a un valor cuantitativo de reflectancia como resultado de la interacción de la materia y la luz irradiada en diferentes longitudes de ondas. Ver Figura 12.

Figura 12

Cubo Hiperespectral

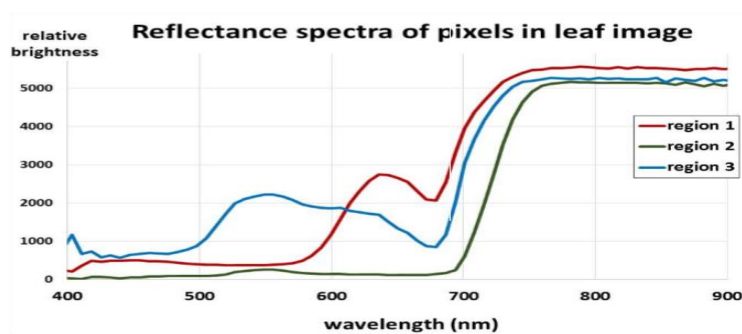


Nota. Recuperado de Kruse (1996).

1.5.5. Firma espectral.

Firma espectral se llama a las diferentes formas de como la naturaleza, de los materiales reflejan, absorben o transmiten la radiación electromagnética a diferentes longitudes de onda.

La Figura 13 muestra un ejemplo de una firma espectral.

Figura 13*Firma Espectral*

Nota. Recuperado de Manual Resonon I. (2016).

Las Imágenes hiperespectrales, o espectroscopia de imagen, combinan el poder de la imagen digital y la espectroscopia. Este enfoque analítico permite la identificación espacial y la determinación cuantitativa de las especies químicas en una muestra. Gracias a la combinación de espectroscopia con imágenes macroscópicas se puede obtener en una sola medición características espaciales y espectrales de la materia de manera inmediata Manual Resonon I. (2016).

Para cada píxel en una imagen hiperespectral, una cámara adquiere la intensidad de la luz reflejada (radiación) para un gran número de bandas espectrales contiguas. Mediante la imagen hiperespectral es posible obtener información espacial y espectral con gran facilidad. De este modo cada píxel de la imagen contiene un espectro continuo (en la luminosidad o reflectancia) y se puede utilizar para caracterizar los objetos en la escena con gran precisión y detalle (W.H.A.M. van den Broek et al.,1996). Las imágenes hiperespectrales proporcionan información más detallada sobre la escena en comparación con una cámara de color RGB, que sólo adquiere tres canales espectrales diferentes que corresponde a los visuales colores primarios rojo verde y azul. Por lo tanto, conducen a una capacidad mejorada para clasificar los objetos en la escena basada en sus propiedades espectrales (W.H.A.M. van den Broek et al.,1996).

Los recientes estudios en el diseño de sensores y procesamiento de velocidad han despejado el camino para una amplia gama de aplicaciones que emplean imágenes hiperespectrales, que van desde la tele observación por satélite, detección de objetivos militares para el control industrial de calidad y aplicaciones de laboratorio en la medicina y biofísica (W.H.A.M. van den Broek *et al.*, 1996). Las cámaras tradicionales proporcionan 3 bandas de información por cada imagen (Rojo, Azul, Verde), en una imagen hiperespectral el número de bandas empleadas para representar una escena aumenta muy considerablemente (W.H.A.M. van den Broek *et al.*, 1996).

1.5.6. Índices espectrales.

1.5.6.1. Índices de Vegetación.

Los índices de vegetación, o índices verdes, son transformaciones que implican efectuar una combinación matemática entre los niveles digitales almacenados en dos o más bandas espectrales de la misma imagen (Esperanza y Zerda, 2002).

El desarrollo de estos índices obedeció a la observación de la consistencia de la respuesta a la reflectancia de la luz roja e infrarroja de la vegetación verde: a mayor cantidad de clorofila, mayor absorción de la luz incidente roja; a mayor volumen foliar, mayor reflectancia de la luz infrarroja cercana. Considerando que pueden existir otras coberturas con alta reflectancia en el infrarrojo, u otras con alta absorción en el rojo, el empleo de solo una banda puede conducir a errores. Sin embargo, solo la vegetación viva produce invariablemente ambas respuestas, de modo que, si se calcula el cociente de la reflectancia infrarroja por la roja, o su diferencia, como la primera siempre aumenta conforme la segunda disminuye, el cociente (o diferencia) será mayor cuanta más vegetación haya, por el efecto aditivo que una mayor abundancia de vegetación produce (Towers, 2002).

1.5.6.1.1. Composición y aplicaciones.

La observación remota de las cubiertas vegetales puede apoyarse en el gran contraste cromático que presenta la vegetación vigorosa entre las distintas bandas del espectro, y singularmente entre la visible (alta absorción, baja reflectividad) y el NIR (baja absorción, alta reflectividad). De ahí que podemos enunciar, como principio genérico, que cuanto mayor sea el contraste entre esas dos bandas, mayor será la cobertura vegetal y/o el vigor de la vegetación y más clara su discriminación frente a otros tipos de cobertura. Este comportamiento espectral teórico de las coberturas vegetales ha sido la base para obtener una serie de índices de vegetación, que se basan precisamente en el contraste entre las bandas R y NIR del espectro. Se construyen a partir de la combinación de esas dos bandas, cuando disponemos de una imagen multiespectral. Muy variados en su desarrollo, todos ellos tienden a presentar en forma más nítida las características de la vegetación, facilitando su aislamiento de otras coberturas y la detección de su estado vital (Bannari, *et al.*, 1995; Curran, 1981; Myneni *et al.*, 1997; Sellers 1989; Chuvieco, 2008).

Los índices de vegetación se aplican en análisis cuali o cuantitativos. Empleados cualitativamente, permiten determinar rápidamente el estado relativo de la vegetación en una zona. Como una gran variedad de factores afecta directamente la producción de biomasa, los índices pueden emplearse para determinar la influencia de dichos factores en una zona o momento. Así, pueden usarse para determinar el efecto sobre la biomasa de sequías, anegamientos, incendios, desmontes, granizo, plagas, o deficiencias nutricionales (Towers, 2002).

1.5.6.1.2. Carotenoid reflectance index - CRI_{700}

Índice de Reflectancia de Carotenoides, se determina mediante la ecuación que Spectronon usa para cada HVI (índices de vegetación hiperespectral):

$$CRI_{700} = \frac{1}{\rho_{510}} - \frac{1}{\rho_{700}} \quad (4)$$

Según Gitelson (2002), para la estimación del contenido de carotenoides, se diseñó y usó el índice CRI, que representa la diferencia entre la reflectancia recíproca a 510 nm, donde tanto los carotenoides como la clorofila afectan la reflectancia, y en 550 o 700 nm, donde solo la clorofila afecta la reflectancia:

$$CRI_{550} = (R_{510})^{-1} - (R_{550})^{-1}$$

$$CRI_{700} = (R_{510})^{-1} - (R_{700})^{-1}$$

1.6. Análisis de la imagen hiperespectral

El análisis de la imagen se inicia con la calibración del equipo, utilizando las hojas de enfoque, ver Anexo 6, para enfocar el objetivo y utilizando la hoja de calibración de relación de aspecto para establecer la velocidad del escenario y la velocidad de cuadros de la imagen (Manual Resonon I., 2016).

1.6.1. Resonon Pika L

Las imágenes bidimensionales se construyen traduciendo la muestra relativa a la cámara. Esto se logra típicamente colocando la muestra en una etapa de traducción lineal.

Los espectrómetros de imágenes Pika L de Resonon son instrumentos digitales compactos de alta fidelidad para aplicaciones industriales y científicas.

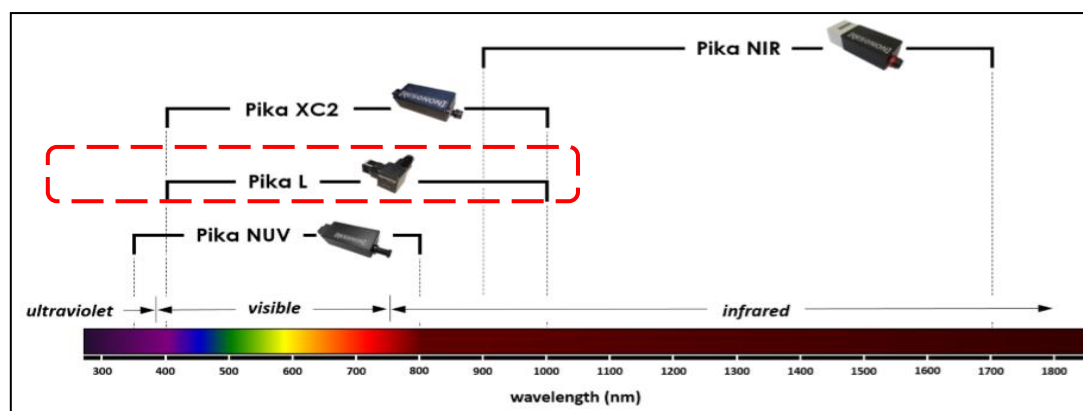
El resultado de la adquisición de la imagen es el hipercubo 3D, el cubo de datos 3D generado, luego se formulan imágenes de barrido, imágenes de barrido o imágenes fijas (Liu, Yu, y MacGregor, 2007). La corrección de la imagen requiere obtener una imagen de corriente oscura (dark-current image) (D) y una referencia blanca de imagen (white reference Image) (W). Se adquiere una imagen de referencia blanca (99% de reflectancia) a partir de una referencia blanca mosaico y una imagen oscura (0% de reflectancia) se obtiene apagando la luz y cubriendo completamente la lente con su tapa negra opaca para que no haya reflectancia. Estas dos

imágenes de referencias las utilizan luego para corregir las imágenes hiperespectrales adquiridas (P) a obtener, la imagen de reflectancia relativa (P') calculada por:

$$\forall P_{ij} \in I(x,y,l): P'_{ij} = (P_{ij} - D_{ij}) / (W_{ij} - D_{ij}) \times 100 \quad (5)$$

Donde P_{ij} es el valor de píxel en la posición (i, j) en la imagen de muestra $I(x, y, l)$ en todas las longitudes de onda (l), P'_{ij} es el valor de píxel en la imagen corregida, D_{ij} es el valor de píxel en la imagen de referencia oscura, y W_{ij} es el valor de píxel en la imagen de referencia blanca. Cada valor del píxel en la imagen corregida final se multiplicó por 100 para obtener la reflectancia relativa en porcentaje de 0% a 100% (Kamruzamman, Nakauchi y ElMasry, 2015).

El proceso de segmentación de imágenes se define como la extracción de objetos importantes (llamada ROI) de una imagen de entrada. La segmentación es el primer paso crítico en el procesamiento de imágenes hiperespectrales. Es útil considerar un grupo de píxeles dentro de la imagen. Las herramientas de ROI habilitan esta capacidad y proporcionan un número de opciones, la herramienta ROI se usa a menudo en la clasificación de diferentes objetos dentro de una imagen hiperespectral.

Figura 14*Tipos de cámara**Nota.* Manual Resonon I. (2016).**Tabla 8***Medidas de Diferentes Cámaras Espectrales*

	Rango Espectral (nm)	Canales Espectrales	Resolución Espectral (nm)	Píxeles Espacial
Pika L	400-1000	185	3.2	850
Pika XC2	400-1000	450	1.3	1500
Pika NIR	900-1700	164	4.9	320
Pika NUV	350-800	184	2.5	1600

Nota. Manual Resonon I. (2016).

En la imagen y el cuadro anterior se muestra los tipos de cámaras juntamente con el rango que alcanzan cada una, que son usadas para obtener las imágenes hiperespectrales. Lo cual usamos la Pika L de Resonon ya que son instrumentos digitales compactos de alta fidelidad para aplicaciones industriales y científicas y es óptima para poder realizar nuestro estudio.

1.7. Correlación de Pearson

Es una medida estadística de la fuerza de una relación lineal entre datos apareados, en una muestra es denotado por r cuyo valor varía entre -1 y 1. Valores positivos de r indican una correlación lineal positiva, valores negativos indican una correlación lineal negativa y un valor de 0 indica ninguna correlación lineal. La Figura 31, muestra la correlación de Pearson.

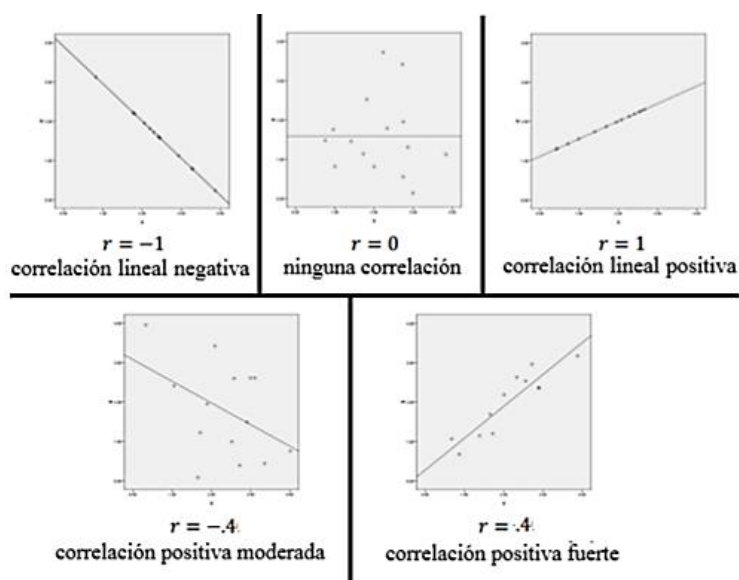
La finalidad de la correlación es examinar la dirección y la fuerza de la asociación entre dos variables cuantitativas. Así conoceremos la intensidad de la relación entre ellas y si, al aumentar el valor de una variable, aumenta o disminuye el valor de la otra variable (Laguna, 2014).

- Si $r > 0$ la relación entre las variables es directa
- Si $r < 0$ la relación entre las variables es inversa
- Si $r = 0$ las variables son independientes. (Batanero y Díaz, 2008).

Además, el coeficiente de correlación r es siempre un número real comprendido entre -1 y 1.

Figura 15

Correlación de Pearson



Nota. Mundaca (2016).

Se tiene dos matrices binarias [$m \times 1$]:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix} \quad (6)$$

Se toma los pares (x_i, y_i) y se grafica en el plano cartesiano como se muestra.

La pendiente de la línea tendencial lineal de dichos puntos, es el coeficiente de correlación según se muestra en la ecuación 12 que puede tomar valores de $-1 < r < 1$.

$$r = \frac{\frac{\sum_{i=1}^m (x_i \times y_i)}{m} - \bar{X} \times \bar{Y}}{S_x \times S_y} \quad (7)$$

Donde:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m} \quad ; \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m} \quad (8)$$

\bar{X} : Promedio de valores de matriz X.

\bar{Y} : Promedio de valores de matriz Y.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m x_i^2}{m} - \bar{X}^2} \quad ; \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m y_i^2}{m} - \bar{Y}^2} \quad (9)$$

Donde:

S_x : Desviación estándar de variables de X.

S_y : Desviación estándar de variables de Y.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de ejecución

La investigación se realizó en los siguientes laboratorios.

- Laboratorio de físico-química de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias (FIQIA) de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, donde se realizaron las asesorías correspondientes para la investigación.
- Taller de laboratorio de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, donde se realizó la toma de la imagen utilizando la cámara Hiperespectral Resonon Pika L, el procesamiento de las imágenes utilizando el software Spectronon Pro. Además, se realizaron los análisis de pH, acidez titulable, sólidos totales e índice de madurez.
- Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, donde se realizó el liofilizado de las muestras utilizando el equipo Liofilizador BioBase y determinación de carotenoides totales y clorofila, por espectrofotometría adaptado a un lector de placa multipocillos Synergy HT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA).
- Laboratorio de Investigación Scientific Analyst & Consultant, Lima, donde se realizó el procesamiento de los datos de los espectros de absorción de deconvolución para separar, identificar y separar los picos usando una línea base lineal, suavizado FFT y un modelo de Gauss PeakFit v.4.12 software (Systat Software, Inc., USA). Para determinar el contenido de carotenoides y clorofila.

2.2. Materiales, reactivos, instrumentos y equipos

2.2.1. Materia prima.

Ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) seis (6) muestras representativas en estado maduro, seleccionadas en forma aleatoria, obtenidas por duplicado, procedente de Ferreñafe Lambayeque – Perú. Con un peso promedio de 9,5g. Como se muestra en la Figura 15, representados como:

L1: Limo rojo oscuro

L2: Limo rojo rubí

L3: Limo rojo escarlata

L4: Limo rojo coral

L5: Limo rojo tomate

L6: Limo rojo anaranjado

Figura 16

*Muestras Representativas de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

2.2.2. Materiales.

- Morteros
- Papel filtro
- Matraces de 250ml, 500 ml
- Fiolas de 100ml, 250 ml
- Buretas de 50 ml
- Embudo de vidrio
- Vasos de precipitación de 250 ml, 500 ml
- Cuchillos de acero inoxidable
- Gel refrigerante no tóxico Ice Pack
- Tubos eppendorf
- Tubos de ensayo graduada para centrifuga y tubos de fondo plano

2.2.3. Reactivos.

- Hidróxido de sodio 0.1N
- Fenolftaleína 1%
- Metanol al 100%
- Agua destilada

2.2.4. Instrumentos.

- pHmetro

Marca HI 98128

Rango 2.00 – 16.00pH

Precisión ± 0.05 pH

- Refractómetro Analógico

Marca Abbe C10

Rango 0,0 - 95,0% ,1,3000 - 1,7000 nD

Precisión $\pm 0,0003$ nD, $\pm 0,15\%$

- Balanza analítica

Marca OHAUS - PAJ4102

Rango 0,01 – 4.100g.

Precisión ± 100 mg.

- Bureta automática Schilling 25 ml.

Marca Schilling

Rango 0, 1 – 25ml.

Precisión ± 0.075 ml.

- SpectrononPro - Software de Resonon para la adquisición de imágenes hiperespectrales.

Marca Resonon Pika L

Rango 400 – 100nm.

Resolución espectral 2.1nm.

Canales espectrales 281

Canales espaciales 900

Velocidad máxima de fotogramas 249 fps

2.2.5. Equipos.

- Sistema de cámara hiperespectral: Cámara hiperespectral Resonon Pika L;

Compuesta por una cámara de imagen hyperespectral Pika L, una etapa de traducción lineal, una torre de montaje, un conjunto de iluminación y un sistema de control de software.

- Liofilizador BioBase (MO, USA).
- Espectrofotómetro adaptado a un lector de placa multipocillos Synergy HT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA).
- Ultra centrifuga refrigerada 4°C/ 10 000xg.

- Agitador oscilador para tubos de fondo plano,
- Laptop Marca Hp - Intel (R) Core (TM) i7 4700 MQ CPU @ 2.4 GHz

Memoria: 8.00 GB Tipo de sistema: 64 bits Disco duro: 120 GB

2.3. Métodos y técnicas de análisis

2.3.1. Métodos de análisis fisicoquímicos de la materia prima.

2.3.1.1. Medición de sólidos solubles total.

La medición de los sólidos solubles totales (TSS) se realizó utilizando Refractómetro analógico Abbe C10, VEE GEE C10. A partir de muestras que ya hayan sido tomadas la imagen.

2.3.1.2. Medición del pH.

La medición del pH se realizó utilizando un pH-metro PHEP 5, Hanna. A partir de una muestra tomada en el lugar en el que se realizaran las mediciones hiperespectrales.

AOAC. N° 935.15 (1980).

2.3.1.3. Medición de la acidez titulable.

Utilizamos hidróxido de sodio al 0,1 N, el indicador fenolftaleína y haciendo uso de la bureta de titulación automática de borosilicato tipo Schilling con botella de 500 ml.

A partir de una muestra tomada en el lugar en el que se realizaran las mediciones hiperespectrales. Tomando como ácido predominante al ácido cítrico, según (Méndez *et. al.*, 2004). AOAC 950.05 (1984). Se recurrió a la siguiente fórmula:

$$\%AT = \frac{V \times N(\text{ml}) \times \text{Meq}}{\text{Peq}} \times 100 \quad (10)$$

Donde:

V: volumen gastado en ml.

N: normalidad del NaCl en ml.

Meq: peso miliequivalente del ácido predominante de la muestra.

Peq: peso bruto de la muestra utilizada.

2.3.1.4. Índice de madurez

Para la evaluación del índice de madurez se realizó teniendo en cuenta la medición de sólidos solubles y de la acidez titulable, mediante la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{\text{Sólidos solubles totales}}{\text{Acidez titulable}} \quad (11)$$

2.3.2. Componentes de calidad.

2.3.2.1. Medición carotenoides.

2.3.2.1.1. Extracción.

Las muestras de ajíes liofilizadas se extrajeron en metanol al 100% (10 mg/mL) en agitación constante a 1400 rpm x 15 minutos a temperatura ambiente. Seguidamente los extractos crudos se centrifugaron a 10 000g x 2 min a 4°C. Los sobrenadantes se colectaron y almacenaron a -20°C hasta su análisis.

2.3.2.1.2. Contenido de carotenoides.

El contenido de carotenoides totales se determinó por espectrofotometría adaptado a un lector de placa multipocillos Synergy HT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA). Los espectros de absorción de 200 µL de los extractos se adquirieron en el rango de 384 a 1011 nm a intervalos de 1 nm. Los espectros se deconvolucionaron empleado un procedimiento residual usando una línea base linear, suavizado con un filtro FFT y el modelo de Gauss. (Kupper, 2007 y Thrane, 2015) del programa estadístico PeakFit v.4.12 software (Systat Software, Inc., USA). El contenido de clorofila (a, b y total) y el total de carotenoides se calcularon usando las ecuaciones 12-15 (Lichtenthaler, 1987) y las absorbancias obtenidas de los espectros deconvolucionados.

$$C_a = 16.72A_{665.2 \text{ nm}} - 9.16A_{652.4 \text{ nm}} \quad (12)$$

$$C_b = 34.09A_{652.4 \text{ nm}} - 15.28A_{665.2 \text{ nm}} \quad (13)$$

$$C_T = C_a + C_b \quad (3) \quad (14)$$

$$Car_T = \frac{1000A_{470 \text{ nm}} - 1.63C_a - 104.96C_b}{221} \quad (15)$$

Dónde: C_a , C_b y C_T son los contenidos de clorofila a, b y total en mg/mL, respectivamente; Car_T es el contenido de carotenoides totales en mg/mL. A es la absorbancia.

Figura 17

Lector de Placa Multipocillos Synergy HT Multi-Mode Microplate Reader (Biotek, Rochester, VT, USA)



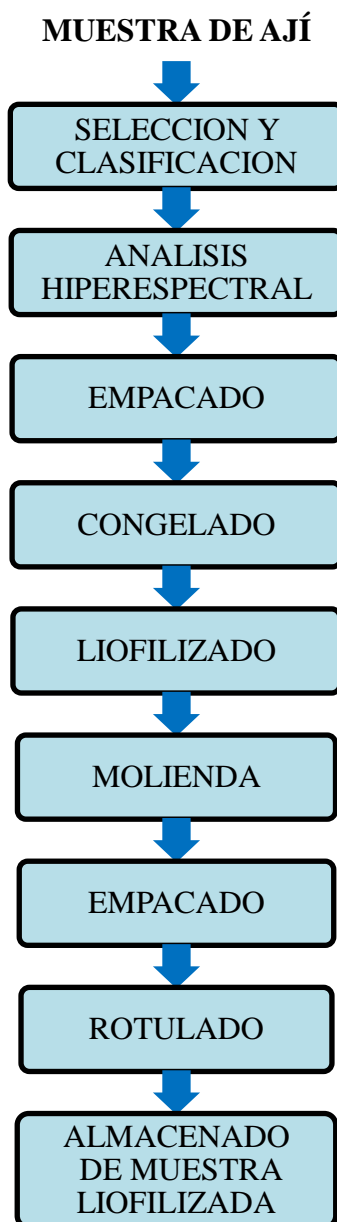
Nota. Elaboración propia (2018).

2.4. Análisis hiperespectral

El procedimiento para la toma de la imagen hiperespectral y el liofilizado de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se describen en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Diagrama de Flujo Para la Toma de la Imagen Hiperespectral y Liofilizado de las Muestras de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.)



Nota. Elaboración propia (2018).

2.4.1. Descripción del procedimiento para la toma de la imagen hiperespectral y liofilizado de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*).

Recolección de la muestra

Se recolectó 3 kg de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, procedente de la provincia de Ferreñafe, Lambayeque - Perú.

Figura 19

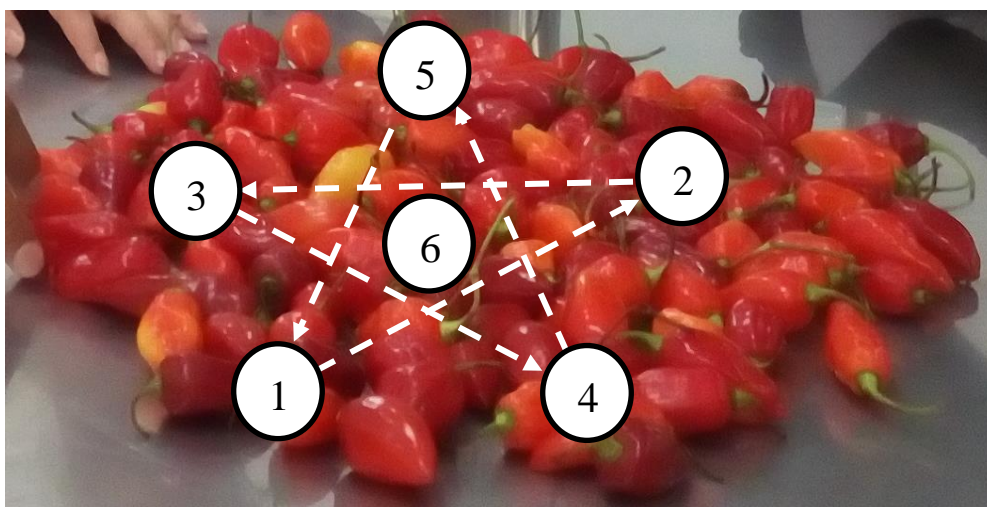
*Muestras Recolectadas de Ají Limo (*Capsicum chinense Jacq.*)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Selección y clasificación

Se seleccionaron 60 unidades de ajíes recién recolectados, sin golpes ni magulladuras y de diferentes tonos de rojo, de los cuales se escogieron seis (6) muestras en forma aleatoria como se muestra en la Figura 19. Las muestras fueron obtenidas por duplicado.

Figura 20*Selección de Nuestras 6 Muestras**Nota.* Elaboración propia (2018).**2.4.1.1. Análisis hiperespectral.**

Para el análisis hiperespectral, se utilizó la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L (Figura 20). Siguiendo las etapas del diagrama de la (Figura 21).

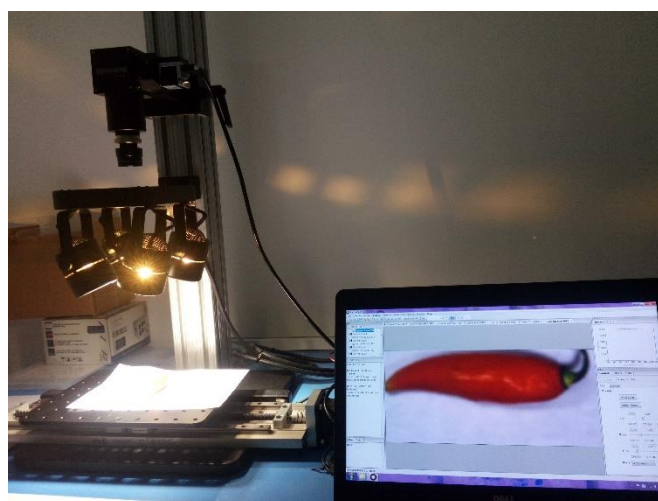
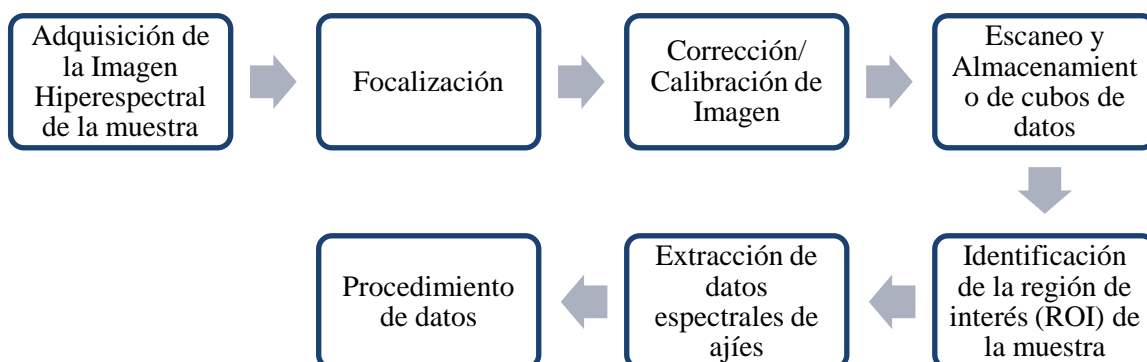
Figura 21*Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L**Nota.* Elaboración propia (2018).

Figura 22*Etapas Para la Selección de la Imagen Hiperespectral*

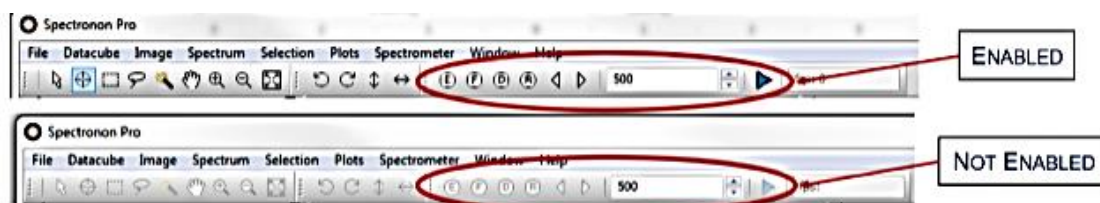
Nota. Elaboración propia (2018).

2.4.1.1.1. Adquisición de imágenes.

La adquisición de la imagen de las 6 muestras de ají limo (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , L_5 y L_6) se realizó mediante un sistema de cámara hiperespectral, Resonon Pika L de 384 a 1011 nm de longitud de onda en el espectro electromagnético y utilizamos el programa SpectrononPro (Manual Resonon I., 2016).

Focalización

Se realizó dando click en el botón de Enfoque (F) para que este se active, ubicado en la barra de herramientas. Donde se muestra una imagen en vivo de la cámara. Luego se procede a colocar una hoja de calibración de Resonon con líneas oscuras para ajustar el enfoque de la imagen, si esta no aparece nítida se procede a ajustar el lente de la cámara.

Figura 23*Controles de Focalización y Calibración Activados y Desactivados*

Nota. Adaptado de Manual Resonon I. (2016).

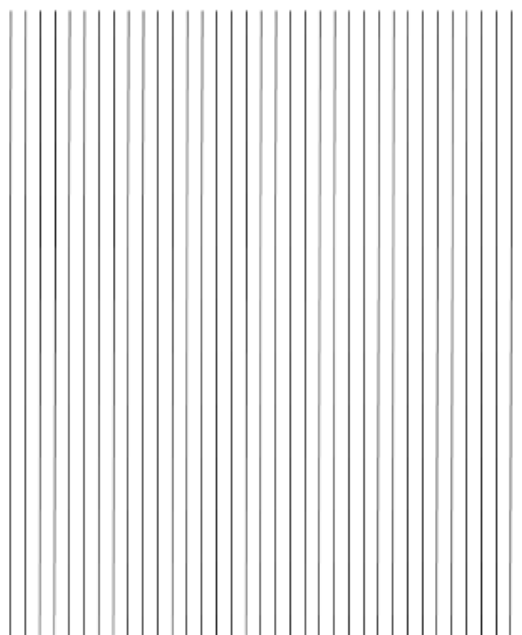
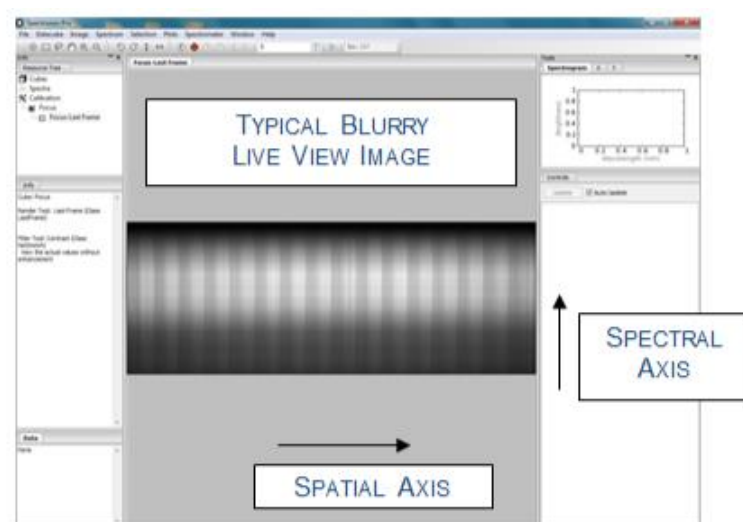
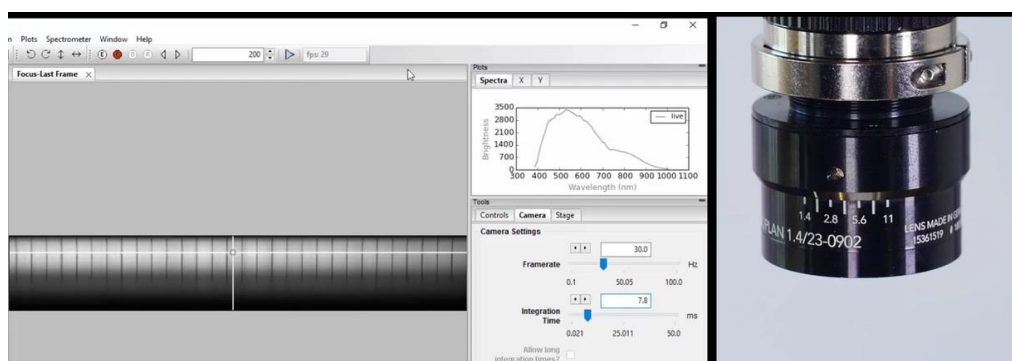
Figura 24*Gran hoja de enfoque**Nota.* Adaptado de Manual Resonon I. (2016).**Figura 25***Campo de Visión del Espectrómetro Enfocado**Nota.* Adaptado de Manual Resonon I. (2016).

Figura 26

Campo de Visión Maximizado en Nitidez



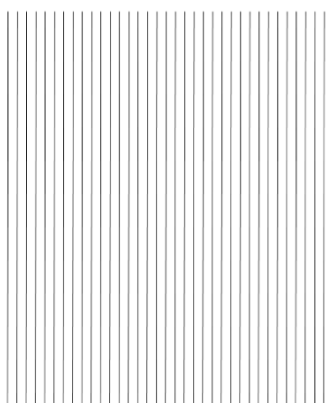
Nota. Adaptado Manual Resonon I. (2016).

Corrección de imagen/calibración de imagen

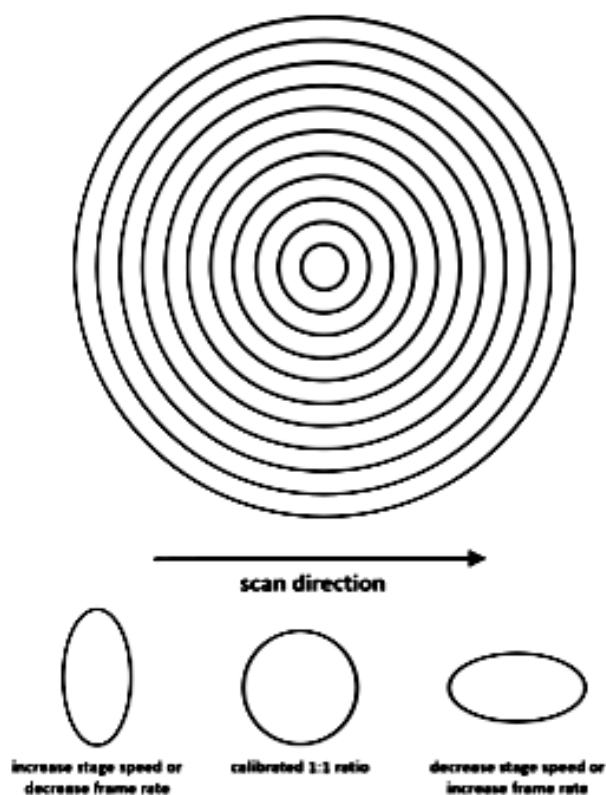
Para analizar la muestra de ajíes se realizó la calibración del equipo, utilizando las hojas de enfoque para enfocar el objetivo y utilizando la hoja de calibración de relación de aspecto para establecer la velocidad del escenario y la velocidad de cuadros de la imagen (Manual Resonon I., 2016).

Figura 27

Pequeña Hoja de Enfoque

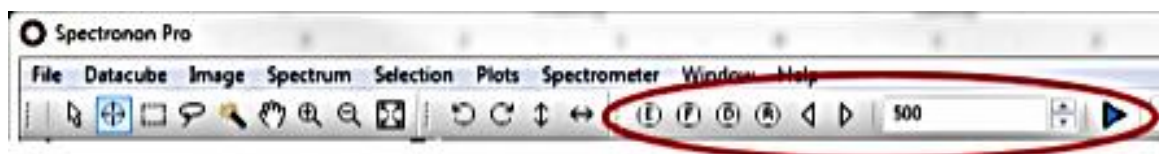


Nota. Adaptado de Manual Resonon I. (2016).

Figura 28*Hoja de Calibración de Relación de Aspecto*

Nota. Adaptado de Manual Resonon I. (2016).

Para ello se realizó la eliminación del ruido de corriente oscura haciendo clic en el botón Dark Current **(D)** en la barra de herramientas SpectrononPro bloqueando el lente del objetivo para quitar el ruido de la corriente oscura de sus mediciones.

Figura 29*Barra de Herramientas*

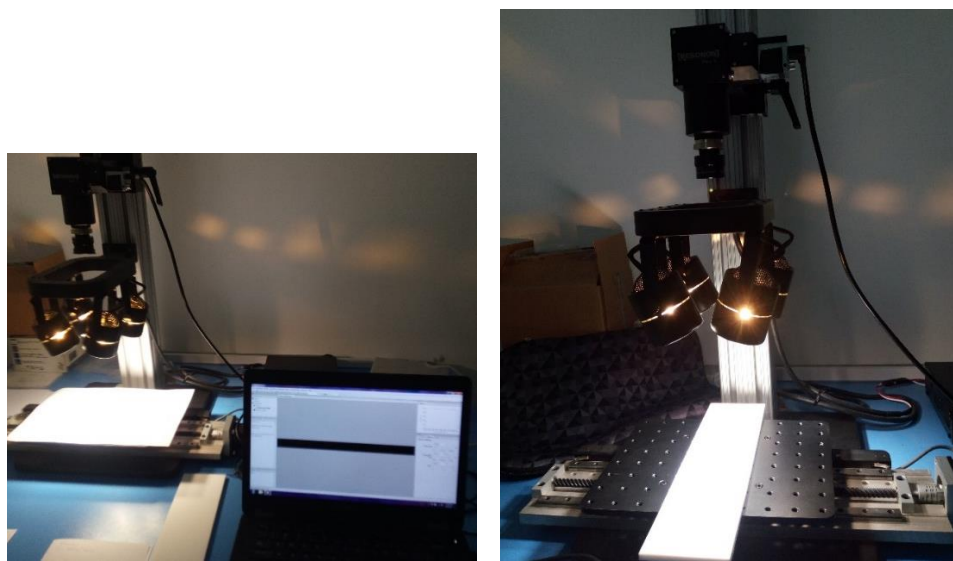
Nota. Adaptado de Manual Resonon I. (2016).

También se hizo la corrección de la reflectancia absoluta, para tener en cuenta los efectos de iluminación, haciendo clic en el botón Response Correction Cube.

Ajustamos a 400 el número de líneas para el escaneo de las muestras. SpectrononPro cuenta con el calibrado de la imagen para el procesamiento de datos (Manual Resonon I., 2016).

Figura 30

Calibrado de la Imagen Hyperespectral



(a)

(b)

Nota. (a) Imagen oscura obtenida cubriendo completamente la lente con su tapa negra opaca, (b) imagen de referencia blanca (teflón). Elaboración propia (2018).

Escaneo y almacenamiento de cubos de datos

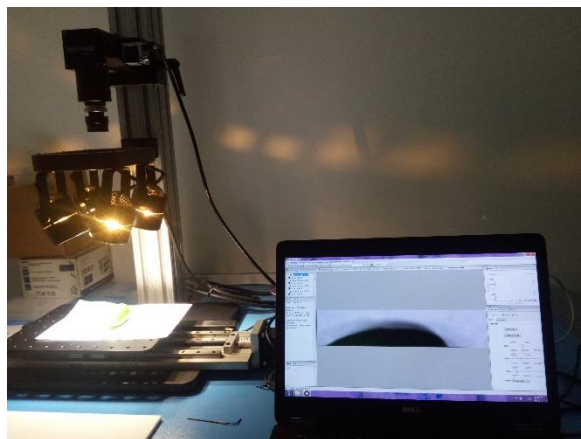
Se tomó la imagen de la muestra (imagen del ají) se hizo click en el botón (Scan Button) de la barra de herramientas y apareció la imagen el Panel de imágenes de SpectrononPro.

Se guardó el cubo de datos escaneado (imagen del ají), haciendo clic en Datacube → Save Cube

As y se guardó en formato bil, hasta el procesamiento de datos (Manual Resonon I.,2016).

Figura 31

Escaneo de la Imagen del Datacube



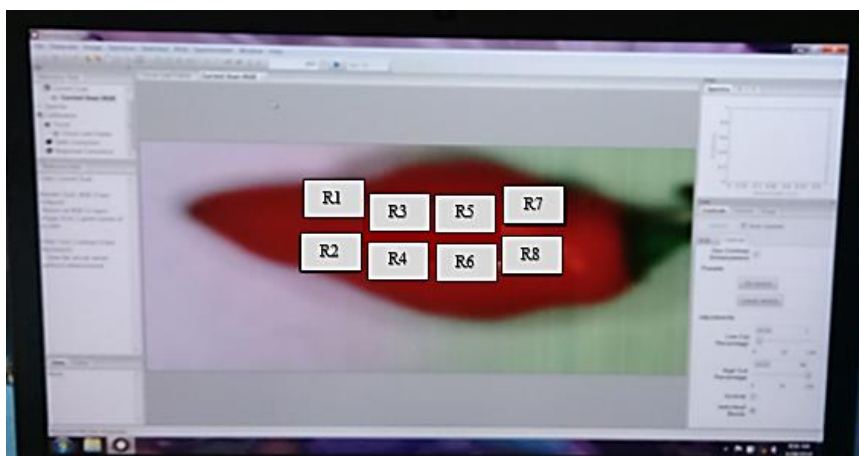
Nota. Elaboración propia (2018).

2.4.1.1.2. Identificación de la región de interés (ROI).

Los cubos de datos, guardados en la carpeta se abrieron seleccionando Archivo → Abrir cubo de datos, de esta manera apareció una imagen de su datacube (muestra de ajíes) en el panel de imágenes. Antes de la selección del ROI, se procedió en identificar 8 regiones de interés (ROI) rectangular de 60x30 píxeles cada uno y una región espacial (de toda la muestra) (Manual Resonon I., 2016).

Figura 32

Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Escaneado



Nota. Se muestran las 8 regiones de interés seleccionadas. Elaboración propia (2018).



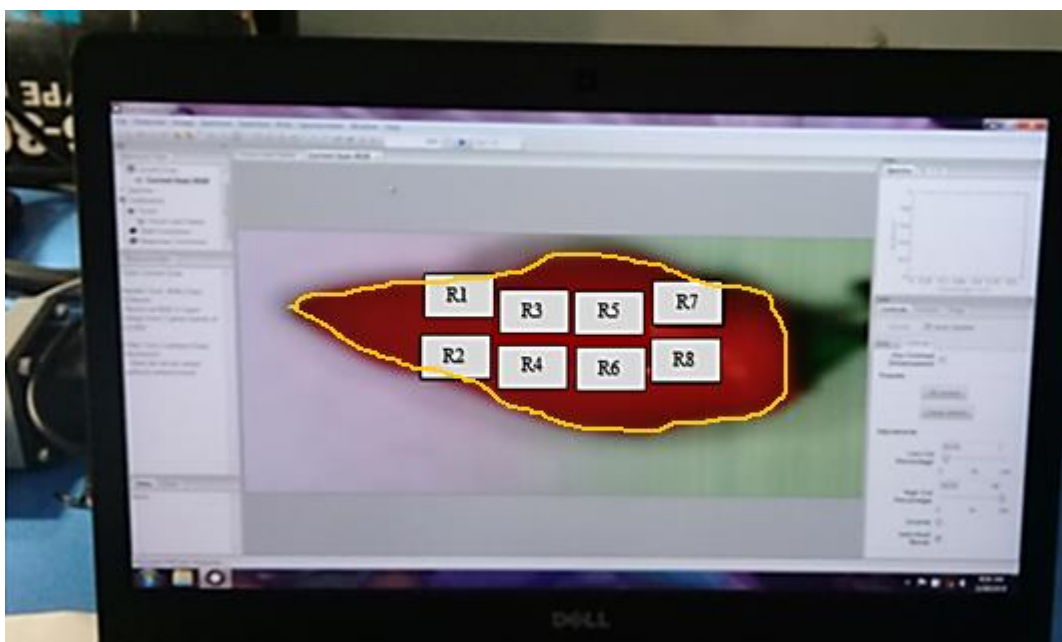
Se inició dando click en Current Scant RGB con el escaneo de cada una de las muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆), luego seleccionamos 8 regiones como se muestran en la imagen 31, dándole click en la herramienta de marquesina , esto hizo que aparezca un rectángulo el cual arrastramos hasta nuestra imagen, y después de cada selección hicimos click derecho, donde nos apareció un menú con varias opciones, y seleccionamos el meam spectrum (espectro promedio), el cual calculó todos los pixeles dentro del área del ROI que se seleccionó, hasta culminar con las regiones mencionadas, además hicimos click en lazo  y seleccionamos el contorno de cada una de las muestras, realizando también el meam spectrum. De cada región tomada se trazó el resultado en el trazador espectral, de las 8 regiones incluida la del contorno. Luego hacemos click en Spectrum y seleccionamos save spectrum as, y guardamos nuestros valores obtenidos en formato BIL (banda intercalada por línea) que fueron pasados al excell para el procesamiento de datos. Al seguir con las siguientes muestras se eliminó la anterior haciendo click en Plots y luego Clean (Manual Resonon I., 2016).

