



Fichas de Transferencia



Número: 003 Fecha: Mayo 2014 | Líderes en el Negocio Agroalimentario

PARÁMETROS DE CALIDAD EXTERNA EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Calidad proviene del latín *qualitas* que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Actualmente se asocia a grado de excelencia, superioridad o idoneidad para un uso particular, en definitiva se puede decir que un producto tiene calidad cuando supera o cumple unos valores normalizados establecidos que han sido valorados objetiva o subjetivamente. La determinación de calidad en frutas y hortalizas ha ido evolucionando según las exigencias de mercado, en la actualidad las mediciones instrumentales se han preferido a las sensoriales ya que permiten automatización, objetividad y menor variabilidad a la vez que el establecimiento de normas estándares entre investigadores, industria y consumidores. En la actualidad la calidad de los productos agroalimentarios se convierten en el principal factor de preferencia del consumidor, lo que ha supuesto un cambio de tendencia debido, en gran parte, al mayor poder adquisitivo de la sociedad. Por esta razón es necesario tener en cuenta que quien tiene la última palabra en la calidad es el consumidor ya que de él va a depender la aceptación final del producto hortícola, en este sentido cada vez son más considerados los atributos organolépticos, nutricionales y saludables.

El destino o uso también puede determinar distintos criterios de calidad para un mismo producto. Por ejemplo, el tomate para el consumo en fresco es valorado fundamentalmente por su uniformidad, madurez y ausencia de defectos, mientras que la calidad para puré de tomate, está dada por el color, la viscosidad y el rendimiento industrial como materia prima, por eso se utilizan calidades para uso específico como calidad nutritiva, calidad industrial, calidad de exportación, calidad comestible, etc.

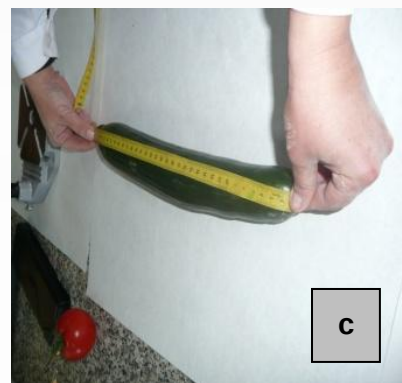
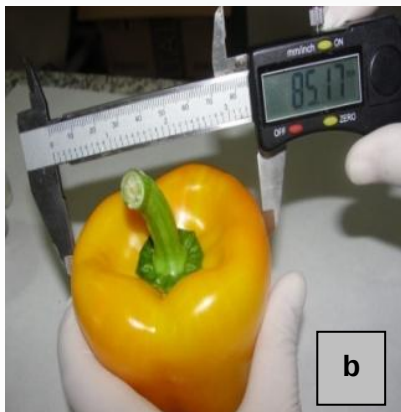
Esta es la razón principal que nos mueve a publicar una serie de fichas de transferencia que normalicen la medida y cuantificación de dichas variables. En esta primera ficha abordaremos los parámetros de calidad externa.

PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA CALIDAD EXTERNA: MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

Son aquellas que sirven para caracterizar el tamaño y la forma del fruto. Son peso, longitud, espesor de pared, curvatura de fruto y diámetros ecuatoriales y axiales. Todos son parámetros que van a conformar y caracterizar la geometría del fruto u hortaliza en estudio, es decir, masa, forma, calibre y homogeneidad en el tamaño.

Fichas de Transferencia

Imágen 1: a) Medida de peso de fruto en balanza. b) Diámetro transversal en pimiento con calibre. c) Estimación de longitud de fruto de pepino con cinta métrica de sastre



La infraestructura necesaria para determinar estos parámetros se compone de una balanza, calibre digital y cintas métricas. Siempre es conveniente realizar tamaños muestrales de 10 a 40 frutos y, si es posible, 4 repeticiones de cada tratamiento que se considere.

A continuación damos tablas de clasificación por calibres y pesos para diferentes hortalizas: Tomate, pepino, calabacín, melón, sandía y pimiento.

