

Madurez y Calidad

Chris Peereboom Voller S.

Tasc



Introducción

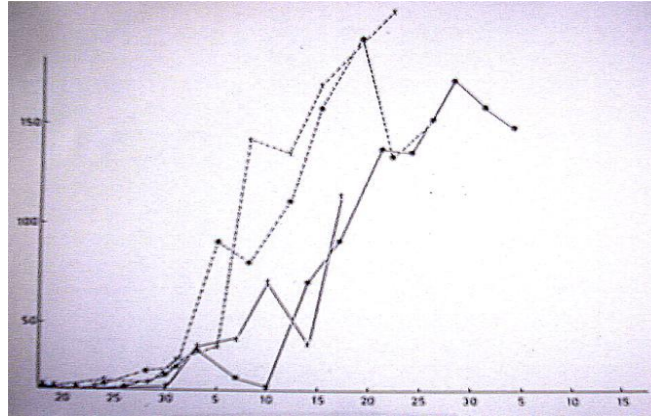
Problemas de calidad y madurez ocurren regularmente, incluso en fruta previamente inspeccionada. A continuación se mencionan los siguientes ejemplos:

1. **Firmeza.** Durante los 80s la industria de Sudáfrica casi pierde su mercado de pera Barlett. Una de las principales especificaciones en esta pera es que su firmeza se encuentre entre 17 y 23 lb. (20 lb. óptimo). Durante esa temporada en particular la fruta no maduro como usualmente lo hace y fue cosechada y vendida fisiológicamente inmadura. La pera debió de haber sido cosechada, en esa temporada, con una firmeza de 14 lb., fruta cosechada con esta firmeza se almacenó y maduró normalmente sin ningún problema.
2. **Color de fondo.** Durante los noventas en Nueva Zelanda tuvieron problemas de sobre maduración, a pesar de que los Neozelandeses son conocidos por su rigurosos estándares de calidad. Debido a condiciones climáticas, el color de su fruta era mas verde que lo normal, lo que ocasionó que la misma fuera cosechada fisiológicamente madura, llegando sobre madura a su destino
3. **Madurez en manzana Gala.** La temporada 1998-1999, a pesar del control de calidad, la manzana Gala de Brasil llegó sobre madura a Inglaterra. La principal razón fue que la compañía no tenía un programa para determinar la madurez fisiológica de la fruta.
4. **Escaldado.** La temporada pasada, la manzana Granny Smith del sur de Francia desarrollo escaldado a pesar de que la fruta fue cosechada de acuerdo a los parámetros de madurez desarrollados por Ctifl, Moissac (degradación de almidón). La fruta había sido cosechada fisiológicamente inmadura. Debido a condiciones climáticas durante ese verano, la fruta debió haber sido cosechada con un índice de almidón mucho menor.

Este tipo de problemas son costosos y no solamente el productor (quien no es pagado si hay problemas de calidad en la fruta, incluso cuando la fruta ya ha sido aceptada por personal de control de calidad), pero también el importador y el supermercado que tiene que reempacarla y encontrar quien le surta de fruta de buena calidad en corto tiempo y muy probablemente a precios no muy económicos.

Madurez- Antecedentes

Los frutos de pepita inician su madurez cuando el etileno esta siendo producido. La fruta cosechada justo ante de este paso (preclimaterica) tiene el más largo tiempo de almacenamiento (obviamente dentro de los límites del potencial de almacenamiento de la fruta). Ver figura



Yo le llamo a esto “Fecha de Liberación” (RD por sus siglas en inglés Release Date). Este es el momento en que el “cronómetro de madurez” inicia a correr. Cosechando antes de éste momento conducirá a desordenes fisiológicos y marchitamiento. Cada semana que la cosecha es retrasada después de la fecha de liberación (RD), la vida de almacenamiento es reducida por alrededor de un mes.

Mientras que la fruta no esta siendo cosechada, el cronómetro continúa corriendo. Como este cronómetro no es “Hecho en Suiza o Alemania” sino “Hecho en Corea”, la precisión es baja, que tan rápido corra depende de la variedad, el clima, el número de semillas y los niveles de Calcio.