Figura 33

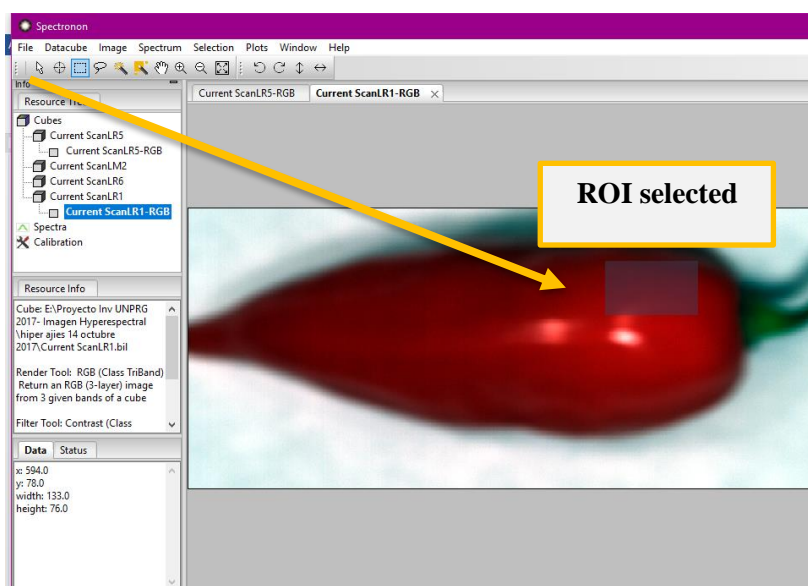
Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Escaneado



Nota. Se muestran las 8 regiones de interés y contorno. Elaboración propia (2018).

Figura 34

Selección de la Región de Interés (ROI) de una Muestra de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.)



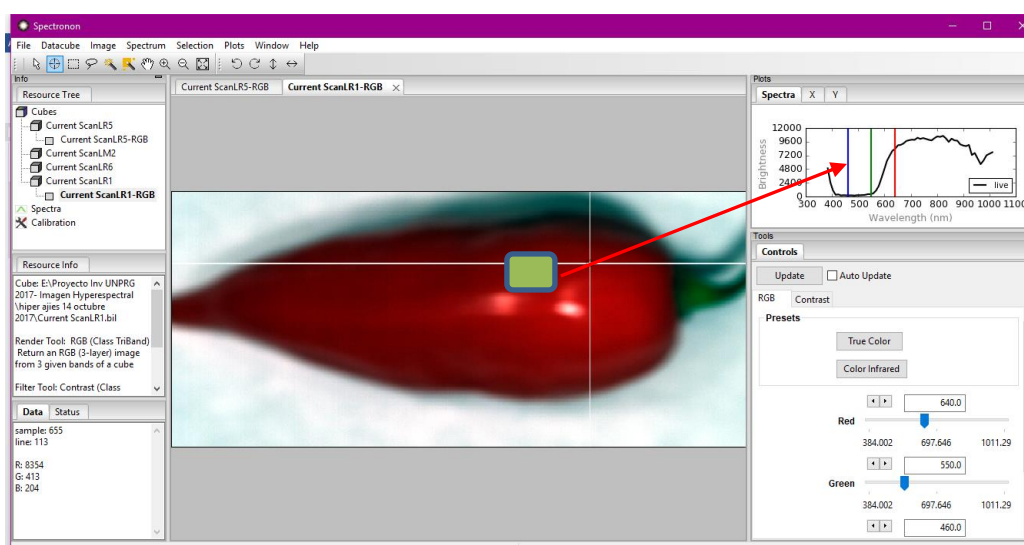
Nota. Elaboración propia (2018).

Extracción de datos espectrales

Una vez identificada la región de interés (ROI) se obtuvo el espectro medio de todos los píxeles dentro del área de ROI (r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , r_5 , r_6 , r_7 y r_8), seleccionando y trazando el resultado en el trazador espectral de todos los píxeles (r_9) (Manual Resonon I., 2016).

Figura 35

*Espectro Medio de la Muestra de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

2.4.1.1.3. Procesamiento de datos.

Índice de carotenoides

Para la obtención del Índice de Reflectancia de carotenoides – CRI_{700} , se utilizó los resultados de los espectros promedios de cada región (r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , r_5 , r_6 , r_7 y r_8), y de todos los píxeles (r_9) de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) obtenidas mediante el software Spectronon. Para la longitud de onda (λ) de 384 a 1011 nm tomadas cada 10 nm de λ (60 bandas), las lecturas fueron expresadas en luminosidad (Manual Resonon I., 2016).

Estos resultados de luminosidad fueron convertidos usando el factor de Índice de Reflectancia = 10000 a unidades de Reflectancia (ρ), y se calculó el Índice de Reflectancia de carotenoides – CRI₇₀₀ utilizando la fórmula:

$$CRI_{700} = \frac{1}{\rho_{510}} - \frac{1}{\rho_{700}} \quad (16)$$

Previamente se realizó una interpolación de λ de 505.7 y 515.9 para obtener los valores de ρ_{510} y de 693.8 y 704.5 para obtener ρ_{700} . En cada una de nuestras muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.)

2.4.1.2. Análisis de Carotenoides y Clorofila.

Empacado

Luego de haber realizado la toma de las imágenes, las muestras de ají limo se colocaron en bandejas de poliestireno, cubiertas con films, para ser congeladas a -20°C.

Figura 36

Muestras en Bandeja Cubiertas con Film



Nota. Elaboración propia (2018).

Congelado

Las muestras de ají limo empacadas se congelaron a -20°C hasta su la liofilización.

Figura 37

Muestras Empacadas



Nota. Elaboración propia (2018).

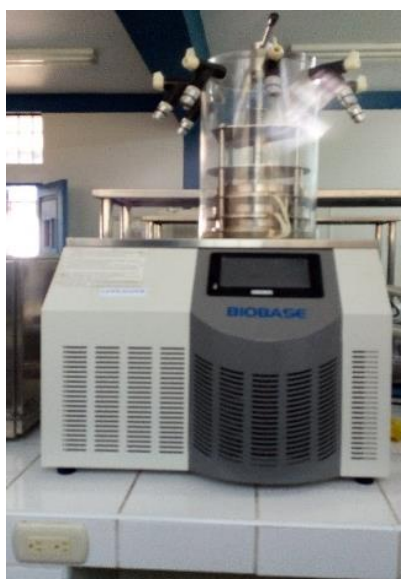
Liofilizado

Las muestras congeladas fueron trasladadas en una caja de poliestireno con gel refrigerante no tóxico, para evitar que las muestras sean descongeladas, y mantener así sus componentes carotenoides. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión en la ciudad de Huacho.

De cada una de las muestras de ajíes limo (*Capsicum chinense* Jacq.) obtenidas por duplicado, congeladas a -20°C (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) se cortó manualmente una porción representativa y se liofilizó (secado en frío) en el liofilizador (BioBase, MO, USA), para evitar perder los carotenoides que está presente en la muestra.

Figura 38

Liofilizador Biobase























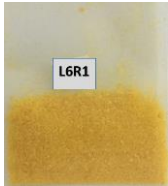
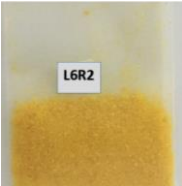


Nota. Elaboración propia (2018).

Molienda y empackado

Las muestras fueron liofilizadas, con la finalidad de tener las partículas uniformes para los análisis respectivos, empacando inmediatamente para no captar humedad, ya que las muestras liofilizadas son higroscópicas.

Tabla 9

*Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Maduro Liofilizadas*

	R1	R2	R3	R4
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
L6				

Nota. Elaboración propia (2018).

Almacenado de las muestras liofilizadas

Las muestras se almacenaron en congelación a -20 °C hasta la medición de sus componentes químicos (carotenoides totales y clorofila).

Análisis de carotenoides y clorofila

Se realizó de acuerdo al método del ítem (2.4.1.1.3.)

2.5. Análisis Estadísticos de los Datos

De los nueve espectros promedios obtenidos de cada una de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en el rango espectral visible de 384 a 1011nm de longitud de onda correspondientes a 60 bandas espectrales que se utilizó para cuantificar el índice espectral (Carotenoides Reflectance Index – CRI₇₀₀), se aplicó la correlación de Pearson para verificar la correlación entre los parámetros analizados: Índice de Carotenoides (CRI₇₀₀) con los componentes fisicoquímicos y con los parámetros de calidad, estableciendo valores de significación en $P < 0.05$ y $P < 0.01$, y se evaluó mediante un análisis de varianza y la significancia al 95% utilizando el software IBM SPSS Statistics versión 25.

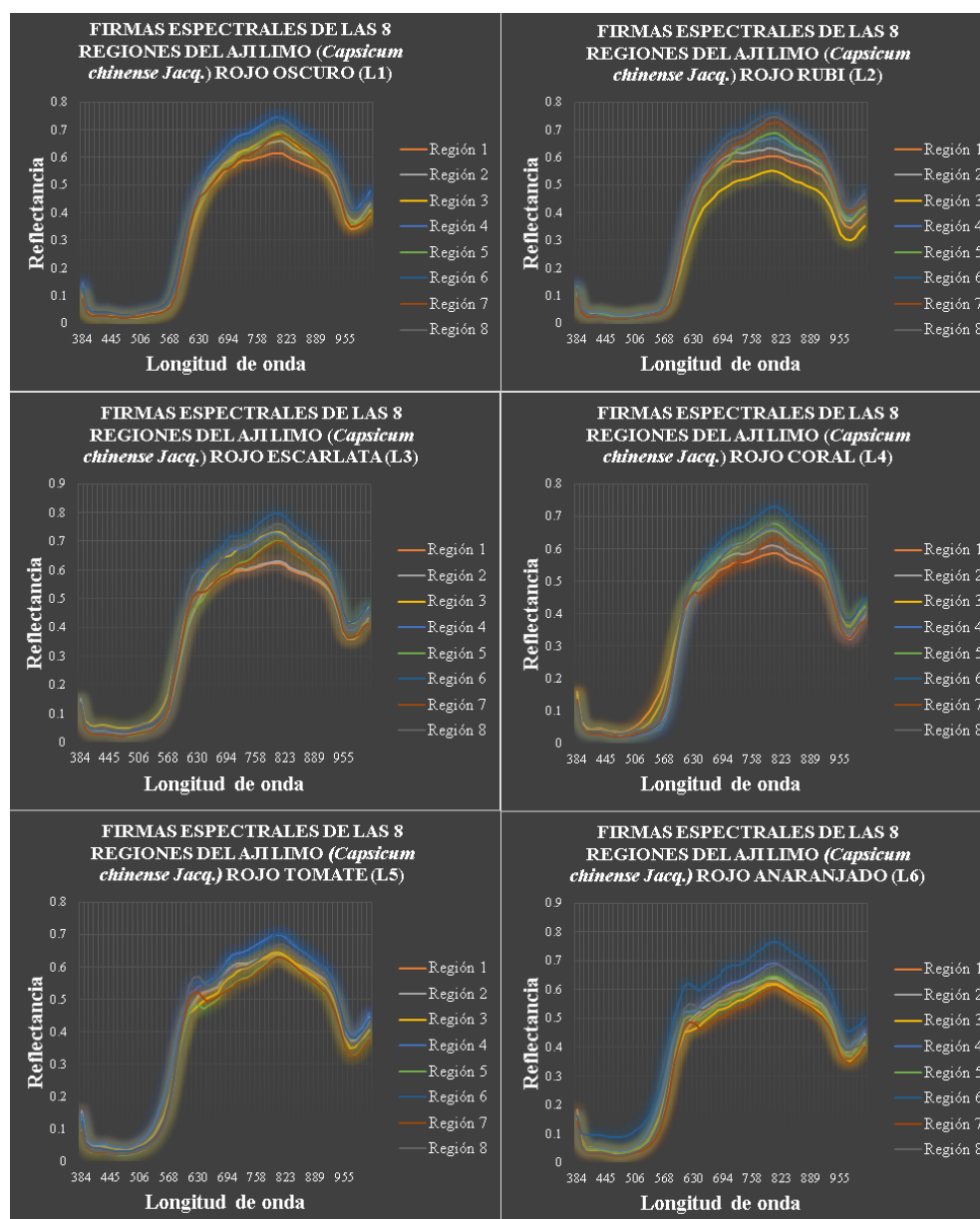
III. RESULTADOS

3.1. Bandas espectrales de 6 muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en estado maduro mediante el uso de imagen hiperespectral

Se presenta en la Figura 39 las firmas espectrales de cada una de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆), obtenidas de las 8 regiones y el contorno.

Figura 39

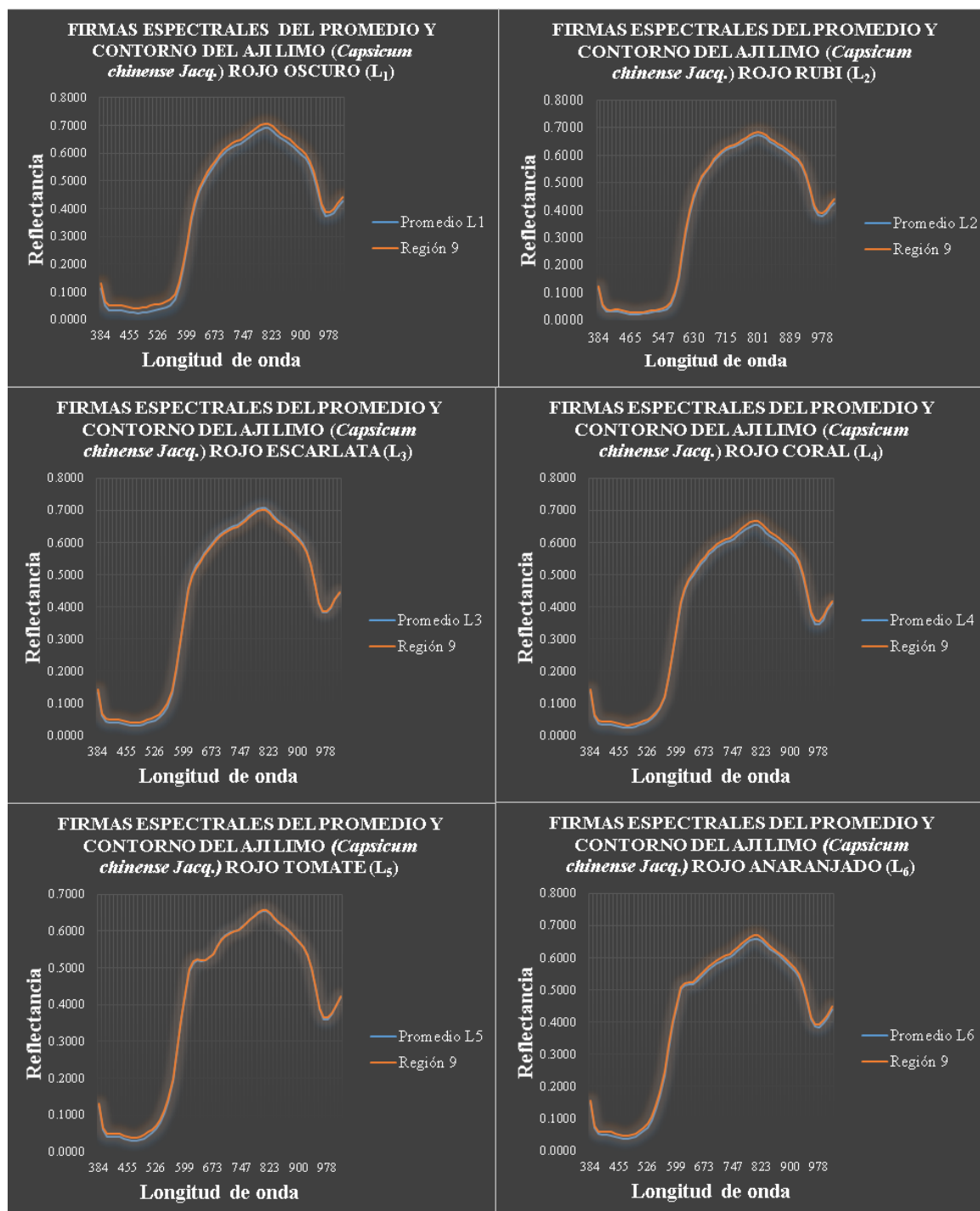
Variación de la Reflectancia en Función de las Bandas Espectrales



Nota. Firmas Espectrales de las 8 regiones de las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) en estado maduro del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.). Elaboración propia (2018).

Se observa que en el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) rojo oscuro L₁ la ρ va aumentando a partir de 500 nm de λ , hasta llegar a un punto máximo de $\rho=0.6903$ a una λ de 812 nm, a medida que va cambiando su tonalidad de rojo debido a la adquisición de la muestra, la reflectancia va disminuyendo hasta llegar a $\rho=0.6576$ en la misma λ en el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) rojo anaranjado L₆. Y un punto mínimo de $\rho=0.3736$ en ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) rojo oscuro L₁ a λ de 967nm y en ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) rojo anaranjado L₆ $\rho=0.3833$ a λ de 978nm.

Así mismo observamos en la Figura 39, que al promediar las firmas espectrales de cada una de las muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) y compararlas con las firmas espectrales del contorno (Figura 38) en el valor de la ρ a 801nm de λ , obtenemos el máximo de reflectancia en las muestras: L₁ $\rho=0.6902$ / 0.7066; L₂ $\rho=0.6717$ / 0.6826; L₃ $\rho=0.7073$ / 0.7008; L₄ $\rho=0.6537$ / 0.6670; L₅ $\rho=0.6547$ / 0.6564, pero en la muestra L₆ el máximo se presenta en 812 nm obteniendo como reflectancia $\rho=0.6576$ / 0.6686, tanto en el promedio de reflectancia como en las medidas del contorno el resultado se asemeja.

Figura 40*Comparación de Firmas Espectrales*

Nota. El promedio de las 8 regiones de las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) en estado maduro con el promedio y contorno del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*). Elaboración propia (2018).

3.2. Componentes fisicoquímicos pH, sólidos solubles totales, acidez titulable e índice de madurez del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.)

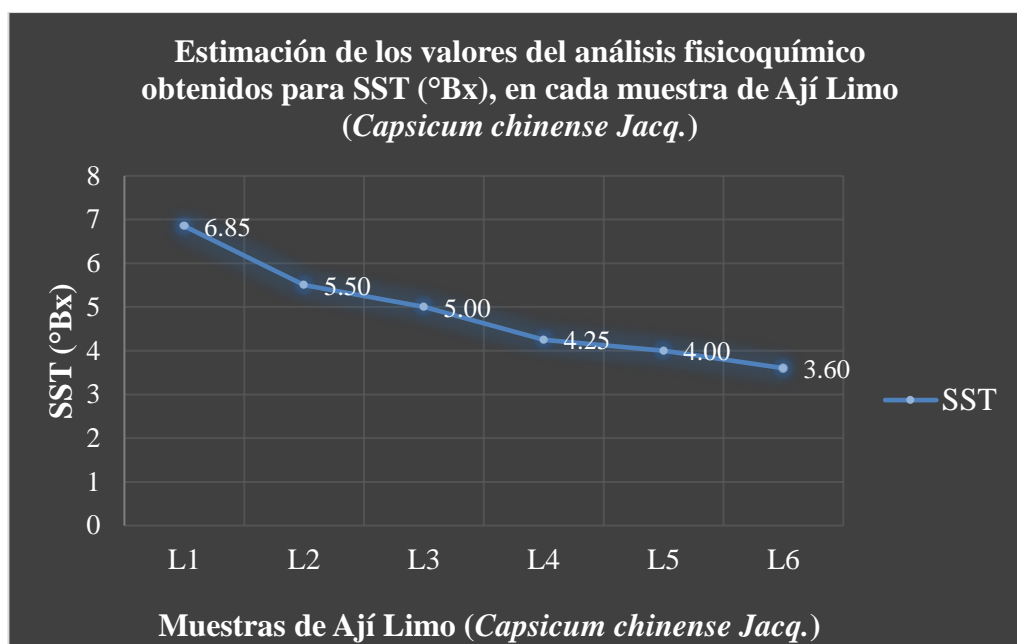
En la Tabla 10 se mostraron los resultados fisicoquímicos en las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) en estado del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), los valores de Grados Brix, pH, % de Acidez titulable, e índice de madurez (IM) resultaron 6.85°Bx, 6.40, 0.26%, 21.41; 5.50°Bx, 6.35, 0.30%, 17.19; 5.00°Bx, 6.35, 0.30%, 15.63; 4.25°Bx, 5.98, 0.32%, 13.28; 4.00°Bx, 5.79, 0.32%, 12.50; 3.60°Bx, 5.65, 0.33%, 11.25, respectivamente.

Tabla 10

Análisis fisicoquímicos de seis muestras de ají limo (Capsicum chinense Jacq.) en estado maduro

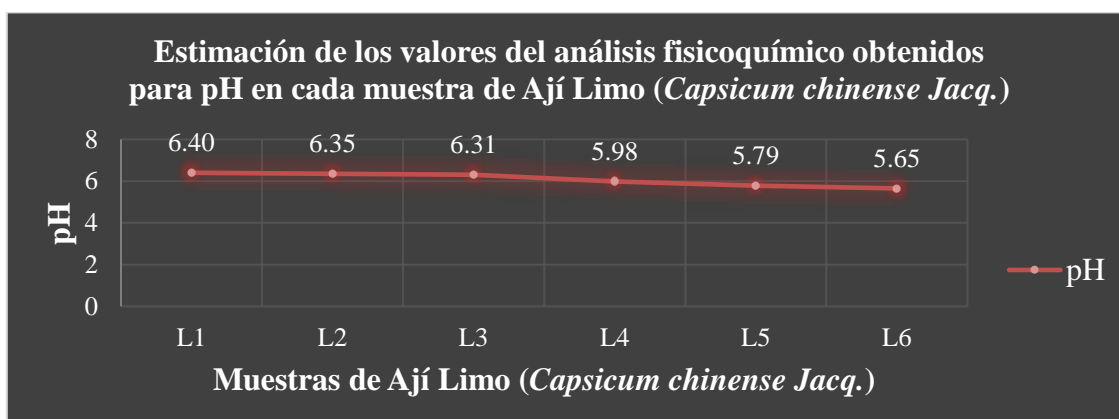
MUESTRAS	Variables Fisicoquímicas			
	SST (°Bx)	pH	%AT	I.M.
L ₁	6.85	6.40	0.26	21.41
L ₂	5.50	6.35	0.30	17.19
L ₃	5.00	6.31	0.30	15.63
L ₄	4.25	5.98	0.32	13.28
L ₅	4.00	5.79	0.32	12.50
L ₆	3.60	5.65	0.33	11.25

Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 41*Estimación de °Bx*

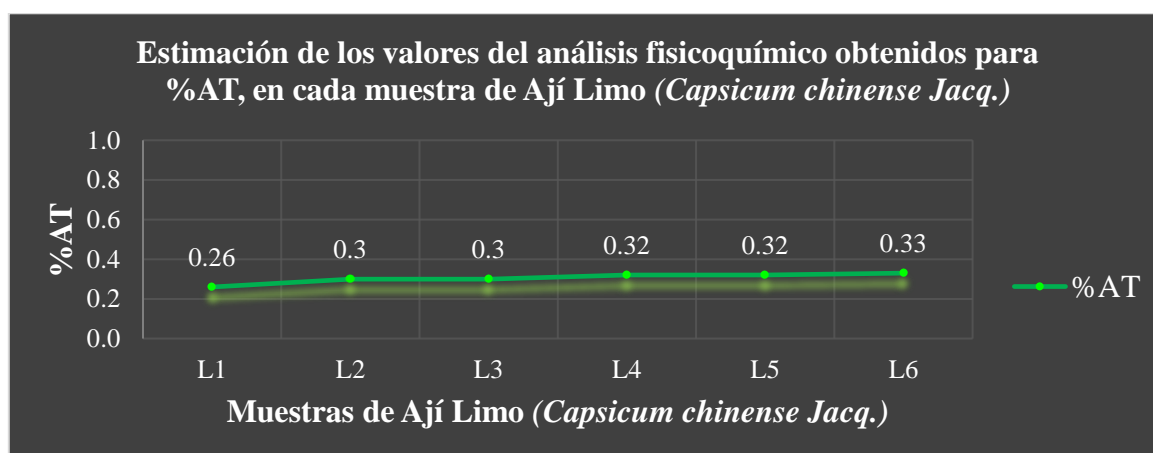
Nota. Resultados de cada muestra de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.). Elaboración propia (2018).

En la figura 40, se observa que los °Bx disminuyen dependiendo la intensidad de la coloración. Además la muestra L₁(Limo rojo oscuro) nos presenta más contenido de sólidos solubles totales de 6.85, mientras que nuestra muestra L₆ (Limo rojo anaranjado) un 3.60.

Figura 42*Estimación de pH*

Nota. Resultados de cada muestra de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*). Elaboración propia (2018).

En la figura 41, se puede observar que el pH va desde 6.40 en la muestra L₁(Limo rojo oscuro) hasta 5.65 en la muestra L₆(Limo rojo anaranjado).

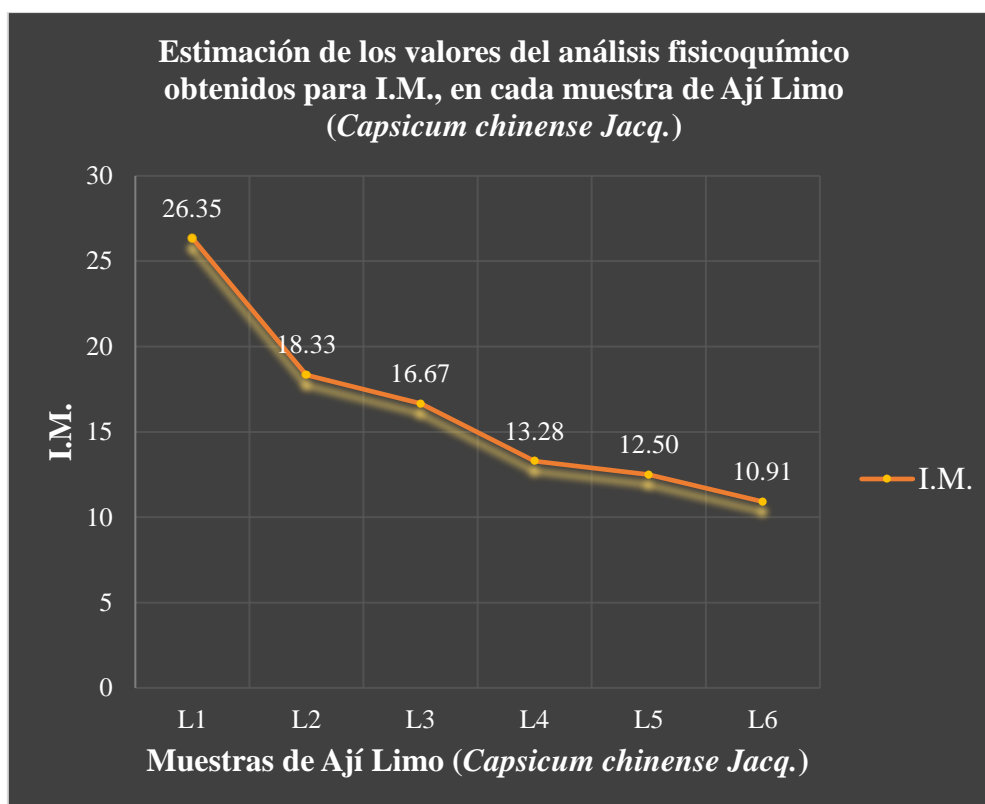
Figura 43*Estimación de %AT*

Nota. Resultados de cada muestra de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*). Elaboración propia (2018).

En la figura 42, se puede visualizar que el porcentaje de acidez titulable (%) en las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆), resultó 0.26%, 0.30%, 0.30%, 0.32%, 0.32% y 0.33%, respectivamente.

Figura 44

Estimación del Índice de Madurez



Nota. Resultados de cada muestra de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.). Elaboración propia (2018).

En la figura 43 observamos que el índice de madurez en varía desde 26.35 en L₁(Limo rojo oscuro) hasta 10.91 en L₆(Limo rojo anaranjado).

3.3. Componentes de calidad

Tabla 11

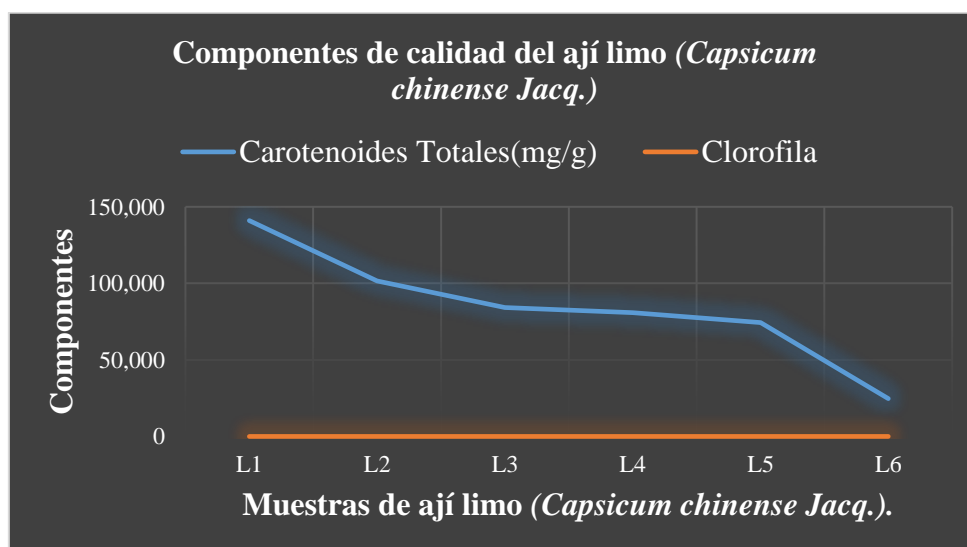
Determinación de Componentes de Calidad

MUESTRAS	Carotenoides Totales(mg/g)	Clorofila
L ₁	140.999	0
L ₂	101.569	0
L ₃	84.112	0
L ₄	80.816	0
L ₅	74.450	0
L ₆	24.722	0

Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 45

Componentes de Calidad



Nota. Elaboración propia (2018).

En la figura 44, de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆ en estado maduro, se evidencian la cantidad de carotenoides totales, y el aumento progresivo de acuerdo a la tonalidad del color (140.999, 101.569, 84.112, 80.816, 74.450, 24.722). Y la nulidad presente de clorofila.

3.4. Determinación del índice de reflectancia de carotenoides (CRI₇₀₀)

Tabla 12

Índice de Reflectancia de Carotenoides (CRI₇₀₀) de las Seis Muestras de Ají Limo

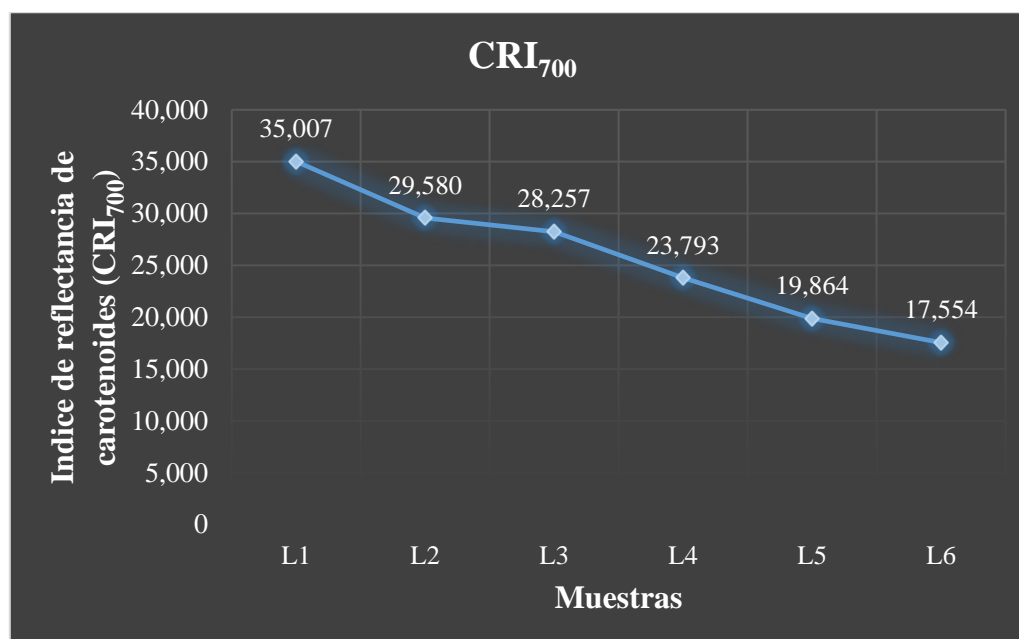
(Capsicum chinense Jacq.) en Estado Maduro

CRI ₇₀₀	Muestras					
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
r ₁	29.346	29.863	14.811	26.619	16.936	19.315
r ₂	35.525	36.208	33.269	27.484	18.231	19.896
r ₃	30.681	38.325	22.309	15.411	17.774	19.591
r ₄	28.195	25.548	43.097	30.518	13.508	14.277
r ₅	34.343	37.096	31.453	31.386	27.222	17.410
r ₆	44.090	23.400	35.193	19.276	20.369	7.041
r ₇	44.574	33.798	29.354	28.824	24.047	25.257
r ₈	40.313	24.163	23.709	16.754	24.992	22.145
r ₉	27.999	17.823	21.116	17.862	15.693	13.055
PROM	35.007	29.580	28.257	23.793	19.864	17.554

Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 46

*Índice de Reflectancia de Carotenoides de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

En la figura 45 observamos el índice de reflectancia de carotenoides presentes en las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆), donde los resultados promedios de (CRI₇₀₀) en cada una de ellas, fueron, 35.007, 29.580, 23.793, 19.864 y 17.554.

3.5. Correlación de las imágenes hiperespectrales con los parámetros fisicoquímicos y de calidad

Tabla 13

*Correlación de CRI₇₀₀ y Solidos Solubles Totales Presentes en Seis Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en Estado Maduro*

Correlaciones		CRI ₇₀₀	SST	R cuadrado
CRI ₇₀₀	Correlación de Pearson	1	0.975**	0.950
	Significancia		0.001	
	N	6	6	
SST	Correlación de Pearson	0.975**	1	
	Significancia	0.001		
	N	6	6	

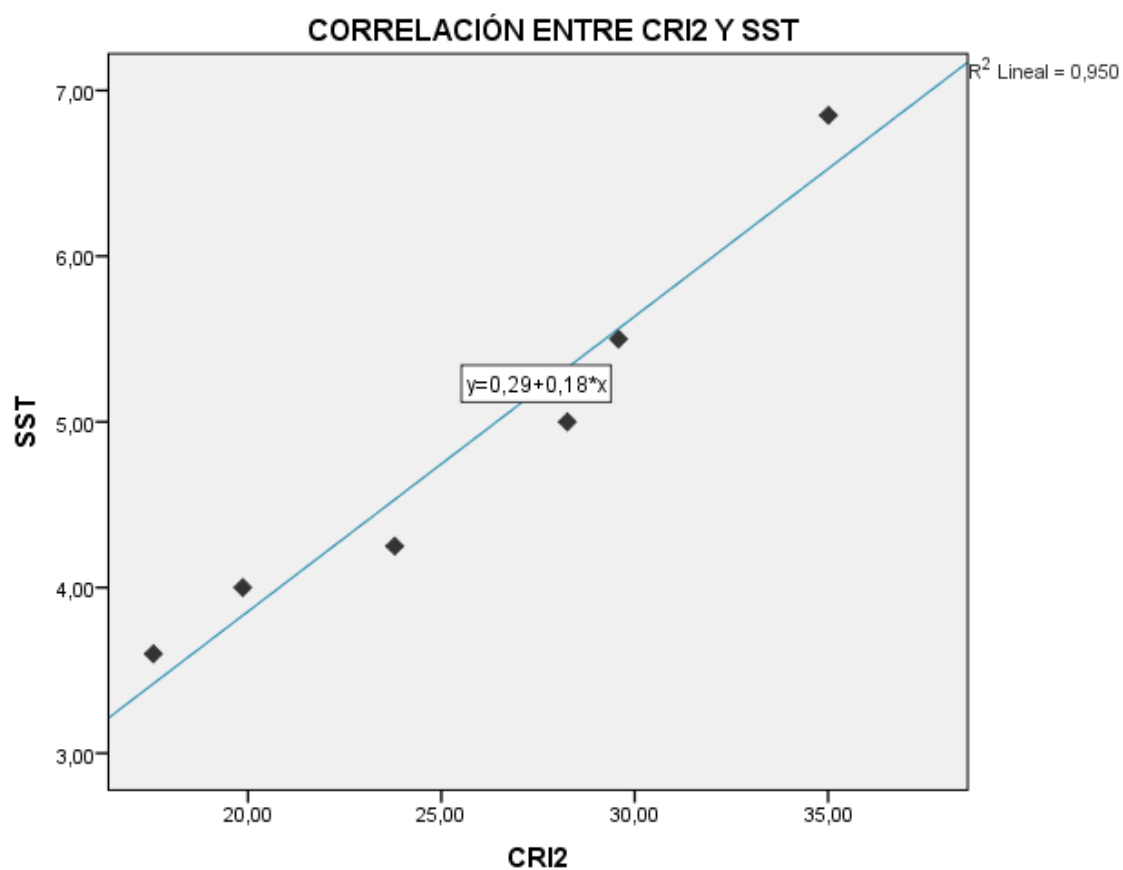
**La correlación es significativa en el nivel 0,01(bilateral).

Nota. Elaboración propia (2018).

Al analizar las correlaciones CRI₇₀₀ y clorofila tuvieron una correlación altamente significativa ($P < 0.01$). Por lo tanto, en la tabla 13, al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ y sólidos solubles totales presentes en el ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = 0.975$.

Figura 47

Correlación entre CRI₇₀₀ y Solidos Solubles Totales Presentes en el Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.)



Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 14

*Correlación de CRI₇₀₀ y pH Presentes en Seis Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en Estado Maduro*

Correlaciones		CRI ₇₀₀	pH	R cuadrado
CRI ₇₀₀	Correlación de Pearson	1	0.964**	0.929
	Significancia		0.002	
	N	6	6	
pH	Correlación de Pearson	0.964**	1	0.929
	Significancia	0.002		
	N	6	6	

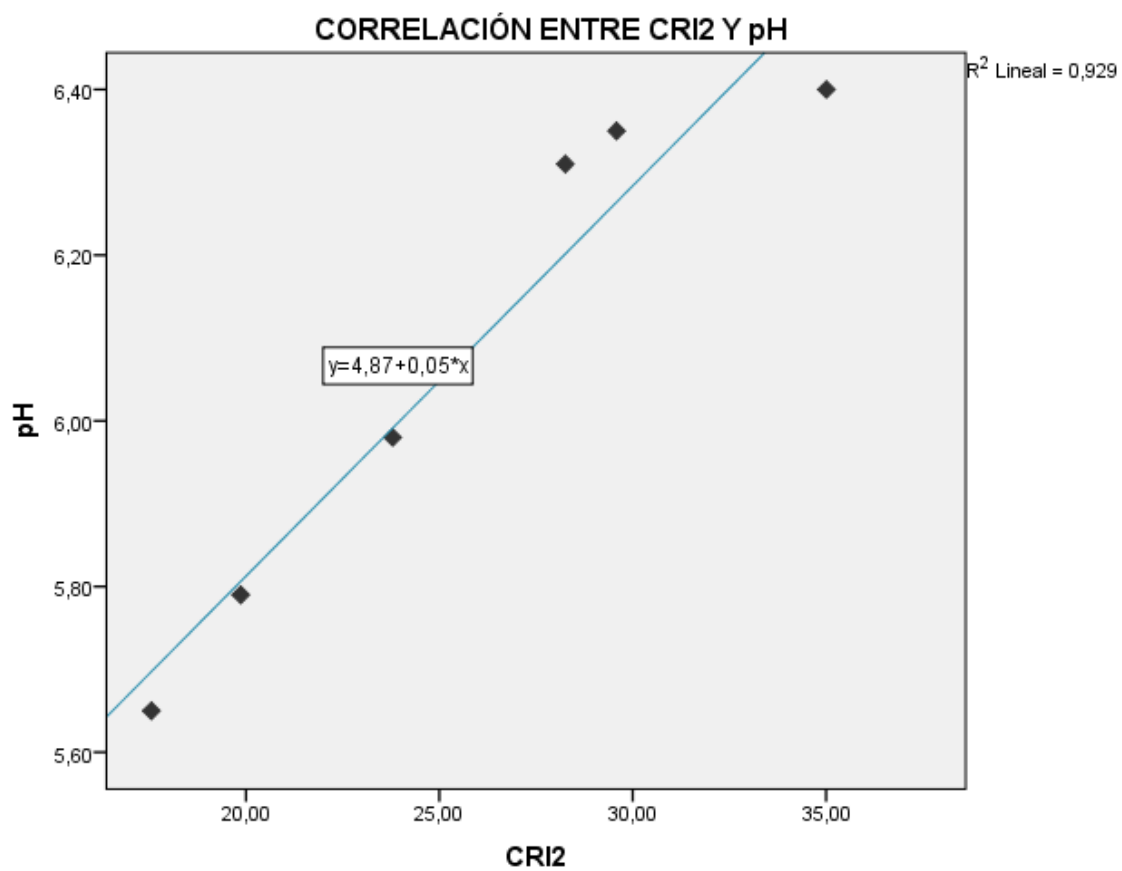
**La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Nota. Elaboración propia (2018).

De modo que, en la tabla 14, al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ y pH presentes en el ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = 0.796$.

Figura 48

*Correlación entre CRI₇₀₀ y pH Presentes en el Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 15

*Correlación de CRI₇₀₀ y %AT Presentes en Seis Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en Estado Maduro*

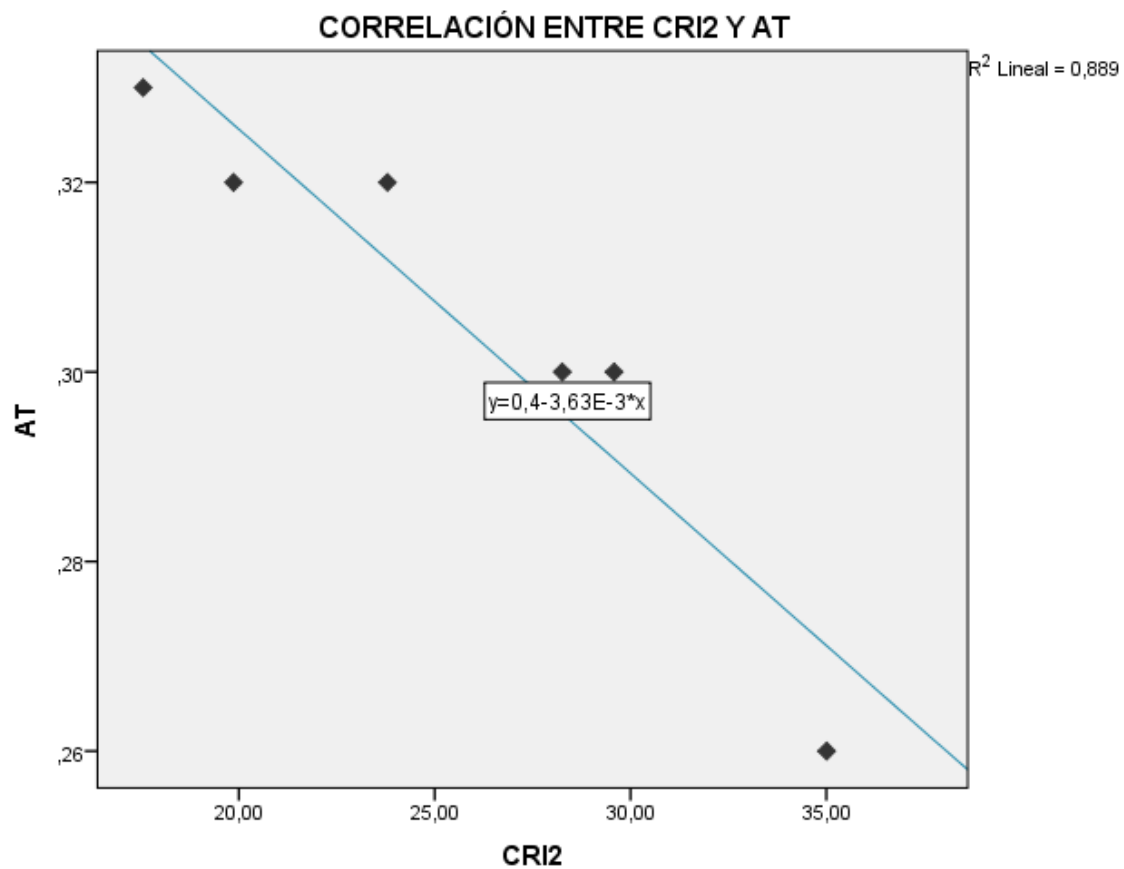
Correlaciones		CRI ₇₀₀	A.T.	R cuadrado
CRI ₇₀₀	Correlación de Pearson	1	-0.943	0.889
	Significancia			
	N	6	6	
A.T.	Correlación de Pearson	-0.943	1	0.889
	Significancia			
	N	6	6	

Nota. Elaboración propia (2018).