Tabla 1: Clasificación de hortalizas por calibres y pesos

TOMATE	
Calibre GGG	> 102 mm
Calibre GG	82 – 102 mm
Calibre G	67 – 82 mm
Calibre M	57 – 67 mm
Calibre MM	47 – 57 mm
PIMIENTO CALIFORNIA	
Calibre GGG	> 110 – 130 mm
Calibre GG	90 – 110 mm
Calibre G	70 – 90 mm
Calibre M	50 – 70 mm
MELÓN PIEL DE SAPO	
Calibre 3	3,0 a 3,5 Kg
Calibre 4	2,5 a 3,0 Kg
Calibre 5	2,0 a 2,5 Kg
Calibre 6	1,5 a 2,0 Kg
Calibre 7	1,1 a 1,5 Kg

PEPINO	
Calibre 1	≥ 600 g
Calibre 2	500 - 600 g
Calibre 3	400 - 500 g
Calibre 4	350 - 400 g
Calibre 5	300 - 350 g
CALABACÍN	
Calibre P	7 - 14 cm
Calibre M	14 – 21 cm
Calibre G	21 - 30 cm
SANDÍA	
Calibre 2	> 7 Kg
Calibre 3	5 a 7 Kg
Calibre 4	4 a 6 Kg
Calibre 5	3 a 5 Kg
Calibre 6	2,5 a 4 Kg
Calibre 7	2 a 2,5 Kg

Las tablas de melón y sandía están normalizadas a número de frutos por caja y el rango de peso que deben tener dichos frutos para clasificarlos dentro de un determinado calibre

Fichas de Transferencia

COLOR

Los tres aspectos principales para la aceptación de un alimento son el color, sabor y textura, siendo el color la propiedad óptica más importante en los alimentos. Muchos colorimetristas opinan que el color es el más importante, puesto que si un producto no tuviese una buena presencia colorimétrica, el consumidor no podría llegar nunca a juzgar los otros dos aspectos. El color es una propiedad física, tal y como lo percibe el ojo, es una interpretación por parte del cerebro del carácter de la luz procedente de un objeto. El ojo contiene en la retina dos tipos de células sensibles: los bastones que son sensibles a la claridad y a la oscuridad y los conos al color. Vemos que para la interpretación del color se relaciona al mismo tiempo la psicología del observador, la fisiología de la visión y la energía radiante espectral de la fuente de luz

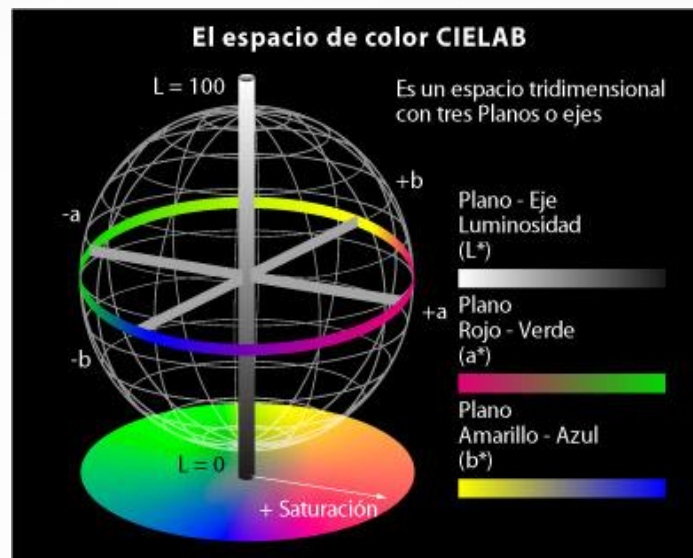
La evaluación del color se puede realizar de 2 formas: evaluación visual análisis instrumental. La evaluación visual del color está incluida, dentro del análisis sensorial, para lo cual se han llegado a utilizar distintas metodologías, entre las que se citan:

- El sistema Munsell, los colores se establecen en función de la claridad (L^*) (eje vertical), el matiz (círculo perpendicular al eje) y la saturación para cada tonalidad (distancia con respecto al eje central).
- El sistema de DIN, similar al Munsell pero en este caso, las líneas de saturación no son circulares y no hay la misma separación entre ellas.
- La OSA-UCS, que consiste en un cubo octaedro, que se basa en 3 ejes: la claridad (L^*), amarillo-azul (b^*) y verde-rojo (a^*).
- Para determinarlo se pueden recurrir a cartas de colores, pero su determinación no es muy rigurosa pues su determinación siempre estará condicionada por el ojo del observador que realice la clasificación, además será una clasificación poco útil a la hora de establecer diferencias entre tratamientos de un mismo fruto o a la hora de automatizar una línea industrial de clasificación por color.