Gala, Jonagold y Pink Lady son un ejemplo de variedades en donde el cronómetro corre rápido; Granny Smith y Fuji, por el otro lado, tienen un cronómetro más lento. Las primeras variedades necesitan un programa de madurez para la determinación de la RD y sus progresos. Con las otras dos variedades (Granny Smith y Fuji) la podemos llevar mas tranquila. Uno todavía tiene que estar pendiente de la madurez, ya que el desarrollo de la madurez varía de año a año, área a área, y huerta a huerta.

Tipos de Madurez

Existen diferentes tipos de madurez:

1. Fisiológica
2. En la pizca
3. Comercial

Madurez fisiológica

La madurez fisiológica describe el estado en que la fruta se encuentra (edad).

Existen dos métodos:

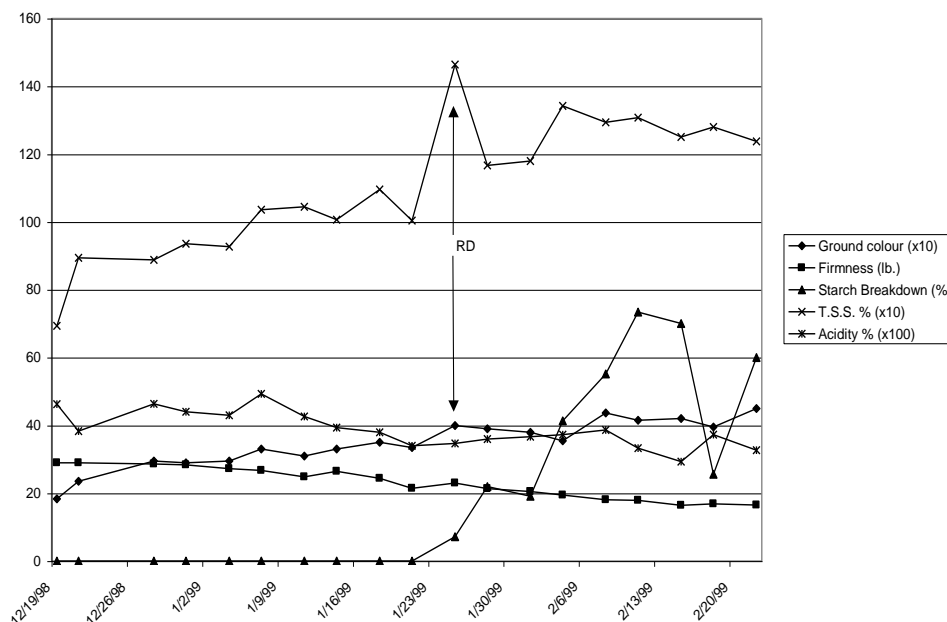
- Desarrollo de etileno
- Programa de madurez de la manzana del Estado de Washington (WSAMP) y el Programa *Tasc* de madurez (TMP)

Desarrollo del etileno

El método más acertado es el medir la producción de etileno en la fruta. El problema con este método requiere de equipo sofisticado, es difícil de llevar a cabo y no predice cuando ocurrirá la fecha de liberación (RD). Este método es usado en Chile, sin embargo, más como una herramienta de investigación para llegar eventualmente a una recomendación promedio.

WSAMP y TMP

Ambos programas son similares. Ellos establecen el RD determinando el “cambio en la velocidad de cambio” de sólidos solubles, acidez, firmeza y degradación de almidón. Ver gráfica.



La diferencia entre los dos métodos es que WSAMP ha estado trabajando con Golden Delicious y Red Delicious, mientras que TMP ha estado trabajando con las principales variedades de manzana y pera desde el principio (1979). Estas incluyen las nuevas variedades: Gala, Braeburn, Fuji, Pink Lady, Forelle y “Variedades Europeas” como Cox, Elstar y Jonagold. Además, el programa TMP tiene algunas cosas que el WSAMP no tiene.

Las ventajas de ambos sistemas son que la fecha de liberación RD puede ser predecida con 4 semanas de anticipación a que ésta ocurra, en cualquier variedad, mientras que con el método del etileno, la desventaja es que requiere de una labor intensiva.

No existe correlación entre la madurez fisiológica y la calidad. Cualquier correlación que ocurre es accidental. Esto será discutido mas adelante.