Así mismo, en la tabla 15, al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ y A.T. presentes en el ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = -0.943$.

Figura 49

*Correlación entre CRI₇₀₀ y %AT Presentes en el Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 16

Correlación de CRI₇₀₀ e I.M. Presentes en Seis Muestras de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) en Estado Maduro

Correlaciones		CRI ₇₀₀	I.M.	R cuadrado
CRI ₇₀₀	Correlación de Pearson	1	0.975**	0.950
	Significancia		0.001	
	N	6	6	
I.M.	Correlación de Pearson	0.975**	1	
	Significancia	0.001		
	N	6	6	

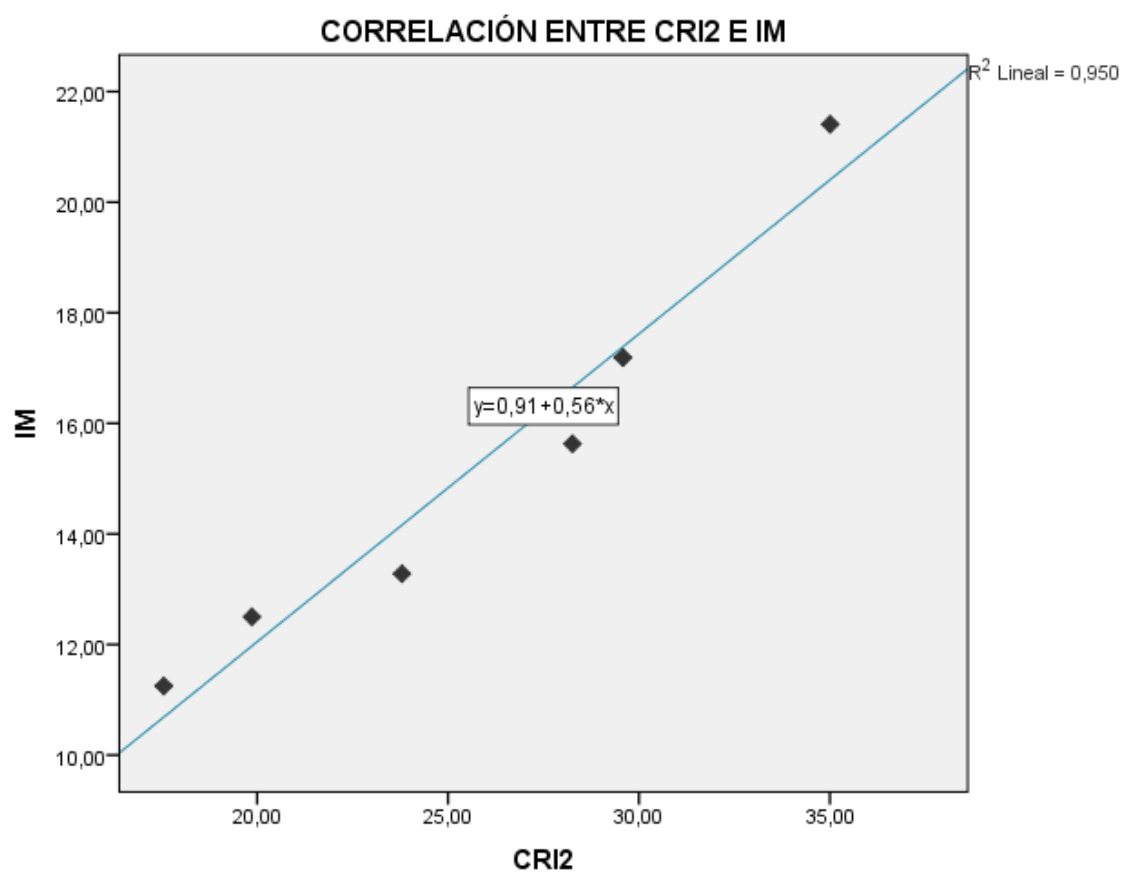
*La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Nota. Elaboración propia (2018).

Por lo tanto, en la tabla 16, al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ e I.M. presentes en el ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = 0.975$.

Figura 50

*Correlación entre CRI_{700} e I.M. Presentes en el Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 17

*Correlación de CRI₇₀₀ y Carotenoides Totales Presentes en seis Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en Estado Maduro*

Correlaciones		CRI ₇₀₀	Carotenoides	R cuadrado
CRI ₇₀₀	Correlación de Pearson	1	0.927**	0.333
	Significancia		0.008	
	N	6	6	
CAROTENOIDES	Correlación de Pearson	0.927**	1	0.333
	Significancia	0.008		
	N	6	6	

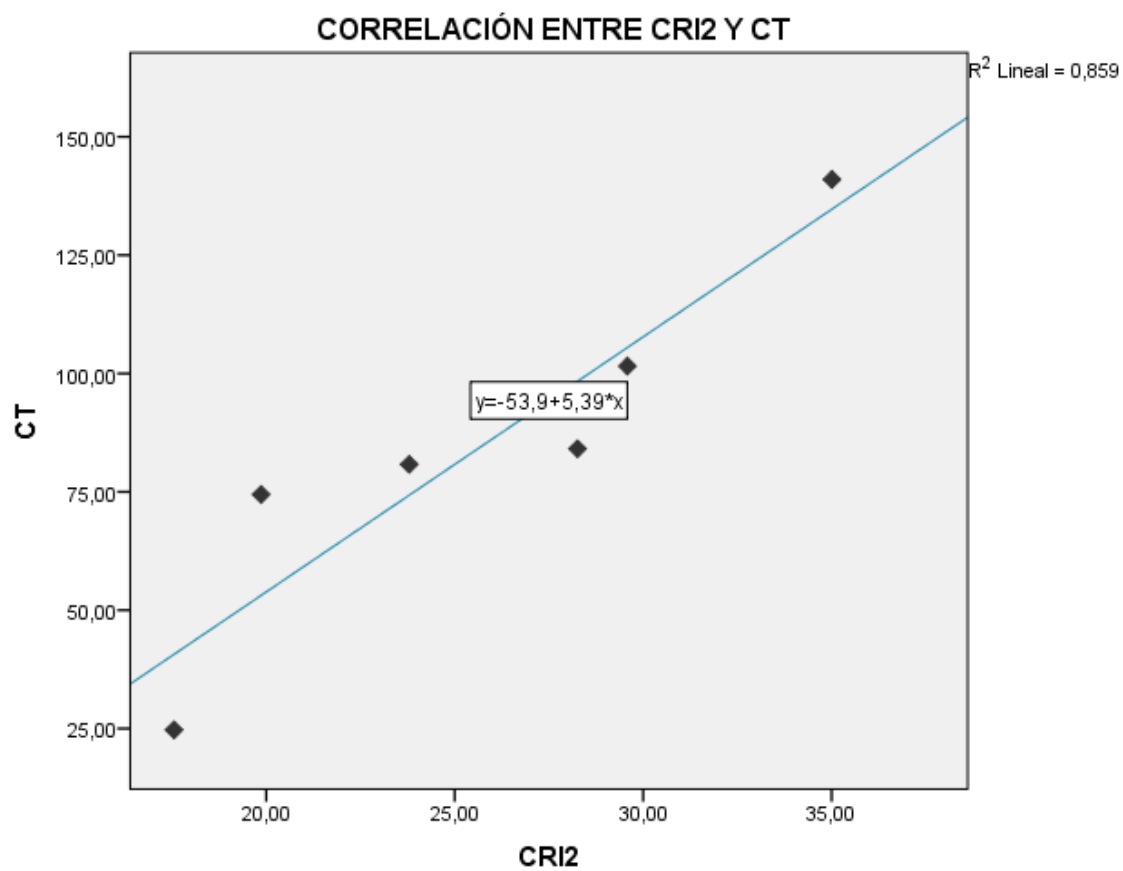
**La correlación es significativa en el nivel 0,01.

Nota. Elaboración propia (2018).

Por consiguiente, en la tabla 17, al realizar el análisis de correlación, de CRI₇₀₀ y carotenoides totales presentes en el ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.), se obtuvo una correlación con Pearson de $r = 0.927$.

Figura 51

Correlación entre CRI₇₀₀ y carotenoides totales presentes en el ají limo (Capsicum chinense Jacq.)



Nota. Elaboración propia (2018).

3.6. Análisis de varianza de los grados de madurez de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) con el índice de reflectancia de carotenoides (CRI₇₀₀)

Tabla 18

*Análisis de Varianza del grado de madurez de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) y el índice de reflectancia de carotenoides (CRI₇₀₀)*

ANOVA ^a					
Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	201.690	1	201.690	76.306	0.001 ^b
Residuo	10.573	4	216.839	-	-
Total	212.262	5	-	-	-

a. Variable dependiente: CRI₇₀₀

b. Predictores: (Constante), Grado de madurez

Nota. Elaboración propia (2018).

En el análisis de varianza del grado de madurez de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) y el índice de reflectancia de carotenoides (CRI₇₀₀), el valor obtenido es 0.001.

IV. DISCUSIONES

4.1. Estudio de bandas espectrales de 6 muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro mediante el uso de imagen hiperespectral

En la presente investigación para las seis muestras de ají limo, se obtuvieron en los rangos de 384 nm a 1011 nm de longitud de onda, de acuerdo a los resultados, la muestra L₁ llega a un punto máximo de $\rho=0.6903$ a una λ de 812 nm, y va disminuyendo hasta llegar a $\rho=0.6576$ en la misma λ en la muestra L₆. Y un punto mínimo de $\rho=0.3736$ en L₁ a λ de 967 nm y en L₆ $\rho=0.3833$ a λ de 978 nm, indicando la relación que posee la reflectancia y la longitud de onda, mostrando cada una de las regiones representativas de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) concordando con (Resonon Inc, 2014) que nos demuestra que las diferentes formas de como la naturaleza de los materiales reflejan, absorben o transmiten la radiación electromagnética a diferentes longitudes de onda, ver Figura 14. Así mismo (Ruiz, 2016) menciona que cada pixel de la imagen representa una línea de intensidad de luz entrante en función a la longitud de onda, ver Figura 11. Además, el promedio de reflectancia de las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) y la de sus contornos respectivamente, en el punto máximo se asemejan, L₁ $\rho=0.6902 / 0.7066$; L₂ $\rho=0.6717 / 0.6826$; L₃ $\rho=0.7073 / 0.7008$; L₄ $\rho=0.6537 / 0.6670$; L₅ $\rho=0.6547 / 0.6564$ a 801 nm de λ , y en L₆ $\rho=0.6576 / 0.6686$ a 812 nm, a medida que el fruto cambia su tonalidad se puede notar la variabilidad de la reflectancia. RGB (Red-Green-Blue)- Rojo-Verde-Azul. Sistema para representar los colores que se usan en una pantalla de computadora. El rojo, verde y el azul pueden ser combinados, en diferentes proporciones, para obtener cualquier color en el espectro visible (Clark *et al.*, 2003). Esto significa que, en el ojo humano, la percepción de color es posible por la presencia de tres tipos de conos, para longitudes de onda largas (rojo, 65%), medias (verde, 33%) y cortas (azul, 2%) (Alvarado, 2012). Por ello nuestros datos obtenidos tienen concordancia con lo

mencionado por los autores, al usar como herramienta el programa SpectononPro, que nos permite visualizar las firmas espectrales de las 8 regiones y la región del contorno.

4.2. Componentes fisicoquímicos del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*)

Con respecto al análisis fisicoquímicos en las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆) en estado maduro del ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*), los valores de Grados Brix, pH, % de Acidez titulable, e índice de madurez (IM) resultaron 6.85°Bx, 6.40, 0.26%, 21.41; 5.50°Bx, 6.35, 0.30%, 17.19; 5.00°Bx, 6.35, 0.30%, 15.63; 4.25°Bx, 5.98, 0.32%, 13.28; 4.00°Bx, 5.79, 0.32%, 12.50; 3.60°Bx, 5.65, 0.33%, 11.25, respectivamente, concordando con lo expuesto por el (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1998), que nos dice que la valoración se realiza sobre indicadores de calidad, que son parámetros físicos, químicos o bioquímicos, medibles que permiten verificar que el producto cumple con un estándar de calidad. En la figura 40, se observa que los °Bx disminuyen dependiendo la intensidad de la coloración. Hustik (2015), indica que los valores °Bx representan un estimado del contenido de azúcar en los frutos, también menciona que, a menor contenido de agua, mayor será el valor en grados Brix y menos energía se requerirá para eliminar el agua en alimentos procesados. Por lo tanto, la muestra L₁(Limo rojo oscuro) nos presenta más contenido de sólidos solubles totales de 6.85, mientras que nuestra muestra L₆ (Limo rojo anaranjado) un 3.60. Coincidiendo con (Méndez et al., 2004) el cuál realiza un estudio de determinación de índices de cuatro materiales de ají, en el cual incluye al ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, nos indica un valor de sólidos solubles totales de 5.5, que se encuentra relacionado principalmente con nuestra muestra L₂(Limo rojo rubí). En la figura 41, podemos observar que, a mayor grado de madurez de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) mayor será el pH que posee. El pH se comporta de acuerdo a la variación en la acidez titulable, ya que aumenta cuando la acidez descende y/o viceversa, lo cual ha sido reportado para algunos frutos (Tucker, 1993), en

este caso, el pH va desde 6.40 en L₁(Limo rojo oscuro) hasta 5.65 en L₆(Limo rojo anaranjado). Concordando con Delgado (2018) que nos indica un pH de una muestra de ají limo de color rojo intenso de 5.8 y (Méndez *et al.*, 2004) nos señala un pH de 5.7. Por lo tanto, nuestros resultados coinciden en ese rango. En la figura 42, el porcentaje de acidez titulable, se determina mediante una valoración volumétrica, con un reactivo básico. El resultado (para el índice de acidez) se expresa como el porcentaje del ácido predominante en el material, por ejemplo, en aceites es el porcentaje en ácido oleico, en zumo de frutas es el porcentaje en ácido cítrico, en leche es el porcentaje en ácido láctico (Alvarado y Blanco 2008). Con lo antes mencionado en nuestras seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) nos regimos ácido cítrico que poseen, el cual se muestra constante. Comparado con Delgado (2018) que nos presenta un 0.26 de ácido cítrico en una muestra de ají limo de color rojo intenso, coincide con nuestro valor de la muestra L₁(Limo rojo oscuro). Además, concordamos con Méndez *et al.* (2004) que nos indica una acidez de 0.329. Indicando que nuestros resultados se encuentran en los intervalos.

En la figura 43 el índice de madurez en las muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) varía desde 26.35 en el L₁ (Limo rojo oscuro) hasta 10.91 en el L₆ (Limo rojo anaranjado), concordando con Méndez *et al.* (2004) que menciona que, los Capsaicinoides se van acumulando a una tasa máxima cuando el fruto se aproxima al final de la fase de desarrollo; esta acumulación continúa incrementándose después de que la longitud del fruto alcanza un valor máximo. Se presentan diferencias significativas entre el estado verde y los estados de madurez fisiológica y maduro, pero entre estos dos últimos estados no se presentan diferencias significativas. El cambio de color es el índice de recolección más apropiado para los frutos de ají limo, ya que en su estado de madurez fisiológica y maduro su color es muy intenso sobre todo en los frutos rojos y poseen un gran brillo.

4.3. Componentes de calidad

En cuanto al contenido de carotenoides totales, se muestra un aumento progresivo de acuerdo a la tonalidad del color. (Arándiga y Díaz 2008), (Figueroa *et al.*, 2015) señalan que mientras que mayor sea la intensidad de color, mayor será el contenido de carotenoides. Es así que los análisis obtenidos, guardan relación con los autores antes mencionados. Complementando con (Rojas *et al.*, 2016) que estudia al ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) como fruto maduro color rojo, que obtuvo como resultado 99.9 mg/g de carotenoides totales en análisis, lo cual se asemeja a las muestras representativas de nuestro estudio que oscilan entre L₂ y L₃ (101.569 y 84.112 mg/g respectivamente). Además, se ve que no existe presencia mínima de clorofila, esto debido a que a medida que avanza la madurez del fruto ocurre una degradación de la molécula de clorofila, que genera compuestos no coloreados, lo que hace que se expresen otros pigmentos como los carotenos, los cuales pueden dar al fruto una coloración desde amarilla hasta púrpura (Borovsky y Paran, 2008).

4.4. Determinación del índice de reflectancia de carotenoides

Respecto al índice de reflectancia de carotenoides, Díaz J. (2015) indica que la mayoría de las soluciones existentes capturan la información comprendida entre 400nm y 1000nm, tomando datos de hasta 300 bandas. Con ello se consigue la máxima información espectral en el rango correspondiente. Por ello, en los promedios de (CRI₇₀₀), que fueron, 35.007, 29.580, 23.793, 19.864 y 17.554, en las seis muestras (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅ y L₆), conllevo utilizar para la obtención del CRI₇₀₀ (Coeficiente de Índice de Reflectancia) los valores de función de remisión a 510 nm y 710nm. Estas longitudes de onda dieron lectura expresadas en luminosidad, resultados que fueron convertidos usando el factor de índice de reflectancia = 10000 a unidades de reflectancia, para posteriormente utilizar la fórmula propuesta por (Resonon Inc, 2016), ver fórmula 25 y obtener el CRI₇₀₀. Esto se debe a

que los coeficientes de absorción en estas regiones del espectro electromagnético son suficientemente bajos para permitir que la luz penetre profundamente (Gaussman y Allen, 1973), (Gitelson, 2002) y por lo tanto la sensibilidad a la absorción y la reflectancia a estas longitudes de onda es máxima, permitiendo una evaluación más precisa.

4.5. Correlación estadística

La finalidad de la correlación es examinar la dirección y la fuerza de la asociación entre dos variables cuantitativas. Así conoceremos la intensidad de la relación entre ellas y si, al aumentar el valor de una variable, aumenta o disminuye el valor de la otra variable (Laguna, 2014).

- Si $r > 0$ la relación entre las variables es directa
- Si $r < 0$ la relación entre las variables es inversa
- Si $r = 0$ las variables son independientes. (Batanero y Díaz, 2008).

Además, el coeficiente de correlación r es siempre un número real comprendido entre -1 y 1.

Respecto al análisis de correlación del CRI_{700} y sólidos solubles totales ($r = 0.975$), del CRI_{700} y pH ($r = 0.796$), del CRI_{700} e I.M ($r = 0.975$), del CRI_{700} y carotenoides totales ($r = 0.927$), donde el coeficiente es positivo, y su relación es directa entre las variables, concordando con (Batanero y Díaz, 2008), esto nos demuestra que significativamente al aumentar el CRI_{700} (Índice de Reflectancia de Carotenoides), la cantidad de sólidos solubles totales también se incrementa, coincidiendo de esta manera con lo mencionado por (Laguna, 2014). Del CRI_{700} y A.T ($r = -0.943$), Donde su relación es inversa, entre las variables, concordando con (Batanero y Díaz, 2008), esto nos demuestra que significativamente al disminuir el CRI_{700} (Índice de Reflectancia de Carotenoides), la cantidad de A.T. aumenta, coincidiendo de esta manera con lo mencionado por (Laguna, 2014).

4.6. Análisis de varianza

En este caso, se acepta la hipótesis alterna, puesto que el valor obtenido es 0.001, concordando con (Molina, 2017) que menciona que, si $P < 0.05$ hay diferencia significativa entre los tratamientos. Donde se valida, que el grado de madurez influye en el índice de reflectancia de carotenoides (CRI_{700}) en nuestras seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro.

V. CONCLUSIONES

En la investigación se estudió al ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro (seis muestras) y se logró determinar sus componentes de calidad expresándolo en índice de carotenoides, utilizando imágenes hiperespectrales.

Se evaluó las seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, mediante visión artificial. Obteniendo en L₁ una reflectancia como máximo de 0.601 a 700nm y en L₆ como mínimo de 0.056 a 510nm. Demostrando que, a mayor madurez e intensidad de color, presentará una mayor reflectancia.

Se determinó los parámetros físicoquímicos como; el pH y el porcentaje de acidez de las muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, lo cual, presentan una relación inversa, debido a que el pH disminuye y la acidez titulable va en aumento. Y en referencia a los grados brix, de acuerdo al grado de madurez, van desde 6.85 en L₁ hasta 3.60 en L₆.

Se determinó un descenso del Índice de Reflectancia de Carotenoides (CRI₇₀₀) obtenidas a través de las imágenes hiperespectrales, en las muestras estudiadas de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, obteniendo resultados desde un índice de 35.007 en la muestra L₁ hasta un índice de 17.554 en L₆. De igual forma validamos que la cantidad de clorofila presentes en nuestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro, es totalmente nula.

Se correlacionó el Índice de Reflectancia de Carotenoides (CRI₇₀₀) con los análisis físicos químicos y los parámetros de calidad encontrados en las seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro. Por lo tanto, se encontró una correlación directa entre las variables de Índice de Reflectancia de Carotenoides (CRI₇₀₀) y la cantidad de carotenoides (ug/g); los análisis mostraron una correlación significativa (p

<0.05) del Índice de reflectancia de carotenoides (CRI_{700}), respecto al contenido de carotenoides totales, indicando que a medida que el fruto presenta más carotenoides por su coloración, el Índice Espectral de carotenoides también aumenta, aceptando este método no destructivo para el análisis de este componente y permitiendo analizar muestras intactas en menor tiempo y evitando usar reactivos para la preservación del ambiente.

Se realizó el análisis de varianza ANOVA, mediante el coeficiente de correlación de Pearson y se alcanzó un valor de 0.001, obteniendo una diferencia significativa entre el grado de madurez y el índice de reflectancia de carotenoides (CRI_{700}) en nuestras seis muestras de ají limo (*Capsicum chinense Jacq.*) en estado maduro.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario mayores investigaciones sobre las variedades de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) sembradas en el Perú. Se recomienda empezar por las variedades regionales, es necesario un mejor manejo y adecuado para esta variedad desde la siembra, para elevar la calidad de color.

Se recomienda planificar y realizar asesoramientos técnicos y económicos a los agricultores de las zonas regionales y brindarles el apoyo necesario en la siembra de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) y así lograr calidad y volúmenes adecuados para la industrialización y comercialización del mismo.

Realizar convenios entre el Gobierno Regional, empresas privadas y/o públicas, agricultores, universidades para la implementación de áreas de cultivo, empresas dedicadas al manejo post-cosecha e industrialización del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.).

Realizar estudios de factibilidad técnico económica para la instalación de nuevas plantas productoras y procesadoras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) y de sus diversas especies.

Promover además la investigación para la obtención de un software para la obtención de una base de datos que permita crear una app, que arroje los parámetros de calidad con tan solo una fotografía.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolfsson Karim (2006).** *Visual Evaluation of 3D Image Enhancement*. Institutionen för medicinsk teknik (IMT). Linköping. Suicia
- Aligbe I., Diezma Iglesias B. y Diaz Barcos V. (2013).** *Aplicación de la imagen hiperespectral para la detección de contaminación microbiana en espinaca fresca envasada*. "VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas.". Madrid. España.
- Alvarado, J. (2012).** *Procesamiento y Análisis de Imágenes digitales*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electrónica.
- Alvarado, O. y Blanco, T. (2008).** “Alimentos. Bromatología. Capítulo: Alimentos.” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC. Lima – Perú.
- Andrés, D., Antón, J y Barrio, J. (2008).** *Física y química*. Editex.
- Antonious, G., Kochhar, T., Jarret, L., Snyder, J. (2006).** *Antioxidants in hot pepper: Variation among accessions. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 41. pág. 1237–1243.
- Arándiga Martí. G. y Díaz Sánchez, S. (2008).** *Estudio del licopeno del tomate como colorante natural desde la perspectiva analítica e industrial*. (Tesis de ingeniería técnica industrial “química industrial”). Universidad Politécnica de Catalunya. Catalunya. España.
- Arias DA. (2011).** *Análisis de la cadena de Valor de los Ajíes Escabeche (Capsicum baccatum L. var. pendulum (Wild)) y Picante (Capsicum sp.)*. Los Ejidos del

Norte Piura. Tesis de pregrado, Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Avid Gonzalez, Vargas Cuentas Natalia Indira. (2013). *Análisis de imágenes hiperespectrales*. Revista Ingeniería y Desarrollo.

Bannari, A., Morin, D., Bonn, F., and Huete, A. (1995). *A review of vegetation indices*. *Remote Sensing Reviews*.

Barbedo, J., Tibola, C. y Fernandes, J. (2015). *Detecting Fusarium head blight in wheat kernels using hyperspectral imaging*. *Biosystems Engineering*, 131.pág. 65 – 76.

Barreto, A. (2015). *Predicción, usando imágenes hiperespectrales, del contenido de almidón en quesos frescos adulterados con harina de maíz*. (Tesis para optar el título de ingeniero agroindustrial). Facultad de ciencias agropecuarias, Trujillo, Perú. pag. 18 – 19.

Batanero, C. y Díaz, C. (2008). *Análisis de datos con Statgraphics*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática.

Begoña, A., Fernando, L., Inmaculada, N. (2001). *Carotenoides y salud humana*. Fundación Española de la Nutrición. Madrid. España.

Bekker, N.P., Uichenco, N.T., Glushenkova, A.I. (2001). *Physicochemical properties and composition of lipids from capsicum annuum seeds*. *Chemistry of Natural Compounds* 37 (2). pag. 131-133.

- Borovsky, Y., & Paran, I. (2008).** *Chlorophyll breakdown during pepper fruit ripening in the chlorophyll retainer mutation is impaired at the homolog of the senescence-inducible stay-green gene.* Theor. Appl. Genet.
- Britton, G. (1998).** *Overview of carotenoid biosynthesis.* En: G. Britton, S. Liaaen Jensen, y H. Pfander (Eds.), *Biosynthesis and Metabolism*.pág. 13-148. Basel: BirkhSuser Verlag.
- Cabieses, F. (2000).** *Antropología del Ají.* INMETRA. Lima. Perú.
- Camps, D (2010).** *Bioquímica del estrés oxidativo y de las especies reactivas del oxígeno.* Primera edición. Catedra de química III. Facultad de medicina. Universidad católica de Córdoba. Argentina.
- Castro, V. y Murcia, C. (2013).** *Licopeno y salud humana.* Universidad Santiago de Cali, Facultad de ciencias básicas. Departamento de ciencias naturales. exactas y estadística programada de química. Cali. Colombia. pág. 48.
- Cedrón, J.C. (2013).** *La capsaicina.* Revista de Química PUCP, 27(1-2). pág. 7-8.
- Chang, C. I. (2007).** *Hyperspectral Data Exploitation: Theory and Applications.* Hoboken, NJ, USA: Wiley-Interscience.
- Chuah, A., Lee, Y., Yamaguchi, T., Takamura, H., Yin, L., & Matoba, T. (2008).** *Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers.* Food Chemistry.
- Chuvienco, E. (2002).** *Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio.* Barcelona. Ariel Ciencia. 584 pp. ISBN 978-84-344-8073-3.

- Clark C.J., McGlone V.A., Requejo C., White A. and Woolf A.B. (2003).** *Dry matter determination in 'Hass' avocado by NIR spectroscopy.* *Postharvest Biology and Technology*, 29. pág 300-307.
- Commission on Biochemical Nomenclature (CBN), (1971).**
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bi00869a001>
- Cox, S. (2001).** *Análisis de licopeno y atributos hortícolas de los tomates.* (Tesis para el grado de Maestría en Ciencias). Universidad Estatal de Colorado. U.S.A.
- Curran, P.J. (1981).** *Multispectral remote sensing of vegetation amount, Progress in Physical Geography.*
- Dale, L.M., Thewis, A., Boudry, C., Rotar, I., Dardenne, P., Baeten, V., Fernandez Pierna J.A. (2013).** *Hiperspectral imaging applications in agriculture and agro-food product quality and safety control.* *Applied Spectroscopy Reviews* 48. pág. 142-159.
- Delecroix, J. (2016).** *Los 170 alimentos que cuidan de ti.* Editorial Amat. Barcelona. España.
- Delgado Z. Karelia R. (2018).** *Optimización de los métodos de obtención de la capsaicina del ají limo (Capsicum sinense Jacq) para la determinación de la dosis letal (DL₅₀) del pulgón verde (Aphididae).* Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Ciencias Naturales y Formales. Escuela Profesional de Química. Arequipa-Perú.
- Deli, J., Molnar, P., Matus, Z., Toth, G. (2001).** *Carotenoid composition in the fruits of red paprika (Capsicum annuum var. lycopersiforme rubrum) during*

ripening; biosynthesis of carotenoids in red paprika. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49. pág.151–152.

Diago, M.P., Pou, A., Millan, B., Tardaguila, J., Fernandes, A.M. y Melo-Pinto, P.

(2014). *Assessment of grapevine water status from hyperspectral imaging of leaves*. *Acta Horticulturae*. 1038. pág. 89-96. DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1038.9

Díaz G. C. Juan J. (2015). *Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión*. Universidad Complutense de Madrid.

ElMasry G., Sun D.-W., Professor Da-Wen S. (2010). *Principles of Hyperspectral Imaging Technology, Hyperspectral Imaging for Food Quality Analysis and Control*. Academic Press. San Diego. pág. 3-43.

Erives, H. and Fitzgerald, G. (2005). *Automated registration of hyperspectral images for precision agriculture*. Computer and electronics in agriculture, 47: pág. 103–119.

Esperanza, F y Zerda, H. (2002). *Potencialidad de los índices de vegetación Para la discriminación de coberturas forestales*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero.

Espinoza P. D. (2017). *Caracterización morfológica de ajíes de la costa del Perú*. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

FAOSTAT. (2011). Disponible en URL: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>. Consultado 01 de Enero de 2018.

- Fennema, O., Parkin, Kirk., Damodaran, S. (2000).** *Química de los Alimentos*. Zaragoza. 2ª edición. Editorial Acribia. Madrid. España.
- Fernandez Pierna J.A., Vermeulen P., Dardenne P., Baeten V. (2010).** *Integration of chemometric tools in hyperspectral imaging data: contaminant detection*, *International Association for Spectral Imaging*. IASIM-10. Dublin. Ireland.
- Fernandes, A. M., Franco, C., Mendes-Ferreira, A., Mendes-Faia, A., da Costa, P. L., & Melo-Pinto, P. (2015).** Brix, pH and anthocyanin content determination in whole Port wine grape berries by hyperspectral imaging and neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115, 88-96.
- Ferrater Mora, José. (2004).** *Diccionario de filosofía (tomo I)*, Editorial Ariel, SA, Tercera impresión, Barcelona, España.
- Figuerola Cares, I. E., Martinez Damián, M. T., Rodriguez Pérez, J. E., Cruz Álvarez, O., Valle Guadarrama, S., Beryl Colinas León, M. T., & Ramirez Ramirez, S. P. (S.F.), (2015).** *Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morron (Capsicum annum L.)*. *Interciencia*, 40 (Octubre).
- Fraser, P. D. y Bramley, P. (2004).** *The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids*. *Prog.Lipid Res.*
- Gausman H. y Allen W. (1973).** *Optical parameters of leaves of 30 plant species*. *Plant Physiol.* 52: 57-62
- Gitelson, A. (2002).** *Evaluación del contenido de carotenoides en hojas de plantas con espectroscopía de reflectancia*. *Photochemistry and Photobiology*. pág. 272-281.

- Goetz, A. F. H., Vane, G., Solomon, J. E., & Rock, B. N. (1985).** *Imaging spectrometry for earth remote sensing*. Science, 228. pág. 1147-1153. DOI: 10.1126/science.228.4704.1147
- González, C. (2012).** *Procesamiento a bordo de imágenes hiperespectrales de la superficie terrestre mediante hardware reconfigurable*. (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2012). Recuperado de <http://www.umbc.edu/rssipl/people/aplaza/2011.PhD.CarlosGonzalez.pdf>. Consultado 02 de Enero de 2018.
- Gowen A.A., O'Donnell C.P., Cullen P.J., Downey G., Frias J.M. (2007).** *Hyperspectral imaging - an emerging process analytical tool for food quality and safety control*. Trends in Food Science & Technology, 18. pág. 590-598.
- Gross, J. (1987).** *Pigments in fruits*. Academic Press. London.
- Hollas J. M. (1992).** *Modern Spectroscopy*. John Wiley & Sons. 2nd ed. Chicester. England.
- Howard, LR. (2001).** *Handbook of nutraceuticals and functional foods: antioxidant vitamin and phytochemical content of fresh and processed pepper fruit (Capsicum annum)*. Florida. Estados Unidos. CRC Press. pág. 209-233.
- Hurst J. W. (2002).** *Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals*. 1ºed. London. CRC PRESS.
- Hustik, L. M. (2015).** *¿Qué afecta a los valores °Brix?* Obtenido de <http://www.hortalizas.com/cultivos/que-afecta-a-los-valores/-brix>
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS) (2012).** *Taxonomic Serial N°.*:

530933. EEUU. Recuperado el 12 de octubre de 2018, de [http:// www.itis.gov/servlet /singleRpt/SingleRpt?searchtopic=TSN&searchvalue=530933](http://www.itis.gov/servlet/singleRpt/SingleRpt?searchtopic=TSN&searchvalue=530933).

Kamruzamman, M., Nakauchi, S., y ElMasry, G. (2015). Online screening of meat and poultry product quality and safety using hyperspectral imaging (pág.425-466). High Throughput Screening for Food Safety Assessment. Woodhead Publishing.

Karlidag, H., Ercisli, S., Sengul, M., Tosun, M. (2009). *Physico-chemical diversity in fruits of wild-growing sweet cherries (Prunus avium L.)*. Biotechnology & Biotechnological Equipment 23.

Kim, M., Chen, Y., and Mhel, P. (2001). *Hyperspectral reflectance and fluorescence imaging system for food quality and safety*. Transactions of the ASAE, 44(3): pág.721–729

Krinsky, N. I.; Johnson, E. J. (2005). *Carotenoid actions and their relation to health and disease*. Mol. Aspects Medic. 26(6). pág. 459-516.

Kruse F. A. (1996). *“Identification and mapping of minerals in drill core using hyperspectral image analysis of infrared reflectance spectra”*. Center for the Study of Earth from Space (CSES) Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences (CIRES) University of Colorado. Campus Box 216, Boulder, CO, USA 80309 and Department of Geological Sciences, University of Colorado** Internacional Journal of Remote Sensing, 17, n°. 9. pág. 1623-1632.

Kupper, H., S. Seibert, and A. Parameswara. (2007). *Fast, sensitive, and inexpensive alternative to analytical pigment HPLC: quantification of*

chlorophylls and carotenoids in crude extracts by fitting with Gauss peak spectra. Anal Chem. pág. 11-27.

Laguna C. (2014). *Correlación y regresión lineal.* Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud. pág. 2.

Landgrebe, D. (2002). *Hyperspectral image data analysis. IEEE Signal Processing Magazine, 19 (1).* pág. 17-28. DOI: 10.1109/79.974718

Libreros Dimary, Zonneveld Maarten van, Petz Michael, Meckelmann Sven W., Ríos Llerme, Peña Karla, Amaya Karen y Ramírez Marleni. (2013). *Catálogo de ajíes (Capsicum spp.) peruanos promisorios conservados en el banco de semillas del INIA - Perú*

Lichtenthaler, H.K. (1987). *Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes, in Methods in Enzymology.* Academic Press. pág. 350-382.

Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. y Chipman, J. W. (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation.* New York: Wiley, 5th edition.

Liu,Z.; Yu, H.; MacGregor, J. (2007). *Standardization of line-scan NIR imaging systems.* Journal of Chemmetrics 21.pág. 88-95.

Loayza, I. y Di Fabio, A. (2001). *Capsicum y sus derivados en Iberoamérica: Aspectos Agrícolas, Científicos, Tecnológicos y Económicos.* CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Bolivia. pág. 343.

Lock, O. (1997). *Colorantes naturales.* Editorial de la pontifica Universidad católica del Perú. Lima. Perú.

- Long, J. (2011).** *El Capsicum a través de la historia mexicana*. En K. Richterich (Ed.), *El Chile: Protagonista de la Independencia y la Revolución*. pág. 7-1. Fundación Herdez. México.
- Long-Solís, J. (1986).** *Capsicum y Cultura: La Historia del Chilli*. Fondo de Cultura Económica. México. pág. 183.
- Manual Resonon I. (2016).** *EspectrononPro Manual*, Release 5.0.
- Marín, A., Ferreres, F., Tomás-Barberán, F., Gil, M. (2004).** *Characterization and quantification of antioxidante constituents of sweet pepper (Capsicum annuum L.)*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52. pág. 3861-3869.
- Martínez, A. (2003).** Carotenoides. Universidad de Antioquía, Facultad de Química Farmacéutica, Medellín, Colombia.
- Market Parnis J., Oldham Keith B. (2013).** “*Beyond the Beer-Lambert law: The dependence of absorbance on time in photochemistry.*”. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 267. pág. 6–10.
- Matsufuji, H., Ishikawa, K., Nunomura, O., Chino, M., Takeda, M. (2007).** *Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green. Yellow, orange and red (Capsicum annuum L.)*. Internatinal Journal of Food Science and Technology 42. pág. 1482-1488.
- Méndez, Mario A.; Ligarreto, Gustavo A.; Hernández, María Soledad; Melgarejo, Luz Marina (2004).** *Evaluación del crecimiento y determinación de índices de cosecha en frutos de cuatro materiales de ají (Capsicum sp.)*

cultivados en la Amazonía colombiana *Agronomía Colombiana*, vol. 22, núm. 1. Pág. 7-17. Universidad Nacional de Colombia Bogotá. Colombia.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1998). *Métodos Oficiales de Análisis de la Unión Europea (Diario Oficial de la C.E.)* 2Tomos. Madrid.

Molina Arias M. (2017). *¿Qué significa realmente el valor de p?*. Revista Pediátrica Atención Primaria.19: pág 81-377. Madrid. España.

Mirick, M., Michels, J., Kassymzhanova-Mirick, S., Elliott, N., Catana, V., Jones, D., and Bowling, R. (2006). Using digital image analysis and spectral reflectance data to quantify damage by greenbug (Homoptera:Aphididae) in winter wheat. *Computer and electronics in agriculture*. pág. 86–98.

Mubarik A. (2006). *Chili (Capsicum spp.)*. Food Chain Analysis: Setting Research Priorities in Asia, AVRDC - The World Vegetable Center. Shanhuai. Taiwan.

Mundaca Vidarte, G. (2016). *Análisis de la calidad del grano de cacao mediante imágenes hiperespectrales usando técnicas de visión artificial*. Máster. Universidad de Piura. Piura. Perú.

Myneni, R. B., Keeling, C. D., Tanser, C. J., Asrar, G., and Nemani, R. R. (1997). *Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991*. *Nature* 386, 698–702. doi: 10.1038/386698a0

Noble D. (1995). *Illuminating near-IR*. *Anal. Chem.*

Nuez F, R. Gil y J. Costa. (1996). *Cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Mundi-Prensa. Madrid. España.

- Ong, A.S.H. y Choo, Y.M. (1997).** *Carotenoids and tocols from palm oil*. pág.133-147. Natural Antioxidants. Chemistry, Health Effects, and Applications. (Ed. Shahidi, F.), AOCS Press. Champaign. Illinois. USA. Peg Shippert is the Eart Science Applications Specialist for Reserch Systems, Inc (www.reserchsystems.com).
- Park, H., Hung, Y.C., Kim, C. (2002).** Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces. J. Food Protec. 65. pág 1276.
- Resonon Inc. (2014).** *Benchtop System Users Manual*, Release 4.0.
- Restrepo, M. (2006).** *Oleorresinas de Capsicum en la industria alimentaria*. Revista Lasallista de investigación, 3(2). pág.43-47.
- Rodríguez, D. (1999).** *Carotenoides y Preparación de alimentos: La retención de Carotenoides provitamina a en alimentos Preparados, Procesados y Almacenados*. Departamento de Ciencias de Alimentos Facultad de Ingeniería de Alimentos. Brasil.
- Rojas Rosario, Patel Kirti, Ruiz Candy, Calderón Rosa, Asencios Edgard, Quispe Fredy, Marcelo Mavel. (2016).** *Ajés Nativos Peruanos: Caracterización Agro-Morfológica, Químico-Nutricional y Sensotial*. Universidad Peruana Cayetano Heredia. 1ra edición. Lima Perú. pág. 108
- Ruiz Reyes, J. (2016).** *Estudio de la visión hiperspectral en el proceso de fermentación del cacao*. (Tesis para optar el título de máster en ingeniería mecánico – eléctrica con mención en automática y optimización), Universidad de Piura. Piura. Perú.

- Ruiz, V. (2009).** *Determinación experimental de solubilidades de licopeno en disolventes supercríticos.* (Tesis de maestro en ciencias en ingeniería química), Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. México. D.F.
- Schowengerdt, R. A. (2007).** *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing (Third Edition).* ELSEVIER.
- SEAGRO S.A.C, (2013).** Disponible en <http://www.seagroperu.com.pe/>. Consultado 15 de Diciembre de 2017. Perú.
- Sellers, P. (1989).** Vegetation – Canopy Spectral reflectance and Biophysical processes, en *Theory and applications of optical Remote Sensing*, ED. G Asrar, Wiley, New York. pág 297-335.
- Skoog D. A., Holler F. J., Nieman T. A. (2001).** *Principios de análisis instrumental.* 5° edición. McGraw-Hill.
- Sun, T., Xu, Z., Wu, T., Janes, M., Prinyawiwatkul, W., No, H. (2007).** *Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (Capsicum annuum L.).* Journal of Food Science. 72 (2). pág. 98-102.
- Thrane, J.E. (2015).** *Spectrophotometric Analysis of Pigments: A Critical Assessment of a High-Throughput Method for Analysis of Algal Pigment Mixtures by Spectral Deconvolution.* PLoS One. 10(9). pág. 137.
- Topuz, A y Ozdemir, F. (2007).** *Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (Capsicum annuum L.) grown in Turkey.* Journal of Food Composition and Analysis.

- Towers, P. (2002).** *Conceptos Iniciales sobre Teledetección y su Aplicación al Agro*. Buenos Aires. pág 138.
- Tucker, G. A. (1993).** *Biochemistry of fruit ripening*. USA: Chapman and Hall.
- Ugás, R. y Mendoza, V. (2012).** *El punto de Ají*. Investigaciones en *Capsicum* nativos número 1 y 2. Programa de Hortalizas. UNALM. Lima. Perú.
- Valderrama, M. y Ugás, R. (2009).** *Ajies Peruanos Sazón para el mundo*. APEGA, UNALM, INIA, USMP. Editorial El Comercio. Lima.
- Villanueva, C., Carrasco, A., Fonseca, H., Ormeño, G. y Farfán, C. (2016).** *Diccionario de insumos para la Producción Orgánica*. Editorial PLM Lima. Perú.
- W.H.A.M. van den Broek, E.P.P.A. Derks, E.W. van de Ven, D. Wienke, P. Geladi, L.M. C. Buydens. (1996).** Plastic Identification by remote sensing spectroscopic NIR imaging using kernel partial least squares (KPLS).
- Wu, D., y Sun, D. (2013).** *Advanced applications of hyperspectral imaging technology for food quality and safety analysis and assessment: A review — Part I: Fundamentals*.
- Xiong, Z., Sun, D., Zeng, X. y Xie, A. (2014).** *Recent developments of hyperspectral imaging systems and their applications in detecting quality attributes of red meats*. A review. *Journal of Food Engineering*, 132. pág. 1–13.
- Yang, C., Prasher, S., Whalen, J., and Goel, P. (2002).** *Use of hyperspectral imagery for identification of different fertilisation methods with decision-tree technology*. *Biosystems Engineering*.pág. 291–298.

Yeager, S. (2001). *La guía medica de remedios alimenticios*. Editorial: Rodale Inc.
España.

Youngson, R. (2003). *Antioxidantes y radicales libres*. Editorial EDAF, S.A. Madrid.
España.

REFERENCIAS LINKOGRAFICAS

<http://www.genome.jp/kegg->

[bin/highligh_pathway?scale=1.0&map=map00906&keyword=carotene](http://www.genome.jp/kegg-bin/highligh_pathway?scale=1.0&map=map00906&keyword=carotene)

<https://peruvianchili.com/es/product-item/otros-ajies-peruanos/>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Datos espectrales obtenidos en el software SpectrononPro.