En el análisis instrumental, la determinación es más rigurosa y científica. Se hace con un cromómetro, que realiza tres disparos de luz sobre la superficie de cada fruto para promediar un valor, previa calibración con un blanco, es decir, emite una fuente de luz blanca interna que ilumina la superficie, absorbiendo a continuación la luz reflejada en el fondo y procesándola. El color normalmente viene definido por un sistema cartesiano tridimensional y como esto no es fácil representarlo en el plano, se sustituye por representaciones geométricas planas llamadas diagramas cromáticos. Una de las propiedades más importantes que se le va a exigir a cualquier espacio de color utilizado para representar o nombrar colores es la uniformidad. Es decir, todas las diferencias de color igualmente percibidas deben representarse en tal espacio uniforme por las mismas distancias.

Fichas de Transferencia

Figura 1: Representación espacial de las coordenadas cartesianas del espacio de color CIELab, El eje vertical z coincide con la coordenada L que define claridad, y luego en plano bidimensional xy aparecerían las coordenadas a y b que define cromaticidad



Aunque se puede trabajar con varios sistemas de coordenadas de color, el más parecido al ojo humano y adaptado como norma UNE es el CIELab que es un sistema cartesiano definido por tres coordenadas colorimétricas (L^* , a^* y b^*) (Figura 1): la coordenada L^* recibe el nombre de claridad o luminosidad (toma valores desde 0 negro hasta 100 blanco), es decir, está referida al componente blanco-negro que presenta un alimento. El parámetro a^* indica el componente rojo-verde en la muestra analizada bajo las condiciones establecidas por el sistema CIELab, donde el rojo representa los valores positivos y el verde los valores negativos. El parámetro b^* define el componente amarillo-azul presente en una muestra, donde el azul representa los valores negativos y el amarillo los valores positivos.

Con las coordenadas colorimétricas anteriores ya es posible establecer clasificación de colores en frutas y hortalizas pero todavía no estaría definido de forma completa y rigurosa el color, pues faltan dos matices cromáticos importantes, por un lado el tono de un color (H , del inglés hue), que indica su posición en una escala de 100 tonos, escala compuesta de 10 tonos fundamentales; en definitiva el tono serían las variaciones que un solo color puede tener al combinarlo con otros.

El tono angular o ángulo métrico de tonalidad H^* varía entre 0 y 360° .

$$H^* = \arctg \left(\frac{b}{a} \right)$$

Fichas de Transferencia

El croma (C) indica el grado de separación entre un tono determinado y un gris de la misma claridad. Tiene el valor 0 para estímulos acromáticos y, por lo general, no pasa de 150, aunque puede superar ese valor para estímulos monocromáticos.

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Figura 2: Representación del tono de un color, vemos que hay una escala de 10 tonos fundamentales (5 principales y 5 intermedios). La notación de colores y sus valores de escala son: rojo (5), amarillo-rojizo (15), amarillo (25), amarillo-verdoso (35), verde (45), verde-azulado (55), azul (65), violeta (75), púrpura (85) y rojo-púrpura (95). Al ser una escala en grados, en la última figura aparecen las posiciones angulares de los tonos