Madurez de pizca

Madurez de pizca (PM) es la madurez que incorpora calidad y puede o no coincidir con la madurez fisiológica. Este método usa color superficial, firmeza, color de la pepita, color rojo, degradación de almidón y sólidos solubles. Los parámetros han sido determinados mediante largos tiempos de investigación. Los mejores son los índices “Streif” y “Perlim”. Ellos incorporan firmeza, degradación de almidón y sólidos solubles TSS.

En la mayoría de los casos, PM coincide más o menos con la madurez fisiológica y por lo tanto con el cronómetro interno en la fruta.

La ventaja es que PM es rápido, no requiere de demasiado trabajo y no requiere interpretación. La desventaja es que PM es como una “receta”, por lo que en algunos casos PM puede ser completamente erróneo y darnos sorpresas que tengan implicaciones financieras.

Madurez comercial

La madurez comercial (CM) está basada en especificaciones (usualmente los mismos parámetros que los usados por PM) que son percibidas para cuantificar la calidad.

Las ventajas de CM es que da a los compradores un método sencillo que verifica la calidad de la fruta que ellos compran. La desventaja es la misma que con PM, está no dice nada acerca de la calidad interna y su susceptibilidad a desordenes fisiológicos en relación con la madurez fisiológica.

Lo mismo aplica para PM, uno no sabe que “hora es” en el reloj interno de la fruta.

Uno de los mejores ejemplos para explicar el concepto es la manzana chilena Granny. Cuando la fruta es cosechada para su exportación a los Estados Unidos e Inglaterra, en febrero, obviamente, esta cumple todas las CM especificaciones, tamaño, firmeza, color, sólidos solubles, jugosidad y sabor. Sin embargo, la fruta es completamente fisiológicamente inmadura. Por lo que está susceptible a todo tipo de desordenes fisiológicos, especialmente escaldado y “bitter pit”. Estos desordenes usualmente no aparecen durante el período en el que se pretende vender como fresca (7 semanas), sin embargo si este período por algún motivo es alargado, los mencionados problemas empiezan a aparecer.

Correlación calidad-madurez

No existe correlación entre calidad y madurez fisiológica. La fruta puede ser fisiológicamente madura y no tener buena calidad. Es decir que la fruta no cumpla con las especificaciones de tamaño, color, sólidos solubles, índice de almidón y sabor, pero es madura. El productor retrasará la cosecha hasta que las especificaciones se cumplan. Para este entonces, la madurez fisiológica está ya muy avanzada. Esto ocurre muy frecuentemente con Jonagold y en la temporada 98/99 con la Pink Lady en algunas áreas de Sudáfrica, Chile y Australia.

Por otro lado, la fruta puede ser fisiológicamente inmadura pero tener una madurez de pizca (PM) y/o cumplir con las especificaciones de calidad. La fruta cosechada a este tiempo es susceptible a todo tipo de desordenes fisiológicos. La manzana Granny Smith del sur de Francia, pizcada exactamente acorde con los parámetros oficiales para PM, desarrollaron escaldado en la temporada de 1998.

Para hacer una estimación racional de los problemas, al consignar la fruta uno debe conocer su madurez fisiológica (que tiempo tiene y que tan rápido corre su reloj).

1. Distribución de los parámetros de madurez en la manzana Gala de la temporada 98/99 (Brasil)

Huerta	Avg	P1-3C	P2-2	P2-4	P5-5	P5-7	P5-8	P5-17	P6-4	P6-7	P6-9	P6-15	P6-16	Min.	Max.
Fecha de liberación	2/6	1/28	2/11	2/22	2/22	1/18	1/25	2/15	2/17	2/8	2/8	2/4	2/8	1/18	2/22
DAFB	118.8	116	127	130	143	108	113	136	127	116	117	115	119	108	143
Peso g	132.7	125.2	117.3	130.2	165.6	98.4	101.5	116.9	172.8	161.3	150.6	119.5	149.0	98.4	172.8
Color	3.9	3.5	3.6	3.8	4.3	3.8	4.0	4.2	4.0	3.7	4.2	3.6	4.7	3.5	4.7
Color rojo %	73.3	61.0	46.5	70.5	63.5	53.5	71.5	80.0	95.0	97.5	79.5	86.0	92.0	46.5	97.5
Firmeza (lb.)	19.6	20.9	19.7	17.5	16.5	25.5	21.6	17.9	16.9	18.9	16.9	22.3	20.3	16.5	25.5
Tamaño (mm)	64.6	63.8	61.2	64.2	70.4	58.4	59.0	72.6	71.8	66.6	67.2	62.8	67.4	58.4	72.6
Deg. de almidón %	17.6	14.2	16.7	8.6	33.6	10.8	18.8	23.0	24.6	22.5	68.9	0.0	15.3	0.0	68.9
S.S. %	12.3	11.7	12.0	12.4	12.6	11.0	15.4	9.4	13.7	12.6	13.1	11.9	14.6	9.4	15.4
Acidez %	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.6