Tabla 19

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Oscuro (L₁)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L ₁)									
Longitud de onda	LUMINOSIDAD								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1106	1316	1034	1453	918.3	1274	895.3	1127	1298
394	489.6	564.4	452.1	662.5	412.5	593.6	359.7	528.9	650.8
404.1	333	349.4	299.2	453.2	263.3	420.4	247.2	370.1	494.9
414.1	342.6	322.7	272	411.6	245.5	386.9	248	342.8	491
424.2	361.2	322.9	282.1	411.6	253.7	393.5	258.1	346.9	504.4
434.3	374.6	325.9	283.4	421.4	251.7	388.1	255.7	337.6	504.8
444.5	345.7	291.8	253.4	378.2	228.8	358.7	232.7	313.7	475.9
454.6	301.3	247.3	218.1	342.2	199.1	323.9	207.7	281.8	440.2
464.8	264.7	215	190.3	314.4	176.6	298.5	190.4	259.9	414.6
475	250.7	200.6	180	298	168.6	289	189.6	259.1	404.8
485.2	257	209	187.9	311.4	180.4	301.1	212	291.3	421.3
495.4	269.7	224.1	201.4	324.8	203.6	335.1	235.5	326.3	450.9
505.7	299.6	251.1	233.5	356.3	240.7	385.6	268.5	375.2	496.5
515.9	328	281.8	261.8	387.4	269.9	422.2	290.4	405.9	527.1
526.2	352.4	309.8	287.5	417.2	294.7	459.2	313.1	436.3	556.9
536.6	382.8	343	323.7	474.2	327.9	505	340.9	468.3	595.7
546.9	422.9	391.6	374.1	555.2	376.9	584.6	382.1	519.7	655
557.3	479.6	454.5	426.5	629.3	433.6	695.1	426.4	585.7	713.8
567.6	642.4	653.6	612.6	891.4	621.5	982.9	588.3	789.3	905.4
578	975	1061	1025	1429	1048	1557	974.2	1258	1331
588.5	1508	1689	1645	2164	1704	2337	1614	1989	1975
598.9	2193	2463	2388	2980	2504	3197	2447	2904	2766
609.4	2984	3310	3258	3878	3425	4125	3434	3946	3674
619.9	3624	3971	3820	4432	4028	4682	4140	4664	4303
630.4	4163	4513	4309	4916	4395	4991	4561	5067	4745
640.9	4560	4912	4718	5316	4608	5205	4721	5192	5033
651.4	4854	5200	5050	5631	4929	5517	4898	5351	5302
662	5056	5403	5293	5854	5180	5749	5125	5558	5527
672.6	5236	5572	5507	6035	5412	5925	5367	5729	5726
683.2	5470	5780	5739	6263	5636	6161	5543	5933	5940

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L ₁)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5658	5990	4871	6092	5780	6662	6061	6415	6008
704.5	5751	6079	4976	6222	5935	6825	6209	6570	6141
715.2	5830	6151	5092	6307	6147	6923	6386	6650	6261
725.9	5856	6166	5167	6352	6271	6980	6507	6710	6338
736.6	5847	6141	5188	6361	6338	7033	6566	6765	6371
747.3	5881	6173	5243	6427	6432	7139	6674	6874	6452
758.1	5928	6205	5306	6499	6557	7257	6804	6998	6546
768.9	5965	6233	5377	6563	6670	7371	6951	7130	6636
779.6	6007	6261	5430	6621	6771	7475	7070	7250	6720
790.5	6037	6308	5476	6668	6840	7559	7184	7367	6789
801.3	6044	6317	5508	6698	6880	7600	7247	7444	6826
812.2	6043	6303	5485	6676	6865	7604	7259	7456	6821
823.1	5976	6226	5402	6588	6767	7505	7168	7382	6734
834	5874	6133	5281	6455	6610	7359	7016	7229	6600
844.9	5805	6068	5195	6370	6480	7237	6882	7122	6497
855.8	5763	6019	5126	6302	6365	7124	6741	7012	6399
866.8	5712	5984	5066	6237	6278	7024	6626	6895	6322
877.8	5652	5923	4984	6148	6135	6887	6497	6773	6213
888.8	5580	5841	4906	6057	6030	6769	6351	6641	6102
899.8	5462	5744	4810	5954	5897	6627	6194	6487	5983
910.9	5362	5641	4688	5835	5744	6482	6051	6349	5855
922	5171	5453	4501	5620	5519	6229	5812	6103	5637
933	4830	5086	4192	5276	5188	5846	5469	5712	5292
944.2	4316	4596	3739	4756	4685	5281	4958	5158	4783
955.3	3749	3984	3232	4152	4077	4597	4368	4496	4198
966.5	3515	3722	3025	3881	3832	4291	4084	4179	3923
977.6	3441	3685	2980	3864	3764	4270	4033	4119	3899
988.8	3580	3862	3086	4076	3855	4431	4095	4290	4014
1000	3778	4079	3335	4265	4050	4548	4241	4499	4207
1011	3964	4198	3498	4419	4216	4810	4385	4673	4385

Nota. Elaborado por los autores Hernández y Radahelly (2018).

Tabla 20

Reflectancia del Ají Limo Rojo Oscuro (L_1)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L_1)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1176	0.1301	0.1072	0.1307	0.1053	0.1244	0.09146	0.1282	0.1245
394	0.05252	0.05616	0.0483	0.05754	0.04681	0.05249	0.03914	0.052	0.05635
404	0.03577	0.03584	0.03289	0.03865	0.03059	0.03261	0.02299	0.03171	0.03823
414	0.0353	0.03249	0.03391	0.04049	0.03039	0.02818	0.02064	0.02804	0.03706
424	0.03778	0.03311	0.03589	0.04205	0.03263	0.02789	0.02104	0.02687	0.03814
434	0.03834	0.03304	0.03686	0.04218	0.03318	0.02674	0.02145	0.02603	0.03818
445	0.03494	0.03001	0.03348	0.03831	0.0298	0.02331	0.01922	0.02284	0.03504
455	0.03055	0.02526	0.02949	0.03411	0.02601	0.01995	0.01635	0.01989	0.03123
465	0.02784	0.02163	0.0267	0.03061	0.02327	0.01716	0.01462	0.01749	0.02836
475	0.0259	0.02051	0.02514	0.02914	0.02187	0.01617	0.01377	0.01674	0.02717
485	0.02688	0.02162	0.02591	0.02937	0.02236	0.01685	0.01494	0.01766	0.02789
495	0.02818	0.02314	0.02698	0.03046	0.02362	0.01822	0.01689	0.01967	0.02937
506	0.03058	0.02564	0.02912	0.03256	0.02636	0.02081	0.02019	0.02279	0.03219
516	0.0333	0.02862	0.03162	0.03488	0.02874	0.0235	0.0227	0.02541	0.03485
526	0.03519	0.03134	0.0335	0.03712	0.03083	0.02602	0.02496	0.02808	0.03722
537	0.03737	0.0343	0.03568	0.03954	0.03395	0.02936	0.02768	0.03126	0.04023
547	0.03961	0.03752	0.03809	0.04309	0.03761	0.03404	0.03119	0.0361	0.04428
557	0.04225	0.04274	0.04011	0.04827	0.03934	0.03965	0.03348	0.04177	0.04876
568	0.05305	0.05989	0.04987	0.06546	0.04882	0.0587	0.04377	0.06071	0.06415
578	0.08002	0.09811	0.07317	0.1043	0.07575	0.1044	0.07113	0.1063	0.1005
589	0.1297	0.162	0.1144	0.1686	0.1248	0.178	0.124	0.1804	0.1607
599	0.1992	0.2436	0.1702	0.2499	0.1951	0.2691	0.2032	0.275	0.2389
609	0.2824	0.3352	0.24	0.3398	0.2849	0.3718	0.3072	0.3824	0.3307
620	0.3538	0.4065	0.2972	0.4106	0.3518	0.4416	0.3905	0.4568	0.3997
630	0.4142	0.4631	0.3477	0.4673	0.4108	0.4998	0.448	0.5004	0.4534
641	0.4591	0.5035	0.3864	0.5086	0.4583	0.5457	0.4812	0.5243	0.492
651	0.491	0.532	0.4153	0.5375	0.4917	0.5791	0.5185	0.5569	0.5227
662	0.5116	0.5505	0.4354	0.557	0.5132	0.6024	0.5462	0.5811	0.5439
673	0.5287	0.5672	0.4533	0.5738	0.5317	0.6209	0.5705	0.6002	0.562
683	0.5505	0.586	0.4742	0.5941	0.5603	0.6438	0.5937	0.6211	0.5844

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L1)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.5658	0.599	0.4871	0.6092	0.578	0.6662	0.6061	0.6415	0.6008
705	0.5751	0.6079	0.4976	0.6222	0.5935	0.6825	0.6209	0.657	0.6141
715	0.583	0.6151	0.5092	0.6307	0.6147	0.6923	0.6386	0.665	0.6261
726	0.5856	0.6166	0.5167	0.6352	0.6271	0.698	0.6507	0.671	0.6338
737	0.5847	0.6141	0.5188	0.6361	0.6338	0.7033	0.6566	0.6765	0.6371
747	0.5881	0.6173	0.5243	0.6427	0.6432	0.7139	0.6674	0.6874	0.6452
758	0.5928	0.6205	0.5306	0.6499	0.6557	0.7257	0.6804	0.6998	0.6546
769	0.5965	0.6233	0.5377	0.6563	0.667	0.7371	0.6951	0.713	0.6636
780	0.6007	0.6261	0.543	0.6621	0.6771	0.7475	0.707	0.725	0.672
791	0.6037	0.6308	0.5476	0.6668	0.684	0.7559	0.7184	0.7367	0.6789
801	0.6044	0.6317	0.5508	0.6698	0.688	0.76	0.7247	0.7444	0.6826
812	0.6043	0.6303	0.5485	0.6676	0.6865	0.7604	0.7259	0.7456	0.6821
823	0.5976	0.6226	0.5402	0.6588	0.6767	0.7505	0.7168	0.7382	0.6734
834	0.5874	0.6133	0.5281	0.6455	0.661	0.7359	0.7016	0.7229	0.66
845	0.5805	0.6068	0.5195	0.637	0.648	0.7237	0.6882	0.7122	0.6497
856	0.5763	0.6019	0.5126	0.6302	0.6365	0.7124	0.6741	0.7012	0.6399
867	0.5712	0.5984	0.5066	0.6237	0.6278	0.7024	0.6626	0.6895	0.6322
878	0.5652	0.5923	0.4984	0.6148	0.6135	0.6887	0.6497	0.6773	0.6213
889	0.558	0.5841	0.4906	0.6057	0.603	0.6769	0.6351	0.6641	0.6102
900	0.5462	0.5744	0.481	0.5954	0.5897	0.6627	0.6194	0.6487	0.5983
911	0.5362	0.5641	0.4688	0.5835	0.5744	0.6482	0.6051	0.6349	0.5855
922	0.5171	0.5453	0.4501	0.562	0.5519	0.6229	0.5812	0.6103	0.5637
933	0.483	0.5086	0.4192	0.5276	0.5188	0.5846	0.5469	0.5712	0.5292
944	0.4316	0.4596	0.3739	0.4756	0.4685	0.5281	0.4958	0.5158	0.4783
955	0.3749	0.3984	0.3232	0.4152	0.4077	0.4597	0.4368	0.4496	0.4198
967	0.3515	0.3722	0.3025	0.3881	0.3832	0.4291	0.4084	0.4179	0.3923
978	0.3441	0.3685	0.298	0.3864	0.3764	0.427	0.4033	0.4119	0.3899
989	0.358	0.3862	0.3086	0.4076	0.3855	0.4431	0.4095	0.429	0.4014
1000	0.3778	0.4079	0.3335	0.4265	0.405	0.4548	0.4241	0.4499	0.4207
1011	0.3964	0.4198	0.3498	0.4419	0.4216	0.481	0.4385	0.4673	0.4385

Nota. Elaborado por los autores Hernández y Radahelly (2018).

Tabla 21*Promedio de la Reflectancia y región 9 del Ají Limo Rojo Oscuro (L_1)*

Promedio L_1	Región 9
0.1169	0.1245
0.0506	0.0564
0.0326	0.0382
0.0312	0.0371
0.0322	0.0381
0.0322	0.0382
0.0290	0.0350
0.0252	0.0312
0.0224	0.0284
0.0212	0.0272
0.0219	0.0279
0.0234	0.0294
0.0260	0.0322
0.0286	0.0349
0.0309	0.0372
0.0336	0.0402
0.0372	0.0443
0.0410	0.0488
0.0550	0.0642
0.0891	0.1005
0.1477	0.1607
0.2257	0.2389
0.3180	0.3307
0.3886	0.3997
0.4439	0.4534
0.4834	0.4920
0.5153	0.5227
0.5372	0.5439
0.5558	0.5620
0.5780	0.5844

Promedio L ₁	Región 9
0.5941	0.6008
0.6071	0.6141
0.6186	0.6261
0.6251	0.6338
0.6280	0.6371
0.6355	0.6452
0.6444	0.6546
0.6533	0.6636
0.6611	0.6720
0.6680	0.6789
0.6717	0.6826
0.6711	0.6821
0.6627	0.6734
0.6495	0.6600
0.6395	0.6497
0.6307	0.6399
0.6228	0.6322
0.6125	0.6213
0.6022	0.6102
0.5897	0.5983
0.5769	0.5855
0.5551	0.5637
0.5200	0.5292
0.4686	0.4783
0.4082	0.4198
0.3816	0.3923
0.3770	0.3899
0.3909	0.4014
0.4099	0.4207
0.4270	0.4385

Nota. Elaborado por los autores Hernández y Radahelly (2018).

Tabla 22

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Rubí (L₂)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1106	1316	1034	1453	918.3	1274	895.3	1127	1298
394	489.6	564.4	452.1	662.5	412.5	593.6	359.7	528.9	650.8
404.1	333	349.4	299.2	453.2	263.3	420.4	247.2	370.1	494.9
414.1	342.6	322.7	272	411.6	245.5	386.9	248	342.8	491
424.2	361.2	322.9	282.1	411.6	253.7	393.5	258.1	346.9	504.4
434.3	374.6	325.9	283.4	421.4	251.7	388.1	255.7	337.6	504.8
444.5	345.7	291.8	253.4	378.2	228.8	358.7	232.7	313.7	475.9
454.6	301.3	247.3	218.1	342.2	199.1	323.9	207.7	281.8	440.2
464.8	264.7	215	190.3	314.4	176.6	298.5	190.4	259.9	414.6
475	250.7	200.6	180	298	168.6	289	189.6	259.1	404.8
485.2	257	209	187.9	311.4	180.4	301.1	212	291.3	421.3
495.4	269.7	224.1	201.4	324.8	203.6	335.1	235.5	326.3	450.9
505.7	299.6	251.1	233.5	356.3	240.7	385.6	268.5	375.2	496.5
515.9	328	281.8	261.8	387.4	269.9	422.2	290.4	405.9	527.1
526.2	352.4	309.8	287.5	417.2	294.7	459.2	313.1	436.3	556.9
536.6	382.8	343	323.7	474.2	327.9	505	340.9	468.3	595.7
546.9	422.9	391.6	374.1	555.2	376.9	584.6	382.1	519.7	655
557.3	479.6	454.5	426.5	629.3	433.6	695.1	426.4	585.7	713.8
567.6	642.4	653.6	612.6	891.4	621.5	982.9	588.3	789.3	905.4
578	975	1061	1025	1429	1048	1557	974.2	1258	1331
588.5	1508	1689	1645	2164	1704	2337	1614	1989	1975
598.9	2193	2463	2388	2980	2504	3197	2447	2904	2766
609.4	2984	3310	3258	3878	3425	4125	3434	3946	3674
619.9	3624	3971	3820	4432	4028	4682	4140	4664	4303
630.4	4163	4513	4309	4916	4395	4991	4561	5067	4745
640.9	4560	4912	4718	5316	4608	5205	4721	5192	5033
651.4	4854	5200	5050	5631	4929	5517	4898	5351	5302
662	5056	5403	5293	5854	5180	5749	5125	5558	5527
672.6	5236	5572	5507	6035	5412	5925	5367	5729	5726
683.2	5470	5780	5739	6263	5636	6161	5543	5933	5940

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5578	5933	5844	6473	5739	6426	5593	6174	6094
704.5	5673	6062	5966	6641	5873	6575	5740	6303	6235
715.2	5794	6163	6133	6744	6036	6626	5937	6334	6357
725.9	5868	6222	6247	6817	6159	6679	6035	6364	6441
736.6	5874	6231	6292	6874	6220	6742	6058	6415	6483
747.3	5921	6292	6387	6980	6330	6865	6159	6519	6579
758.1	5985	6361	6503	7102	6468	7001	6295	6647	6696
768.9	6047	6434	6615	7214	6610	7130	6431	6772	6811
779.6	6091	6495	6709	7314	6733	7257	6562	6900	6916
790.5	6133	6553	6786	7403	6844	7372	6688	7029	7011
801.3	6153	6570	6831	7439	6903	7434	6777	7112	7066
812.2	6134	6562	6805	7424	6907	7442	6799	7151	7065
823.1	6039	6462	6697	7319	6800	7351	6736	7097	6979
834	5920	6331	6533	7151	6635	7190	6571	6942	6826
844.9	5839	6228	6405	7025	6506	7066	6459	6835	6705
855.8	5781	6160	6278	6891	6369	6942	6330	6727	6590
866.8	5719	6098	6169	6785	6252	6834	6211	6618	6495
877.8	5634	5998	6029	6655	6098	6703	6062	6482	6364
888.8	5539	5909	5911	6535	5948	6574	5914	6351	6237
899.8	5454	5806	5774	6399	5793	6401	5754	6202	6101
910.9	5340	5704	5633	6263	5654	6261	5598	6049	5962
922	5118	5489	5376	6015	5407	6013	5359	5807	5727
933	4738	5104	5001	5616	5012	5633	4952	5408	5337
944.2	4237	4577	4488	5071	4496	5062	4414	4833	4799
955.3	3611	3977	3857	4417	3901	4418	3776	4180	4169
966.5	3394	3711	3583	4142	3604	4087	3481	3883	3882
977.6	3427	3699	3616	4108	3592	4111	3495	3903	3886
988.8	3507	3796	3690	4263	3682	4184	3572	3973	3981
1000	3715	4052	3802	4476	3855	4472	3712	4272	4178
1011	3885	4309	4088	4785	4031	4598	3948	4401	4423

Nota. Elaborado por los autores Hernández y Radahelly (2018).

Tabla 23

Reflectancia del Ají Limo Rojo Rubí (L_2)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L_2)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1106	0.1316	0.1034	0.1453	0.09183	0.1274	0.08953	0.1127	0.1298
394	0.04896	0.05644	0.04521	0.06625	0.04125	0.05936	0.03597	0.05289	0.06508
404	0.0333	0.03494	0.02992	0.04532	0.02633	0.04204	0.02472	0.03701	0.04949
414	0.03426	0.03227	0.0272	0.04116	0.02455	0.03869	0.0248	0.03428	0.0491
424	0.03612	0.03229	0.02821	0.04116	0.02537	0.03935	0.02581	0.03469	0.05044
434	0.03746	0.03259	0.02834	0.04214	0.02517	0.03881	0.02557	0.03376	0.05048
445	0.03457	0.02918	0.02534	0.03782	0.02288	0.03587	0.02327	0.03137	0.04759
455	0.03013	0.02473	0.02181	0.03422	0.01991	0.03239	0.02077	0.02818	0.04402
465	0.02647	0.0215	0.01903	0.03144	0.01766	0.02985	0.01904	0.02599	0.04146
475	0.02507	0.02006	0.018	0.0298	0.01686	0.0289	0.01896	0.02591	0.04048
485	0.0257	0.0209	0.01879	0.03114	0.01804	0.03011	0.0212	0.02913	0.04213
495	0.02697	0.02241	0.02014	0.03248	0.02036	0.03351	0.02355	0.03263	0.04509
506	0.02996	0.02511	0.02335	0.03563	0.02407	0.03856	0.02685	0.03752	0.04965
516	0.0328	0.02818	0.02618	0.03874	0.02699	0.04222	0.02904	0.04059	0.05271
526	0.03524	0.03098	0.02875	0.04172	0.02947	0.04592	0.03131	0.04363	0.05569
537	0.03828	0.0343	0.03237	0.04742	0.03279	0.0505	0.03409	0.04683	0.05957
547	0.04229	0.03916	0.03741	0.05552	0.03769	0.05846	0.03821	0.05197	0.0655
557	0.04796	0.04545	0.04265	0.06293	0.04336	0.06951	0.04264	0.05857	0.07138
568	0.06424	0.06536	0.06126	0.08914	0.06215	0.09829	0.05883	0.07893	0.09054
578	0.0975	0.1061	0.1025	0.1429	0.1048	0.1557	0.09742	0.1258	0.1331
589	0.1508	0.1689	0.1645	0.2164	0.1704	0.2337	0.1614	0.1989	0.1975
599	0.2193	0.2463	0.2388	0.298	0.2504	0.3197	0.2447	0.2904	0.2766
609	0.2984	0.331	0.3258	0.3878	0.3425	0.4125	0.3434	0.3946	0.3674
620	0.3624	0.3971	0.382	0.4432	0.4028	0.4682	0.414	0.4664	0.4303
630	0.4163	0.4513	0.4309	0.4916	0.4395	0.4991	0.4561	0.5067	0.4745
641	0.456	0.4912	0.4718	0.5316	0.4608	0.5205	0.4721	0.5192	0.5033
651	0.4854	0.52	0.505	0.5631	0.4929	0.5517	0.4898	0.5351	0.5302
662	0.5056	0.5403	0.5293	0.5854	0.518	0.5749	0.5125	0.5558	0.5527
673	0.5236	0.5572	0.5507	0.6035	0.5412	0.5925	0.5367	0.5729	0.5726
683	0.547	0.578	0.5739	0.6263	0.5636	0.6161	0.5543	0.5933	0.594

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.5578	0.5933	0.5844	0.6473	0.5739	0.6426	0.5593	0.6174	0.6094
705	0.5673	0.6062	0.5966	0.6641	0.5873	0.6575	0.574	0.6303	0.6235
715	0.5794	0.6163	0.6133	0.6744	0.6036	0.6626	0.5937	0.6334	0.6357
726	0.5868	0.6222	0.6247	0.6817	0.6159	0.6679	0.6035	0.6364	0.6441
737	0.5874	0.6231	0.6292	0.6874	0.622	0.6742	0.6058	0.6415	0.6483
747	0.5921	0.6292	0.6387	0.698	0.633	0.6865	0.6159	0.6519	0.6579
758	0.5985	0.6361	0.6503	0.7102	0.6468	0.7001	0.6295	0.6647	0.6696
769	0.6047	0.6434	0.6615	0.7214	0.661	0.713	0.6431	0.6772	0.6811
780	0.6091	0.6495	0.6709	0.7314	0.6733	0.7257	0.6562	0.69	0.6916
791	0.6133	0.6553	0.6786	0.7403	0.6844	0.7372	0.6688	0.7029	0.7011
801	0.6153	0.657	0.6831	0.7439	0.6903	0.7434	0.6777	0.7112	0.7066
812	0.6134	0.6562	0.6805	0.7424	0.6907	0.7442	0.6799	0.7151	0.7065
823	0.6039	0.6462	0.6697	0.7319	0.68	0.7351	0.6736	0.7097	0.6979
834	0.592	0.6331	0.6533	0.7151	0.6635	0.719	0.6571	0.6942	0.6826
845	0.5839	0.6228	0.6405	0.7025	0.6506	0.7066	0.6459	0.6835	0.6705
856	0.5781	0.616	0.6278	0.6891	0.6369	0.6942	0.633	0.6727	0.659
867	0.5719	0.6098	0.6169	0.6785	0.6252	0.6834	0.6211	0.6618	0.6495
878	0.5634	0.5998	0.6029	0.6655	0.6098	0.6703	0.6062	0.6482	0.6364
889	0.5539	0.5909	0.5911	0.6535	0.5948	0.6574	0.5914	0.6351	0.6237
900	0.5454	0.5806	0.5774	0.6399	0.5793	0.6401	0.5754	0.6202	0.6101
911	0.534	0.5704	0.5633	0.6263	0.5654	0.6261	0.5598	0.6049	0.5962
922	0.5118	0.5489	0.5376	0.6015	0.5407	0.6013	0.5359	0.5807	0.5727
933	0.4738	0.5104	0.5001	0.5616	0.5012	0.5633	0.4952	0.5408	0.5337
944	0.4237	0.4577	0.4488	0.5071	0.4496	0.5062	0.4414	0.4833	0.4799
955	0.3611	0.3977	0.3857	0.4417	0.3901	0.4418	0.3776	0.418	0.4169
967	0.3394	0.3711	0.3583	0.4142	0.3604	0.4087	0.3481	0.3883	0.3882
978	0.3427	0.3699	0.3616	0.4108	0.3592	0.4111	0.3495	0.3903	0.3886
989	0.3507	0.3796	0.369	0.4263	0.3682	0.4184	0.3572	0.3973	0.3981
1000	0.3715	0.4052	0.3802	0.4476	0.3855	0.4472	0.3712	0.4272	0.4178
1011	0.3885	0.4309	0.4088	0.4785	0.4031	0.4598	0.3948	0.4401	0.4423

Nota. Elaborado por los autores Hernández y Radahelly (2018).

Tabla 24*Promedio de la Reflectancia y Región 9 del Ají Limo Rojo Rubí (L₂)*

Promedio L ₂	Región 9
0.1140	0.1298
0.0508	0.0651
0.0342	0.0495
0.0322	0.0491
0.0329	0.0504
0.0330	0.0505
0.0300	0.0476
0.0265	0.0440
0.0239	0.0415
0.0229	0.0405
0.0244	0.0421
0.0265	0.0451
0.0301	0.0497
0.0331	0.0527
0.0359	0.0557
0.0396	0.0596
0.0451	0.0655
0.0516	0.0714
0.0723	0.0905
0.1166	0.1331
0.1831	0.1975
0.2635	0.2766
0.3545	0.3674
0.4170	0.4303
0.4614	0.4745
0.4904	0.5033
0.5179	0.5302
0.5402	0.5527
0.5598	0.5726
0.5816	0.5940

Promedio L ₂	Región 9
0.5970	0.6094
0.6104	0.6235
0.6221	0.6357
0.6299	0.6441
0.6338	0.6483
0.6432	0.6579
0.6545	0.6696
0.6657	0.6811
0.6758	0.6916
0.6851	0.7011
0.6902	0.7066
0.6903	0.7065
0.6813	0.6979
0.6659	0.6826
0.6545	0.6705
0.6435	0.6590
0.6336	0.6495
0.6208	0.6364
0.6085	0.6237
0.5948	0.6101
0.5813	0.5962
0.5573	0.5727
0.5183	0.5337
0.4647	0.4799
0.4017	0.4169
0.3736	0.3882
0.3744	0.3886
0.3833	0.3981
0.4045	0.4178
0.4256	0.4423

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 25

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Escarlata (L₃)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo esкарлата (L ₃)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1594	1505	1476	1291	1341	1226	1323	1201	1416
394	683.2	642	643.8	572	556.3	543.6	517.4	543.9	643.5
404.1	486.3	405.9	448	340.7	353.5	333.3	333	369.9	450
414.1	440	358.3	404.1	293.9	312.9	292.6	290.8	365.4	424.4
424.2	449	348.8	404.9	287.7	320.3	294.8	290.2	376.4	432.5
434.3	463.9	346.3	413.1	277.5	314.3	292.3	280.2	364.8	431.5
444.5	414.4	305.1	362.3	242.6	274.6	257.5	249	339.3	394.4
454.6	374	262.1	320.6	203.9	237.3	223.8	219	306.2	355.6
464.8	356.6	227.3	292.5	169.1	209.5	196.9	199.1	284.3	329.6
475	340.9	213.7	277.4	160.5	196.4	187.3	192.1	277.6	317.3
485.2	363.2	222.3	294.6	167.3	207.6	198	214	299.7	330.3
495.4	430.8	240	329.7	184	232.3	216.8	249.7	333.2	361.5
505.7	532	270	381.9	211.2	277.8	257.4	297.4	380.6	411.9
515.9	650	306.9	441.4	240	318.8	292.2	336.6	411.1	457.7
526.2	791.8	340	520.3	266.5	367.1	329.4	381.8	444.1	508
536.6	996.9	390.1	660.5	302.3	445.3	385	449.9	491	585.3
546.9	1262	462.3	898.8	362.5	584.9	485.4	576.9	576.4	711.7
557.3	1553	579.9	1169	443.7	781.5	626.9	756.8	690.7	870.2
567.6	1996	868.5	1662	684.7	1209	980	1135	983.8	1222
578	2532	1399	2350	1180	1934	1645	1787	1570	1833
588.5	3076	2133	3024	1903	2764	2517	2576	2390	2592
598.9	3569	2925	3631	2731	3536	3407	3357	3294	3361
609.4	4065	3711	4237	3589	4303	4320	4136	4231	4142
619.9	4339	4227	4563	4181	4615	4776	4518	4772	4564
630.4	4577	4629	4857	4649	4797	5067	4662	5019	4843
640.9	4737	4907	5070	4993	4992	5352	4617	5024	5027
651.4	4883	5120	5263	5256	5205	5616	4688	5123	5227
662	5023	5287	5410	5452	5376	5819	4838	5297	5401
672.6	5148	5430	5558	5621	5542	5986	4984	5419	5554
683.2	5317	5578	5727	5789	5716	6166	5140	5576	5721

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L3)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5378	5675	5797	5914	5777	6343	5219	5793	5836
704.5	5435	5762	5880	6027	5882	6477	5348	5951	5946
715.2	5528	5819	6009	6106	6031	6559	5490	6029	6048
725.9	5580	5840	6081	6168	6121	6618	5573	6087	6112
736.6	5579	5811	6119	6166	6168	6661	5609	6127	6139
747.3	5617	5862	6195	6241	6268	6769	5712	6234	6229
758.1	5666	5911	6291	6327	6400	6897	5840	6354	6329
768.9	5726	5966	6382	6414	6520	7019	5973	6481	6435
779.6	5782	6014	6474	6509	6643	7135	6104	6608	6534
790.5	5820	6066	6529	6569	6728	7228	6215	6732	6616
801.3	5852	6090	6560	6599	6779	7287	6311	6818	6670
812.2	5842	6074	6541	6576	6765	7286	6327	6856	6666
823.1	5775	5997	6450	6482	6666	7190	6260	6795	6581
834	5654	5856	6300	6320	6504	7023	6109	6644	6429
844.9	5581	5779	6205	6203	6374	6887	5995	6528	6320
855.8	5528	5730	6097	6110	6250	6759	5874	6415	6216
866.8	5467	5662	6025	6024	6152	6672	5781	6323	6131
877.8	5411	5581	5913	5919	6022	6528	5649	6199	6015
888.8	5326	5514	5809	5798	5896	6395	5527	6067	5902
899.8	5244	5400	5688	5677	5762	6259	5397	5929	5775
910.9	5150	5277	5539	5534	5629	6123	5249	5785	5645
922	4972	5057	5359	5297	5388	5849	5035	5527	5415
933	4586	4661	4967	4878	5011	5436	4641	5089	5013
944.2	4088	4104	4458	4301	4472	4824	4105	4497	4461
955.3	3537	3485	3890	3609	3853	4116	3513	3803	3830
966.5	3315	3256	3641	3350	3585	3797	3256	3510	3565
977.6	3311	3205	3610	3314	3570	3808	3237	3509	3555
988.8	3504	3356	3783	3455	3723	3908	3388	3614	3701
1000	3830	3685	4054	3794	3985	4196	3665	3880	3966
1011	4015	3944	4197	4006	4223	4458	3803	4098	4175

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 26

Reflectancia del Ají Limo Rojo Escarlata (L_3)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L_3)									
Longitud	REFLECTANCIA								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1594	0.1505	0.1476	0.1291	0.1341	0.1226	0.1323	0.1201	0.1416
394	0.06832	0.0642	0.06438	0.0572	0.05563	0.05436	0.05174	0.05439	0.06435
404	0.04863	0.04059	0.0448	0.03407	0.03535	0.03333	0.0333	0.03699	0.045
414	0.044	0.03583	0.04041	0.02939	0.03129	0.02926	0.02908	0.03654	0.04244
424	0.0449	0.03488	0.04049	0.02877	0.03203	0.02948	0.02902	0.03764	0.04325
434	0.04639	0.03463	0.04131	0.02775	0.03143	0.02923	0.02802	0.03648	0.04315
445	0.04144	0.03051	0.03623	0.02426	0.02746	0.02575	0.0249	0.03393	0.03944
455	0.0374	0.02621	0.03206	0.02039	0.02373	0.02238	0.0219	0.03062	0.03556
465	0.03566	0.02273	0.02925	0.01691	0.02095	0.01969	0.01991	0.02843	0.03296
475	0.03409	0.02137	0.02774	0.01605	0.01964	0.01873	0.01921	0.02776	0.03173
485	0.03632	0.02223	0.02946	0.01673	0.02076	0.0198	0.0214	0.02997	0.03303
495	0.04308	0.024	0.03297	0.0184	0.02323	0.02168	0.02497	0.03332	0.03615
506	0.0532	0.027	0.03819	0.02112	0.02778	0.02574	0.02974	0.03806	0.04119
516	0.065	0.03069	0.04414	0.024	0.03188	0.02922	0.03366	0.04111	0.04577
526	0.07918	0.034	0.05203	0.02665	0.03671	0.03294	0.03818	0.04441	0.0508
537	0.09969	0.03901	0.06605	0.03023	0.04453	0.0385	0.04499	0.0491	0.05853
547	0.1262	0.04623	0.08988	0.03625	0.05849	0.04854	0.05769	0.05764	0.07117
557	0.1553	0.05799	0.1169	0.04437	0.07815	0.06269	0.07568	0.06907	0.08702
568	0.1996	0.08685	0.1662	0.06847	0.1209	0.098	0.1135	0.09838	0.1222
578	0.2532	0.1399	0.235	0.118	0.1934	0.1645	0.1787	0.157	0.1833
589	0.3076	0.2133	0.3024	0.1903	0.2764	0.2517	0.2576	0.239	0.2592
599	0.3569	0.2925	0.3631	0.2731	0.3536	0.3407	0.3357	0.3294	0.3361
609	0.4065	0.3711	0.4237	0.3589	0.4303	0.432	0.4136	0.4231	0.4142
620	0.4339	0.4227	0.4563	0.4181	0.4615	0.4776	0.4518	0.4772	0.4564
630	0.4577	0.4629	0.4857	0.4649	0.4797	0.5067	0.4662	0.5019	0.4843
641	0.4737	0.4907	0.507	0.4993	0.4992	0.5352	0.4617	0.5024	0.5027
651	0.4883	0.512	0.5263	0.5256	0.5205	0.5616	0.4688	0.5123	0.5227
662	0.5023	0.5287	0.541	0.5452	0.5376	0.5819	0.4838	0.5297	0.5401
673	0.5148	0.543	0.5558	0.5621	0.5542	0.5986	0.4984	0.5419	0.5554
683	0.5317	0.5578	0.5727	0.5789	0.5716	0.6166	0.514	0.5576	0.5721

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L3)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.5378	0.5675	0.5797	0.5914	0.5777	0.6343	0.5219	0.5793	0.5836
705	0.5435	0.5762	0.588	0.6027	0.5882	0.6477	0.5348	0.5951	0.5946
715	0.5528	0.5819	0.6009	0.6106	0.6031	0.6559	0.549	0.6029	0.6048
726	0.558	0.584	0.6081	0.6168	0.6121	0.6618	0.5573	0.6087	0.6112
737	0.5579	0.5811	0.6119	0.6166	0.6168	0.6661	0.5609	0.6127	0.6139
747	0.5617	0.5862	0.6195	0.6241	0.6268	0.6769	0.5712	0.6234	0.6229
758	0.5666	0.5911	0.6291	0.6327	0.64	0.6897	0.584	0.6354	0.6329
769	0.5726	0.5966	0.6382	0.6414	0.652	0.7019	0.5973	0.6481	0.6435
780	0.5782	0.6014	0.6474	0.6509	0.6643	0.7135	0.6104	0.6608	0.6534
791	0.582	0.6066	0.6529	0.6569	0.6728	0.7228	0.6215	0.6732	0.6616
801	0.5852	0.609	0.656	0.6599	0.6779	0.7287	0.6311	0.6818	0.667
812	0.5842	0.6074	0.6541	0.6576	0.6765	0.7286	0.6327	0.6856	0.6666
823	0.5775	0.5997	0.645	0.6482	0.6666	0.719	0.626	0.6795	0.6581
834	0.5654	0.5856	0.63	0.632	0.6504	0.7023	0.6109	0.6644	0.6429
845	0.5581	0.5779	0.6205	0.6203	0.6374	0.6887	0.5995	0.6528	0.632
856	0.5528	0.573	0.6097	0.611	0.625	0.6759	0.5874	0.6415	0.6216
867	0.5467	0.5662	0.6025	0.6024	0.6152	0.6672	0.5781	0.6323	0.6131
878	0.5411	0.5581	0.5913	0.5919	0.6022	0.6528	0.5649	0.6199	0.6015
889	0.5326	0.5514	0.5809	0.5798	0.5896	0.6395	0.5527	0.6067	0.5902
900	0.5244	0.54	0.5688	0.5677	0.5762	0.6259	0.5397	0.5929	0.5775
911	0.515	0.5277	0.5539	0.5534	0.5629	0.6123	0.5249	0.5785	0.5645
922	0.4972	0.5057	0.5359	0.5297	0.5388	0.5849	0.5035	0.5527	0.5415
933	0.4586	0.4661	0.4967	0.4878	0.5011	0.5436	0.4641	0.5089	0.5013
944	0.4088	0.4104	0.4458	0.4301	0.4472	0.4824	0.4105	0.4497	0.4461
955	0.3537	0.3485	0.389	0.3609	0.3853	0.4116	0.3513	0.3803	0.383
967	0.3315	0.3256	0.3641	0.335	0.3585	0.3797	0.3256	0.351	0.3565
978	0.3311	0.3205	0.361	0.3314	0.357	0.3808	0.3237	0.3509	0.3555
989	0.3504	0.3356	0.3783	0.3455	0.3723	0.3908	0.3388	0.3614	0.3701
1000	0.383	0.3685	0.4054	0.3794	0.3985	0.4196	0.3665	0.388	0.3966
1011	0.4015	0.3944	0.4197	0.4006	0.4223	0.4458	0.3803	0.4098	0.4175

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 27*Promedio de la Reflectancia y región 9 del ají limo rojo escarlata (L_3)*

Promedio L_3	Región 9
0.1370	0.1416
0.0588	0.0644
0.0384	0.0450
0.0345	0.0424
0.0347	0.0433
0.0344	0.0432
0.0306	0.0394
0.0268	0.0356
0.0242	0.0330
0.0231	0.0317
0.0246	0.0330
0.0277	0.0362
0.0326	0.0412
0.0375	0.0458
0.0430	0.0508
0.0515	0.0585
0.0651	0.0712
0.0825	0.0870
0.1190	0.1222
0.1800	0.1833
0.2548	0.2592
0.3306	0.3361
0.4074	0.4142
0.4499	0.4564
0.4782	0.4843
0.4962	0.5027
0.5144	0.5227
0.5313	0.5401
0.5461	0.5554
0.5626	0.5721

Promedio L ₃	Región 9
0.5737	0.5836
0.5845	0.5946
0.5946	0.6048
0.6009	0.6112
0.6030	0.6139
0.6112	0.6229
0.6211	0.6329
0.6310	0.6435
0.6409	0.6534
0.6486	0.6616
0.6537	0.6670
0.6533	0.6666
0.6452	0.6581
0.6301	0.6429
0.6194	0.6320
0.6095	0.6216
0.6013	0.6131
0.5903	0.6015
0.5792	0.5902
0.5670	0.5775
0.5536	0.5645
0.5311	0.5415
0.4909	0.5013
0.4356	0.4461
0.3726	0.3830
0.3464	0.3565
0.3446	0.3555
0.3591	0.3701
0.3886	0.3966
0.4093	0.4175

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 28

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Coral (L₄)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L ₄)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1396	1516	1421	1399	1231	1326	1234	1259	1443
394	593.8	669.1	749.8	601.6	501.4	651.2	499.4	632.2	694.5
404.1	408	430.3	586.6	408.8	315.4	490.5	316	487.2	512
414.1	382.7	389.5	560.1	356.9	280.9	453.8	285.7	463.2	495.7
424.2	395.8	394	575.4	353.5	285	452.1	280.6	468.2	507.1
434.3	402.8	394.7	577	348.2	289	445.4	277.7	463	506.2
444.5	358.8	353.9	543.3	310.6	254	417.2	250.9	438.5	471.8
454.6	313.9	309.3	507.4	273.6	221	387.1	227.2	411.3	434.4
464.8	278.9	275.7	483	245.4	198.9	366.6	209.7	395.3	408.2
475	266.7	259.7	473.1	234.4	190.8	357.9	205.8	391.7	397.2
485.2	274.8	270	484	243	201.5	370.4	229.6	425.5	410.6
495.4	294.2	291.7	512.1	263.1	228.7	406.9	262.6	471.6	441.3
505.7	329.8	325.6	560.5	296.9	278.6	464.8	307.1	530.8	489.4
515.9	369.8	366.3	611.2	333.2	319.8	508.8	342.6	571.5	531.6
526.2	413.8	405.6	675.5	376.2	368.5	560.8	384.2	616	579.9
536.6	485.7	472.3	784.2	445.3	448.9	638.7	451.7	688.3	658.5
546.9	592.5	573.4	981.7	569.5	592.6	779.8	572	822.1	795.9
557.3	771.5	733.1	1240	750.8	794.8	988.5	753.1	1021	988.9
567.6	1142	1075	1716	1156	1204	1448	1152	1457	1393
578	1754	1659	2439	1883	1891	2290	1862	2254	2080
588.5	2526	2420	3198	2778	2686	3325	2751	3261	2903
598.9	3294	3210	3898	3663	3447	4334	3647	4279	3713
609.4	4031	3975	4591	4524	4231	5314	4555	5288	4516
619.9	4501	4478	4957	5000	4597	5760	5029	5808	4944
630.4	4859	4862	5296	5400	4771	5940	5226	5995	5212
640.9	5117	5135	5580	5701	4930	6073	5197	5928	5389
651.4	5313	5345	5831	5941	5203	6327	5268	5975	5592
662	5464	5504	6033	6112	5432	6518	5447	6139	5770
672.6	5596	5627	6228	6241	5639	6649	5631	6253	5923
683.2	5740	5767	6427	6382	5824	6801	5777	6394	6076

Nota. Elaboración propia (2018).

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5800	5873	6456	6562	5889	7020	5824	6627	6187
704.5	5860	5967	6498	6681	6002	7160	5938	6764	6293
715.2	5945	6016	6679	6720	6156	7187	6099	6783	6391
725.9	5990	6035	6807	6743	6257	7213	6191	6811	6450
736.6	5982	6023	6846	6770	6309	7265	6233	6862	6480
747.3	6020	6069	6923	6873	6414	7397	6334	6978	6572
758.1	6075	6124	7028	6968	6556	7535	6475	7101	6677
768.9	6125	6172	7132	7069	6692	7671	6613	7239	6783
779.6	6176	6230	7223	7164	6816	7803	6755	7375	6882
790.5	6209	6269	7277	7235	6917	7911	6864	7490	6961
801.3	6225	6292	7312	7264	6981	7971	6958	7584	7008
812.2	6218	6286	7295	7247	6979	7956	6971	7599	7004
823.1	6138	6206	7194	7145	6885	7852	6893	7528	6913
834	6013	6074	7029	6984	6709	7661	6721	7360	6757
844.9	5937	5993	6911	6860	6572	7513	6587	7229	6639
855.8	5873	5934	6787	6730	6439	7356	6459	7093	6527
866.8	5819	5892	6698	6644	6329	7230	6331	6984	6436
877.8	5754	5807	6569	6518	6191	7085	6182	6842	6312
888.8	5666	5718	6442	6408	6030	6933	6049	6701	6193
899.8	5590	5653	6344	6284	5907	6764	5901	6546	6073
910.9	5461	5533	6171	6110	5749	6600	5730	6366	5929
922	5261	5322	5954	5894	5508	6350	5499	6134	5708
933	4912	4941	5595	5445	5118	5869	5106	5660	5313
944.2	4383	4404	5056	4872	4542	5241	4529	5042	4760
955.3	3817	3811	4450	4208	3910	4522	3899	4324	4145
966.5	3591	3585	4176	3904	3601	4158	3631	3985	3860
977.6	3596	3568	4144	3898	3620	4172	3652	3990	3871
988.8	3693	3750	4275	4073	3729	4270	3736	4086	3990
1000	4095	4041	4523	4268	4040	4523	4009	4331	4239
1011	4184	4307	4707	4566	4188	4785	4156	4515	4441

Tabla 29

Reflectancia del Ají Limo Rojo Coral (L4)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1396	0.1516	0.1421	0.1399	0.1231	0.1326	0.1234	0.1259	0.1443
394	0.05938	0.06691	0.07498	0.06016	0.05014	0.06512	0.04994	0.06322	0.06945
404	0.0408	0.04303	0.05866	0.04088	0.03154	0.04905	0.0316	0.04872	0.0512
414	0.03827	0.03895	0.05601	0.03569	0.02809	0.04538	0.02857	0.04632	0.04957
424	0.03958	0.0394	0.05754	0.03535	0.0285	0.04521	0.02806	0.04682	0.05071
434	0.04028	0.03947	0.0577	0.03482	0.0289	0.04454	0.02777	0.0463	0.05062
445	0.03588	0.03539	0.05433	0.03106	0.0254	0.04172	0.02509	0.04385	0.04718
455	0.03139	0.03093	0.05074	0.02736	0.0221	0.03871	0.02272	0.04113	0.04344
465	0.02789	0.02757	0.0483	0.02454	0.01989	0.03666	0.02097	0.03953	0.04082
475	0.02667	0.02597	0.04731	0.02344	0.01908	0.03579	0.02058	0.03917	0.03972
485	0.02748	0.027	0.0484	0.0243	0.02015	0.03704	0.02296	0.04255	0.04106
495	0.02942	0.02917	0.05121	0.02631	0.02287	0.04069	0.02626	0.04716	0.04413
506	0.03298	0.03256	0.05605	0.02969	0.02786	0.04648	0.03071	0.05308	0.04894
516	0.03698	0.03663	0.06112	0.03332	0.03198	0.05088	0.03426	0.05715	0.05316
526	0.04138	0.04056	0.06755	0.03762	0.03685	0.05608	0.03842	0.0616	0.05799
537	0.04857	0.04723	0.07842	0.04453	0.04489	0.06387	0.04517	0.06883	0.06585
547	0.05925	0.05734	0.09817	0.05695	0.05926	0.07798	0.0572	0.08221	0.07959
557	0.07715	0.07331	0.124	0.07508	0.07948	0.09885	0.07531	0.1021	0.09889
568	0.1142	0.1075	0.1716	0.1156	0.1204	0.1448	0.1152	0.1457	0.1393
578	0.1754	0.1659	0.2439	0.1883	0.1891	0.229	0.1862	0.2254	0.208
589	0.2526	0.242	0.3198	0.2778	0.2686	0.3325	0.2751	0.3261	0.2903
599	0.3294	0.321	0.3898	0.3663	0.3447	0.4334	0.3647	0.4279	0.3713
609	0.4031	0.3975	0.4591	0.4524	0.4231	0.5314	0.4555	0.5288	0.4516
620	0.4501	0.4478	0.4957	0.5	0.4597	0.576	0.5029	0.5808	0.4944
630	0.4859	0.4862	0.5296	0.54	0.4771	0.594	0.5226	0.5995	0.5212
641	0.5117	0.5135	0.558	0.5701	0.493	0.6073	0.5197	0.5928	0.5389
651	0.5313	0.5345	0.5831	0.5941	0.5203	0.6327	0.5268	0.5975	0.5592
662	0.5464	0.5504	0.6033	0.6112	0.5432	0.6518	0.5447	0.6139	0.577
673	0.5596	0.5627	0.6228	0.6241	0.5639	0.6649	0.5631	0.6253	0.5923
683	0.574	0.5767	0.6427	0.6382	0.5824	0.6801	0.5777	0.6394	0.6076

Nota. Elaboración propia (2018).