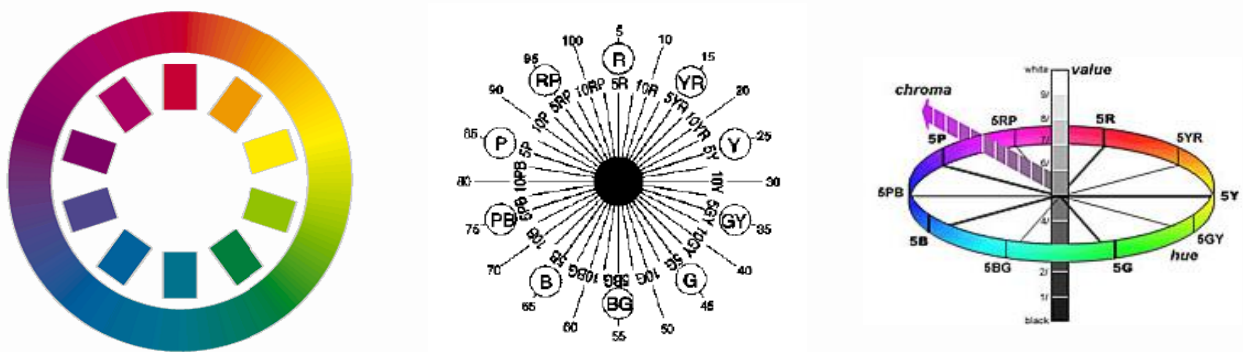
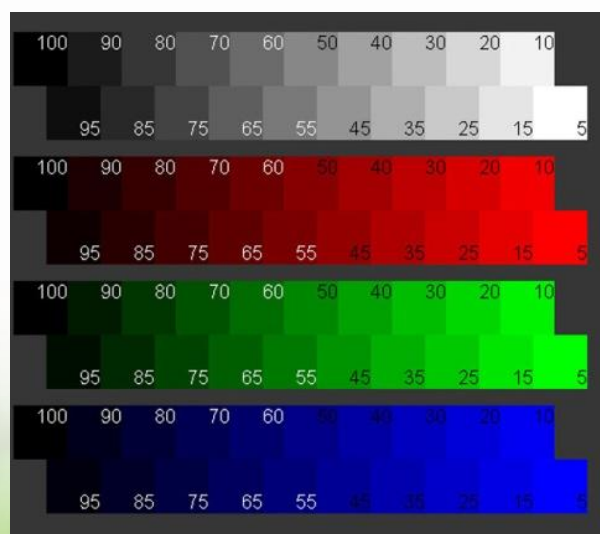


Figura 3: La escala de croma se extiende desde /0, para un gris, hasta /10, /12, /14 o más, dependiendo de lo saturado que sea el color que se va a evaluar



Fichas de Transferencia

Otro parámetro destacable es el índice de color, pues representa una variable general con respecto a la que definir un color en una escala general de productos hortofrutícolas:

$$IC^* = (1000 \times a) / L \times b$$

El IC* por sus características de variación puede utilizarse como variable de control de la calidad organoléptica de alimentos:

- a) Si IC* es negativo (-40 a -20), su valor relaciona los colores que van desde el azul-violeta al verde profundo.
- b) Si IC* es negativo (-20 a -2), su valor relaciona los colores que van del verde profundo al verde amarillento.
- c) Si IC* está entre -2 a +2, representa el amarillo verdoso.
- d) Si IC* es positivo (+2 a +20), se relaciona con los colores que van desde el amarillo pálido al naranja intenso.
- e) Si IC* es positivo (+20 a +40), se relaciona con los colores que van desde el naranja intenso al rojo profundo

Imágen 2: Medida de color en fruto de melón y pimiento amarillo



Fichas de Transferencia

Tabla 2: Valores de referencia de frutos comercialmente importantes en la provincia de Almería para tomate larga vida

LARGA VIDA	A	B	C	D	E	F
L*	50,67	52,06	45,51	45,5	44,62	38,96
a*	-11,44	-16,22	-4,49	5,53	15,72	21,23
b*	20,9	31,43	26,89	27,73	27,16	22,13
a*/b*	-0,55	-0,52	-0,17	0,2	0,58	0,96
H*	-61,31	-62,7	-80,52	78,72	59,94	46,19
C*	23,83	35,37	27,26	28,28	31,38	30,67



Tabla 3: Valores de referencia de frutos comercialmente importantes en la provincia de Almería para tomate raf

TOMATE RAF	A	B	C	D	E	F	G	H
L*	47,15	53,23	45,31	49,31	48,48	45,13	41,53	39,12
a*	-15,9	-13,81	-6,27	-0,31	2,92	5,21	17,48	20,06
b*	27,34	33	26,8	28,53	31,09	28,5	27,44	20,63
a*/b*	-0,58	-0,42	-0,23	-0,01	0,09	0,18	0,64	0,97
H*	-59,82	-67,29	-76,83	-89,38	84,63	79,64	57,5	45,8
C*	31,63	35,77	27,52	28,53	31,23	28,97	32,53	28,77



Fichas de Transferencia

Tabla 4: Valores de referencia de frutos comercialmente importantes en la provincia de Almería para tomate cherry