Parámetros

Firmeza

Primero que nada la firmeza tiene una correlación negativa con el tamaño de la fruta, a mayor tamaño de la fruta menor será la firmeza. La firmeza depende de la densidad celular además del contenido de calcio, fósforo y nitrógeno. La densidad de la célula depende en como la fruta ha sido programada en el verano e invierno anterior y los primeros 40 días después de la floración. El tamaño de la fruta y la densidad celular dependen del estrés en la temporada previa al igual que de los niveles de calcio, fósforo y nitrógeno.

La fruta con alta densidad celular tiene células más pequeñas y por lo tanto mayor firmeza. Alto contenido de nitrógeno en la fruta conduce a una menor firmeza. Lo opuesto ocurre con el calcio, bajos niveles conducen a baja firmeza, fruta con bajos niveles de calcio tiene una estructura débil en la pared celular.

Antes de la fecha de liberación RD (madurez fisiológica óptima) la firmeza cae lentamente. Después del RD la caída seminal incrementa. La velocidad de caída actual depende de los niveles de calcio y nitrógeno. Al inicio del envejecimiento de la fruta, la firmeza de hecho incrementa nuevamente.

Cuando la fruta envejece la lamela media (la que une las células) desaparece. La fruta se vuelve arenosa volviendo difícil el cortar las células con los dientes para liberar su jugo, a pesar de que la fruta contenga la misma cantidad de jugo que la fruta fresca. El mismo efecto ocurre cuando se hace el examen de textura.

Degradación de almidón

La degradación de almidón es frecuentemente usada como un indicador de madurez confiable. Esto es cierto si uno sabe cual es el grado de degradación del almidón al cual la fruta se encuentra un estado de madurez fisiológica óptima. Usando esto como base, la fruta con más alto nivel será una fruta pasada y a bajos niveles uno pudiera deducir que la fruta no esta fisiológicamente madura. Si uno observa la gráfica,

uno observa que a la misma madurez fisiológica, los niveles de almidón pueden variar de 0% hasta 68% para diferentes temporadas, regiones y huertas.

Orchards	Avg.	P1-3C	P2-2	P2-4	P5-5	P5-7	P5-8	P5-17	P6-4	P6-7	P6-9	P6-15	P6-16	Min.	Max.
Release Date	2/6	1/28	2/11	2/22	2/22	1/18	1/25	2/15	2/17	2/8	2/8	2/4	2/8	1/18	2/22
Starch B. (%)	17.6	14.2	16.7	8.6	33.6	10.8	18.8	23.0	24.6	22.5	68.9	0.0	15.3	0.0	68.9

¿Qué estamos midiendo cuando determinamos degradación de almidón? Usando la prueba de yodo nosotros determinamos si hay almidón en cierto lugar, no cuanto almidón existe. El almidón está formado desde afuera hacia el centro de la fruta. Este puede ser analizado 8 semanas antes del tiempo de cosecha esperado. Analizándolo una semana después se observará menos degradación de almidón y dos semanas después el examen de yodo mostrará una superficie totalmente negra. Solo entonces, cuando el proceso de madurez comienza, el almidón empieza a ser degradado.

Es por tanto imposible determinar la madurez de una fruta con una o dos muestras basándonos en la degradación de almidón. Una aproximación puede hacerse cuando uno conoce el nivel de degradación de almidón al cual existe la madurez fisiológica para una temporada específica, una región específica y una huerta específica.