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)									
Longitud	REFLECTANCIA								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.58	0.5873	0.6456	0.6562	0.5889	0.702	0.5824	0.6627	0.6187
705	0.586	0.5967	0.6498	0.6681	0.6002	0.716	0.5938	0.6764	0.6293
715	0.5945	0.6016	0.6679	0.672	0.6156	0.7187	0.6099	0.6783	0.6391
726	0.599	0.6035	0.6807	0.6743	0.6257	0.7213	0.6191	0.6811	0.645
737	0.5982	0.6023	0.6846	0.677	0.6309	0.7265	0.6233	0.6862	0.648
747	0.602	0.6069	0.6923	0.6873	0.6414	0.7397	0.6334	0.6978	0.6572
758	0.6075	0.6124	0.7028	0.6968	0.6556	0.7535	0.6475	0.7101	0.6677
769	0.6125	0.6172	0.7132	0.7069	0.6692	0.7671	0.6613	0.7239	0.6783
780	0.6176	0.623	0.7223	0.7164	0.6816	0.7803	0.6755	0.7375	0.6882
791	0.6209	0.6269	0.7277	0.7235	0.6917	0.7911	0.6864	0.749	0.6961
801	0.6225	0.6292	0.7312	0.7264	0.6981	0.7971	0.6958	0.7584	0.7008
812	0.6218	0.6286	0.7295	0.7247	0.6979	0.7956	0.6971	0.7599	0.7004
823	0.6138	0.6206	0.7194	0.7145	0.6885	0.7852	0.6893	0.7528	0.6913
834	0.6013	0.6074	0.7029	0.6984	0.6709	0.7661	0.6721	0.736	0.6757
845	0.5937	0.5993	0.6911	0.686	0.6572	0.7513	0.6587	0.7229	0.6639
856	0.5873	0.5934	0.6787	0.673	0.6439	0.7356	0.6459	0.7093	0.6527
867	0.5819	0.5892	0.6698	0.6644	0.6329	0.723	0.6331	0.6984	0.6436
878	0.5754	0.5807	0.6569	0.6518	0.6191	0.7085	0.6182	0.6842	0.6312
889	0.5666	0.5718	0.6442	0.6408	0.603	0.6933	0.6049	0.6701	0.6193
900	0.559	0.5653	0.6344	0.6284	0.5907	0.6764	0.5901	0.6546	0.6073
911	0.5461	0.5533	0.6171	0.611	0.5749	0.66	0.573	0.6366	0.5929
922	0.5261	0.5322	0.5954	0.5894	0.5508	0.635	0.5499	0.6134	0.5708
933	0.4912	0.4941	0.5595	0.5445	0.5118	0.5869	0.5106	0.566	0.5313
944	0.4383	0.4404	0.5056	0.4872	0.4542	0.5241	0.4529	0.5042	0.476
955	0.3817	0.3811	0.445	0.4208	0.391	0.4522	0.3899	0.4324	0.4145
967	0.3591	0.3585	0.4176	0.3904	0.3601	0.4158	0.3631	0.3985	0.386
978	0.3596	0.3568	0.4144	0.3898	0.362	0.4172	0.3652	0.399	0.3871
989	0.3693	0.375	0.4275	0.4073	0.3729	0.427	0.3736	0.4086	0.399
1000	0.4095	0.4041	0.4523	0.4268	0.404	0.4523	0.4009	0.4331	0.4239
1011	0.4184	0.4307	0.4707	0.4566	0.4188	0.4785	0.4156	0.4515	0.4441

Tabla 30

Promedio de la Reflectancia y Región 9 del Ají Limo Rojo Coral (L4)

Promedio L ₄	Región 9
0.1348	0.1443
0.0612	0.0695
0.0430	0.0512
0.0397	0.0496
0.0401	0.0507
0.0400	0.0506
0.0366	0.0472
0.0331	0.0434
0.0307	0.0408
0.0298	0.0397
0.0312	0.0411
0.0341	0.0441
0.0387	0.0489
0.0428	0.0532
0.0475	0.0580
0.0552	0.0659
0.0685	0.0796
0.0882	0.0989
0.1294	0.1393
0.2004	0.2080
0.2868	0.2903
0.3722	0.3713
0.4564	0.4516
0.5016	0.4944
0.5294	0.5212
0.5458	0.5389
0.5650	0.5592
0.5831	0.5770
0.5983	0.5923
0.6139	0.6076

Promedio L ₄	Región 9
0.6256	0.6187
0.6359	0.6293
0.6448	0.6391

0.6506	0.6450
0.6536	0.6480
0.6626	0.6572
0.6733	0.6677
0.6839	0.6783
0.6943	0.6882
0.7022	0.6961
0.7073	0.7008
0.7069	0.7004
0.6980	0.6913
0.6819	0.6757
0.6700	0.6639
0.6584	0.6527
0.6491	0.6436
0.6369	0.6312
0.6243	0.6193
0.6124	0.6073
0.5965	0.5929
0.5740	0.5708
0.5331	0.5313
0.4759	0.4760
0.4118	0.4145
0.3829	0.3860
0.3830	0.3871
0.3952	0.3990
0.4229	0.4239
0.4426	0.4441

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 31

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Tomate (L5)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1564	1517	1283	1465	974.3	1256	890.5	1094	1299
394	729.4	697.6	608.5	750.9	446.5	590.3	431.9	491	650
404.1	522	487.5	430.4	567.6	285.5	419.4	295.5	338.3	486.2
414.1	493.7	477.3	415.4	535.1	270.8	402.7	274	313.6	478.7
424.2	505	477.1	436.8	520.4	278.1	393.9	279.6	302.8	487.4
434.3	511.2	481.2	439.6	510.8	272.4	381	273.7	293.1	483.5
444.5	464.8	432.2	401.4	462.7	240.4	348.7	243.6	258.4	445.5
454.6	420.8	392.6	363.8	432.5	209.5	317.4	217.1	234.9	411.4
464.8	388.9	359.3	342.4	416.8	191.8	296.6	202.1	217.4	390.2
475	373	345.9	327.1	409.7	183.8	292.4	204.3	219.4	382.5
485.2	387.1	359.2	340.4	430.8	201.3	311	236.3	250.4	404.2
495.4	427.1	403.4	385.7	499.3	245.5	359.2	285.5	295.3	455.5
505.7	489.8	468.1	461.9	608.3	308.5	428.8	351.4	353.1	531.5
515.9	570.6	549.2	548.4	736.5	369.7	490.4	411	404	605.3
526.2	672	657.7	662.4	912.5	448.3	573.4	491	473.3	703.2
536.6	841.1	826.1	850.4	1192	580.5	708.2	621.6	589.1	861.9
546.9	1088	1073	1142	1613	807.2	940.3	843	788.7	1118
557.3	1405	1414	1464	2051	1110	1262	1143	1083	1437
567.6	1951	1986	2007	2704	1657	1862	1709	1656	1996
578	2670	2733	2756	3525	2468	2782	2584	2592	2813
588.5	3398	3482	3442	4187	3284	3734	3506	3630	3629
598.9	4009	4100	3976	4670	3961	4535	4280	4547	4308
609.4	4559	4636	4531	5171	4601	5270	4994	5371	4947
619.9	4846	4922	4676	5265	4804	5515	5221	5678	5168
630.4	5067	5135	4836	5391	4821	5530	5209	5692	5239
640.9	5164	5222	4949	5472	4711	5417	5024	5510	5193
651.4	5220	5264	5036	5539	4783	5503	4930	5404	5211
662	5283	5323	5115	5620	4881	5617	4978	5444	5285
672.6	5357	5388	5207	5679	4997	5703	5086	5528	5377
683.2	5653	5688	5476	5957	5198	5908	5209	5665	5585

Nota. Elaboración propia (2018).

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5823	5910	5624	6226	5318	6125	5286	5822	5736
704.5	5913	6031	5728	6373	5437	6242	5400	5911	5853
715.2	6007	6094	5865	6426	5555	6284	5510	5948	5945
725.9	6057	6115	5946	6454	5629	6312	5566	5968	5993
736.6	6052	6114	5975	6496	5671	6350	5590	5994	6020
747.3	6108	6168	6060	6590	5771	6456	5692	6090	6110
758.1	6160	6217	6157	6690	5900	6575	5818	6202	6213
768.9	6213	6278	6253	6785	6022	6691	5948	6325	6317
779.6	6256	6320	6334	6875	6135	6805	6076	6445	6414
790.5	6305	6368	6406	6949	6245	6918	6194	6567	6508
801.3	6324	6393	6439	6987	6312	6990	6277	6656	6564
812.2	6306	6367	6425	6970	6307	6994	6299	6678	6568
823.1	6218	6285	6333	6881	6223	6930	6237	6633	6494
834	6091	6170	6188	6726	6078	6785	6091	6503	6354
844.9	6018	6078	6073	6600	5955	6669	5971	6391	6246
855.8	5959	6040	5971	6499	5836	6548	5863	6287	6143
866.8	5892	5962	5874	6411	5727	6441	5740	6187	6050
877.8	5798	5878	5749	6282	5599	6321	5610	6054	5929
888.8	5736	5801	5652	6173	5459	6190	5466	5935	5814
899.8	5627	5704	5524	6042	5323	6047	5321	5788	5685
910.9	5528	5610	5393	5914	5172	5896	5184	5656	5557
922	5342	5414	5202	5683	4972	5680	4966	5415	5349
933	4987	5072	4854	5327	4598	5278	4595	5039	4986
944.2	4500	4561	4324	4787	4087	4730	4068	4513	4474
955.3	3951	3987	3781	4178	3530	4096	3507	3903	3897
966.5	3664	3747	3491	3927	3249	3821	3235	3637	3637
977.6	3731	3743	3531	3909	3251	3790	3238	3620	3642
988.8	3878	3870	3699	4032	3364	3915	3335	3723	3764
1000	4043	4201	3838	4217	3593	4113	3532	3966	3962
1011	4329	4442	4050	4568	3793	4377	3757	4212	4219

Tabla 32

Reflectancia del Ají Limo Rojo Tomate (L_5)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L_5)									
Longitud	REFLECTANCIA								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1564	0.1517	0.1283	0.1465	0.09743	0.1256	0.08905	0.1094	0.1299
394	0.07294	0.06976	0.06085	0.07509	0.04465	0.05903	0.04319	0.0491	0.065
404	0.0522	0.04875	0.04304	0.05676	0.02855	0.04194	0.02955	0.03383	0.04862
414	0.04937	0.04773	0.04154	0.05351	0.02708	0.04027	0.0274	0.03136	0.04787
424	0.0505	0.04771	0.04368	0.05204	0.02781	0.03939	0.02796	0.03028	0.04874
434	0.05112	0.04812	0.04396	0.05108	0.02724	0.0381	0.02737	0.02931	0.04835
445	0.04648	0.04322	0.04014	0.04627	0.02404	0.03487	0.02436	0.02584	0.04455
455	0.04208	0.03926	0.03638	0.04325	0.02095	0.03174	0.02171	0.02349	0.04114
465	0.03889	0.03593	0.03424	0.04168	0.01918	0.02966	0.02021	0.02174	0.03902
475	0.0373	0.03459	0.03271	0.04097	0.01838	0.02924	0.02043	0.02194	0.03825
485	0.03871	0.03592	0.03404	0.04308	0.02013	0.0311	0.02363	0.02504	0.04042
495	0.04271	0.04034	0.03857	0.04993	0.02455	0.03592	0.02855	0.02953	0.04555
506	0.04898	0.04681	0.04619	0.06083	0.03085	0.04288	0.03514	0.03531	0.05315
516	0.05706	0.05492	0.05484	0.07365	0.03697	0.04904	0.0411	0.0404	0.06053
526	0.0672	0.06577	0.06624	0.09125	0.04483	0.05734	0.0491	0.04733	0.07032
537	0.08411	0.08261	0.08504	0.1192	0.05805	0.07082	0.06216	0.05891	0.08619
547	0.1088	0.1073	0.1142	0.1613	0.08072	0.09403	0.0843	0.07887	0.1118
557	0.1405	0.1414	0.1464	0.2051	0.111	0.1262	0.1143	0.1083	0.1437
568	0.1951	0.1986	0.2007	0.2704	0.1657	0.1862	0.1709	0.1656	0.1996
578	0.267	0.2733	0.2756	0.3525	0.2468	0.2782	0.2584	0.2592	0.2813
589	0.3398	0.3482	0.3442	0.4187	0.3284	0.3734	0.3506	0.363	0.3629
599	0.4009	0.41	0.3976	0.467	0.3961	0.4535	0.428	0.4547	0.4308
609	0.4559	0.4636	0.4531	0.5171	0.4601	0.527	0.4994	0.5371	0.4947
620	0.4846	0.4922	0.4676	0.5265	0.4804	0.5515	0.5221	0.5678	0.5168
630	0.5067	0.5135	0.4836	0.5391	0.4821	0.553	0.5209	0.5692	0.5239
641	0.5164	0.5222	0.4949	0.5472	0.4711	0.5417	0.5024	0.551	0.5193
651	0.522	0.5264	0.5036	0.5539	0.4783	0.5503	0.493	0.5404	0.5211
662	0.5283	0.5323	0.5115	0.562	0.4881	0.5617	0.4978	0.5444	0.5285
673	0.5357	0.5388	0.5207	0.5679	0.4997	0.5703	0.5086	0.5528	0.5377
683	0.5653	0.5688	0.5476	0.5957	0.5198	0.5908	0.5209	0.5665	0.5585

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.5823	0.591	0.5624	0.6226	0.5318	0.6125	0.5286	0.5822	0.5736
705	0.5913	0.6031	0.5728	0.6373	0.5437	0.6242	0.54	0.5911	0.5853
715	0.6007	0.6094	0.5865	0.6426	0.5555	0.6284	0.551	0.5948	0.5945
726	0.6057	0.6115	0.5946	0.6454	0.5629	0.6312	0.5566	0.5968	0.5993
737	0.6052	0.6114	0.5975	0.6496	0.5671	0.635	0.559	0.5994	0.602
747	0.6108	0.6168	0.606	0.659	0.5771	0.6456	0.5692	0.609	0.611
758	0.616	0.6217	0.6157	0.669	0.59	0.6575	0.5818	0.6202	0.6213
769	0.6213	0.6278	0.6253	0.6785	0.6022	0.6691	0.5948	0.6325	0.6317
780	0.6256	0.632	0.6334	0.6875	0.6135	0.6805	0.6076	0.6445	0.6414
791	0.6305	0.6368	0.6406	0.6949	0.6245	0.6918	0.6194	0.6567	0.6508
801	0.6324	0.6393	0.6439	0.6987	0.6312	0.699	0.6277	0.6656	0.6564
812	0.6306	0.6367	0.6425	0.697	0.6307	0.6994	0.6299	0.6678	0.6568
823	0.6218	0.6285	0.6333	0.6881	0.6223	0.693	0.6237	0.6633	0.6494
834	0.6091	0.617	0.6188	0.6726	0.6078	0.6785	0.6091	0.6503	0.6354
845	0.6018	0.6078	0.6073	0.66	0.5955	0.6669	0.5971	0.6391	0.6246
856	0.5959	0.604	0.5971	0.6499	0.5836	0.6548	0.5863	0.6287	0.6143
867	0.5892	0.5962	0.5874	0.6411	0.5727	0.6441	0.574	0.6187	0.605
878	0.5798	0.5878	0.5749	0.6282	0.5599	0.6321	0.561	0.6054	0.5929
889	0.5736	0.5801	0.5652	0.6173	0.5459	0.619	0.5466	0.5935	0.5814
900	0.5627	0.5704	0.5524	0.6042	0.5323	0.6047	0.5321	0.5788	0.5685
911	0.5528	0.561	0.5393	0.5914	0.5172	0.5896	0.5184	0.5656	0.5557
922	0.5342	0.5414	0.5202	0.5683	0.4972	0.568	0.4966	0.5415	0.5349
933	0.4987	0.5072	0.4854	0.5327	0.4598	0.5278	0.4595	0.5039	0.4986
944	0.45	0.4561	0.4324	0.4787	0.4087	0.473	0.4068	0.4513	0.4474
955	0.3951	0.3987	0.3781	0.4178	0.353	0.4096	0.3507	0.3903	0.3897
967	0.3664	0.3747	0.3491	0.3927	0.3249	0.3821	0.3235	0.3637	0.3637
978	0.3731	0.3743	0.3531	0.3909	0.3251	0.379	0.3238	0.362	0.3642
989	0.3878	0.387	0.3699	0.4032	0.3364	0.3915	0.3335	0.3723	0.3764
1000	0.4043	0.4201	0.3838	0.4217	0.3593	0.4113	0.3532	0.3966	0.3962
1011	0.4329	0.4442	0.405	0.4568	0.3793	0.4377	0.3757	0.4212	0.4219

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 33*Promedio de la Reflectancia y Región 9 del Ají Limo Rojo Tomate (L₅)*

Promedio L ₅	Región 9
0.1255	0.1299
0.0593	0.0650
0.0418	0.0486
0.0398	0.0479
0.0399	0.0487
0.0395	0.0484
0.0357	0.0446
0.0324	0.0411
0.0302	0.0390
0.0294	0.0383
0.0315	0.0404
0.0363	0.0456
0.0434	0.0532
0.0510	0.0605
0.0611	0.0703
0.0776	0.0862
0.1037	0.1118
0.1367	0.1437
0.1942	0.1996
0.2764	0.2813
0.3583	0.3629
0.4260	0.4308
0.4892	0.4947
0.5116	0.5168
0.5210	0.5239
0.5184	0.5193
0.5210	0.5211
0.5283	0.5285
0.5368	0.5377
0.5594	0.5585

Promedio L5	Región 9
0.5767	0.5736
0.5879	0.5853
0.5961	0.5945
0.6006	0.5993
0.6030	0.6020
0.6117	0.6110
0.6215	0.6213
0.6314	0.6317
0.6406	0.6414
0.6494	0.6508
0.6547	0.6564
0.6543	0.6568
0.6468	0.6494
0.6329	0.6354
0.6219	0.6246
0.6125	0.6143
0.6029	0.6050
0.5911	0.5929
0.5802	0.5814
0.5672	0.5685
0.5544	0.5557
0.5334	0.5349
0.4969	0.4986
0.4446	0.4474
0.3867	0.3897
0.3596	0.3637
0.3602	0.3642
0.3727	0.3764
0.3938	0.3962
0.4191	0.4219

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 34

Datos Espectrales del Ají Limo Rojo Anaranjado (L₆)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	1805	1579	1488	1466	1464	1605	1435	1178	1563
394	852.3	675.1	704.5	669.8	703.8	1025	595.1	511.2	785.5
404.1	535.7	461.2	461.7	508.1	472.9	925.5	349.5	362.4	591.7
414.1	509.7	432.8	408.5	484.9	436.2	928.3	326.1	340.8	572.2
424.2	499.8	424.8	411	488.6	436	934	321.7	334.1	578.1
434.3	490.2	422.6	406.1	500.1	425.5	924.5	309.1	329.1	573.1
444.5	437.6	374.8	362.8	450.5	388.2	904.6	274.9	299.6	534.2
454.6	383.2	326.9	323.4	415.5	351.3	877.8	237.2	271.6	495.1
464.8	346	297.1	295.5	392.5	328	862.3	214.1	251.3	470.1
475	333.8	282.7	283.7	384.3	318.7	861.9	208.7	249.1	460.7
485.2	344.5	299.4	297.1	407.9	340.5	893.1	235.8	280.2	481.8
495.4	377.5	347.3	336.2	464	392.1	990.2	276.3	326.7	536.8
505.7	432.7	422	414.4	574.4	473.7	1127	335.5	391.9	626.2
515.9	504.4	518.4	503.6	701.9	554	1235	390.7	456.6	714.8
526.2	598.8	647.8	626.2	878.3	663.1	1390	463.6	549	837.1
536.6	761.7	868.6	834.9	1180	835.8	1639	582.1	708.1	1041
546.9	1045	1230	1176	1657	1138	2067	797.9	996.8	1386
557.3	1404	1654	1555	2135	1519	2575	1116	1408	1791
567.6	2000	2307	2176	2852	2166	3323	1699	2101	2445
578	2758	3075	2962	3703	3048	4269	2564	3066	3296
588.5	3435	3715	3597	4329	3829	5031	3416	3972	4017
598.9	3967	4210	4038	4744	4408	5574	4089	4681	4548
609.4	4474	4686	4517	5216	4966	6115	4695	5326	5078
619.9	4711	4901	4566	5230	5073	6197	4871	5512	5197
630.4	4920	5092	4607	5263	5027	6098	4827	5462	5223
640.9	5066	5232	4724	5372	4930	5965	4663	5288	5226
651.4	5216	5369	4878	5527	5054	6092	4669	5285	5343
662	5321	5470	5009	5656	5189	6233	4780	5408	5471
672.6	5426	5556	5142	5764	5336	6336	4914	5524	5590
683.2	5564	5682	5276	5896	5460	6459	5017	5645	5718

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)									
Longitud	LUMINOSIDAD								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
693.8	5602	5781	5310	6041	5468	6672	5049	5795	5808
704.5	5661	5866	5383	6152	5538	6796	5145	5913	5902
715.2	5756	5942	5510	6223	5680	6813	5275	5978	5996
725.9	5833	5988	5605	6274	5783	6844	5350	6028	6065
736.6	5854	6013	5653	6333	5835	6913	5378	6086	6114
747.3	5915	6082	5741	6440	5933	7040	5471	6195	6213
758.1	5998	6165	5853	6558	6053	7166	5579	6320	6326
768.9	6070	6236	5959	6670	6183	7303	5707	6451	6438
779.6	6141	6315	6060	6774	6293	7432	5833	6591	6546
790.5	6201	6365	6133	6855	6398	7552	5950	6724	6637
801.3	6214	6390	6177	6895	6460	7620	6013	6809	6685
812.2	6202	6371	6164	6888	6460	7632	6045	6848	6686
823.1	6125	6278	6070	6794	6377	7552	5997	6808	6606
834	5984	6158	5936	6648	6247	7419	5877	6684	6469
844.9	5886	6061	5809	6529	6124	7301	5768	6577	6355
855.8	5798	5965	5701	6416	6001	7168	5681	6466	6241
866.8	5738	5900	5615	6323	5888	7068	5575	6361	6148
877.8	5628	5794	5502	6199	5757	6942	5465	6239	6026
888.8	5533	5696	5382	6080	5658	6794	5346	6112	5911
899.8	5451	5613	5283	5966	5497	6644	5232	5994	5793
910.9	5343	5494	5138	5825	5368	6512	5092	5847	5661
922	5175	5323	4961	5626	5190	6290	4918	5625	5468
933	4858	5010	4650	5277	4883	5919	4606	5266	5145
944.2	4381	4534	4212	4819	4472	5425	4160	4749	4678
955.3	3898	3986	3706	4277	3982	4858	3691	4140	4145
966.5	3724	3819	3509	4021	3751	4561	3501	3873	3922
977.6	3679	3857	3491	4039	3723	4561	3434	3883	3913
988.8	3872	3942	3617	4187	3817	4668	3584	3978	4035
1000	4052	4090	3828	4259	4070	4760	3749	4051	4211
1011	4447	4460	4056	4571	4158	4994	4035	4376	4480

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 35

Reflectancia del Ají Limo Rojo Anaranjado (L_6)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L_6)									
Longitud	REFLECTANCIA								
de onda	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
384	0.1805	0.1579	0.1488	0.1466	0.1464	0.1605	0.1435	0.1178	0.1563
394	0.08523	0.06751	0.07045	0.06698	0.07038	0.1025	0.05951	0.05112	0.07855
404	0.05357	0.04612	0.04617	0.05081	0.04729	0.09255	0.03495	0.03624	0.05917
414	0.05097	0.04328	0.04085	0.04849	0.04362	0.09283	0.03261	0.03408	0.05722
424	0.04998	0.04248	0.0411	0.04886	0.0436	0.0934	0.03217	0.03341	0.05781
434	0.04902	0.04226	0.04061	0.05001	0.04255	0.09245	0.03091	0.03291	0.05731
445	0.04376	0.03748	0.03628	0.04505	0.03882	0.09046	0.02749	0.02996	0.05342
455	0.03832	0.03269	0.03234	0.04155	0.03513	0.08778	0.02372	0.02716	0.04951
465	0.0346	0.02971	0.02955	0.03925	0.0328	0.08623	0.02141	0.02513	0.04701
475	0.03338	0.02827	0.02837	0.03843	0.03187	0.08619	0.02087	0.02491	0.04607
485	0.03445	0.02994	0.02971	0.04079	0.03405	0.08931	0.02358	0.02802	0.04818
495	0.03775	0.03473	0.03362	0.0464	0.03921	0.09902	0.02763	0.03267	0.05368
506	0.04327	0.0422	0.04144	0.05744	0.04737	0.1127	0.03355	0.03919	0.06262
516	0.05044	0.05184	0.05036	0.07019	0.0554	0.1235	0.03907	0.04566	0.07148
526	0.05988	0.06478	0.06262	0.08783	0.06631	0.139	0.04636	0.0549	0.08371
537	0.07617	0.08686	0.08349	0.118	0.08358	0.1639	0.05821	0.07081	0.1041
547	0.1045	0.123	0.1176	0.1657	0.1138	0.2067	0.07979	0.09968	0.1386
557	0.1404	0.1654	0.1555	0.2135	0.1519	0.2575	0.1116	0.1408	0.1791
568	0.2	0.2307	0.2176	0.2852	0.2166	0.3323	0.1699	0.2101	0.2445
578	0.2758	0.3075	0.2962	0.3703	0.3048	0.4269	0.2564	0.3066	0.3296
589	0.3435	0.3715	0.3597	0.4329	0.3829	0.5031	0.3416	0.3972	0.4017
599	0.3967	0.421	0.4038	0.4744	0.4408	0.5574	0.4089	0.4681	0.4548
609	0.4474	0.4686	0.4517	0.5216	0.4966	0.6115	0.4695	0.5326	0.5078
620	0.4711	0.4901	0.4566	0.523	0.5073	0.6197	0.4871	0.5512	0.5197
630	0.492	0.5092	0.4607	0.5263	0.5027	0.6098	0.4827	0.5462	0.5223
641	0.5066	0.5232	0.4724	0.5372	0.493	0.5965	0.4663	0.5288	0.5226
651	0.5216	0.5369	0.4878	0.5527	0.5054	0.6092	0.4669	0.5285	0.5343
662	0.5321	0.547	0.5009	0.5656	0.5189	0.6233	0.478	0.5408	0.5471
673	0.5426	0.5556	0.5142	0.5764	0.5336	0.6336	0.4914	0.5524	0.559
683	0.5564	0.5682	0.5276	0.5896	0.546	0.6459	0.5017	0.5645	0.5718

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)									
Longitud de onda	REFLECTANCIA								
	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5	Región 6	Región 7	Región 8	Región 9
694	0.5602	0.5781	0.531	0.6041	0.5468	0.6672	0.5049	0.5795	0.5808
705	0.5661	0.5866	0.5383	0.6152	0.5538	0.6796	0.5145	0.5913	0.5902
715	0.5756	0.5942	0.551	0.6223	0.568	0.6813	0.5275	0.5978	0.5996
726	0.5833	0.5988	0.5605	0.6274	0.5783	0.6844	0.535	0.6028	0.6065
737	0.5854	0.6013	0.5653	0.6333	0.5835	0.6913	0.5378	0.6086	0.6114
747	0.5915	0.6082	0.5741	0.644	0.5933	0.704	0.5471	0.6195	0.6213
758	0.5998	0.6165	0.5853	0.6558	0.6053	0.7166	0.5579	0.632	0.6326
769	0.607	0.6236	0.5959	0.667	0.6183	0.7303	0.5707	0.6451	0.6438
780	0.6141	0.6315	0.606	0.6774	0.6293	0.7432	0.5833	0.6591	0.6546
791	0.6201	0.6365	0.6133	0.6855	0.6398	0.7552	0.595	0.6724	0.6637
801	0.6214	0.639	0.6177	0.6895	0.646	0.762	0.6013	0.6809	0.6685
812	0.6202	0.6371	0.6164	0.6888	0.646	0.7632	0.6045	0.6848	0.6686
823	0.6125	0.6278	0.607	0.6794	0.6377	0.7552	0.5997	0.6808	0.6606
834	0.5984	0.6158	0.5936	0.6648	0.6247	0.7419	0.5877	0.6684	0.6469
845	0.5886	0.6061	0.5809	0.6529	0.6124	0.7301	0.5768	0.6577	0.6355
856	0.5798	0.5965	0.5701	0.6416	0.6001	0.7168	0.5681	0.6466	0.6241
867	0.5738	0.59	0.5615	0.6323	0.5888	0.7068	0.5575	0.6361	0.6148
878	0.5628	0.5794	0.5502	0.6199	0.5757	0.6942	0.5465	0.6239	0.6026
889	0.5533	0.5696	0.5382	0.608	0.5658	0.6794	0.5346	0.6112	0.5911
900	0.5451	0.5613	0.5283	0.5966	0.5497	0.6644	0.5232	0.5994	0.5793
911	0.5343	0.5494	0.5138	0.5825	0.5368	0.6512	0.5092	0.5847	0.5661
922	0.5175	0.5323	0.4961	0.5626	0.519	0.629	0.4918	0.5625	0.5468
933	0.4858	0.501	0.465	0.5277	0.4883	0.5919	0.4606	0.5266	0.5145
944	0.4381	0.4534	0.4212	0.4819	0.4472	0.5425	0.416	0.4749	0.4678
955	0.3898	0.3986	0.3706	0.4277	0.3982	0.4858	0.3691	0.414	0.4145
967	0.3724	0.3819	0.3509	0.4021	0.3751	0.4561	0.3501	0.3873	0.3922
978	0.3679	0.3857	0.3491	0.4039	0.3723	0.4561	0.3434	0.3883	0.3913
989	0.3872	0.3942	0.3617	0.4187	0.3817	0.4668	0.3584	0.3978	0.4035
1000	0.4052	0.409	0.3828	0.4259	0.407	0.476	0.3749	0.4051	0.4211
1011	0.4447	0.446	0.4056	0.4571	0.4158	0.4994	0.4035	0.4376	0.448

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 36*Promedio de la Reflectancia y Región 9 del Ají Limo Rojo Anaranjado (L₆)*

Promedio L ₆	Región 9
0.1503	0.1563
0.0717	0.0786
0.0510	0.0592
0.0483	0.0572
0.0481	0.0578
0.0476	0.0573
0.0437	0.0534
0.0398	0.0495
0.0373	0.0470
0.0365	0.0461
0.0387	0.0482
0.0439	0.0537
0.0521	0.0626
0.0608	0.0715
0.0727	0.0837
0.0926	0.1041
0.1263	0.1386
0.1671	0.1791
0.2328	0.2445
0.3181	0.3296
0.3916	0.4017
0.4464	0.4548
0.4999	0.5078
0.5133	0.5197
0.5162	0.5223
0.5155	0.5226
0.5261	0.5343
0.5383	0.5471
0.5500	0.5590
0.5625	0.5718

Promedio L ₆	Región 9
0.5715	0.5808
0.5807	0.5902
0.5897	0.5996
0.5963	0.6065
0.6008	0.6114
0.6102	0.6213
0.6212	0.6326
0.6322	0.6438
0.6430	0.6546
0.6522	0.6637
0.6572	0.6685
0.6576	0.6686
0.6500	0.6606
0.6369	0.6469
0.6257	0.6355
0.6150	0.6241
0.6059	0.6148
0.5941	0.6026
0.5825	0.5911
0.5710	0.5793
0.5577	0.5661
0.5389	0.5468
0.5059	0.5145
0.4594	0.4678
0.4067	0.4145
0.3845	0.3922
0.3833	0.3913
0.3958	0.4035
0.4107	0.4211
0.4387	0.4480

Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 2. Absorbancias obtenidas de las 6 muestras de ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) para determinar la cuantificación de carotenoides y clorofila

Tabla 37

Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Oscuro (L₁)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
400	0.415	0.392	0.37	0.373
401	0.42	0.396	0.374	0.377
402	0.425	0.401	0.378	0.381
403	0.43	0.407	0.383	0.386
404	0.436	0.412	0.387	0.39
405	0.442	0.417	0.392	0.395
406	0.449	0.423	0.398	0.401
407	0.457	0.431	0.404	0.407
408	0.465	0.438	0.411	0.414
409	0.474	0.447	0.418	0.422
410	0.483	0.456	0.426	0.429
411	0.492	0.464	0.434	0.437
412	0.502	0.473	0.442	0.445
413	0.512	0.483	0.451	0.454
414	0.522	0.493	0.46	0.463
415	0.533	0.503	0.468	0.472
416	0.544	0.512	0.477	0.481
417	0.553	0.521	0.485	0.488
418	0.561	0.529	0.493	0.496
419	0.57	0.537	0.5	0.503
420	0.577	0.544	0.506	0.509
421	0.583	0.55	0.511	0.514
422	0.589	0.555	0.516	0.519
423	0.595	0.561	0.521	0.524
424	0.6	0.565	0.525	0.528
425	0.605	0.57	0.529	0.532
426	0.61	0.574	0.533	0.536
427	0.615	0.58	0.538	0.541
428	0.621	0.585	0.543	0.546
429	0.628	0.592	0.549	0.552

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
430	0.636	0.599	0.555	0.558
431	0.644	0.607	0.562	0.565
432	0.653	0.615	0.569	0.573
433	0.663	0.624	0.578	0.581
434	0.671	0.632	0.585	0.588
435	0.68	0.64	0.592	0.595
436	0.69	0.649	0.601	0.603
437	0.699	0.658	0.609	0.612
438	0.708	0.666	0.617	0.619
439	0.717	0.674	0.624	0.626
440	0.724	0.681	0.63	0.633
441	0.731	0.688	0.635	0.638
442	0.736	0.693	0.64	0.643
443	0.742	0.698	0.645	0.648
444	0.747	0.703	0.649	0.652
445	0.75	0.706	0.652	0.655
446	0.752	0.708	0.654	0.656
447	0.753	0.708	0.654	0.657
448	0.752	0.708	0.653	0.656
449	0.75	0.706	0.652	0.654
450	0.748	0.704	0.649	0.652
451	0.744	0.7	0.646	0.649
452	0.739	0.696	0.641	0.644
453	0.734	0.691	0.637	0.64
454	0.73	0.687	0.633	0.636
455	0.726	0.683	0.629	0.633
456	0.722	0.679	0.626	0.629
457	0.719	0.677	0.623	0.627
458	0.718	0.675	0.622	0.625
459	0.718	0.675	0.622	0.625
460	0.718	0.675	0.622	0.626
461	0.719	0.676	0.623	0.627
462	0.722	0.68	0.626	0.629
463	0.727	0.683	0.63	0.633
464	0.732	0.688	0.634	0.637
465	0.737	0.693	0.638	0.642
466	0.741	0.697	0.642	0.645
467	0.744	0.7	0.645	0.648
468	0.747	0.703	0.647	0.651
469	0.748	0.704	0.648	0.651
470	0.747	0.703	0.648	0.651

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L ₁)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
471	0.745	0.701	0.646	0.649
472	0.741	0.697	0.642	0.645
473	0.735	0.691	0.636	0.64
474	0.727	0.685	0.63	0.633
475	0.718	0.676	0.622	0.626
476	0.707	0.666	0.613	0.616
477	0.696	0.656	0.603	0.607
478	0.685	0.645	0.593	0.597
479	0.673	0.634	0.583	0.586
480	0.66	0.622	0.571	0.575
481	0.646	0.609	0.559	0.563
482	0.63	0.594	0.545	0.55
483	0.614	0.578	0.531	0.536
484	0.6	0.565	0.519	0.524
485	0.592	0.558	0.512	0.517
486	0.58	0.546	0.501	0.507
487	0.561	0.529	0.485	0.491
488	0.549	0.517	0.475	0.48
489	0.539	0.508	0.467	0.472
490	0.527	0.496	0.456	0.461
491	0.509	0.479	0.441	0.446
492	0.498	0.469	0.431	0.437
493	0.49	0.461	0.424	0.43
494	0.478	0.451	0.415	0.42
495	0.465	0.438	0.403	0.409
496	0.453	0.427	0.393	0.399
497	0.442	0.417	0.384	0.39
498	0.433	0.408	0.376	0.382
499	0.423	0.399	0.367	0.374
500	0.414	0.39	0.36	0.366
501	0.405	0.382	0.351	0.358
502	0.396	0.373	0.343	0.351
503	0.386	0.364	0.336	0.343
504	0.377	0.355	0.328	0.335
505	0.369	0.348	0.321	0.328
506	0.36	0.34	0.314	0.321
507	0.351	0.331	0.305	0.313
508	0.342	0.323	0.298	0.305
509	0.333	0.315	0.29	0.298
510	0.326	0.307	0.284	0.292
511	0.318	0.3	0.277	0.285

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L1)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
512	0.31	0.293	0.271	0.279
513	0.302	0.285	0.264	0.273
514	0.295	0.279	0.258	0.267
515	0.288	0.271	0.251	0.26
516	0.28	0.264	0.244	0.254
517	0.272	0.257	0.238	0.248
518	0.264	0.25	0.231	0.241
519	0.258	0.244	0.226	0.237
520	0.252	0.238	0.22	0.231
521	0.245	0.231	0.214	0.225
522	0.237	0.224	0.208	0.219
523	0.23	0.218	0.202	0.213
524	0.223	0.211	0.196	0.207
525	0.216	0.204	0.19	0.202
526	0.21	0.199	0.185	0.197
527	0.203	0.192	0.178	0.191
528	0.195	0.185	0.172	0.185
529	0.191	0.182	0.169	0.181
530	0.187	0.178	0.165	0.177
531	0.18	0.172	0.159	0.171
532	0.173	0.165	0.153	0.165
533	0.168	0.16	0.149	0.16
534	0.164	0.156	0.145	0.156
535	0.159	0.152	0.141	0.152
536	0.153	0.145	0.136	0.146
537	0.148	0.142	0.132	0.142
538	0.145	0.138	0.128	0.138
539	0.139	0.133	0.124	0.133
540	0.134	0.128	0.119	0.128
541	0.13	0.124	0.116	0.124
542	0.127	0.121	0.113	0.121
543	0.124	0.118	0.11	0.117
544	0.12	0.114	0.107	0.113
545	0.116	0.111	0.103	0.11
546	0.112	0.107	0.1	0.106
547	0.109	0.104	0.097	0.103
548	0.106	0.102	0.095	0.101
549	0.103	0.098	0.092	0.097
550	0.1	0.096	0.089	0.094
551	0.097	0.093	0.087	0.092
552	0.094	0.09	0.084	0.089

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L1)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
553	0.091	0.088	0.082	0.086
554	0.089	0.086	0.08	0.085
555	0.087	0.083	0.078	0.082
556	0.085	0.081	0.076	0.08
557	0.082	0.079	0.074	0.078
558	0.08	0.077	0.072	0.076
559	0.078	0.075	0.071	0.074
560	0.076	0.073	0.069	0.073
561	0.074	0.071	0.068	0.071
562	0.073	0.07	0.066	0.07
563	0.071	0.069	0.065	0.068
564	0.069	0.067	0.063	0.067
565	0.068	0.065	0.062	0.065
566	0.066	0.064	0.061	0.064
567	0.065	0.063	0.059	0.063
568	0.064	0.061	0.058	0.062
569	0.063	0.06	0.058	0.06
570	0.061	0.059	0.056	0.059
571	0.06	0.058	0.055	0.058
572	0.059	0.057	0.054	0.057
573	0.058	0.056	0.053	0.056
574	0.057	0.055	0.052	0.056
575	0.056	0.054	0.052	0.055
576	0.055	0.053	0.051	0.054
577	0.054	0.052	0.05	0.053
578	0.053	0.052	0.049	0.053
579	0.053	0.051	0.049	0.052
580	0.052	0.05	0.048	0.051
581	0.051	0.05	0.048	0.051
582	0.05	0.049	0.047	0.05
583	0.05	0.048	0.046	0.049
584	0.049	0.048	0.046	0.049
585	0.048	0.047	0.045	0.049
586	0.048	0.047	0.045	0.048
587	0.048	0.046	0.044	0.048
588	0.047	0.046	0.044	0.047
589	0.047	0.045	0.044	0.047
590	0.046	0.045	0.043	0.046
591	0.046	0.045	0.043	0.046
592	0.046	0.044	0.043	0.046
593	0.045	0.044	0.042	0.045

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
594	0.045	0.043	0.042	0.045
595	0.044	0.043	0.041	0.045
596	0.044	0.043	0.041	0.044
597	0.043	0.043	0.041	0.044
598	0.043	0.043	0.041	0.044
599	0.043	0.043	0.041	0.044
600	0.043	0.042	0.04	0.043
601	0.042	0.042	0.04	0.043
602	0.042	0.041	0.04	0.043
603	0.042	0.041	0.04	0.043
604	0.042	0.041	0.04	0.043
605	0.042	0.041	0.039	0.042
606	0.042	0.041	0.039	0.042
607	0.041	0.04	0.039	0.042
608	0.041	0.04	0.039	0.042
609	0.041	0.04	0.039	0.042
610	0.041	0.04	0.038	0.042
611	0.041	0.04	0.038	0.042
612	0.04	0.039	0.038	0.041
613	0.04	0.039	0.038	0.041
614	0.04	0.039	0.038	0.041
615	0.04	0.039	0.038	0.041
616	0.04	0.039	0.038	0.041
617	0.04	0.039	0.038	0.041
618	0.039	0.039	0.037	0.041
619	0.039	0.038	0.037	0.04
620	0.039	0.038	0.037	0.04
621	0.039	0.038	0.037	0.04
622	0.039	0.038	0.037	0.04
623	0.039	0.038	0.036	0.04
624	0.039	0.038	0.037	0.04
625	0.039	0.038	0.036	0.04
626	0.038	0.037	0.036	0.039
627	0.038	0.038	0.036	0.04
628	0.038	0.037	0.036	0.039
629	0.038	0.037	0.036	0.039
630	0.038	0.037	0.036	0.039
631	0.038	0.037	0.036	0.039
632	0.038	0.037	0.036	0.039
633	0.037	0.037	0.036	0.039
634	0.038	0.037	0.036	0.039