CHERRY	A	B	C	D	E	F
L*	50,53	47,86	44,78	41,3	38,87	39,63
a*	-12,37	-9,95	6,15	12,56	13,3	17,99
b*	20,05	27,4	28,2	25,29	20,97	22,95
a*/b*	-0,62	-0,36	0,22	0,5	0,63	0,78
H*	-58,33	-70,04	77,7	63,59	57,62	51,91
C*	23,56	29,15	28,86	28,24	24,83	29,16



Tabla 5: Valores de referencia de frutos comercialmente importantes en la provincia de Almería para tomate larga vida

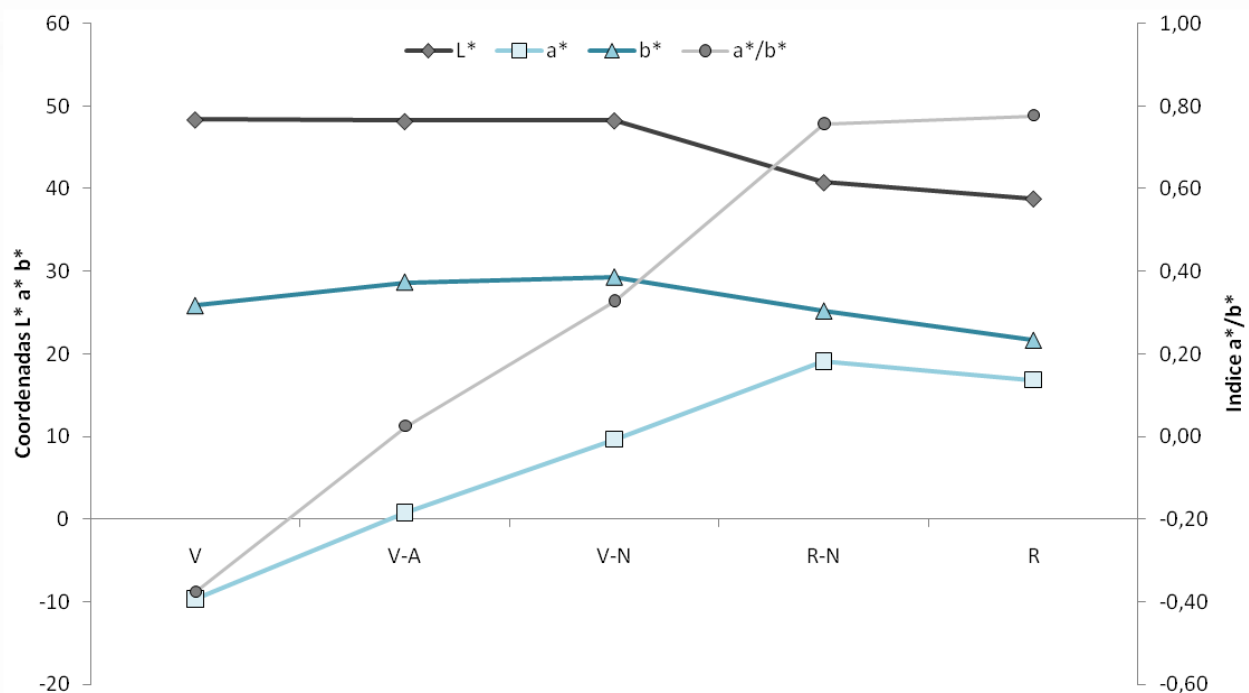
PIMIENTO CALIFORNIA	A	B	C	D	E	F	G
L*	35,57	34,11	37,96	37,32	38,79	30,56	31,45
a*	-8,92	-0,29	1,19	22,21	25,37	21,86	24,18
b*	10,55	13,37	18,83	20,22	22,41	11,89	10,72
a*/b*	-0,85	-0,02	0,06	1,1	1,13	1,84	2,26
H*	-49,79	-88,76	86,38	42,31	41,46	28,54	23,91
C*	13,82	13,37	18,87	30,04	33,85	24,88	26,45



Fichas de Transferencia

En el Gráfico 1 podemos ver el comportamiento en la evolución de coordenadas colorimétricas a medida que avanza la maduración en tomate larga vida.