Los factores que influyen en los niveles de almidón en la fruta son

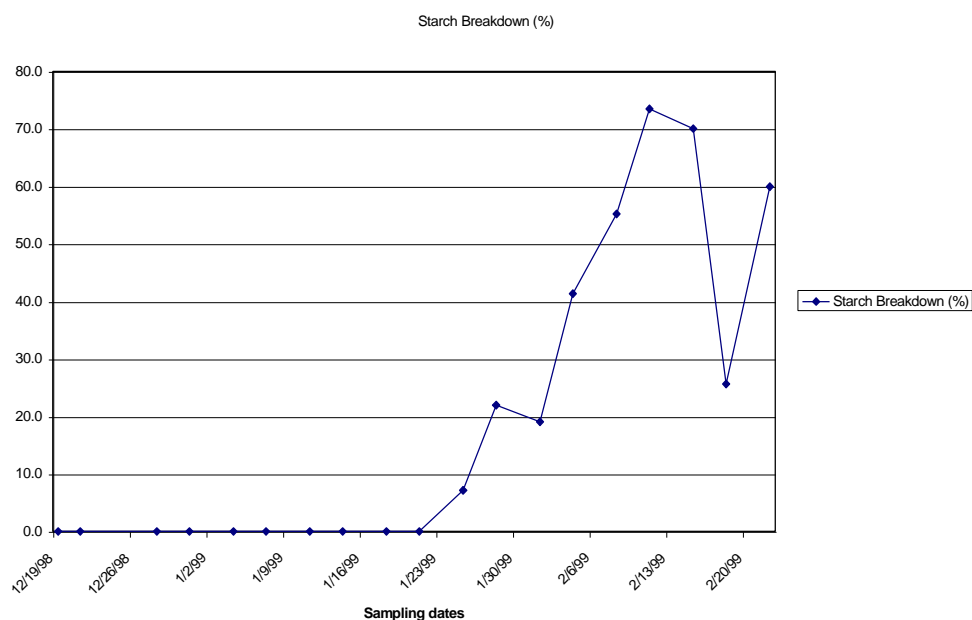
1. Estrés climático – Altos niveles de estrés parán el proceso de asimilación. Algunos productores, asesores y organizaciones hacen uso de un programa enfocado al clima que cuantifica estas condiciones.
2. Régimen de Humedad – Suelos secos, especialmente en conjunto con un estrés climático, impiden grandemente la formación de almidón. Algunos equipos como los “neutron probes” ayudan a mantener un nivel óptimo de humedad.
3. Carga de producción - Tiene un efecto en la formación de carbohidratos. Cuanto mayor es la carga, menor será el tamaño de la fruta, afectando la producción de almidón. Sería una buena idea darle un vistazo a la huerta para tener una idea de cual será esta relación para de esta manera estimar la descomposición de almidón que se puede esperar.
4. Niveles de potasio de la fruta tienen un efecto positivo en los niveles de almidón. Esto puede ser medido viendo los reportes de análisis del proveedor de la fruta.
5. Cualquier cosa que afecte la salud de las hojas, plagas, enfermedades y daño físico.

Purportedly immature (low starch breakdown)	Production Factors	Purportedly over-mature
Low	Fruit load	High
Very Large	Fruit size	Small
Dark green	Leaf colour	Poor, N shortage
High	Exposure to sun	Low, shade
Purportedly immature (low starch breakdown)	Climatic Factors	Purportedly over-mature
Optimum	Temperature	Low, excessive
Optimum to slightly dry	Soil moisture level	Too wet, very dry
High	Light intensity	Low

Los niveles de almidón son determinados usando gráficas de degradación del almidón. Existen diferentes tipos de gráficas, algunas tienen una escala de 5 otras de 8 y otras de 10. En Sudáfrica un medido de degradación del almidón es usado, este método es menos subjetivo y tiene la ventaja de que es sencillo de usar.

El monitoreo de la degradación de almidón de manera regular (una o dos veces por semana), permitirá el observar el desarrollo de la degradación a una velocidad lenta hasta el día que repentinamente muestre un incremento significativo comparado con el valor de la semana anterior. Esto coincide con el RD discutido anteriormente.

Después de un tiempo (de un mes a seis semanas), cuando todo el almidón ha sido usado, los niveles de azúcar empiezan a decaer al igual que la firmeza.