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
635	0.038	0.037	0.036	0.039
636	0.038	0.037	0.036	0.039
637	0.037	0.037	0.036	0.039
638	0.037	0.037	0.036	0.039
639	0.037	0.036	0.035	0.039
640	0.037	0.037	0.035	0.039
641	0.037	0.036	0.035	0.039
642	0.037	0.036	0.035	0.038
643	0.037	0.036	0.035	0.038
644	0.037	0.036	0.035	0.039
645	0.037	0.036	0.035	0.038
646	0.037	0.036	0.035	0.038
647	0.037	0.036	0.035	0.038
648	0.037	0.036	0.035	0.038
649	0.037	0.036	0.035	0.038
650	0.037	0.036	0.035	0.038
651	0.037	0.036	0.035	0.038
652	0.037	0.036	0.035	0.038
653	0.037	0.036	0.035	0.038
654	0.037	0.036	0.035	0.038
655	0.037	0.036	0.035	0.038
656	0.037	0.036	0.035	0.038
657	0.037	0.036	0.035	0.038
658	0.037	0.036	0.035	0.038
659	0.037	0.036	0.035	0.038
660	0.036	0.036	0.035	0.038
661	0.037	0.036	0.035	0.038
662	0.037	0.036	0.035	0.038
663	0.037	0.036	0.035	0.038
664	0.037	0.036	0.035	0.038
665	0.037	0.036	0.035	0.038
666	0.036	0.035	0.035	0.038
667	0.036	0.036	0.035	0.038
668	0.036	0.035	0.035	0.038
669	0.036	0.035	0.035	0.038
670	0.037	0.036	0.035	0.038
671	0.036	0.035	0.035	0.037
672	0.036	0.035	0.035	0.038
673	0.036	0.035	0.034	0.037
674	0.036	0.035	0.034	0.037
675	0.036	0.035	0.034	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L1)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
676	0.036	0.035	0.034	0.037
677	0.036	0.035	0.034	0.037
678	0.036	0.035	0.034	0.037
679	0.036	0.035	0.034	0.037
680	0.036	0.035	0.034	0.037
681	0.036	0.035	0.034	0.037
682	0.036	0.035	0.034	0.037
683	0.036	0.035	0.034	0.037
684	0.036	0.035	0.034	0.037
685	0.035	0.035	0.034	0.037
686	0.035	0.035	0.034	0.037
687	0.035	0.035	0.034	0.037
688	0.035	0.034	0.033	0.037
689	0.035	0.035	0.034	0.037
690	0.035	0.034	0.033	0.037
691	0.036	0.034	0.033	0.036
692	0.035	0.034	0.033	0.036
693	0.035	0.034	0.033	0.037
694	0.035	0.034	0.033	0.037
695	0.035	0.035	0.033	0.037
696	0.035	0.034	0.033	0.037
697	0.035	0.035	0.033	0.037
698	0.035	0.034	0.033	0.036
699	0.035	0.035	0.033	0.036
700	0.035	0.035	0.033	0.036
701	0.035	0.035	0.033	0.037
702	0.036	0.035	0.034	0.037
703	0.035	0.035	0.033	0.037
704	0.035	0.033	0.033	0.036
705	0.036	0.034	0.033	0.037
706	0.035	0.034	0.033	0.036
707	0.035	0.034	0.033	0.037
708	0.036	0.034	0.033	0.036
709	0.035	0.034	0.033	0.037
710	0.035	0.034	0.033	0.036
711	0.035	0.034	0.033	0.037
712	0.035	0.034	0.033	0.036
713	0.036	0.034	0.033	0.036
714	0.035	0.034	0.033	0.037
715	0.036	0.034	0.034	0.037
716	0.036	0.034	0.033	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L ₁)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
717	0.036	0.034	0.033	0.037
718	0.036	0.035	0.033	0.037
719	0.036	0.034	0.033	0.036
720	0.036	0.034	0.033	0.037
721	0.036	0.034	0.033	0.037
722	0.036	0.034	0.033	0.036
723	0.035	0.034	0.033	0.036
724	0.036	0.034	0.033	0.036
725	0.035	0.034	0.033	0.036
726	0.035	0.034	0.033	0.036
727	0.035	0.034	0.033	0.036
728	0.036	0.034	0.033	0.036
729	0.035	0.034	0.033	0.037
730	0.035	0.034	0.033	0.037
731	0.035	0.034	0.033	0.036
732	0.035	0.034	0.033	0.036
733	0.035	0.034	0.033	0.037
734	0.036	0.034	0.033	0.037
735	0.036	0.034	0.033	0.037
736	0.036	0.035	0.034	0.037
737	0.036	0.035	0.033	0.037
738	0.036	0.035	0.033	0.037
739	0.036	0.035	0.033	0.037
740	0.036	0.035	0.033	0.037
741	0.036	0.035	0.034	0.037
742	0.036	0.035	0.034	0.037
743	0.036	0.035	0.033	0.037
744	0.036	0.035	0.033	0.037
745	0.036	0.035	0.034	0.038
746	0.036	0.035	0.034	0.037
747	0.036	0.035	0.034	0.038
748	0.036	0.035	0.034	0.037
749	0.036	0.035	0.034	0.037
750	0.036	0.035	0.034	0.037
751	0.037	0.035	0.034	0.037
752	0.037	0.035	0.034	0.038
753	0.037	0.035	0.034	0.038
754	0.037	0.035	0.034	0.037
755	0.037	0.035	0.034	0.038
756	0.037	0.035	0.034	0.037
757	0.037	0.035	0.034	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
758	0.037	0.035	0.034	0.038
759	0.036	0.035	0.034	0.037
760	0.036	0.035	0.034	0.037
761	0.036	0.035	0.034	0.037
762	0.036	0.035	0.034	0.037
763	0.036	0.035	0.034	0.037
764	0.036	0.035	0.034	0.037
765	0.036	0.035	0.034	0.037
766	0.036	0.035	0.034	0.037
767	0.036	0.035	0.034	0.037
768	0.036	0.035	0.034	0.037
769	0.036	0.035	0.034	0.037
770	0.036	0.035	0.034	0.037
771	0.036	0.035	0.034	0.037
772	0.036	0.035	0.033	0.037
773	0.036	0.035	0.034	0.037
774	0.036	0.035	0.034	0.037
775	0.036	0.035	0.034	0.037
776	0.036	0.035	0.034	0.037
777	0.036	0.035	0.033	0.037
778	0.036	0.034	0.033	0.037
779	0.036	0.035	0.033	0.037
780	0.036	0.035	0.034	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L₁)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
781	0.036	0.035	0.034	0.037
782	0.036	0.035	0.033	0.037
783	0.036	0.035	0.034	0.037
784	0.036	0.035	0.034	0.037
785	0.036	0.035	0.034	0.037
786	0.036	0.035	0.034	0.037
787	0.036	0.035	0.034	0.037
788	0.036	0.035	0.034	0.037
789	0.036	0.035	0.034	0.037
790	0.036	0.035	0.034	0.037
791	0.036	0.035	0.034	0.037
792	0.036	0.035	0.034	0.037
793	0.036	0.035	0.034	0.037
794	0.036	0.035	0.034	0.037
795	0.036	0.035	0.034	0.037
796	0.036	0.035	0.034	0.037
797	0.036	0.035	0.034	0.037
798	0.036	0.035	0.034	0.037
799	0.036	0.035	0.034	0.037
800	0.036	0.035	0.034	0.037

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 38*Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Rubí (L₂)*

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L₂)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
400	0.27	0.268	0.258	0.248
401	0.274	0.272	0.262	0.251
402	0.279	0.277	0.266	0.255
403	0.284	0.282	0.27	0.26
404	0.289	0.286	0.274	0.264
405	0.293	0.291	0.279	0.268
406	0.299	0.296	0.284	0.273
407	0.305	0.302	0.289	0.278
408	0.312	0.309	0.295	0.284
409	0.319	0.316	0.301	0.29
410	0.326	0.323	0.308	0.296
411	0.332	0.33	0.314	0.302
412	0.34	0.337	0.321	0.308
413	0.347	0.344	0.328	0.315
414	0.355	0.352	0.335	0.322
415	0.362	0.359	0.342	0.328
416	0.37	0.366	0.348	0.335
417	0.376	0.373	0.354	0.341
418	0.382	0.379	0.36	0.346
419	0.388	0.385	0.366	0.351
420	0.393	0.39	0.371	0.357
421	0.398	0.395	0.375	0.361
422	0.403	0.4	0.38	0.365
423	0.407	0.404	0.384	0.369
424	0.412	0.409	0.389	0.374
425	0.416	0.413	0.393	0.377
426	0.421	0.417	0.397	0.381
427	0.426	0.423	0.402	0.386
428	0.431	0.428	0.407	0.391
429	0.438	0.435	0.413	0.397

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L₂)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
430	0.444	0.441	0.419	0.402
431	0.451	0.448	0.425	0.409
432	0.458	0.455	0.431	0.415
433	0.466	0.463	0.439	0.422
434	0.473	0.469	0.445	0.428
435	0.48	0.476	0.452	0.434
436	0.487	0.484	0.459	0.441
437	0.495	0.492	0.466	0.448
438	0.502	0.499	0.473	0.455
439	0.509	0.506	0.48	0.461
440	0.516	0.512	0.486	0.467
441	0.521	0.518	0.491	0.472
442	0.526	0.523	0.496	0.477
443	0.531	0.528	0.501	0.481
444	0.536	0.533	0.506	0.486
445	0.54	0.537	0.509	0.49
446	0.543	0.54	0.512	0.492
447	0.545	0.542	0.514	0.494
448	0.547	0.543	0.516	0.496
449	0.547	0.543	0.516	0.496
450	0.547	0.544	0.517	0.497
451	0.546	0.543	0.516	0.496
452	0.545	0.541	0.515	0.495
453	0.543	0.54	0.514	0.494
454	0.542	0.539	0.512	0.493
455	0.54	0.537	0.511	0.492
456	0.539	0.536	0.51	0.491
457	0.538	0.535	0.509	0.49
458	0.538	0.534	0.509	0.49
459	0.538	0.535	0.51	0.49
460	0.539	0.535	0.51	0.491
461	0.54	0.537	0.512	0.492
462	0.543	0.54	0.514	0.495
463	0.546	0.543	0.517	0.498
464	0.55	0.546	0.52	0.501
465	0.554	0.55	0.524	0.504
466	0.557	0.553	0.527	0.507
467	0.56	0.556	0.53	0.51
468	0.563	0.559	0.532	0.512
469	0.564	0.56	0.534	0.513
470	0.564	0.561	0.534	0.514

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí(L ₂)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
471	0.564	0.56	0.534	0.513
472	0.562	0.558	0.532	0.512
473	0.559	0.556	0.53	0.509
474	0.555	0.552	0.527	0.506
475	0.55	0.547	0.522	0.502
476	0.544	0.541	0.517	0.497
477	0.538	0.534	0.511	0.491
478	0.531	0.528	0.505	0.485
479	0.523	0.521	0.499	0.479
480	0.515	0.512	0.49	0.472
481	0.507	0.504	0.483	0.465
482	0.497	0.494	0.474	0.456
483	0.486	0.483	0.464	0.446
484	0.477	0.475	0.456	0.439
485	0.472	0.47	0.451	0.434
486	0.464	0.462	0.444	0.427
487	0.452	0.45	0.433	0.417
488	0.444	0.442	0.425	0.409
489	0.438	0.436	0.42	0.404
490	0.429	0.428	0.412	0.397
491	0.418	0.416	0.401	0.386
492	0.41	0.409	0.394	0.38
493	0.405	0.404	0.389	0.375
494	0.398	0.396	0.382	0.367
495	0.389	0.387	0.373	0.359
496	0.38	0.378	0.366	0.352
497	0.373	0.371	0.359	0.346
498	0.366	0.364	0.353	0.339
499	0.359	0.357	0.346	0.333
500	0.353	0.351	0.34	0.327
501	0.346	0.344	0.333	0.321
502	0.339	0.337	0.327	0.315
503	0.332	0.33	0.32	0.308
504	0.325	0.323	0.313	0.302
505	0.319	0.317	0.308	0.296
506	0.312	0.31	0.301	0.29
507	0.304	0.303	0.294	0.283
508	0.297	0.295	0.287	0.277
509	0.29	0.289	0.281	0.271
510	0.284	0.283	0.275	0.265
511	0.278	0.276	0.269	0.259

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
512	0.271	0.27	0.263	0.253
513	0.265	0.264	0.257	0.247
514	0.259	0.258	0.251	0.242
515	0.252	0.251	0.244	0.236
516	0.246	0.245	0.238	0.23
517	0.239	0.238	0.232	0.224
518	0.233	0.232	0.225	0.218
519	0.228	0.226	0.221	0.213
520	0.222	0.221	0.215	0.208
521	0.216	0.215	0.21	0.202
522	0.209	0.208	0.203	0.196
523	0.204	0.203	0.198	0.191
524	0.197	0.196	0.191	0.185
525	0.191	0.19	0.186	0.179
526	0.186	0.185	0.181	0.175
527	0.18	0.179	0.175	0.169
528	0.174	0.173	0.169	0.163
529	0.17	0.169	0.166	0.16
530	0.167	0.166	0.163	0.157
531	0.161	0.16	0.157	0.152
532	0.154	0.154	0.151	0.146
533	0.15	0.149	0.146	0.141
534	0.146	0.146	0.143	0.138
535	0.142	0.141	0.139	0.135
536	0.137	0.136	0.134	0.129
537	0.133	0.132	0.13	0.126
538	0.13	0.129	0.127	0.123
539	0.125	0.124	0.122	0.118
540	0.12	0.12	0.118	0.114
541	0.116	0.116	0.114	0.111
542	0.114	0.114	0.112	0.109
543	0.111	0.111	0.109	0.106
544	0.108	0.107	0.106	0.103
545	0.104	0.104	0.103	0.1
546	0.101	0.1	0.099	0.097
547	0.098	0.098	0.097	0.094
548	0.096	0.096	0.095	0.092
549	0.093	0.093	0.092	0.089
550	0.091	0.09	0.089	0.087
551	0.088	0.087	0.087	0.084
552	0.086	0.085	0.084	0.082

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
553	0.083	0.083	0.082	0.08
554	0.081	0.081	0.08	0.078
555	0.079	0.079	0.078	0.076
556	0.077	0.076	0.076	0.074
557	0.075	0.075	0.075	0.073
558	0.074	0.073	0.073	0.071
559	0.072	0.071	0.071	0.07
560	0.07	0.07	0.07	0.068
561	0.068	0.068	0.068	0.066
562	0.067	0.066	0.066	0.065
563	0.065	0.065	0.065	0.064
564	0.064	0.064	0.064	0.062
565	0.063	0.062	0.062	0.061
566	0.061	0.061	0.061	0.06
567	0.06	0.06	0.06	0.059
568	0.059	0.059	0.059	0.058
569	0.058	0.058	0.058	0.057
570	0.056	0.056	0.057	0.056
571	0.055	0.055	0.056	0.055
572	0.054	0.054	0.055	0.054
573	0.054	0.054	0.054	0.053
574	0.053	0.053	0.053	0.052
575	0.052	0.052	0.052	0.051
576	0.051	0.051	0.052	0.051
577	0.051	0.05	0.051	0.05
578	0.05	0.05	0.051	0.05
579	0.049	0.049	0.05	0.049
580	0.049	0.048	0.049	0.048
581	0.048	0.047	0.048	0.048
582	0.048	0.047	0.048	0.047
583	0.047	0.047	0.048	0.047
584	0.047	0.046	0.047	0.046
585	0.046	0.045	0.046	0.046
586	0.046	0.045	0.046	0.045
587	0.045	0.045	0.046	0.045
588	0.044	0.044	0.045	0.044
589	0.044	0.044	0.045	0.044
590	0.044	0.043	0.044	0.044
591	0.043	0.043	0.044	0.043
592	0.043	0.043	0.044	0.043
593	0.043	0.043	0.043	0.043

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L2)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
594	0.042	0.042	0.043	0.043
595	0.042	0.042	0.043	0.042
596	0.042	0.041	0.043	0.042
597	0.042	0.041	0.042	0.042
598	0.041	0.041	0.042	0.042
599	0.041	0.041	0.042	0.041
600	0.041	0.04	0.042	0.041
601	0.04	0.04	0.041	0.041
602	0.04	0.04	0.041	0.041
603	0.04	0.04	0.041	0.04
604	0.04	0.039	0.041	0.04
605	0.04	0.039	0.041	0.04
606	0.039	0.039	0.04	0.04
607	0.039	0.039	0.04	0.04
608	0.039	0.039	0.04	0.039
609	0.039	0.039	0.04	0.04
610	0.039	0.038	0.04	0.039
611	0.039	0.038	0.039	0.039
612	0.039	0.038	0.04	0.039
613	0.038	0.038	0.039	0.039
614	0.038	0.038	0.039	0.039
615	0.038	0.038	0.039	0.039
616	0.038	0.037	0.039	0.038
617	0.038	0.037	0.038	0.038
618	0.037	0.037	0.038	0.038
619	0.037	0.037	0.038	0.038
620	0.037	0.037	0.038	0.038
621	0.037	0.037	0.038	0.037
622	0.037	0.037	0.038	0.038
623	0.037	0.036	0.037	0.037
624	0.037	0.036	0.038	0.037
625	0.037	0.036	0.038	0.037
626	0.037	0.037	0.038	0.037
627	0.036	0.036	0.037	0.037
628	0.037	0.037	0.038	0.037
629	0.037	0.037	0.038	0.037
630	0.037	0.037	0.037	0.037
631	0.037	0.036	0.037	0.037
632	0.036	0.036	0.037	0.037
633	0.036	0.036	0.037	0.036
634	0.036	0.036	0.037	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L2)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
635	0.036	0.036	0.037	0.037
636	0.036	0.036	0.037	0.037
637	0.036	0.036	0.037	0.036
638	0.036	0.036	0.037	0.036
639	0.036	0.036	0.037	0.036
640	0.036	0.036	0.037	0.036
641	0.035	0.035	0.036	0.036
642	0.036	0.036	0.037	0.036
643	0.035	0.035	0.036	0.036
644	0.035	0.035	0.036	0.036
645	0.035	0.035	0.037	0.036
646	0.035	0.035	0.036	0.036
647	0.035	0.036	0.037	0.036
648	0.035	0.035	0.036	0.036
649	0.035	0.035	0.036	0.036
650	0.035	0.035	0.037	0.036
651	0.035	0.035	0.036	0.036
652	0.035	0.035	0.036	0.036
653	0.035	0.035	0.036	0.036
654	0.035	0.035	0.036	0.035
655	0.035	0.035	0.036	0.036
656	0.035	0.035	0.036	0.036
657	0.035	0.035	0.036	0.035
658	0.035	0.035	0.036	0.035
659	0.035	0.035	0.036	0.035
660	0.035	0.035	0.036	0.035
661	0.035	0.035	0.036	0.035
662	0.035	0.035	0.036	0.035
663	0.035	0.035	0.036	0.035
664	0.035	0.035	0.036	0.035
665	0.035	0.035	0.036	0.035
666	0.035	0.035	0.036	0.035
667	0.035	0.035	0.036	0.035
668	0.034	0.034	0.036	0.035
669	0.034	0.034	0.036	0.035
670	0.035	0.034	0.036	0.035
671	0.035	0.034	0.036	0.035
672	0.034	0.034	0.035	0.035
673	0.034	0.034	0.035	0.035
674	0.034	0.035	0.035	0.035
675	0.034	0.034	0.035	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L₂)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
676	0.034	0.034	0.035	0.035
677	0.034	0.034	0.035	0.035
678	0.034	0.034	0.035	0.035
679	0.034	0.034	0.035	0.034
680	0.034	0.034	0.035	0.035
681	0.034	0.034	0.035	0.035
682	0.034	0.034	0.035	0.035
683	0.034	0.034	0.035	0.035
684	0.034	0.034	0.035	0.035
685	0.034	0.034	0.035	0.035
686	0.034	0.034	0.035	0.035
687	0.034	0.034	0.035	0.035
688	0.034	0.034	0.035	0.035
689	0.034	0.034	0.035	0.035
690	0.034	0.034	0.035	0.034
691	0.034	0.034	0.035	0.034
692	0.034	0.034	0.035	0.035
693	0.034	0.034	0.035	0.034
694	0.034	0.034	0.035	0.034
695	0.034	0.034	0.035	0.035
696	0.034	0.034	0.035	0.035
697	0.034	0.034	0.035	0.034
698	0.034	0.034	0.035	0.034
699	0.033	0.034	0.035	0.034
700	0.034	0.034	0.035	0.034
701	0.034	0.034	0.035	0.034
702	0.034	0.034	0.035	0.035
703	0.033	0.034	0.035	0.034
704	0.034	0.034	0.035	0.034
705	0.034	0.034	0.035	0.035
706	0.034	0.034	0.035	0.035
707	0.034	0.034	0.035	0.034
708	0.034	0.035	0.035	0.035
709	0.034	0.034	0.036	0.034
710	0.034	0.034	0.035	0.034
711	0.034	0.034	0.036	0.035
712	0.033	0.034	0.035	0.035
713	0.034	0.034	0.036	0.035
714	0.034	0.034	0.035	0.034
715	0.034	0.034	0.035	0.034
716	0.034	0.034	0.036	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L₂)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
717	0.034	0.034	0.035	0.034
718	0.034	0.034	0.035	0.034
719	0.034	0.034	0.035	0.034
720	0.034	0.034	0.035	0.034
721	0.034	0.034	0.035	0.034
722	0.033	0.034	0.035	0.034
723	0.033	0.034	0.035	0.034
724	0.033	0.034	0.035	0.034
725	0.033	0.034	0.035	0.034
726	0.033	0.034	0.035	0.034
727	0.033	0.034	0.035	0.034
728	0.033	0.034	0.035	0.034
729	0.034	0.034	0.036	0.034
730	0.033	0.034	0.035	0.034
731	0.034	0.034	0.035	0.034
732	0.033	0.034	0.035	0.034
733	0.034	0.034	0.035	0.034
734	0.033	0.034	0.036	0.034
735	0.034	0.034	0.036	0.034
736	0.034	0.034	0.036	0.035
737	0.034	0.034	0.036	0.034
738	0.034	0.034	0.036	0.035
739	0.034	0.034	0.036	0.034
740	0.034	0.035	0.036	0.035
741	0.034	0.034	0.036	0.034
742	0.034	0.034	0.036	0.034
743	0.034	0.034	0.036	0.035
744	0.034	0.035	0.036	0.035
745	0.034	0.035	0.036	0.035
746	0.034	0.035	0.036	0.035
747	0.034	0.035	0.036	0.035
748	0.034	0.035	0.036	0.035
749	0.035	0.035	0.036	0.035
750	0.035	0.035	0.036	0.035
751	0.035	0.035	0.036	0.035
752	0.035	0.035	0.036	0.035
753	0.035	0.035	0.036	0.035
754	0.035	0.035	0.036	0.035
755	0.034	0.035	0.036	0.035
756	0.035	0.035	0.036	0.035
757	0.035	0.035	0.036	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
758	0.035	0.035	0.036	0.035
759	0.035	0.035	0.036	0.035
760	0.035	0.035	0.036	0.035
761	0.034	0.035	0.036	0.035
762	0.034	0.035	0.036	0.035
763	0.034	0.035	0.036	0.035
764	0.035	0.035	0.036	0.035
765	0.035	0.035	0.036	0.035
766	0.034	0.035	0.036	0.035
767	0.034	0.035	0.036	0.035
768	0.034	0.035	0.036	0.035
769	0.034	0.034	0.036	0.035
770	0.034	0.035	0.036	0.035
771	0.034	0.034	0.036	0.035
772	0.034	0.035	0.036	0.035
773	0.034	0.035	0.036	0.035
774	0.034	0.034	0.036	0.034
775	0.034	0.035	0.036	0.035
776	0.034	0.035	0.036	0.035
777	0.034	0.035	0.036	0.035
778	0.034	0.034	0.035	0.035
779	0.034	0.035	0.035	0.034
780	0.034	0.035	0.036	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
781	0.034	0.034	0.036	0.034
782	0.034	0.035	0.036	0.034
783	0.034	0.035	0.036	0.035
784	0.034	0.035	0.036	0.035
785	0.034	0.035	0.036	0.035
786	0.034	0.035	0.036	0.034
787	0.034	0.035	0.036	0.035
788	0.034	0.035	0.036	0.035
789	0.034	0.035	0.036	0.035
790	0.034	0.035	0.036	0.034
791	0.034	0.035	0.036	0.035
792	0.034	0.035	0.036	0.035
793	0.034	0.035	0.036	0.035
794	0.035	0.035	0.036	0.035
795	0.034	0.035	0.036	0.035
796	0.034	0.035	0.036	0.035
797	0.034	0.035	0.036	0.035
798	0.035	0.035	0.036	0.035
799	0.035	0.035	0.036	0.035
800	0.034	0.035	0.036	0.035

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 39

Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Escarlata (L₃)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L₃)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
400	0.294	0.295	0.301	0.296
401	0.297	0.298	0.304	0.299
402	0.3	0.301	0.307	0.302
403	0.303	0.305	0.31	0.305
404	0.307	0.308	0.314	0.309
405	0.311	0.313	0.318	0.314
406	0.316	0.317	0.323	0.319
407	0.322	0.323	0.33	0.325
408	0.328	0.33	0.336	0.331
409	0.336	0.337	0.344	0.338
410	0.343	0.344	0.35	0.345
411	0.35	0.352	0.358	0.353
412	0.357	0.359	0.366	0.36
413	0.366	0.368	0.374	0.368
414	0.374	0.376	0.383	0.377
415	0.382	0.383	0.391	0.384
416	0.388	0.39	0.397	0.391
417	0.393	0.395	0.403	0.396
418	0.398	0.4	0.407	0.401
419	0.4	0.402	0.41	0.403
420	0.402	0.404	0.411	0.405
421	0.403	0.404	0.412	0.405
422	0.402	0.404	0.412	0.405
423	0.401	0.403	0.41	0.404
424	0.4	0.402	0.409	0.403
425	0.399	0.401	0.408	0.402
426	0.398	0.4	0.407	0.401
427	0.398	0.4	0.407	0.401
428	0.399	0.401	0.408	0.402
429	0.402	0.404	0.411	0.405

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L3)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
430	0.406	0.408	0.415	0.409
431	0.411	0.413	0.421	0.415
432	0.418	0.42	0.428	0.422
433	0.425	0.427	0.435	0.429
434	0.432	0.434	0.442	0.436
435	0.438	0.44	0.449	0.442
436	0.444	0.447	0.456	0.449
437	0.45	0.453	0.462	0.455
438	0.456	0.458	0.467	0.46
439	0.459	0.462	0.471	0.464
440	0.463	0.465	0.474	0.467
441	0.465	0.468	0.477	0.47
442	0.467	0.469	0.479	0.471
443	0.468	0.47	0.479	0.472
444	0.467	0.47	0.479	0.472
445	0.465	0.467	0.476	0.469
446	0.461	0.463	0.472	0.465
447	0.455	0.458	0.467	0.46
448	0.448	0.45	0.459	0.452
449	0.438	0.44	0.449	0.442
450	0.426	0.428	0.437	0.43
451	0.413	0.415	0.423	0.416
452	0.398	0.399	0.408	0.402
453	0.385	0.387	0.395	0.389
454	0.373	0.375	0.382	0.376
455	0.361	0.363	0.37	0.364
456	0.351	0.353	0.36	0.355
457	0.344	0.345	0.353	0.347
458	0.339	0.34	0.347	0.342
459	0.338	0.339	0.346	0.341
460	0.338	0.34	0.346	0.342
461	0.341	0.343	0.35	0.345
462	0.347	0.349	0.355	0.351
463	0.356	0.357	0.364	0.359
464	0.364	0.365	0.373	0.368
465	0.373	0.375	0.382	0.377
466	0.381	0.382	0.39	0.385
467	0.387	0.388	0.396	0.39
468	0.39	0.392	0.4	0.394
469	0.39	0.392	0.4	0.394
470	0.387	0.389	0.397	0.391

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L ₃)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
471	0.38	0.382	0.39	0.384
472	0.37	0.372	0.38	0.374
473	0.357	0.359	0.367	0.361
474	0.343	0.345	0.352	0.347
475	0.327	0.329	0.335	0.331
476	0.308	0.31	0.316	0.311
477	0.29	0.292	0.298	0.294
478	0.273	0.274	0.28	0.276
479	0.256	0.258	0.263	0.259
480	0.239	0.24	0.245	0.242
481	0.223	0.224	0.228	0.225
482	0.205	0.206	0.21	0.207
483	0.188	0.189	0.192	0.19
484	0.175	0.176	0.18	0.178
485	0.169	0.169	0.173	0.17
486	0.158	0.159	0.162	0.16
487	0.144	0.145	0.148	0.146
488	0.135	0.136	0.139	0.137
489	0.129	0.13	0.132	0.131
490	0.121	0.122	0.124	0.123
491	0.111	0.111	0.113	0.112
492	0.104	0.105	0.107	0.106
493	0.1	0.101	0.103	0.102
494	0.095	0.096	0.097	0.096
495	0.089	0.089	0.091	0.09
496	0.084	0.084	0.086	0.085
497	0.08	0.08	0.082	0.081
498	0.076	0.077	0.078	0.078
499	0.073	0.074	0.075	0.074
500	0.071	0.071	0.072	0.071
501	0.068	0.068	0.07	0.069
502	0.065	0.065	0.067	0.066
503	0.063	0.063	0.065	0.064
504	0.061	0.061	0.062	0.062
505	0.059	0.059	0.06	0.06
506	0.057	0.057	0.059	0.058
507	0.055	0.055	0.057	0.056
508	0.053	0.054	0.054	0.054
509	0.051	0.052	0.053	0.052
510	0.05	0.051	0.051	0.051
511	0.05	0.05	0.051	0.05

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L3)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
512	0.049	0.049	0.05	0.049
513	0.048	0.048	0.049	0.049
514	0.047	0.048	0.048	0.048
515	0.047	0.047	0.048	0.048
516	0.046	0.046	0.047	0.047
517	0.045	0.046	0.047	0.046
518	0.045	0.045	0.046	0.045
519	0.045	0.045	0.046	0.045
520	0.044	0.045	0.045	0.045
521	0.044	0.044	0.045	0.044
522	0.043	0.043	0.044	0.044
523	0.043	0.043	0.044	0.043
524	0.043	0.043	0.044	0.043
525	0.043	0.043	0.043	0.043
526	0.042	0.042	0.043	0.043
527	0.042	0.042	0.043	0.042
528	0.042	0.042	0.043	0.042
529	0.041	0.042	0.042	0.042
530	0.041	0.042	0.042	0.042
531	0.041	0.041	0.042	0.042
532	0.041	0.041	0.042	0.041
533	0.041	0.041	0.041	0.041
534	0.041	0.041	0.041	0.041
535	0.04	0.041	0.041	0.041
536	0.04	0.04	0.041	0.04
537	0.04	0.04	0.041	0.04
538	0.04	0.04	0.041	0.04
539	0.04	0.04	0.041	0.04
540	0.039	0.04	0.04	0.04
541	0.039	0.04	0.04	0.04
542	0.039	0.04	0.04	0.04
543	0.039	0.04	0.04	0.039
544	0.039	0.04	0.04	0.039
545	0.039	0.039	0.04	0.039
546	0.039	0.039	0.04	0.039
547	0.039	0.039	0.04	0.039
548	0.039	0.039	0.04	0.039
549	0.039	0.039	0.039	0.039
550	0.039	0.039	0.04	0.039
551	0.038	0.039	0.039	0.038
552	0.038	0.039	0.039	0.038

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L₃)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
553	0.038	0.039	0.039	0.038
554	0.038	0.039	0.039	0.038
555	0.038	0.039	0.039	0.038
556	0.038	0.039	0.039	0.039
557	0.038	0.039	0.039	0.038
558	0.038	0.039	0.039	0.038
559	0.038	0.038	0.039	0.038
560	0.038	0.038	0.039	0.038
561	0.038	0.038	0.039	0.038
562	0.038	0.038	0.039	0.038
563	0.038	0.038	0.039	0.038
564	0.038	0.038	0.038	0.038
565	0.038	0.038	0.038	0.038
566	0.037	0.038	0.038	0.037
567	0.038	0.038	0.038	0.038
568	0.037	0.038	0.038	0.037
569	0.037	0.038	0.038	0.037
570	0.037	0.038	0.038	0.037
571	0.037	0.037	0.038	0.037
572	0.037	0.037	0.038	0.037
573	0.037	0.037	0.038	0.037
574	0.037	0.037	0.038	0.037
575	0.037	0.037	0.038	0.037
576	0.037	0.037	0.038	0.037
577	0.037	0.037	0.038	0.037
578	0.036	0.037	0.037	0.036
579	0.037	0.037	0.037	0.037
580	0.036	0.037	0.037	0.036
581	0.036	0.037	0.037	0.036
582	0.036	0.037	0.037	0.036
583	0.036	0.037	0.037	0.037
584	0.036	0.037	0.037	0.036
585	0.036	0.037	0.037	0.036
586	0.036	0.037	0.037	0.036
587	0.036	0.037	0.037	0.036
588	0.036	0.037	0.037	0.036
589	0.036	0.037	0.037	0.036
590	0.036	0.037	0.037	0.036
591	0.036	0.037	0.037	0.036
592	0.036	0.037	0.037	0.036
593	0.036	0.037	0.037	0.036

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L ₃)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
594	0.036	0.037	0.037	0.036
595	0.036	0.037	0.037	0.036
596	0.036	0.037	0.037	0.036
597	0.036	0.037	0.037	0.036
598	0.036	0.037	0.037	0.036
599	0.036	0.037	0.037	0.036
600	0.036	0.037	0.037	0.036
601	0.036	0.037	0.037	0.036
602	0.036	0.037	0.037	0.036
603	0.036	0.037	0.037	0.036
604	0.036	0.037	0.037	0.036
605	0.036	0.037	0.037	0.036
606	0.036	0.037	0.037	0.036
607	0.036	0.037	0.037	0.036
608	0.035	0.036	0.037	0.036
609	0.036	0.037	0.037	0.036
610	0.035	0.037	0.037	0.036
611	0.036	0.036	0.037	0.036
612	0.036	0.036	0.037	0.036
613	0.035	0.036	0.036	0.035
614	0.035	0.036	0.036	0.035
615	0.035	0.036	0.036	0.035
616	0.035	0.036	0.036	0.035
617	0.035	0.036	0.036	0.035
618	0.035	0.036	0.036	0.035
619	0.035	0.036	0.036	0.035
620	0.035	0.036	0.036	0.035
621	0.035	0.036	0.036	0.035
622	0.035	0.036	0.036	0.035
623	0.035	0.036	0.036	0.035
624	0.035	0.036	0.036	0.035
625	0.035	0.036	0.036	0.035
626	0.035	0.036	0.036	0.035
627	0.035	0.036	0.036	0.035
628	0.035	0.036	0.036	0.035
629	0.035	0.036	0.036	0.035
630	0.035	0.036	0.036	0.035
631	0.035	0.036	0.036	0.035
632	0.035	0.036	0.036	0.035
633	0.035	0.036	0.036	0.035
634	0.035	0.035	0.035	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L ₃)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
635	0.035	0.036	0.035	0.035
636	0.035	0.036	0.036	0.035
637	0.035	0.036	0.036	0.035
638	0.035	0.036	0.035	0.035
639	0.035	0.036	0.036	0.035
640	0.035	0.036	0.035	0.035
641	0.035	0.036	0.035	0.035
642	0.035	0.036	0.035	0.035
643	0.035	0.036	0.035	0.035
644	0.035	0.035	0.035	0.034
645	0.034	0.035	0.035	0.034
646	0.034	0.035	0.035	0.034
647	0.034	0.035	0.035	0.034
648	0.034	0.035	0.035	0.034
649	0.034	0.035	0.035	0.034
650	0.034	0.035	0.035	0.034
651	0.034	0.035	0.035	0.034
652	0.034	0.035	0.035	0.034
653	0.034	0.035	0.035	0.034
654	0.034	0.035	0.035	0.034
655	0.034	0.035	0.035	0.034
656	0.034	0.035	0.035	0.034
657	0.034	0.035	0.035	0.034
658	0.034	0.035	0.034	0.034
659	0.034	0.035	0.035	0.034
660	0.034	0.035	0.035	0.034
661	0.034	0.035	0.035	0.034
662	0.034	0.035	0.035	0.034
663	0.034	0.035	0.035	0.034
664	0.034	0.035	0.035	0.034
665	0.033	0.035	0.034	0.034
666	0.034	0.035	0.035	0.034
667	0.034	0.035	0.035	0.034
668	0.034	0.035	0.034	0.034
669	0.034	0.035	0.035	0.034
670	0.034	0.035	0.034	0.034
671	0.034	0.035	0.034	0.034
672	0.034	0.035	0.034	0.034
673	0.033	0.035	0.034	0.034
674	0.034	0.035	0.034	0.034
675	0.033	0.035	0.034	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L ₃)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
676	0.034	0.035	0.034	0.034
677	0.033	0.035	0.034	0.034
678	0.034	0.035	0.034	0.034
679	0.033	0.035	0.034	0.034
680	0.033	0.035	0.034	0.034
681	0.034	0.035	0.034	0.034
682	0.034	0.035	0.034	0.034
683	0.033	0.035	0.034	0.034
684	0.034	0.035	0.034	0.034
685	0.033	0.035	0.034	0.034
686	0.033	0.035	0.034	0.034
687	0.033	0.035	0.034	0.034
688	0.033	0.035	0.034	0.034
689	0.033	0.035	0.034	0.034
690	0.033	0.035	0.034	0.034
691	0.033	0.035	0.034	0.034
692	0.033	0.035	0.034	0.034
693	0.033	0.035	0.034	0.034
694	0.033	0.034	0.034	0.034
695	0.033	0.034	0.033	0.033
696	0.033	0.035	0.034	0.034
697	0.033	0.035	0.034	0.034
698	0.033	0.035	0.034	0.034
699	0.033	0.035	0.034	0.034
700	0.033	0.035	0.034	0.034
701	0.033	0.035	0.034	0.034
702	0.033	0.035	0.033	0.033
703	0.033	0.034	0.033	0.033
704	0.033	0.034	0.033	0.033
705	0.033	0.034	0.033	0.033
706	0.033	0.034	0.033	0.034
707	0.033	0.034	0.033	0.033
708	0.033	0.035	0.033	0.034
709	0.033	0.035	0.033	0.034
710	0.033	0.035	0.033	0.034
711	0.033	0.035	0.033	0.033
712	0.032	0.035	0.033	0.034
713	0.033	0.035	0.033	0.034
714	0.033	0.035	0.033	0.033
715	0.034	0.035	0.034	0.034
716	0.033	0.035	0.034	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo esarlata (L₃)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
717	0.033	0.035	0.034	0.034
718	0.033	0.035	0.033	0.034
719	0.033	0.035	0.033	0.034
720	0.033	0.035	0.033	0.034
721	0.033	0.035	0.033	0.033
722	0.033	0.035	0.033	0.034
723	0.033	0.035	0.033	0.033
724	0.033	0.035	0.033	0.034
725	0.033	0.035	0.033	0.034
726	0.033	0.035	0.033	0.034
727	0.033	0.035	0.033	0.033
728	0.033	0.035	0.033	0.033
729	0.033	0.035	0.033	0.034
730	0.033	0.035	0.033	0.034
731	0.033	0.035	0.033	0.034
732	0.033	0.035	0.033	0.034
733	0.033	0.035	0.033	0.034
734	0.033	0.035	0.033	0.034
735	0.033	0.035	0.033	0.034
736	0.033	0.035	0.033	0.034
737	0.033	0.035	0.033	0.034
738	0.033	0.035	0.034	0.034
739	0.033	0.035	0.033	0.034
740	0.034	0.035	0.034	0.035
741	0.033	0.035	0.034	0.034
742	0.033	0.035	0.034	0.034
743	0.034	0.036	0.034	0.035
744	0.034	0.036	0.034	0.035
745	0.034	0.035	0.034	0.034
746	0.034	0.036	0.034	0.035
747	0.034	0.036	0.034	0.035
748	0.034	0.036	0.034	0.035
749	0.034	0.036	0.034	0.035
750	0.034	0.036	0.034	0.035
751	0.034	0.036	0.034	0.035
752	0.034	0.036	0.034	0.035
753	0.034	0.036	0.034	0.035
754	0.034	0.036	0.034	0.035
755	0.034	0.036	0.034	0.035
756	0.034	0.036	0.034	0.035
757	0.034	0.036	0.034	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L ₃)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
758	0.034	0.036	0.034	0.035
759	0.034	0.036	0.034	0.035
760	0.034	0.036	0.034	0.035
761	0.034	0.035	0.034	0.035
762	0.034	0.036	0.034	0.035
763	0.034	0.036	0.034	0.035
764	0.034	0.036	0.034	0.035
765	0.034	0.036	0.034	0.035
766	0.033	0.035	0.034	0.035
767	0.034	0.035	0.034	0.035
768	0.034	0.035	0.034	0.035
769	0.033	0.035	0.034	0.035
770	0.034	0.035	0.034	0.035
771	0.034	0.035	0.034	0.035
772	0.034	0.035	0.034	0.035
773	0.034	0.036	0.034	0.035
774	0.034	0.035	0.034	0.035
775	0.034	0.035	0.034	0.034
776	0.033	0.035	0.034	0.035
777	0.034	0.036	0.034	0.035
778	0.034	0.035	0.034	0.035
779	0.033	0.035	0.034	0.035
780	0.034	0.035	0.034	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L₃)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
781	0.033	0.035	0.034	0.035
782	0.033	0.036	0.034	0.035
783	0.034	0.036	0.034	0.035
784	0.034	0.036	0.034	0.035
785	0.034	0.035	0.034	0.035
786	0.033	0.035	0.034	0.035
787	0.033	0.035	0.034	0.035
788	0.033	0.035	0.034	0.035
789	0.033	0.035	0.034	0.034
790	0.033	0.035	0.034	0.035
791	0.033	0.035	0.034	0.035
792	0.034	0.035	0.034	0.035
793	0.033	0.035	0.034	0.035
794	0.034	0.036	0.034	0.035
795	0.034	0.036	0.034	0.035
796	0.034	0.036	0.034	0.035
797	0.034	0.036	0.034	0.035
798	0.034	0.036	0.034	0.035
799	0.034	0.036	0.034	0.035
800	0.034	0.036	0.034	0.035

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 40*Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Coral (L₄)*

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L₄)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
400	0.237	0.232	0.227	0.221
401	0.24	0.234	0.23	0.224
402	0.243	0.237	0.233	0.227
403	0.247	0.241	0.237	0.23
404	0.25	0.244	0.24	0.233
405	0.254	0.247	0.243	0.236
406	0.258	0.251	0.247	0.24
407	0.262	0.256	0.252	0.244
408	0.267	0.26	0.256	0.249
409	0.272	0.265	0.261	0.254
410	0.277	0.27	0.266	0.258
411	0.283	0.275	0.271	0.263
412	0.288	0.28	0.276	0.268
413	0.294	0.285	0.281	0.273
414	0.299	0.291	0.286	0.278
415	0.305	0.296	0.292	0.283
416	0.31	0.302	0.297	0.288
417	0.315	0.307	0.302	0.293
418	0.32	0.311	0.306	0.298
419	0.324	0.315	0.311	0.302
420	0.328	0.319	0.315	0.305
421	0.332	0.323	0.318	0.309
422	0.336	0.326	0.321	0.312
423	0.339	0.329	0.325	0.316
424	0.343	0.333	0.328	0.319
425	0.345	0.335	0.331	0.322
426	0.349	0.339	0.335	0.325
427	0.352	0.342	0.339	0.329
428	0.356	0.346	0.342	0.332
429	0.361	0.351	0.347	0.337

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
430	0.366	0.355	0.352	0.342
431	0.372	0.361	0.357	0.346
432	0.377	0.366	0.362	0.352
433	0.383	0.371	0.368	0.357
434	0.388	0.376	0.373	0.362
435	0.393	0.382	0.378	0.367
436	0.399	0.387	0.384	0.373
437	0.405	0.393	0.389	0.378
438	0.41	0.398	0.395	0.383
439	0.416	0.403	0.4	0.388
440	0.42	0.408	0.404	0.393
441	0.424	0.412	0.408	0.397
442	0.429	0.416	0.412	0.401
443	0.432	0.419	0.416	0.404
444	0.436	0.423	0.419	0.407
445	0.438	0.425	0.422	0.41
446	0.44	0.427	0.424	0.412
447	0.442	0.429	0.426	0.413
448	0.443	0.429	0.427	0.414
449	0.443	0.429	0.427	0.415
450	0.442	0.429	0.427	0.414
451	0.441	0.428	0.426	0.414
452	0.44	0.427	0.425	0.413
453	0.438	0.426	0.424	0.412
454	0.437	0.424	0.423	0.411
455	0.435	0.423	0.422	0.41
456	0.434	0.422	0.421	0.409
457	0.434	0.421	0.42	0.408
458	0.433	0.421	0.42	0.408
459	0.434	0.421	0.421	0.408
460	0.434	0.421	0.421	0.409
461	0.436	0.422	0.423	0.41
462	0.438	0.424	0.424	0.412
463	0.44	0.427	0.427	0.415
464	0.443	0.43	0.43	0.417
465	0.446	0.433	0.433	0.42
466	0.448	0.435	0.435	0.422
467	0.451	0.437	0.438	0.425
468	0.452	0.439	0.439	0.427
469	0.453	0.44	0.44	0.427
470	0.453	0.44	0.44	0.427

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
471	0.453	0.44	0.44	0.427
472	0.451	0.438	0.438	0.426
473	0.448	0.435	0.435	0.423
474	0.444	0.432	0.433	0.42
475	0.44	0.428	0.429	0.416
476	0.435	0.423	0.424	0.412
477	0.429	0.418	0.419	0.407
478	0.424	0.412	0.414	0.402
479	0.418	0.407	0.408	0.397
480	0.411	0.4	0.402	0.391
481	0.404	0.394	0.396	0.384
482	0.397	0.386	0.388	0.377
483	0.388	0.377	0.38	0.369
484	0.381	0.371	0.374	0.363
485	0.377	0.367	0.37	0.36
486	0.371	0.361	0.364	0.354
487	0.361	0.352	0.355	0.345
488	0.355	0.346	0.349	0.339
489	0.35	0.341	0.344	0.335
490	0.343	0.335	0.338	0.329
491	0.334	0.326	0.329	0.32
492	0.328	0.32	0.324	0.315
493	0.324	0.317	0.32	0.312
494	0.318	0.311	0.315	0.306
495	0.311	0.303	0.308	0.299
496	0.305	0.297	0.302	0.293
497	0.299	0.292	0.296	0.288
498	0.294	0.287	0.291	0.284
499	0.289	0.282	0.286	0.279
500	0.283	0.277	0.281	0.274
501	0.278	0.272	0.276	0.269
502	0.273	0.267	0.271	0.263
503	0.268	0.262	0.266	0.258
504	0.262	0.256	0.26	0.253
505	0.257	0.251	0.256	0.248
506	0.252	0.247	0.251	0.244
507	0.246	0.241	0.245	0.238
508	0.241	0.235	0.239	0.233
509	0.236	0.231	0.234	0.228
510	0.231	0.226	0.23	0.223
511	0.226	0.221	0.225	0.218