Gráfico 1: Variación de coordenadas colorimétricas en gama de colores durante la maduración de tomate larga vida



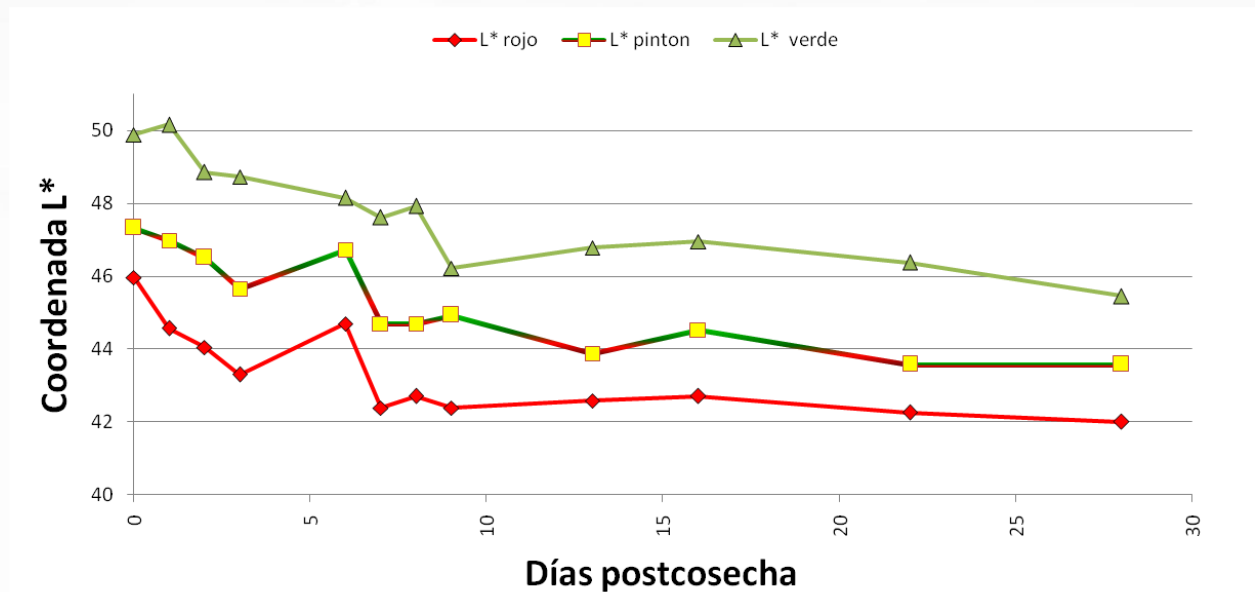
	V	V-A	V-N	R-N	R
L*	48,41	48,21	48,3	40,79	38,81
a*	-9,72	0,73	9,63	19,12	16,84
b*	25,88	28,73	29,35	25,23	21,67
a*/b*	-0,38	0,03	0,33	0,76	0,78

Observando la evolución del cociente a/b en la escala de colores, vemos como se estabiliza cuando alcanza el color rojo en plena maduración, esto nos puede servir como un buen índice de calidad para establecer valores óptimos de madurez comercial.

En los Gráficos 2, 3 y 4 observamos la evolución en color de tomate en sus tres estadios comerciales, que son el rojo, pintón y verde y su evolución colorimétrica en las tres coordenadas a^* , b^* y L^* . En el Gráfico 2 vemos la evolución de la claridad donde podemos observar como el verde siempre es el que da claridades mayores, el pintón valor medio y las claridades más bajas corresponden al rojo.

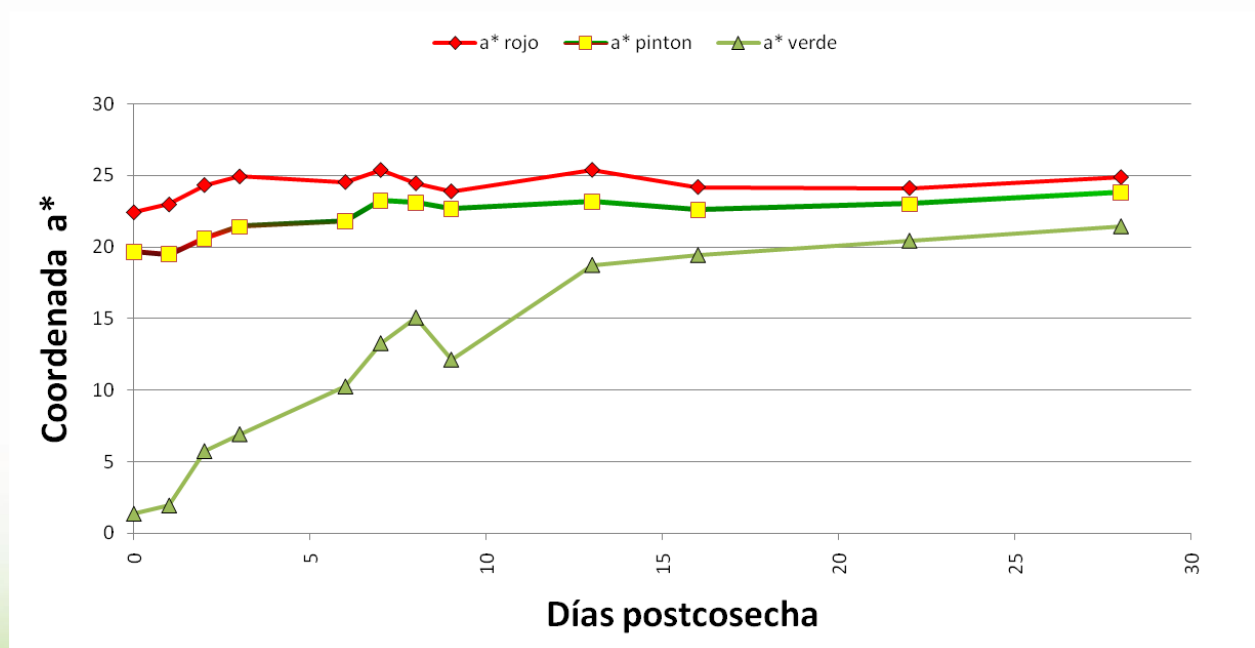
Fichas de Transferencia

Gráfico 2: Evolución de coordenada L* en maduración postcosecha en los tres estados de recolección, rojo, pintón y verde



En el Gráfico 3 observamos como de las tres coordenadas colorimétricas para sacar información directa la a^* es quizás la que muestra las mayores variaciones y puede ser la que mejor defina el cambio de color en el fruto durante la maduración.

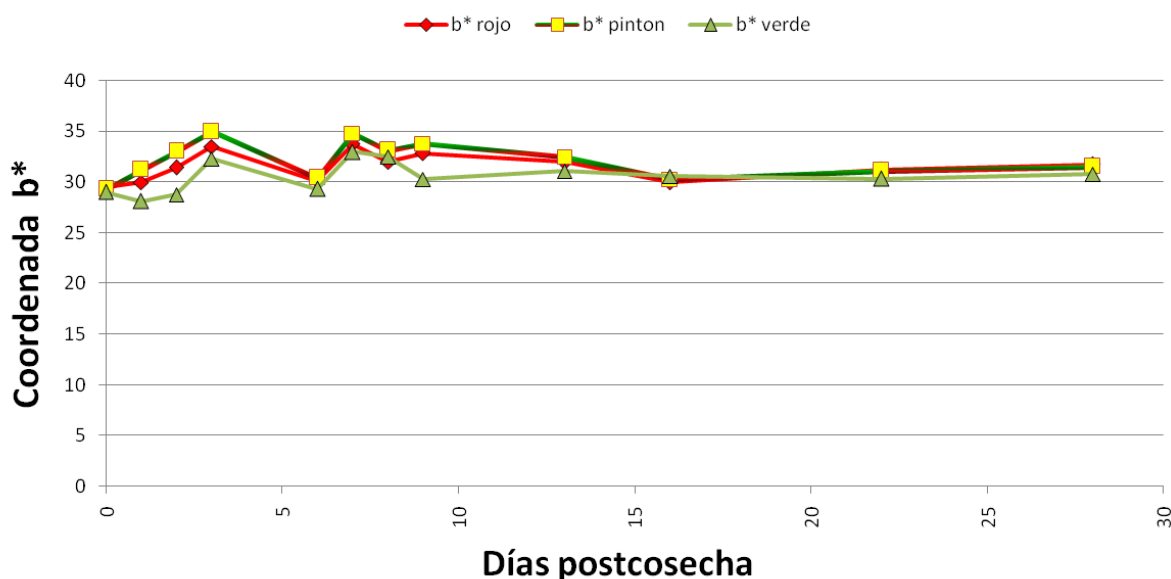
Gráfico 3: Evolución de coordenada a en maduración postcosecha en los tres estados de recolección, rojo, pintón y verde



Fichas de Transferencia

En el Gráfico 4 podemos observar como la coordenada b al igual que la L* no presenta muchas diferencias significativas entre los tres tipos de frutos ni al avanzar el proceso de maduración.