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
512	0.221	0.216	0.22	0.214
513	0.216	0.211	0.215	0.209
514	0.211	0.207	0.21	0.205
515	0.206	0.202	0.206	0.2
516	0.201	0.197	0.2	0.195
517	0.196	0.192	0.195	0.19
518	0.19	0.187	0.19	0.185
519	0.187	0.184	0.186	0.181
520	0.182	0.179	0.182	0.177
521	0.178	0.175	0.177	0.172
522	0.173	0.17	0.172	0.168
523	0.168	0.165	0.168	0.163
524	0.163	0.16	0.162	0.158
525	0.158	0.156	0.158	0.154
526	0.154	0.152	0.154	0.15
527	0.149	0.148	0.149	0.145
528	0.144	0.143	0.144	0.14
529	0.142	0.14	0.141	0.138
530	0.139	0.138	0.139	0.135
531	0.134	0.133	0.134	0.131
532	0.129	0.128	0.129	0.126
533	0.126	0.125	0.126	0.123
534	0.123	0.122	0.123	0.12
535	0.12	0.119	0.12	0.117
536	0.116	0.115	0.116	0.113
537	0.112	0.112	0.112	0.11
538	0.11	0.109	0.11	0.107
539	0.106	0.106	0.106	0.104
540	0.102	0.102	0.102	0.1
541	0.099	0.099	0.1	0.097
542	0.098	0.097	0.098	0.095
543	0.095	0.095	0.095	0.093
544	0.092	0.093	0.092	0.091
545	0.09	0.09	0.09	0.088
546	0.087	0.087	0.087	0.085
547	0.085	0.085	0.085	0.083
548	0.083	0.084	0.083	0.082
549	0.081	0.081	0.081	0.08
550	0.079	0.079	0.079	0.077
551	0.076	0.077	0.077	0.075
552	0.074	0.075	0.075	0.073

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
553	0.073	0.074	0.073	0.072
554	0.071	0.072	0.072	0.07
555	0.07	0.071	0.07	0.069
556	0.068	0.069	0.069	0.067
557	0.067	0.068	0.067	0.066
558	0.065	0.066	0.066	0.065
559	0.064	0.065	0.064	0.063
560	0.063	0.064	0.063	0.062
561	0.061	0.062	0.062	0.06
562	0.06	0.061	0.061	0.059
563	0.059	0.06	0.059	0.058
564	0.058	0.059	0.058	0.058
565	0.057	0.058	0.057	0.056
566	0.056	0.057	0.056	0.055
567	0.055	0.056	0.055	0.054
568	0.054	0.055	0.055	0.053
569	0.053	0.054	0.053	0.053
570	0.052	0.053	0.053	0.052
571	0.051	0.052	0.051	0.051
572	0.051	0.052	0.051	0.05
573	0.05	0.051	0.05	0.05
574	0.049	0.051	0.05	0.049
575	0.048	0.05	0.049	0.048
576	0.048	0.049	0.048	0.048
577	0.047	0.049	0.048	0.047
578	0.047	0.048	0.047	0.047
579	0.046	0.048	0.047	0.046
580	0.046	0.047	0.046	0.045
581	0.045	0.047	0.046	0.045
582	0.045	0.046	0.045	0.045
583	0.045	0.046	0.045	0.044
584	0.044	0.046	0.045	0.044
585	0.044	0.045	0.044	0.044
586	0.043	0.045	0.044	0.043
587	0.043	0.044	0.043	0.043
588	0.043	0.044	0.043	0.042
589	0.042	0.044	0.043	0.042
590	0.042	0.043	0.042	0.042
591	0.042	0.043	0.042	0.042
592	0.041	0.043	0.042	0.041
593	0.041	0.043	0.042	0.041

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
594	0.041	0.043	0.041	0.041
595	0.041	0.042	0.041	0.041
596	0.04	0.042	0.041	0.04
597	0.04	0.042	0.041	0.04
598	0.04	0.041	0.041	0.04
599	0.04	0.041	0.04	0.04
600	0.039	0.041	0.04	0.04
601	0.039	0.041	0.04	0.04
602	0.039	0.041	0.039	0.039
603	0.039	0.041	0.04	0.039
604	0.039	0.04	0.039	0.039
605	0.039	0.04	0.039	0.039
606	0.039	0.041	0.039	0.039
607	0.039	0.041	0.039	0.039
608	0.038	0.04	0.039	0.038
609	0.038	0.04	0.039	0.038
610	0.038	0.04	0.039	0.039
611	0.038	0.04	0.038	0.038
612	0.038	0.04	0.038	0.038
613	0.038	0.04	0.038	0.038
614	0.038	0.04	0.038	0.038
615	0.037	0.039	0.038	0.038
616	0.037	0.039	0.037	0.037
617	0.037	0.039	0.037	0.037
618	0.037	0.039	0.037	0.037
619	0.037	0.039	0.037	0.037
620	0.037	0.039	0.037	0.037
621	0.037	0.038	0.037	0.037
622	0.037	0.039	0.037	0.037
623	0.037	0.038	0.037	0.037
624	0.036	0.038	0.037	0.037
625	0.037	0.038	0.037	0.037
626	0.036	0.038	0.037	0.037
627	0.036	0.038	0.037	0.037
628	0.036	0.038	0.037	0.036
629	0.036	0.038	0.037	0.037
630	0.036	0.038	0.037	0.036
631	0.036	0.038	0.037	0.036
632	0.036	0.038	0.036	0.036
633	0.036	0.038	0.036	0.036
634	0.036	0.038	0.036	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
635	0.036	0.038	0.036	0.036
636	0.036	0.037	0.036	0.036
637	0.036	0.038	0.036	0.036
638	0.036	0.037	0.036	0.036
639	0.036	0.037	0.036	0.036
640	0.036	0.037	0.036	0.036
641	0.036	0.037	0.036	0.036
642	0.035	0.037	0.036	0.036
643	0.035	0.037	0.036	0.036
644	0.035	0.037	0.036	0.036
645	0.035	0.037	0.036	0.036
646	0.035	0.037	0.036	0.035
647	0.035	0.037	0.036	0.036
648	0.035	0.037	0.036	0.036
649	0.035	0.037	0.036	0.035
650	0.036	0.037	0.036	0.036
651	0.035	0.036	0.036	0.035
652	0.035	0.037	0.035	0.035
653	0.035	0.037	0.036	0.035
654	0.035	0.036	0.035	0.035
655	0.035	0.036	0.035	0.035
656	0.035	0.036	0.036	0.035
657	0.035	0.036	0.035	0.035
658	0.035	0.036	0.035	0.035
659	0.035	0.036	0.035	0.035
660	0.035	0.037	0.035	0.035
661	0.035	0.036	0.035	0.035
662	0.035	0.036	0.035	0.035
663	0.035	0.036	0.035	0.035
664	0.035	0.036	0.035	0.035
665	0.035	0.036	0.035	0.035
666	0.035	0.036	0.035	0.035
667	0.035	0.036	0.035	0.035
668	0.035	0.036	0.035	0.035
669	0.035	0.036	0.035	0.035
670	0.035	0.036	0.035	0.035
671	0.034	0.036	0.035	0.035
672	0.035	0.036	0.035	0.035
673	0.035	0.036	0.035	0.035
674	0.035	0.036	0.035	0.035
675	0.034	0.036	0.035	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
676	0.035	0.036	0.035	0.035
677	0.034	0.036	0.035	0.034
678	0.035	0.036	0.035	0.035
679	0.034	0.036	0.035	0.035
680	0.034	0.036	0.035	0.035
681	0.034	0.036	0.034	0.034
682	0.034	0.036	0.035	0.035
683	0.034	0.036	0.035	0.034
684	0.034	0.036	0.035	0.034
685	0.035	0.036	0.035	0.035
686	0.034	0.036	0.035	0.034
687	0.034	0.036	0.035	0.035
688	0.034	0.036	0.034	0.034
689	0.034	0.036	0.035	0.034
690	0.034	0.036	0.034	0.034
691	0.034	0.036	0.034	0.034
692	0.034	0.035	0.034	0.034
693	0.034	0.036	0.034	0.034
694	0.034	0.035	0.034	0.034
695	0.034	0.035	0.034	0.034
696	0.034	0.035	0.034	0.034
697	0.034	0.035	0.034	0.034
698	0.034	0.035	0.034	0.034
699	0.034	0.035	0.034	0.034
700	0.034	0.036	0.035	0.034
701	0.034	0.036	0.035	0.034
702	0.034	0.036	0.035	0.035
703	0.035	0.036	0.035	0.035
704	0.034	0.035	0.034	0.034
705	0.034	0.036	0.034	0.034
706	0.034	0.036	0.035	0.035
707	0.034	0.035	0.035	0.034
708	0.034	0.035	0.034	0.034
709	0.034	0.036	0.035	0.035
710	0.035	0.036	0.035	0.035
711	0.034	0.036	0.035	0.035
712	0.034	0.036	0.035	0.035
713	0.034	0.036	0.035	0.035
714	0.034	0.036	0.035	0.035
715	0.034	0.035	0.035	0.034
716	0.034	0.036	0.035	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
717	0.034	0.036	0.035	0.035
718	0.034	0.035	0.035	0.035
719	0.034	0.036	0.035	0.034
720	0.034	0.036	0.035	0.034
721	0.034	0.036	0.035	0.035
722	0.034	0.035	0.035	0.034
723	0.034	0.036	0.034	0.034
724	0.034	0.036	0.034	0.034
725	0.034	0.036	0.034	0.034
726	0.034	0.036	0.035	0.034
727	0.034	0.036	0.035	0.034
728	0.034	0.036	0.034	0.034
729	0.034	0.036	0.034	0.034
730	0.034	0.036	0.034	0.034
731	0.034	0.036	0.035	0.034
732	0.034	0.036	0.035	0.035
733	0.034	0.036	0.035	0.034
734	0.034	0.036	0.035	0.034
735	0.034	0.036	0.035	0.035
736	0.034	0.036	0.035	0.034
737	0.035	0.036	0.035	0.035
738	0.035	0.036	0.035	0.035
739	0.035	0.036	0.035	0.035
740	0.035	0.036	0.035	0.035
741	0.035	0.036	0.035	0.035
742	0.035	0.036	0.035	0.035
743	0.035	0.037	0.035	0.035
744	0.035	0.036	0.035	0.035
745	0.035	0.036	0.035	0.035
746	0.035	0.036	0.035	0.035
747	0.035	0.037	0.035	0.035
748	0.035	0.037	0.036	0.035
749	0.035	0.036	0.035	0.035
750	0.035	0.037	0.035	0.035
751	0.035	0.037	0.035	0.035
752	0.035	0.037	0.035	0.035
753	0.035	0.037	0.036	0.035
754	0.035	0.037	0.036	0.035
755	0.035	0.037	0.036	0.035
756	0.035	0.037	0.036	0.035
757	0.035	0.037	0.035	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
758	0.035	0.036	0.035	0.035
759	0.035	0.036	0.035	0.035
760	0.035	0.036	0.035	0.035
761	0.035	0.036	0.035	0.035
762	0.035	0.036	0.035	0.035
763	0.035	0.036	0.035	0.035
764	0.035	0.036	0.036	0.035
765	0.035	0.036	0.035	0.035
766	0.035	0.036	0.035	0.035
767	0.035	0.036	0.035	0.035
768	0.035	0.036	0.035	0.035
769	0.035	0.036	0.035	0.035
770	0.035	0.036	0.035	0.035
771	0.035	0.036	0.035	0.035
772	0.035	0.036	0.035	0.035
773	0.035	0.036	0.035	0.035
774	0.035	0.036	0.035	0.035
775	0.035	0.036	0.035	0.035
776	0.035	0.037	0.035	0.035
777	0.034	0.036	0.035	0.035
778	0.035	0.036	0.035	0.035
779	0.035	0.036	0.035	0.035
780	0.034	0.036	0.035	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L4)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
781	0.035	0.036	0.035	0.035
782	0.035	0.036	0.035	0.035
783	0.035	0.036	0.035	0.035
784	0.035	0.036	0.035	0.035
785	0.035	0.036	0.035	0.035
786	0.035	0.036	0.035	0.035
787	0.035	0.036	0.035	0.035
788	0.035	0.036	0.035	0.035
789	0.035	0.036	0.035	0.035
790	0.035	0.036	0.035	0.035
791	0.035	0.036	0.035	0.035
792	0.035	0.036	0.035	0.035
793	0.035	0.036	0.035	0.035
794	0.035	0.036	0.035	0.035
795	0.035	0.036	0.035	0.035
796	0.035	0.036	0.035	0.035
797	0.035	0.037	0.035	0.035
798	0.035	0.036	0.035	0.035
799	0.035	0.037	0.035	0.035
800	0.035	0.037	0.035	0.035

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 41

Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Tomate (L₅)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
400	0.23	0.224	0.203	0.204
401	0.233	0.227	0.206	0.207
402	0.236	0.23	0.208	0.21
403	0.239	0.234	0.211	0.213
404	0.243	0.237	0.214	0.216
405	0.247	0.24	0.217	0.219
406	0.251	0.244	0.22	0.223
407	0.255	0.249	0.224	0.226
408	0.26	0.253	0.228	0.23
409	0.265	0.258	0.232	0.235
410	0.27	0.263	0.237	0.239
411	0.275	0.268	0.241	0.244
412	0.281	0.273	0.246	0.248
413	0.286	0.279	0.25	0.253
414	0.292	0.284	0.255	0.258
415	0.297	0.29	0.26	0.263
416	0.303	0.295	0.264	0.267
417	0.308	0.299	0.268	0.271
418	0.312	0.304	0.272	0.275
419	0.316	0.308	0.276	0.279
420	0.32	0.312	0.279	0.282
421	0.324	0.315	0.282	0.285
422	0.327	0.318	0.284	0.288
423	0.33	0.321	0.287	0.291
424	0.333	0.325	0.29	0.294
425	0.337	0.328	0.292	0.296
426	0.34	0.331	0.295	0.299
427	0.344	0.334	0.298	0.302
428	0.348	0.338	0.302	0.306
429	0.352	0.343	0.306	0.31

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
430	0.357	0.348	0.31	0.314
431	0.363	0.353	0.314	0.319
432	0.368	0.358	0.319	0.323
433	0.374	0.364	0.324	0.329
434	0.379	0.369	0.328	0.333
435	0.385	0.374	0.333	0.338
436	0.391	0.38	0.338	0.342
437	0.396	0.385	0.342	0.347
438	0.401	0.39	0.347	0.352
439	0.406	0.395	0.35	0.356
440	0.411	0.399	0.354	0.36
441	0.415	0.403	0.358	0.363
442	0.418	0.407	0.361	0.366
443	0.421	0.41	0.364	0.369
444	0.425	0.413	0.366	0.372
445	0.427	0.416	0.368	0.374
446	0.429	0.418	0.37	0.376
447	0.43	0.419	0.371	0.377
448	0.431	0.419	0.371	0.377
449	0.431	0.419	0.371	0.377
450	0.43	0.419	0.371	0.377
451	0.43	0.418	0.37	0.376
452	0.428	0.416	0.368	0.374
453	0.426	0.415	0.367	0.373
454	0.425	0.414	0.366	0.372
455	0.424	0.413	0.365	0.371
456	0.423	0.412	0.364	0.37
457	0.422	0.411	0.364	0.37
458	0.422	0.411	0.364	0.369
459	0.423	0.412	0.364	0.37
460	0.424	0.413	0.365	0.371
461	0.425	0.414	0.366	0.373
462	0.428	0.417	0.369	0.375
463	0.431	0.42	0.371	0.378
464	0.435	0.423	0.374	0.38
465	0.438	0.426	0.377	0.383
466	0.44	0.429	0.379	0.385
467	0.443	0.432	0.381	0.388
468	0.445	0.434	0.383	0.389
469	0.446	0.434	0.384	0.39
470	0.446	0.434	0.383	0.39

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
471	0.444	0.433	0.382	0.389
472	0.442	0.431	0.381	0.387
473	0.439	0.428	0.378	0.384
474	0.435	0.424	0.375	0.381
475	0.431	0.42	0.371	0.377
476	0.425	0.415	0.366	0.372
477	0.42	0.409	0.361	0.367
478	0.413	0.403	0.356	0.362
479	0.408	0.398	0.351	0.357
480	0.401	0.392	0.346	0.351
481	0.394	0.385	0.34	0.345
482	0.387	0.378	0.334	0.339
483	0.378	0.37	0.326	0.331
484	0.372	0.363	0.321	0.326
485	0.369	0.36	0.318	0.323
486	0.363	0.355	0.313	0.318
487	0.354	0.346	0.306	0.31
488	0.349	0.341	0.301	0.305
489	0.344	0.336	0.298	0.302
490	0.339	0.331	0.293	0.297
491	0.33	0.323	0.286	0.29
492	0.325	0.318	0.281	0.285
493	0.321	0.314	0.278	0.282
494	0.316	0.309	0.274	0.278
495	0.31	0.303	0.269	0.273
496	0.304	0.298	0.264	0.267
497	0.299	0.292	0.26	0.263
498	0.294	0.288	0.256	0.259
499	0.289	0.283	0.252	0.255
500	0.284	0.279	0.248	0.251
501	0.28	0.274	0.244	0.246
502	0.274	0.269	0.239	0.242
503	0.269	0.264	0.235	0.238
504	0.264	0.259	0.231	0.233
505	0.26	0.255	0.227	0.229
506	0.255	0.25	0.223	0.225
507	0.249	0.244	0.218	0.22
508	0.244	0.239	0.213	0.215
509	0.238	0.234	0.209	0.211
510	0.234	0.23	0.205	0.207
511	0.229	0.225	0.201	0.203

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
512	0.224	0.22	0.197	0.199
513	0.22	0.216	0.193	0.195
514	0.215	0.211	0.19	0.191
515	0.21	0.206	0.185	0.186
516	0.205	0.201	0.181	0.182
517	0.199	0.196	0.176	0.177
518	0.194	0.191	0.172	0.173
519	0.191	0.188	0.169	0.17
520	0.186	0.183	0.165	0.166
521	0.181	0.178	0.161	0.161
522	0.176	0.173	0.157	0.157
523	0.172	0.169	0.153	0.153
524	0.166	0.164	0.148	0.149
525	0.162	0.159	0.144	0.144
526	0.157	0.155	0.141	0.141
527	0.153	0.151	0.137	0.137
528	0.148	0.146	0.133	0.132
529	0.145	0.143	0.13	0.13
530	0.142	0.14	0.128	0.127
531	0.137	0.136	0.124	0.123
532	0.132	0.131	0.119	0.119
533	0.128	0.127	0.116	0.116
534	0.126	0.124	0.114	0.113
535	0.122	0.121	0.111	0.11
536	0.118	0.117	0.107	0.106
537	0.115	0.114	0.105	0.104
538	0.112	0.111	0.102	0.102
539	0.108	0.107	0.099	0.098
540	0.104	0.103	0.096	0.095
541	0.101	0.101	0.093	0.092
542	0.099	0.099	0.092	0.09
543	0.097	0.096	0.09	0.088
544	0.094	0.094	0.087	0.086
545	0.092	0.091	0.085	0.084
546	0.089	0.088	0.082	0.081
547	0.086	0.086	0.081	0.079
548	0.085	0.084	0.079	0.078
549	0.082	0.082	0.077	0.075
550	0.08	0.08	0.075	0.074
551	0.078	0.078	0.073	0.072
552	0.076	0.076	0.071	0.07

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
553	0.074	0.074	0.07	0.069
554	0.073	0.072	0.069	0.067
555	0.071	0.071	0.067	0.066
556	0.069	0.069	0.066	0.064
557	0.068	0.068	0.065	0.063
558	0.066	0.066	0.064	0.062
559	0.065	0.065	0.062	0.061
560	0.063	0.064	0.061	0.059
561	0.062	0.062	0.06	0.058
562	0.061	0.061	0.059	0.057
563	0.06	0.06	0.058	0.056
564	0.058	0.059	0.057	0.055
565	0.057	0.058	0.056	0.054
566	0.056	0.057	0.055	0.053
567	0.055	0.056	0.055	0.052
568	0.055	0.055	0.054	0.052
569	0.054	0.054	0.053	0.051
570	0.052	0.053	0.052	0.05
571	0.052	0.052	0.051	0.049
572	0.051	0.051	0.051	0.048
573	0.05	0.051	0.05	0.048
574	0.05	0.05	0.049	0.047
575	0.049	0.049	0.049	0.047
576	0.048	0.049	0.049	0.046
577	0.048	0.048	0.048	0.046
578	0.047	0.048	0.047	0.045
579	0.047	0.047	0.047	0.045
580	0.046	0.047	0.046	0.044
581	0.046	0.046	0.046	0.044
582	0.046	0.046	0.046	0.044
583	0.044	0.045	0.045	0.043
584	0.044	0.045	0.045	0.043
585	0.044	0.045	0.044	0.042
586	0.043	0.044	0.044	0.042
587	0.043	0.044	0.044	0.042
588	0.043	0.044	0.044	0.042
589	0.043	0.043	0.043	0.041
590	0.042	0.043	0.043	0.041
591	0.042	0.043	0.043	0.041
592	0.042	0.043	0.043	0.041
593	0.041	0.042	0.043	0.04

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
594	0.041	0.042	0.042	0.04
595	0.041	0.042	0.042	0.04
596	0.041	0.042	0.042	0.04
597	0.041	0.042	0.042	0.04
598	0.04	0.041	0.042	0.04
599	0.04	0.041	0.042	0.039
600	0.04	0.041	0.042	0.039
601	0.04	0.041	0.041	0.039
602	0.04	0.04	0.041	0.039
603	0.04	0.04	0.041	0.039
604	0.039	0.04	0.04	0.038
605	0.039	0.04	0.041	0.039
606	0.039	0.04	0.041	0.038
607	0.039	0.04	0.041	0.038
608	0.039	0.04	0.04	0.038
609	0.039	0.039	0.04	0.038
610	0.038	0.039	0.04	0.038
611	0.039	0.039	0.04	0.038
612	0.038	0.039	0.04	0.038
613	0.038	0.039	0.04	0.037
614	0.038	0.039	0.04	0.037
615	0.038	0.039	0.04	0.037
616	0.037	0.038	0.039	0.037
617	0.037	0.038	0.039	0.037
618	0.037	0.039	0.039	0.037
619	0.038	0.039	0.04	0.037
620	0.037	0.038	0.039	0.037
621	0.037	0.038	0.039	0.037
622	0.037	0.038	0.039	0.037
623	0.037	0.038	0.039	0.037
624	0.037	0.038	0.039	0.037
625	0.037	0.038	0.039	0.037
626	0.037	0.038	0.038	0.036
627	0.036	0.037	0.038	0.036
628	0.037	0.037	0.039	0.036
629	0.036	0.037	0.038	0.036
630	0.036	0.037	0.038	0.036
631	0.036	0.037	0.038	0.036
632	0.036	0.037	0.038	0.036
633	0.036	0.037	0.038	0.036
634	0.036	0.037	0.038	0.036

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
635	0.036	0.037	0.038	0.036
636	0.036	0.037	0.038	0.036
637	0.036	0.037	0.038	0.036
638	0.036	0.037	0.038	0.036
639	0.036	0.037	0.038	0.035
640	0.036	0.037	0.038	0.036
641	0.036	0.037	0.038	0.036
642	0.036	0.037	0.038	0.036
643	0.036	0.037	0.037	0.036
644	0.036	0.037	0.037	0.035
645	0.036	0.036	0.037	0.035
646	0.036	0.037	0.038	0.035
647	0.035	0.036	0.037	0.035
648	0.035	0.036	0.037	0.035
649	0.036	0.036	0.037	0.035
650	0.036	0.036	0.037	0.035
651	0.035	0.036	0.037	0.035
652	0.035	0.036	0.037	0.035
653	0.035	0.036	0.037	0.035
654	0.035	0.036	0.037	0.035
655	0.035	0.036	0.037	0.035
656	0.035	0.036	0.037	0.035
657	0.035	0.036	0.037	0.035
658	0.035	0.036	0.037	0.035
659	0.035	0.036	0.037	0.035
660	0.035	0.036	0.037	0.035
661	0.035	0.036	0.037	0.035
662	0.035	0.036	0.037	0.035
663	0.035	0.036	0.037	0.035
664	0.035	0.036	0.037	0.035
665	0.035	0.036	0.037	0.035
666	0.035	0.036	0.037	0.035
667	0.035	0.036	0.037	0.035
668	0.035	0.036	0.037	0.035
669	0.035	0.036	0.037	0.035
670	0.035	0.036	0.037	0.035
671	0.035	0.036	0.037	0.035
672	0.035	0.036	0.037	0.035
673	0.035	0.036	0.037	0.035
674	0.035	0.035	0.036	0.034
675	0.035	0.035	0.037	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
676	0.035	0.036	0.037	0.035
677	0.035	0.036	0.037	0.035
678	0.035	0.035	0.037	0.034
679	0.034	0.035	0.036	0.034
680	0.034	0.035	0.036	0.034
681	0.034	0.035	0.036	0.034
682	0.034	0.035	0.036	0.034
683	0.035	0.035	0.037	0.035
684	0.035	0.035	0.036	0.034
685	0.034	0.035	0.036	0.034
686	0.035	0.035	0.036	0.034
687	0.035	0.035	0.037	0.034
688	0.034	0.035	0.036	0.034
689	0.035	0.035	0.036	0.034
690	0.034	0.035	0.036	0.034
691	0.034	0.035	0.036	0.034
692	0.034	0.035	0.036	0.034
693	0.035	0.035	0.036	0.034
694	0.035	0.035	0.036	0.034
695	0.034	0.035	0.036	0.034
696	0.034	0.035	0.036	0.034
697	0.034	0.035	0.036	0.034
698	0.034	0.035	0.036	0.034
699	0.034	0.035	0.036	0.034
700	0.034	0.035	0.036	0.034
701	0.034	0.035	0.036	0.034
702	0.034	0.035	0.036	0.034
703	0.034	0.035	0.036	0.034
704	0.035	0.036	0.037	0.034
705	0.035	0.035	0.036	0.035
706	0.035	0.035	0.036	0.034
707	0.034	0.035	0.036	0.034
708	0.034	0.035	0.037	0.035
709	0.034	0.036	0.037	0.034
710	0.034	0.035	0.036	0.034
711	0.035	0.035	0.037	0.035
712	0.034	0.035	0.036	0.034
713	0.034	0.035	0.036	0.034
714	0.035	0.036	0.037	0.034
715	0.035	0.035	0.036	0.034
716	0.035	0.036	0.037	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
717	0.035	0.036	0.037	0.034
718	0.035	0.036	0.037	0.035
719	0.034	0.035	0.036	0.034
720	0.035	0.035	0.037	0.034
721	0.035	0.035	0.037	0.034
722	0.035	0.035	0.036	0.034
723	0.034	0.035	0.036	0.034
724	0.034	0.035	0.036	0.034
725	0.034	0.035	0.036	0.034
726	0.034	0.035	0.036	0.034
727	0.034	0.035	0.036	0.034
728	0.035	0.035	0.036	0.034
729	0.034	0.035	0.036	0.034
730	0.034	0.035	0.036	0.034
731	0.035	0.035	0.036	0.034
732	0.035	0.035	0.036	0.034
733	0.034	0.035	0.036	0.034
734	0.035	0.035	0.036	0.034
735	0.035	0.035	0.036	0.034
736	0.035	0.036	0.037	0.034
737	0.035	0.036	0.037	0.035
738	0.035	0.036	0.037	0.035
739	0.035	0.036	0.037	0.035
740	0.035	0.036	0.037	0.035
741	0.035	0.036	0.037	0.035
742	0.035	0.035	0.036	0.035
743	0.035	0.036	0.037	0.035
744	0.035	0.036	0.037	0.035
745	0.035	0.036	0.037	0.035
746	0.035	0.036	0.037	0.035
747	0.035	0.036	0.037	0.035
748	0.035	0.036	0.037	0.035
749	0.035	0.036	0.037	0.035
750	0.036	0.036	0.037	0.035
751	0.035	0.036	0.037	0.035
752	0.036	0.036	0.038	0.035
753	0.036	0.036	0.037	0.035
754	0.035	0.036	0.037	0.035
755	0.035	0.036	0.037	0.035
756	0.035	0.036	0.037	0.035
757	0.036	0.036	0.037	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
758	0.036	0.036	0.037	0.035
759	0.035	0.036	0.037	0.035
760	0.035	0.036	0.037	0.035
761	0.035	0.036	0.037	0.035
762	0.035	0.036	0.037	0.035
763	0.035	0.036	0.037	0.035
764	0.035	0.036	0.037	0.035
765	0.035	0.036	0.037	0.035
766	0.035	0.036	0.037	0.035
767	0.035	0.036	0.037	0.035
768	0.035	0.036	0.037	0.035
769	0.035	0.036	0.037	0.035
770	0.035	0.036	0.037	0.035
771	0.035	0.036	0.037	0.035
772	0.035	0.036	0.037	0.035
773	0.035	0.036	0.037	0.034
774	0.035	0.036	0.037	0.035
775	0.035	0.036	0.037	0.035
776	0.035	0.036	0.037	0.035
777	0.035	0.036	0.037	0.035
778	0.035	0.036	0.037	0.035
779	0.035	0.036	0.037	0.035
780	0.035	0.035	0.036	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L5)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
781	0.035	0.036	0.037	0.035
782	0.035	0.036	0.037	0.035
783	0.035	0.036	0.037	0.034
784	0.035	0.036	0.037	0.035
785	0.035	0.036	0.037	0.035
786	0.035	0.036	0.037	0.035
787	0.035	0.036	0.037	0.035
788	0.035	0.036	0.037	0.035
789	0.035	0.036	0.037	0.035
790	0.035	0.036	0.037	0.035
791	0.035	0.035	0.037	0.035
792	0.035	0.036	0.037	0.035
793	0.035	0.036	0.037	0.035
794	0.035	0.036	0.037	0.035
795	0.035	0.036	0.037	0.035
796	0.035	0.036	0.037	0.035
797	0.035	0.036	0.037	0.035
798	0.035	0.036	0.037	0.035
799	0.035	0.036	0.037	0.035
800	0.035	0.036	0.037	0.035

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 42

Absorbancias Obtenidas de la Muestra Liofilizada de Ají Limo Rojo Anaranjado (L₆)

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
400	0.117	0.109	0.102	0.099
401	0.118	0.11	0.103	0.1
402	0.118	0.11	0.103	0.101
403	0.119	0.111	0.104	0.101
404	0.12	0.112	0.104	0.101
405	0.121	0.113	0.105	0.102
406	0.122	0.114	0.106	0.103
407	0.123	0.115	0.107	0.104
408	0.124	0.116	0.108	0.105
409	0.126	0.117	0.109	0.106
410	0.127	0.118	0.11	0.107
411	0.129	0.119	0.111	0.108
412	0.13	0.121	0.112	0.109
413	0.132	0.122	0.113	0.11
414	0.134	0.123	0.114	0.111
415	0.135	0.125	0.115	0.112
416	0.137	0.126	0.116	0.113
417	0.138	0.127	0.117	0.114
418	0.139	0.128	0.118	0.115
419	0.14	0.129	0.118	0.116
420	0.141	0.13	0.119	0.117
421	0.142	0.131	0.12	0.117
422	0.143	0.132	0.121	0.118
423	0.143	0.132	0.121	0.118
424	0.145	0.133	0.122	0.119
425	0.145	0.134	0.123	0.12
426	0.146	0.134	0.123	0.12
427	0.147	0.135	0.124	0.121
428	0.149	0.136	0.125	0.122
429	0.15	0.138	0.126	0.123

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
430	0.152	0.139	0.127	0.124
431	0.153	0.14	0.128	0.125
432	0.155	0.142	0.129	0.126
433	0.157	0.143	0.131	0.128
434	0.158	0.144	0.132	0.129
435	0.16	0.146	0.133	0.13
436	0.161	0.147	0.134	0.131
437	0.163	0.149	0.135	0.133
438	0.165	0.15	0.136	0.134
439	0.166	0.151	0.137	0.135
440	0.167	0.152	0.138	0.136
441	0.168	0.153	0.139	0.137
442	0.169	0.154	0.14	0.137
443	0.17	0.154	0.14	0.138
444	0.17	0.155	0.141	0.138
445	0.171	0.156	0.141	0.138
446	0.171	0.156	0.141	0.139
447	0.171	0.156	0.141	0.139
448	0.171	0.156	0.141	0.139
449	0.171	0.156	0.141	0.138
450	0.171	0.155	0.141	0.138
451	0.17	0.155	0.14	0.138
452	0.169	0.154	0.14	0.137
453	0.169	0.154	0.139	0.137
454	0.168	0.153	0.139	0.136
455	0.168	0.153	0.139	0.136
456	0.167	0.153	0.138	0.136
457	0.167	0.152	0.138	0.136
458	0.167	0.152	0.138	0.135
459	0.167	0.152	0.138	0.136
460	0.168	0.153	0.138	0.136
461	0.168	0.153	0.139	0.136
462	0.169	0.154	0.139	0.137
463	0.17	0.155	0.14	0.138
464	0.171	0.155	0.141	0.138
465	0.171	0.156	0.141	0.139
466	0.172	0.157	0.142	0.139
467	0.173	0.157	0.142	0.14
468	0.173	0.158	0.142	0.14
469	0.173	0.157	0.142	0.14
470	0.173	0.157	0.142	0.14

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
471	0.172	0.157	0.142	0.139
472	0.172	0.156	0.141	0.139
473	0.171	0.155	0.14	0.138
474	0.169	0.154	0.14	0.137
475	0.168	0.152	0.138	0.135
476	0.165	0.15	0.137	0.134
477	0.163	0.149	0.135	0.132
478	0.161	0.147	0.134	0.131
479	0.159	0.145	0.132	0.129
480	0.157	0.143	0.13	0.127
481	0.154	0.141	0.128	0.125
482	0.152	0.139	0.126	0.123
483	0.148	0.136	0.124	0.121
484	0.146	0.134	0.122	0.119
485	0.145	0.133	0.121	0.118
486	0.143	0.131	0.12	0.117
487	0.14	0.128	0.117	0.114
488	0.138	0.127	0.116	0.113
489	0.137	0.125	0.115	0.112
490	0.135	0.124	0.113	0.11
491	0.132	0.121	0.111	0.108
492	0.13	0.119	0.11	0.107
493	0.128	0.118	0.109	0.106
494	0.127	0.117	0.108	0.104
495	0.125	0.115	0.106	0.102
496	0.122	0.113	0.104	0.101
497	0.121	0.112	0.103	0.1
498	0.119	0.11	0.102	0.099
499	0.118	0.109	0.101	0.097
500	0.116	0.108	0.099	0.096
501	0.115	0.106	0.098	0.095
502	0.113	0.104	0.097	0.093
503	0.111	0.103	0.095	0.092
504	0.109	0.102	0.094	0.091
505	0.108	0.1	0.093	0.09
506	0.106	0.099	0.092	0.088
507	0.104	0.097	0.09	0.087
508	0.102	0.095	0.089	0.086
509	0.101	0.094	0.087	0.084
510	0.099	0.093	0.086	0.083
511	0.098	0.091	0.085	0.082

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L6)				
Longitud de onda	R₁	R₂	R₃	R₄
512	0.096	0.09	0.084	0.08
513	0.095	0.089	0.083	0.079
514	0.093	0.087	0.082	0.078
515	0.091	0.086	0.081	0.077
516	0.089	0.084	0.079	0.075
517	0.088	0.083	0.078	0.074
518	0.086	0.082	0.077	0.073
519	0.085	0.08	0.076	0.072
520	0.084	0.079	0.075	0.071
521	0.082	0.078	0.074	0.07
522	0.081	0.076	0.073	0.069
523	0.079	0.075	0.072	0.068
524	0.077	0.074	0.07	0.066
525	0.076	0.072	0.069	0.065
526	0.074	0.071	0.068	0.064
527	0.073	0.07	0.067	0.063
528	0.071	0.069	0.066	0.062
529	0.071	0.068	0.065	0.061
530	0.07	0.068	0.065	0.061
531	0.068	0.066	0.064	0.059
532	0.067	0.065	0.062	0.058
533	0.066	0.064	0.061	0.057
534	0.065	0.063	0.061	0.057
535	0.064	0.062	0.06	0.056
536	0.062	0.061	0.059	0.055
537	0.061	0.06	0.058	0.054
538	0.061	0.059	0.058	0.054
539	0.059	0.058	0.057	0.053
540	0.058	0.057	0.055	0.051
541	0.057	0.057	0.055	0.051
542	0.057	0.056	0.055	0.051
543	0.056	0.055	0.054	0.05
544	0.055	0.055	0.053	0.049
545	0.054	0.054	0.053	0.049
546	0.053	0.053	0.052	0.048
547	0.053	0.053	0.051	0.048
548	0.052	0.052	0.051	0.047
549	0.051	0.051	0.05	0.047
550	0.051	0.051	0.05	0.046
551	0.05	0.05	0.049	0.045
552	0.049	0.05	0.049	0.045

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
553	0.049	0.049	0.048	0.045
554	0.048	0.049	0.048	0.044
555	0.048	0.049	0.048	0.044
556	0.047	0.048	0.047	0.043
557	0.047	0.048	0.047	0.043
558	0.046	0.047	0.046	0.043
559	0.046	0.047	0.046	0.042
560	0.045	0.046	0.046	0.042
561	0.045	0.046	0.045	0.042
562	0.045	0.045	0.045	0.041
563	0.044	0.045	0.045	0.041
564	0.044	0.045	0.044	0.041
565	0.044	0.045	0.044	0.041
566	0.043	0.044	0.044	0.04
567	0.043	0.044	0.044	0.04
568	0.043	0.044	0.043	0.04
569	0.042	0.044	0.043	0.04
570	0.042	0.043	0.043	0.04
571	0.042	0.043	0.043	0.039
572	0.042	0.043	0.042	0.039
573	0.042	0.043	0.043	0.039
574	0.041	0.043	0.043	0.039
575	0.041	0.042	0.042	0.038
576	0.041	0.042	0.042	0.038
577	0.041	0.042	0.042	0.038
578	0.041	0.042	0.042	0.038
579	0.04	0.042	0.042	0.038
580	0.04	0.042	0.041	0.038
581	0.04	0.041	0.041	0.038
582	0.04	0.041	0.041	0.038
583	0.04	0.041	0.041	0.037
584	0.039	0.041	0.041	0.037
585	0.039	0.041	0.041	0.037
586	0.039	0.04	0.04	0.037
587	0.039	0.041	0.041	0.037
588	0.039	0.04	0.04	0.037
589	0.039	0.04	0.04	0.037
590	0.039	0.041	0.04	0.037
591	0.039	0.04	0.04	0.037
592	0.039	0.04	0.04	0.037
593	0.038	0.04	0.04	0.037

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
594	0.039	0.04	0.04	0.037
595	0.038	0.04	0.04	0.036
596	0.038	0.04	0.04	0.036
597	0.038	0.04	0.04	0.037
598	0.038	0.04	0.04	0.037
599	0.038	0.04	0.04	0.036
600	0.038	0.039	0.04	0.036
601	0.038	0.04	0.04	0.036
602	0.038	0.04	0.04	0.036
603	0.038	0.04	0.039	0.036
604	0.038	0.04	0.04	0.036
605	0.038	0.039	0.039	0.036
606	0.038	0.039	0.04	0.036
607	0.037	0.039	0.039	0.036
608	0.037	0.039	0.039	0.036
609	0.037	0.039	0.039	0.036
610	0.038	0.039	0.039	0.036
611	0.038	0.039	0.04	0.036
612	0.037	0.039	0.039	0.036
613	0.037	0.039	0.039	0.036
614	0.037	0.039	0.039	0.036
615	0.037	0.039	0.039	0.036
616	0.037	0.039	0.039	0.036
617	0.037	0.039	0.039	0.036
618	0.037	0.038	0.039	0.036
619	0.037	0.038	0.039	0.035
620	0.037	0.038	0.038	0.035
621	0.037	0.038	0.039	0.035
622	0.037	0.038	0.038	0.035
623	0.037	0.038	0.039	0.035
624	0.037	0.039	0.039	0.035
625	0.037	0.038	0.039	0.035
626	0.036	0.038	0.038	0.035
627	0.036	0.038	0.038	0.035
628	0.037	0.038	0.038	0.035
629	0.036	0.038	0.038	0.035
630	0.037	0.038	0.038	0.035
631	0.036	0.038	0.038	0.035
632	0.036	0.038	0.038	0.035
633	0.036	0.038	0.038	0.035
634	0.036	0.038	0.038	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
635	0.036	0.038	0.038	0.035
636	0.036	0.038	0.038	0.035
637	0.037	0.038	0.038	0.035
638	0.036	0.038	0.038	0.035
639	0.036	0.038	0.038	0.035
640	0.036	0.038	0.038	0.035
641	0.036	0.038	0.038	0.035
642	0.036	0.038	0.038	0.035
643	0.036	0.038	0.038	0.035
644	0.036	0.038	0.038	0.035
645	0.036	0.038	0.038	0.035
646	0.036	0.038	0.038	0.035
647	0.036	0.038	0.038	0.035
648	0.036	0.038	0.038	0.035
649	0.036	0.038	0.038	0.035
650	0.036	0.038	0.038	0.035
651	0.036	0.038	0.038	0.035
652	0.036	0.038	0.038	0.035
653	0.036	0.038	0.038	0.035
654	0.036	0.038	0.038	0.035
655	0.036	0.037	0.038	0.035
656	0.036	0.038	0.038	0.035
657	0.036	0.037	0.038	0.035
658	0.036	0.038	0.038	0.035
659	0.036	0.038	0.038	0.035
660	0.036	0.038	0.038	0.035
661	0.036	0.038	0.038	0.035
662	0.036	0.038	0.038	0.035
663	0.036	0.038	0.038	0.035
664	0.036	0.038	0.038	0.035
665	0.036	0.038	0.038	0.035
666	0.036	0.038	0.038	0.035
667	0.036	0.038	0.038	0.035
668	0.036	0.037	0.038	0.035
669	0.036	0.038	0.038	0.035
670	0.036	0.037	0.038	0.035
671	0.036	0.037	0.038	0.035
672	0.036	0.037	0.038	0.035
673	0.036	0.037	0.038	0.035
674	0.036	0.037	0.038	0.035
675	0.036	0.037	0.037	0.035

AJI LIMO (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo rojo anaranjado (L6)

Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
676	0.035	0.037	0.037	0.035
677	0.035	0.037	0.037	0.034
678	0.035	0.037	0.037	0.034
679	0.035	0.037	0.037	0.034
680	0.035	0.037	0.037	0.034
681	0.035	0.037	0.037	0.034
682	0.035	0.036	0.037	0.034
683	0.035	0.037	0.037	0.034
684	0.035	0.036	0.037	0.034
685	0.035	0.036	0.037	0.034
686	0.035	0.036	0.037	0.034
687	0.035	0.036	0.036	0.034
688	0.035	0.036	0.037	0.034
689	0.035	0.036	0.036	0.034
690	0.035	0.036	0.036	0.034
691	0.035	0.036	0.036	0.034
692	0.035	0.036	0.037	0.034
693	0.035	0.036	0.037	0.034
694	0.035	0.036	0.037	0.034
695	0.035	0.036	0.037	0.034
696	0.035	0.036	0.036	0.034
697	0.035	0.036	0.036	0.034
698	0.035	0.036	0.036	0.034
699	0.035	0.036	0.036	0.034
700	0.035	0.036	0.036	0.034
701	0.035	0.036	0.037	0.034
702	0.035	0.036	0.037	0.034
703	0.035	0.036	0.036	0.034
704	0.035	0.036	0.037	0.034
705	0.035	0.036	0.037	0.034
706	0.035	0.036	0.037	0.034
707	0.034	0.036	0.036	0.034
708	0.035	0.036	0.037	0.034
709	0.034	0.036	0.037	0.034
710	0.034	0.036	0.036	0.034
711	0.035	0.037	0.037	0.034
712	0.035	0.037	0.037	0.034
713	0.035	0.037	0.037	0.034
714	0.035	0.036	0.037	0.034
715	0.035	0.036	0.037	0.034
716	0.035	0.036	0.037	0.034

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
717	0.035	0.037	0.037	0.034
718	0.035	0.037	0.037	0.034
719	0.035	0.037	0.037	0.034
720	0.035	0.037	0.037	0.034
721	0.035	0.036	0.037	0.034
722	0.035	0.036	0.037	0.034
723	0.035	0.036	0.037	0.034
724	0.035	0.036	0.037	0.034
725	0.035	0.036	0.036	0.034
726	0.035	0.036	0.037	0.034
727	0.035	0.036	0.037	0.034
728	0.035	0.036	0.037	0.034
729	0.035	0.036	0.037	0.034
730	0.035	0.036	0.036	0.034
731	0.035	0.036	0.036	0.034
732	0.035	0.036	0.037	0.034
733	0.035	0.036	0.037	0.034
734	0.035	0.036	0.037	0.034
735	0.035	0.036	0.037	0.034
736	0.035	0.037	0.037	0.034
737	0.035	0.037	0.037	0.034
738	0.035	0.037	0.037	0.035
739	0.036	0.037	0.037	0.035
740	0.036	0.037	0.037	0.035
741	0.035	0.037	0.037	0.034
742	0.035	0.037	0.037	0.035
743	0.036	0.037	0.037	0.035
744	0.036	0.037	0.037	0.035
745	0.036	0.037	0.037	0.035
746	0.036	0.037	0.037	0.035
747	0.036	0.037	0.037	0.035
748	0.036	0.037	0.037	0.035
749	0.036	0.038	0.038	0.035
750	0.036	0.038	0.037	0.035
751	0.036	0.037	0.037	0.035
752	0.036	0.038	0.038	0.035
753	0.036	0.037	0.038	0.035
754	0.036	0.037	0.038	0.035
755	0.036	0.037	0.038	0.035
756	0.036	0.037	0.038	0.035
757	0.036	0.037	0.038	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
758	0.036	0.037	0.038	0.035
759	0.036	0.037	0.038	0.035
760	0.036	0.037	0.037	0.035
761	0.036	0.037	0.038	0.035
762	0.036	0.037	0.037	0.035
763	0.036	0.037	0.037	0.035
764	0.036	0.037	0.037	0.035
765	0.036	0.037	0.037	0.035
766	0.036	0.037	0.037	0.035
767	0.036	0.037	0.037	0.035
768	0.036	0.037	0.037	0.035
769	0.036	0.037	0.037	0.035
770	0.036	0.037	0.037	0.035
771	0.035	0.037	0.037	0.035
772	0.036	0.037	0.037	0.035
773	0.035	0.037	0.037	0.035
774	0.035	0.037	0.037	0.035
775	0.035	0.037	0.037	0.035
776	0.035	0.037	0.037	0.034
777	0.036	0.037	0.037	0.035
778	0.035	0.037	0.037	0.034
779	0.035	0.037	0.037	0.035
780	0.035	0.037	0.037	0.035

AJI LIMO (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆)				
Longitud de onda	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
781	0.036	0.037	0.037	0.035
782	0.035	0.037	0.037	0.035
783	0.035	0.037	0.037	0.034
784	0.035	0.037	0.037	0.035
785	0.035	0.037	0.037	0.034
786	0.035	0.037	0.037	0.034
787	0.036	0.037	0.037	0.035
788	0.035	0.037	0.037	0.034
789	0.036	0.037	0.037	0.035
790	0.035	0.037	0.037	0.035
791	0.036	0.037	0.037	0.035
792	0.035	0.037	0.037	0.035
793	0.035	0.037	0.037	0.035
794	0.035	0.037	0.037	0.035
795	0.036	0.037	0.037	0.035
796	0.036	0.037	0.037	0.035
797	0.035	0.037	0.037	0.034
798	0.036	0.037	0.037	0.035
799	0.036	0.037	0.038	0.035
800	0.036	0.037	0.037	0.035

Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 3. Interpolando longitud de onda para ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.)

Tabla 43

Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Oscuro (L₁)

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo oscuro (L ₁).										
505.7	305.8	256.4	291.2	325.6	263.6	208.1	201.9	227.9	321.9	
510										
515.9	333	286.2	316.2	348.8	287.4	235	227	254.1	348.5	
L ₁	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.03058	0.02564	0.02912	0.03256	0.02636	0.02081	0.02019	0.02279	0.03219	0.0260063
510	0.0321533	0.0268963	0.0305661	0.033538	0.0277367	0.021944	0.0216419	0.0238945	0.0337286	0.0272963
515.9	0.0333	0.02862	0.03162	0.03488	0.02874	0.0235	0.0227	0.02541	0.03485	0.0285963
693.8	5658	5990	4871	6092	5780	6662	6061	6415	6008	
700										
704.5	5751	6079	4976	6222	5935	6825	6209	6570	6141	
L ₁	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
693.8	0.5658	0.599	0.4871	0.6092	0.578	0.6662	0.6061	0.6415	0.6008	0.5941125
700	0.5697112	0.604157	0.4915159	0.6167327	0.5845187	0.6756449	0.6123243	0.6504813	0.6063935	0.6006357
704.5	0.5751	0.6079	0.4976	0.6222	0.5935	0.6825	0.6209	0.657	0.6141	0.6070875

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 44

*Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo Rojo Rubí (L₂)*

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo rubí (L ₂).										
505.7	299.6	251.1	233.5	356.3	240.7	385.6	268.5	375.2	496.5	
510										
515.9	328	281.8	261.8	387.4	269.9	422.2	290.4	405.9	527.1	
L ₂	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.02996	0.02511	0.02335	0.03563	0.02407	0.03856	0.02685	0.03752	0.04965	0.0301313
510	0.0316027	0.0264042	0.024987	0.0369411	0.025759	0.0401029	0.0281168	0.0388142	0.05142	0.031591
515.9	0.0328	0.02818	0.02618	0.03874	0.02699	0.04222	0.02904	0.04059	0.05271	0.0330925
693.8	5578	5933	5844	6473	5739	6426	5593	6174	6094	
700										
704.5	5673	6062	5966	6641	5873	6575	5740	6303	6235	
L ₂	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
693.8	0.5578	0.5933	0.5844	0.6473	0.5739	0.6426	0.5593	0.6174	0.6094	0.597
700	0.5617953	0.6007748	0.5895308	0.6570346	0.5795355	0.6512336	0.5654822	0.6248748	0.6153299	0.6037827
704.5	0.5673	0.6062	0.5966	0.6641	0.5873	0.6575	0.574	0.6303	0.6235	0.6104125

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 45

Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo Rojo Escarlata (L_3)

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo escarlata (L_3).										
505.7	532	270	381.9	211.2	277.8	257.4	297.4	380.6	411.9	
510										
515.9	650	306.9	441.4	240	318.8	292.2	336.6	411.1	457.7	
L_3	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.0532	0.027	0.03819	0.02112	0.02778	0.02574	0.02974	0.03806	0.04119	0.0326038
510	0.0600255	0.0285556	0.0416317	0.0223341	0.0301516	0.0272071	0.0320075	0.0393458	0.0438392	0.0351573
515.9	0.065	0.03069	0.04414	0.024	0.03188	0.02922	0.03366	0.04111	0.04577	0.0374625
693.8	5378	5675	5797	5914	5777	6343	5219	5793	5836	
700										
704.5	5435	5762	5880	6027	5882	6477	5348	5951	5946	
L_3	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.5378	0.5675	0.5797	0.5914	0.5777	0.6343	0.5219	0.5793	0.5836	0.5737
510	0.5410971	0.5711676	0.584501	0.5961637	0.5837735	0.639949	0.5293618	0.5859608	0.5899627	0.5789968
515.9	0.5435	0.5762	0.588	0.6027	0.5882	0.6477	0.5348	0.5951	0.5946	0.584525

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 46

*Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo Rojo Coral (L₄)*

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo coral (L ₄).										
505.7	329.8	325.6	560.5	296.9	278.6	464.8	307.1	530.8	489.4	
510										
515.9	369.8	366.3	611.2	333.2	319.8	508.8	342.6	571.5	531.6	
L ₄	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.03298	0.03256	0.05605	0.02969	0.02786	0.04648	0.03071	0.05308	0.04894	0.0386763
510	0.0352937	0.0342758	0.0589826	0.0312203	0.0302431	0.0483349	0.0327634	0.0547958	0.051381	0.0407387
515.9	0.03698	0.03663	0.06112	0.03332	0.03198	0.05088	0.03426	0.05715	0.05316	0.04279
693.8	5800	5873	6456	6562	5889	7020	5824	6627	6187	
700										
704.5	5860	5967	6498	6681	6002	7160	5938	6764	6293	
L ₄	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.58	0.5873	0.6456	0.6562	0.5889	0.702	0.5824	0.6627	0.6187	0.6256375
510	0.5834706	0.5912627	0.6480294	0.6612167	0.5954363	0.707902	0.5889941	0.6684755	0.6248314	0.6305984
515.9	0.586	0.5967	0.6498	0.6681	0.6002	0.716	0.5938	0.6764	0.6293	0.635875

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 47

Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo Rojo Tomate (L₅)

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo tomate (L ₅).										
505.7	489.8	468.1	461.9	608.3	308.5	428.8	351.4	353.1	531.5	
510										
515.9	570.6	549.2	548.4	736.5	369.7	490.4	411	404	605.3	
L ₅	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.04898	0.04681	0.04619	0.06083	0.03085	0.04288	0.03514	0.03531	0.05315	0.0433738
510	0.0536537	0.0502289	0.0511934	0.0662345	0.03439	0.0454769	0.0385875	0.0374558	0.0574188	0.0471526
515.9	0.05706	0.05492	0.05484	0.07365	0.03697	0.04904	0.0411	0.0404	0.06053	0.0509975
693.8	5823	5910	5624	6226	5318	6125	5286	5822	5736	
700										
704.5	5913	6031	5728	6373	5437	6242	5400	5911	5853	
L ₅	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.5823	0.591	0.5624	0.6226	0.5318	0.6125	0.5286	0.5822	0.5736	0.576675
510	0.5875059	0.596101	0.5684157	0.6287971	0.5386833	0.6174324	0.5351941	0.585952	0.5803676	0.5822602
515.9	0.5913	0.6031	0.5728	0.6373	0.5437	0.6242	0.54	0.5911	0.5853	0.5879375

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 48

*Interpolando Longitud de Onda de 510 y 700 para Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.) Limo Rojo Anaranjado (L₆)*

Interpolando longitud de onda de 510 y 700 para ají limo (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) Limo rojo anaranjado (L ₆).										
505.7	432.7	422	414.4	574.4	473.7	1127	335.5	391.9	626.2	
510										
515.9	504.4	518.4	503.6	701.9	554	1235	390.7	456.6	714.8	
L ₆	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.04327	0.0422	0.04144	0.05744	0.04737	0.1127	0.03355	0.03919	0.06262	0.052145
510	0.0474174	0.0462639	0.0465996	0.062815	0.0520148	0.1172529	0.0367429	0.0419175	0.0677449	0.056378
515.9	0.05044	0.05184	0.05036	0.07019	0.0554	0.1235	0.03907	0.04566	0.07148	0.0608075
693.8	5602	5781	5310	6041	5468	6672	5049	5795	5808	
700										
704.5	5661	5866	5383	6152	5538	6796	5145	5913	5902	
L ₆	r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	r9	prom
505.7	0.5602	0.5781	0.531	0.6041	0.5468	0.6672	0.5049	0.5795	0.5808	0.571475
510	0.5636127	0.5816833	0.5352225	0.6087794	0.550849	0.6724275	0.5104529	0.5844745	0.5862373	0.5759377
515.9	0.5661	0.5866	0.5383	0.6152	0.5538	0.6796	0.5145	0.5913	0.5902	0.580675

Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 4. Análisis de concentración de carotenoides totales

Tabla 49

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Oscuro (L₁)

Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
				Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total de carotenoides	Total de carotenoides
L ₁	R ₁	471.6	0.570	0.000	0.000	0.000	1.556	154.06
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₂	471.9	0.529	0.000	0.000	0.000	1.444	142.953
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₃	471.7	0.493	0.000	0.000	0.000	1.345	133.140
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₄	471.7	0.496	0.000	0.000	0.000	1.352	133.876
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	1.424	140.999
	SD			0.000	0.000	0.000	0.099	9.764

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 50

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Rubí (L₂)

				Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total de carotenoides	Total de carotenoides
L ₂	R ₁	478.5	0.389	0.000	0.000	0.000	1.062	106.172
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₂	478.4	0.388	0.000	0.000	0.000	1.058	105.831
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₃	476.5	0.360	0.000	0.000	0.000	0.982	98.221
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₄	478.5	0.352	0.000	0.000	0.000	0.961	96.054
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	1.016	101.569
	SD			0.000	0.000	0.000	0.052	5.195

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 51

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Escarlata (L₃)

				Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total de carotenoides	Total de carotenoides
L ₃	R ₁	469.7	0.312	0.000	0.000	0.000	0.851	85.058
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₂	469.8	0.308	0.000	0.000	0.000	0.840	84.013
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₃	469.8	0.319	0.000	0.000	0.000	0.870	85.247
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₄	469.7	0.307	0.000	0.000	0.000	0.838	82.128
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	0.849	84.112
	SD			0.000	0.000	0.000	0.014	1.429

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 52

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de *Ají Limo* (*Capsicum chinense* Jacq.) *Limo Rojo Coral* (L_4)

Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
				Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total de carotenoides	Total de carotenoides
L_4	R ₁	476.3	0.301					
		652.4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.822	80.633
		665.2	0.000					
	R ₂	476.2	0.317					
		652.4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.866	84.859
		665.2	0.000					
	R ₃	476.8	0.301					
		652.4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.822	80.584
		665.2	0.000					
	R ₄	478.3	0.289					
		652.4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.787	77.188
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	0.824	80.816
	SD			0.000	0.000	0.000	0.032	3.141

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 53

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Tomate (L₅)

Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
				Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total, de carotenoides	Total de carotenoides
L ₅	R ₁	474.8	0.301	0.000	0.000	0.000	0.821	81.264
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₂	477.3	0.292	0.000	0.000	0.000	0.796	78.803
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₃	474.1	0.246	0.000	0.000	0.000	0.670	66.987
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₄	474.8	0.259	0.000	0.000	0.000	0.707	70.747
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	0.740	74.450
	SD			0.000	0.000	0.000	0.071	6.703

Nota. Elaboración propia (2018).

Tabla 54

Análisis de Concentración de Carotenoides Totales de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Limo Rojo Anaranjado (L₆)

				Concentración (mg/mL)			Concentración (mg/g)	
Muestra	Repeticiones	Peak(nm)	Absorbancia	Clorofila a	Clorofila b	Total de clorofila	Total de carotenoides	Total de carotenoides
L ₆	R ₁	466.8	0.097	0.000	0.000	0.000	0.265	26.467
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₂	468.1	0.095	0.000	0.000	0.000	0.259	25.873
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₃	466.7	0.085	0.000	0.000	0.000	0.233	23.037
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	R ₄	466.7	0.087	0.000	0.000	0.000	0.237	23.512
		652.4	0.000					
		665.2	0.000					
	Promedio			0.000	0.000	0.000	0.248	24.722
	SD			0.000	0.000	0.000	0.016	1.700

Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 5. Toma de muestras

Figura 52

*Recolección de Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 53

*Selección de Nuestras Muestras de Ají Limo (*Capsicum Chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 54

Seis Muestras de Ají Limo (Capsicum chinense Jacq.) Seleccionadas por Duplicado



Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 6. Análisis hiperespectral.

Figura 55

Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 56

Guía de Compra de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L Instalada en el Taller de Laboratorio de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén

SIAF N° 346

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAËN

ORDEN DE COMPRA - GUIA DE INTERNAMIENTO

SEÑORES : BIOSYM E.I.R.L.
DIRECCIÓN : AV. PRECURSORES N° 342 - SAN MIGUEL - LIMA
REFERENCIA: CONTRATO DE ADJ. SIMPLIFICADA N° 004-2016- UNJ - CS
FACTURA A NOMBRE DE: UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAËN

RUC: 20501552991
Tel.:
Fax:
RUC: 20487463737

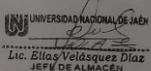
ESPECIFICA DE GASTO	ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
26.32.21	1	CAMARA HIPERESPECTRAL PIKA 1.5/N 100121-37, MODELO 100121-37, MARCA RECON, REFLECTOR, LENS VNR 23MM, O.I. 100121-37, MARCA RECON, REFLECTOR, LENS VNR 23MM, O.I. AXIS TRANSLATION ON STAGE WITH TOWER, 01 SPECTRON PRO SOFTWARE PRELOADED ON LAPTOP-COMPUTER - DELL, 01 WHITE CALIBRATION TILE, VNR - HDPTTE	UND	1	144000.00	144000.00
0011 FOMENTO DE LA INVESTIGACION FORTAICA FUENTE DE FINANCIAMIENTO: CACION Y SOBRE CACION LABOR T. SUPLE LABOR						
					TOTAL S/	144,000.00

SON: CIENTO CUARENTA Y CUATRO MIL Y 00/100 NUEVOS SOLES

ELABORADO POR:

RESPONSABLE DE ADQUISICIONES

CONFORMIDAD DE RECEPCION


Lic. Elias Velásquez Díaz
JEF. DE ALMACEN

RESPONSABLE DE ALMACEN

NOTA:

* Nos reservamos el derecho de devolver la mercadería que no esté de acuerdo con nuestras especificaciones.
 *Esta orden de compra es nula sin la firma mancomunada del Responsable de Logística y el Vicepresidente Administrativo.

GARANTIA :

FORMA DE PAGO:

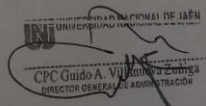
PLAZO DE ENTREGA:

FORMA DE ENTREGA:

RECIBO DE ENTREGA

CONCEPTO:

CONCEPTO: COMPRA DE CAMARA HIPERESPECTRAL PARA EL PROYECTO "DESARROLLO, MEJORAMIENTO Y DIFUSION DE TECNOLÓGIA PARA EL PROCESO DE FERMENTACION, SECADO SOLAR Y CONSERVACION DEL GERMOPLASMA DEL CACAO PURA Y JAËN"

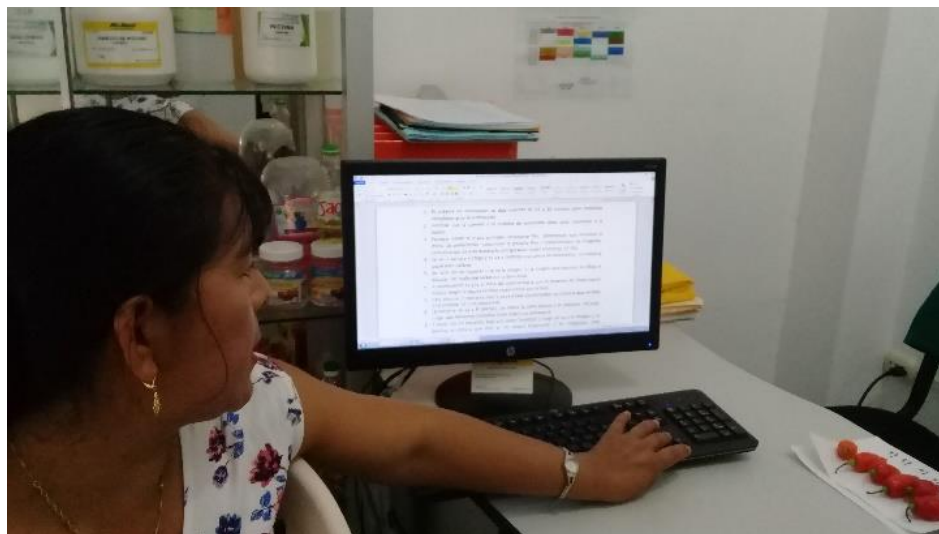

CPC Guido A. Villanueva
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACION

DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION

Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 57

Inducción del manejo de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L

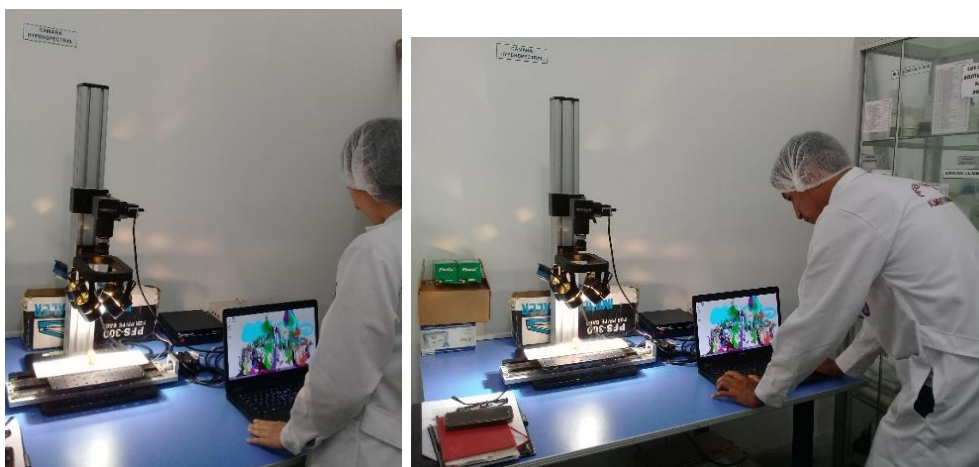


L

Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 58

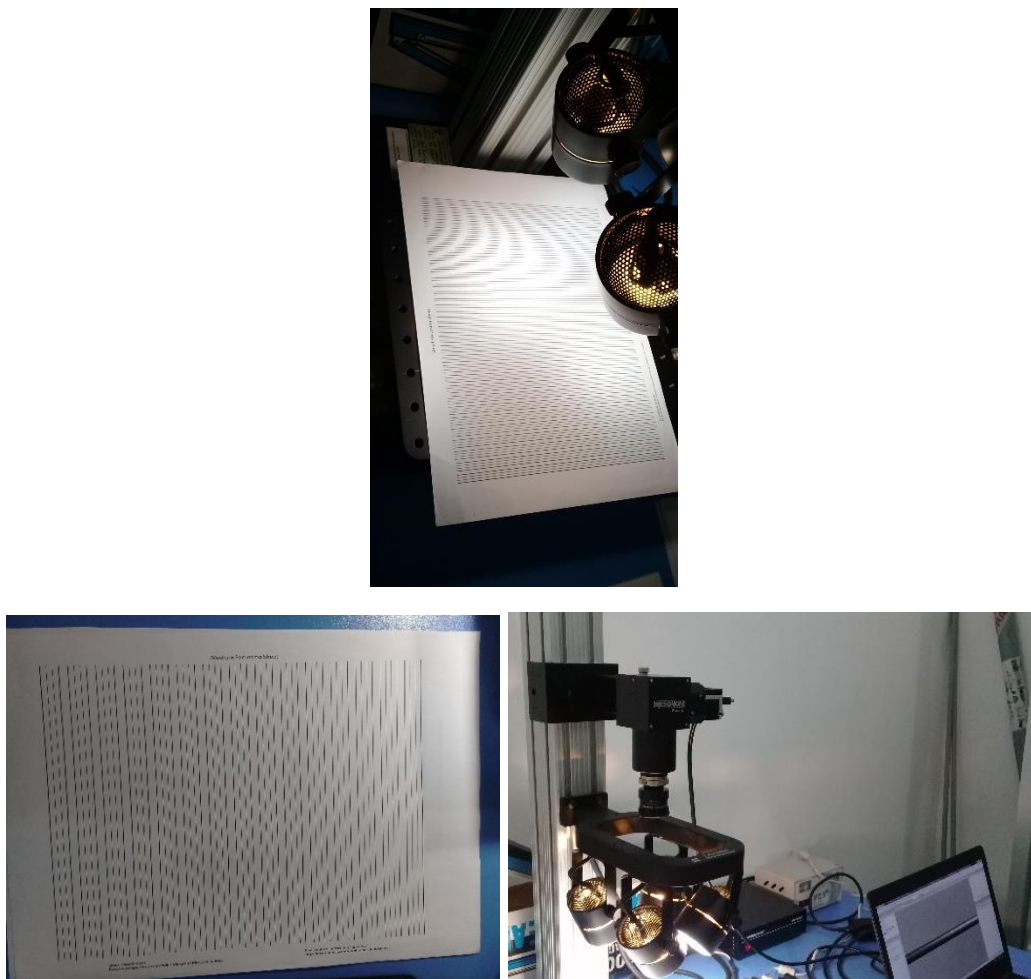
Encendido del Sistema y Apertura del Programa SpectrononPro



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 59

Focalización de la Cámara Hiperespectral Resonon – Pika L



Nota. Elaboración propia (2018).

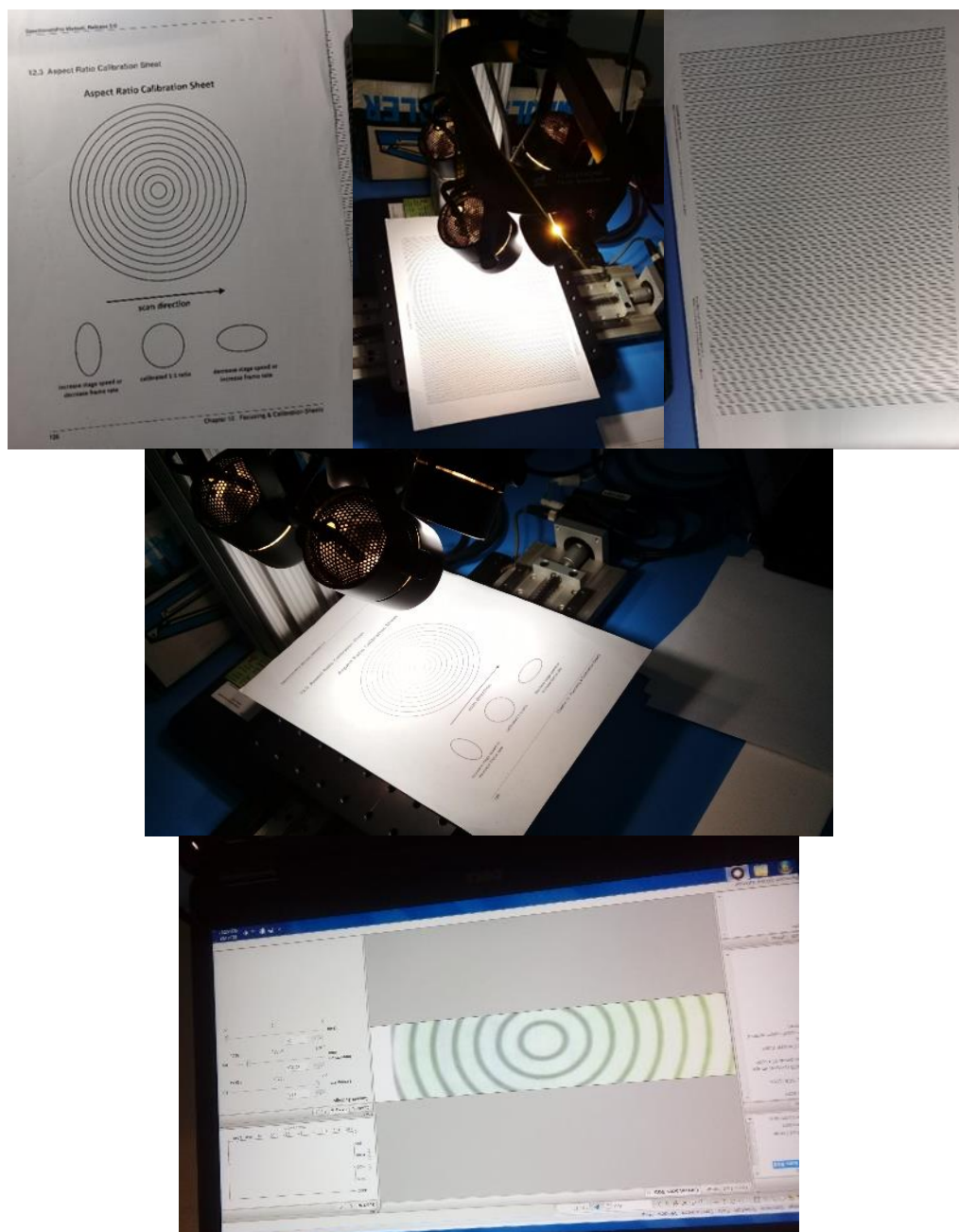
Figura 60*Corrección y Calibración de Imagen**Nota.* Elaboración propia (2018).

Figura 61

Elementos para Calibrar la Imagen

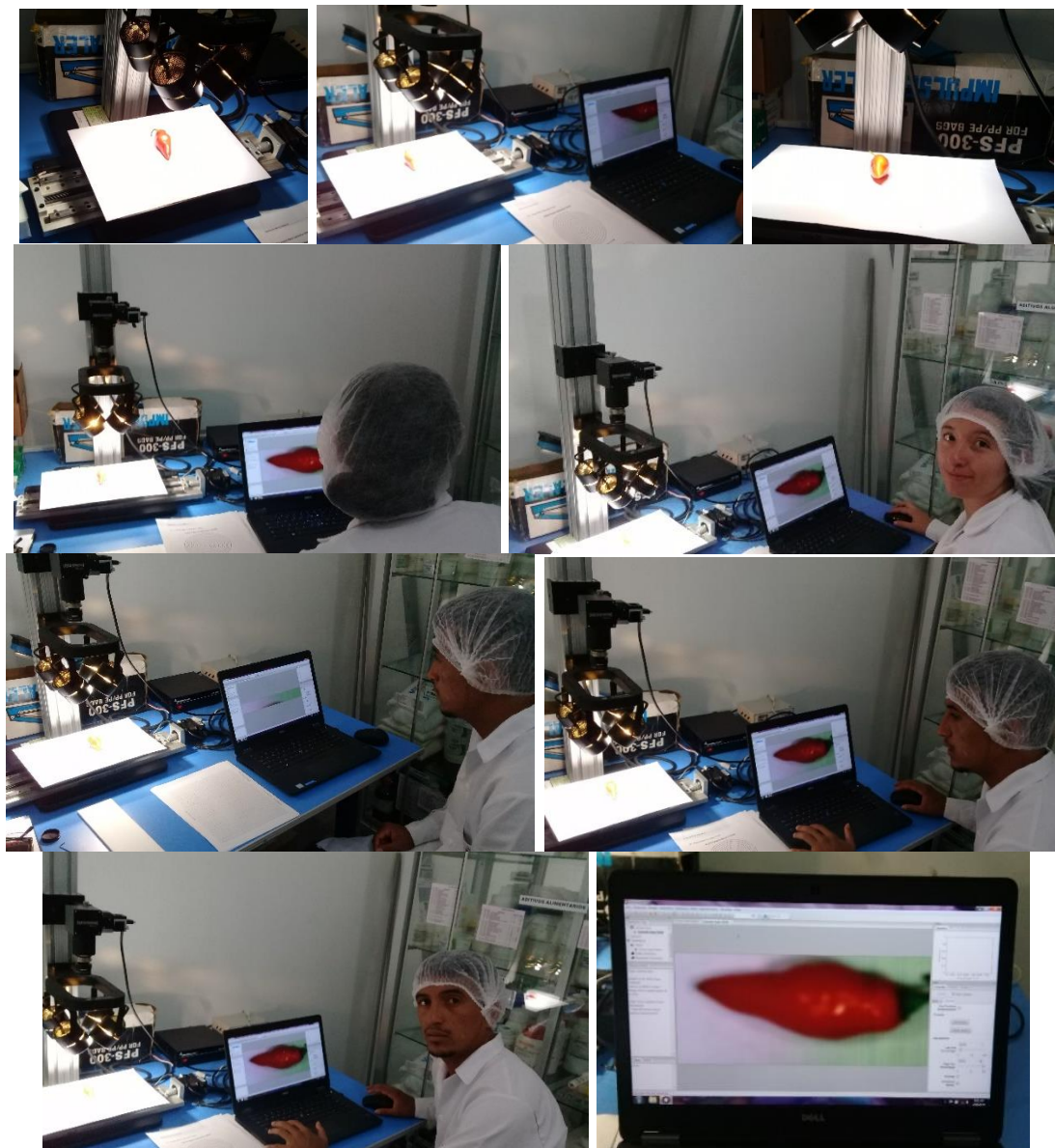


Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 7. Escaneo de muestras

Figura 62

Escaneo y Almacenamiento del Datacube

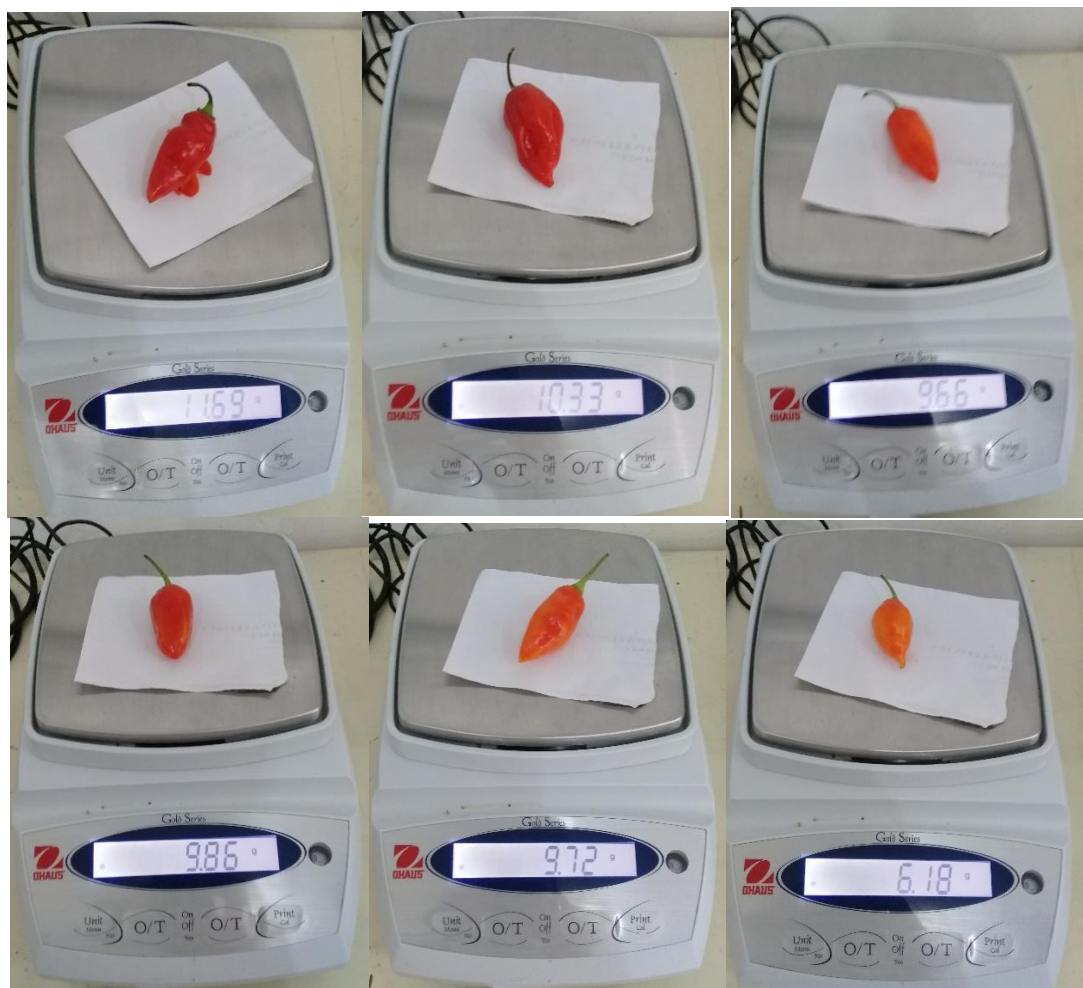


Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 8. Análisis Fisicoquímicos

Figura 63

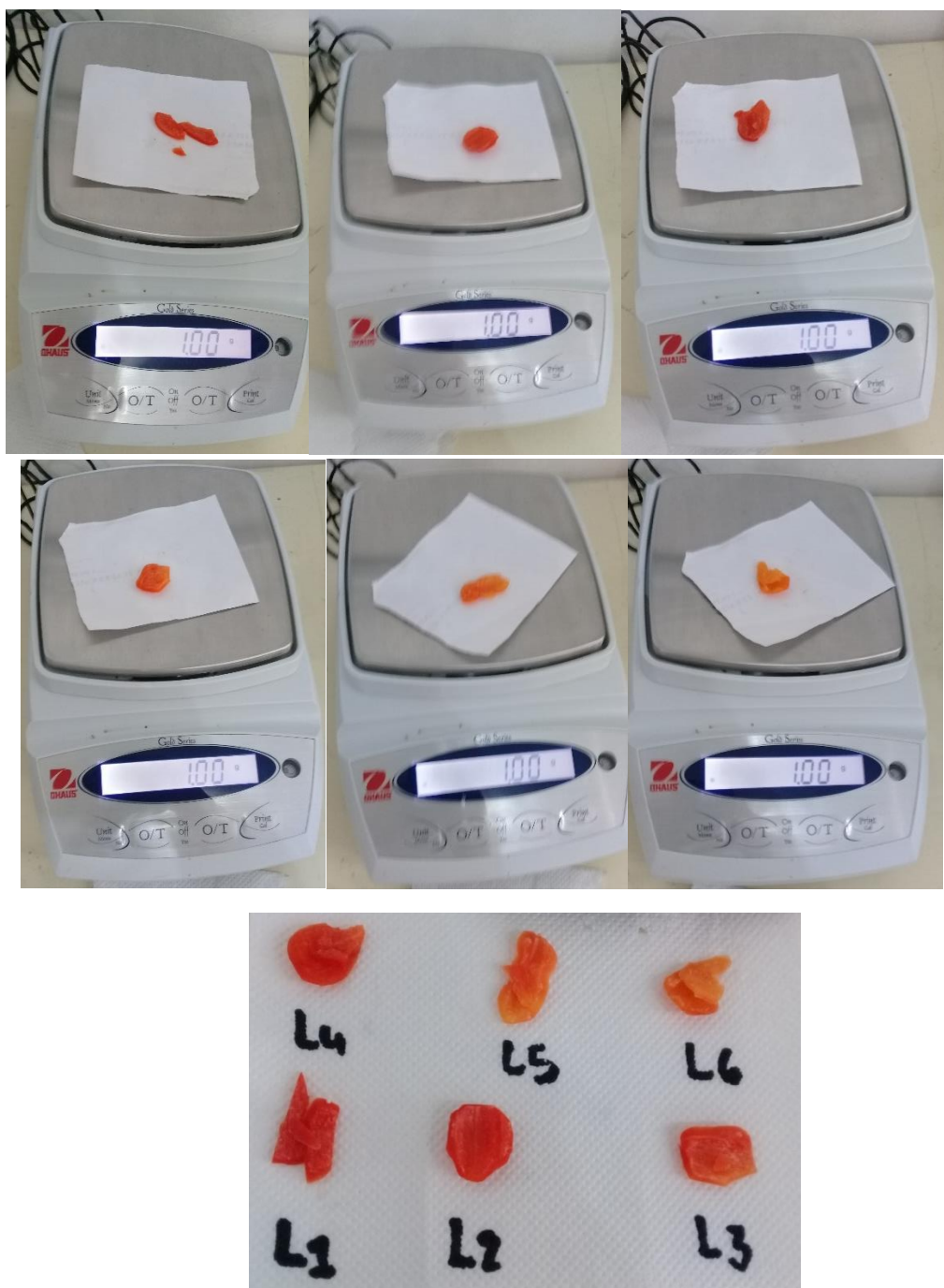
Peso de Muestras de Ají Limo (*Capsicum Chinense* Jacq.)



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 64

Peso de Muestras para el Análisis de % de Acidez Titulable



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 65

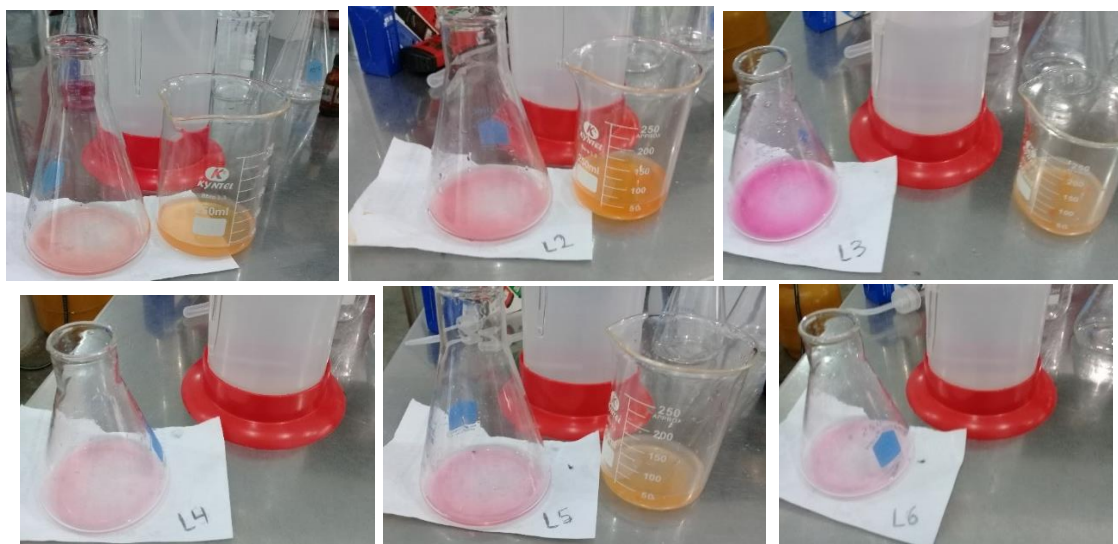
Acondicionamiento de las Muestras



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 66

Medición de % de Acidez Titulable



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 67

Medición de pH



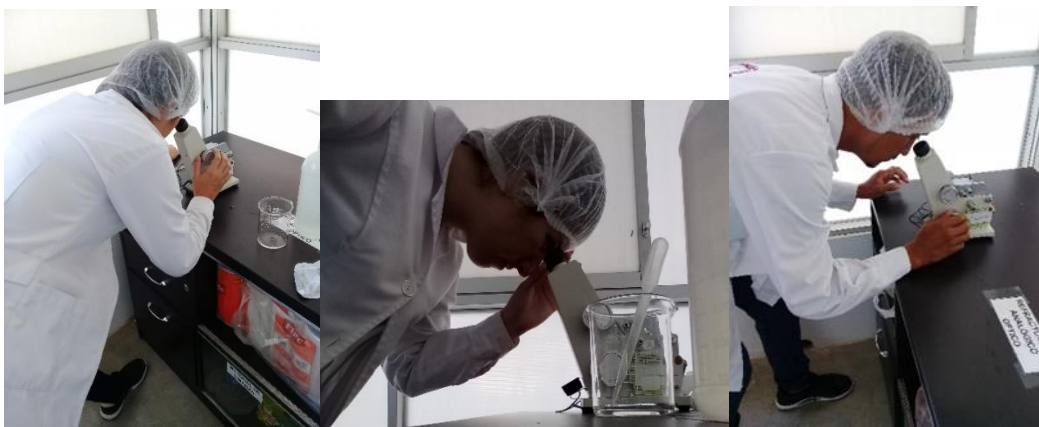
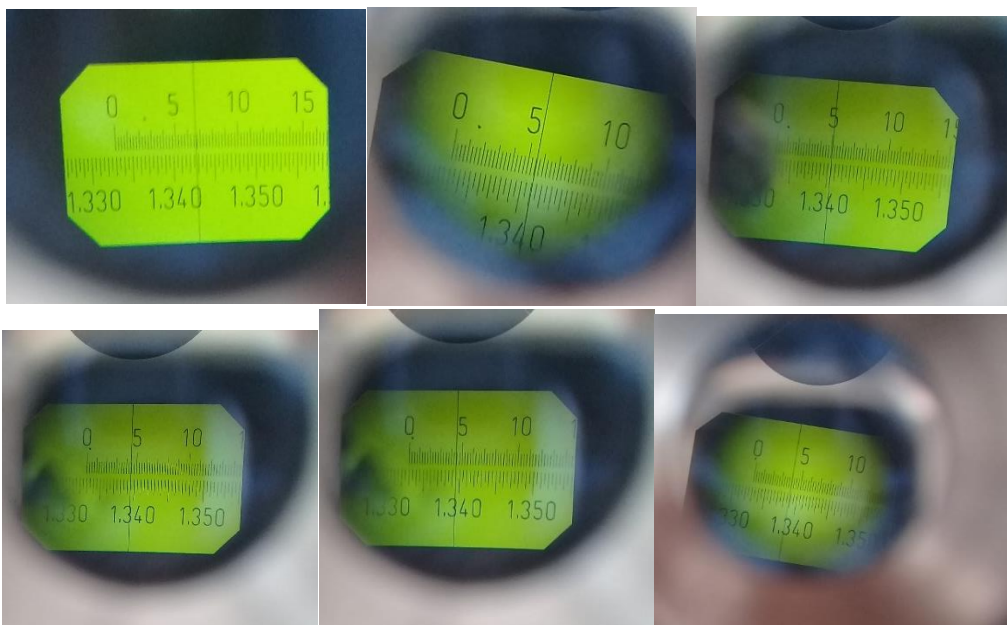
Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 68

Refractómetro Analógico Abbe C10



Nota. Elaboración propia (2018).

Figura 69*Medición de Sólidos Solubles Totales**Nota.* Elaboración propia (2018).**Figura 70***Medidas de Sólidos Solubles Totales**Nota.* Elaboración propia (2018).

Anexo 9. Acondicionamiento de empaque

Figura 71

*Elementos para el Empaque de Nuestras Seis Muestras de Ají Limo (*Capsicum chinense* Jacq.)*



Nota. Elaboración propia (2018).

Anexo 10. Liofilizado

Figura 72

Equipos para la Liofilización



Nota. Elaboración propia (2018).



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°083-2023-UINV-FIQIA



Siendo las 13 horas del día 22 de febrero del 2023, se reunieron vía plataforma virtual, <https://meet.google.com/mrz-jxtk-uij?pli=1> los miembros de jurado evaluador de la Tesis Titulada: **“Estudio del ají limo (Capsicum chinese Jacq.) En estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes Hiperespectrales.”**; designados por Decreto N° 004-2018-UINV-FIQIA de fecha 26 de abril del 2018 con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| ➤ Msc. Juan Francisco Robles Ruiz | Presidente |
| ➤ Dr. Sebastian Huangal Scheineder | Secretario |
| ➤ Ing. Héctor Lorenzo Villa Cajavilca | Vocal. |

La tesis fue asesorada por Dra. Noemí León Roque. Nombrado (a) por Decreto N° 053-2018-D-FIQIA de fecha 09 de febrero del 2018. El acto de sustentación fue autorizado por Resolución N° 050-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 15 de febrero del 2023. La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: **GERALDINE LESLIE HERNANDEZ MENDO y CRISTIAN RAUL RADAHELLY AGUINAGA** y tuvo una duración de 50 minutos.


Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 17 (diecisiete) en la escala vigesimal, mención BUENO Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.


Siendo las 14:05 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas


.....
Presidente
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz


.....
Secretario
Dr. Sebastian Huangal Scheineder


.....
Vocal
Ing. Hector Lorenzo Villa Cajavilca


.....
Asesora
Dra. Noemi León Roque

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Noemi León Roque, Asesora de tesis de los
bachilleres:

**Hernández Mendo Geraldine Leslie
Radahelly Aguinaga Cristian Raúl**

Titulada:

"Estudio del ají limo (*Capsicum chinense* Jacq.) en estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales".

Luego de la revisión exhausta del documento costado que la misma tiene un índice de similitud del 09 % verificable en el reporte de similitud del programa turnitin.

La suscrita analizo dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.



Dra. Noemi León Roque
DNI: 23006439

07 de febrero del 2023

tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

docslide.us

Fuente de Internet

1%

4

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

1%

5

riunet.upv.es

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 1%

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Geraldine Hernández Y Cristian Radahelly**
 Título del ejercicio: **TESIS**
 Título de la entrega: **ESTUDIO DEL AJÍ LIMO (Capsicum chinense Jacq.) EN ESTAD...**
 Nombre del archivo: **TESIS_AJ_LIMO_Hernandez_y_Radahelly.docx**
 Tamaño del archivo: **29.74M**
 Total páginas: **262**
 Total de palabras: **45,923**
 Total de caracteres: **236,086**
 Fecha de entrega: **07-feb.-2023 08:18p. m. (UTC-0500)**
 Identificador de la entre... **2008926996**