Gráfico 4: Evolución de coordenada b* en maduración postcosecha en los tres estados de Recolección en rojo, pintón y verde



FIRMEZA

La firmeza es un parámetro indicativo de la calidad de los tomates frescos y procesados y está relacionada con la estructura de la pared celular y con el estado de madurez, su determinación es fundamental para aceptabilidad y almacenamiento de frutas y hortalizas. La firmeza de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen a la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina.

La firmeza va disminuyendo con el tiempo y no todos los frutos evolucionan con igual velocidad, por lo que es fundamental el seguimiento de cada uno por separado. Las curvas características nos definirán: a) Periodos óptimos de almacenamiento, midiendo firmeza y T^a de almacenamiento. Esto nos permitirá definir el periodo máximo de almacenamiento, b) Momento óptimo de venta del producto y c) Según temperatura, prever periodo máximo de venta.

El ablandamiento de la pulpa de los vegetales es uno de los mecanismos bioquímicos que plantea más problemas a la hora de optimizar la comercialización de estos productos, ya que además de producir una pérdida de calidad (sobremaduración) aumenta la sensibilidad a los daños mecánicos y al ataque fúngico.

Fichas de Transferencia

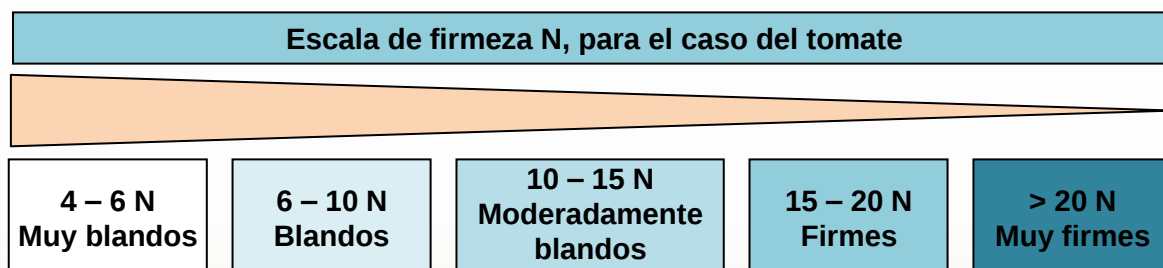
Para su determinación se utiliza un penetrómetro y su medida se basa en la presión necesaria para insertar un puntal de tamaño específico en la superficie o pulpa, a profundidad dada. Los penetrómetros se encuentran disponibles con medidores calibrados en el sistema métrico (Kg) y el imperial (lb). Cada instrumento se entrega con dos puntales desprendibles de 8 mm de diámetro (equivale a una superficie de 0,5 cm²) y de 11 mm (1 cm²), el primero es aconsejable para frutos duros (tomate, pimiento, etc.) y el segundo para blandos (melón, sandía, etc). En condiciones ideales, el penetrómetro debe estar montado sobre un soporte fijo de perforación para garantizar que se aplique la presión a un ritmo controlado e invariable y a un ángulo constante con respecto al fruto, es decir, verticalmente hacia abajo. Esto resulta más difícil de lograr en penetrómetros de mano. Con respecto a la medida, al ser una deformación normal se debería expresar en términos de presión que serían KPa en el sistema internacional, aunque en bibliografía es frecuente el uso de unidades de fuerza (N) o incluso directamente en Kg. También es muy común realizar el test de punción en N/mm que es un valor menos variable. Para tener un dato fiable siempre es recomendable la realización de varias repeticiones y realizar la medida con una velocidad de penetración del puntal de 200 mm/minuto, insertando el puntal 8mm.

Imagen 3: Penetrómetro Penefel DFT 14 sobre soporte fijo



En la Figura 4 podemos ver la escala de firmeza en fruto de tomate:

Figura 4: Escala de firmeza en frutos de tomate. Varía desde muy blandos hasta muy firmes cuando superan los 20 N



Miguel Ángel Domene Ruiz

Mariló Segura Rodríguez

Negocio Agroalimentario y Cooperativo

madomene@fundacioncajamar.com