Color base.

De igual manera que con los otros parámetros, el color no indica nada por si solo acerca de la madurez fisiológica de la fruta. El color depende de la cantidad de nitrógeno y calcio en la fruta. Altos niveles conducen a un color verde al punto de madurez fisiológica. Cuando el color es usado como un parámetro de madurez o especificación de calidad éste podría conducir a una fruta con un grado avanzado de madurez en algunas temporadas (esto es lo que pasó con la manzana de Nueva Zelanda unos años atrás). Problemas estacionales pueden ocurrir durante condiciones climáticas no-estresantes (normalmente más frío con más alta humedad relativa) conforme la absorción de Ca y N se facilita. Revise el análisis de la fruta para estimar que puede ser esperado.

Desarrollo de color rojo

El color rojo necesita de tres prerequisites principales (además de tratarse de una variedad roja o bicolor):

1. Como una base necesita de carbohidratos. Entre mas altos sean los niveles de almidón, mayor será el potencial de desarrollar color. Por lo tanto, los mismos factores que gobiernan la formación de almidón, gobiernan el desarrollo de color rojo. Fruta con bajos niveles de almidón y por lo tanto en etapas tempranas de degradación del almidón tendrá una pobre coloración.

2. Niveles óptimos de potasio
3. Diferencia entre la temperatura diurna y nocturna

Cuando falta uno de estos prerrequisitos, se afectará el desarrollo de color.

En un año de frutas con buen color, aquellos bloques con araña roja y problemas de humedad en el suelo con bajos niveles de potasio tendrán problemas desarrollando color y presentaran degradación temprana de almidón a pesar de no presentar signos fisiológicos de madurez.

Fruta con niveles bajos de potasio tendrá problemas de desarrollo del color rojo.

La afirmación de que, por ejemplo Jonagored es mas temprana que Jonagold es incorrecta. No hay diferencia en madure fisiológica entre estas dos variedades (mutaciones). Sin embargo, Jonagored es más fácil de cosechar en una etapa fisiológica correcta debido a su más temprano desarrollo de color.

Azúcar (TTS)

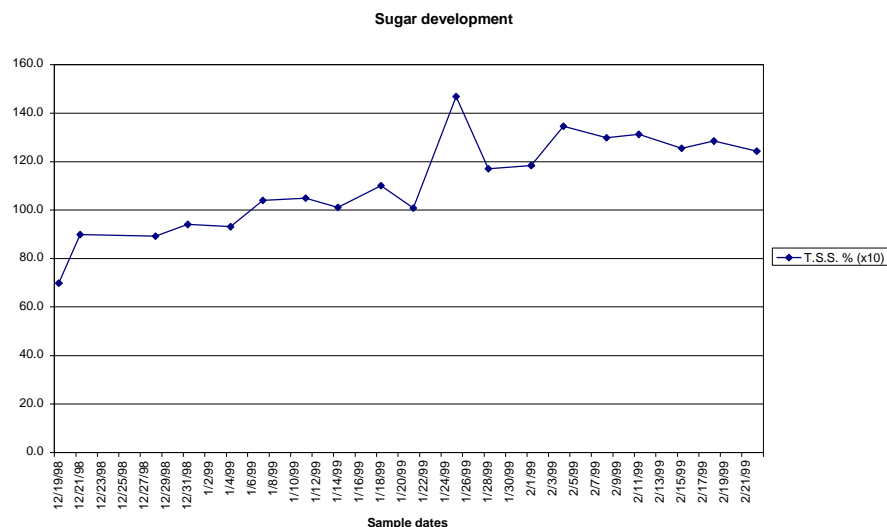
La base de los azucares son los carbohidratos. Por lo tanto, las mismas condiciones mencionadas en la sección de “degradación de almidón” se requieren aquí.

Dependiendo en las condiciones, la fruta puede alcanzar la madurez fisiológica tanto a altos como bajos niveles de TTS.

Orchards	Avg	P1-3C	P2-2	P2-4	P5-5	P5-7	P5-8	P5-17	P6-4	P6-7	P6-9	P6-15	P6-16	Min.	Max.
Release Date	2/6	1/28	2/11	2/22	2/22	1/18	1/25	2/15	2/17	2/8	2/8	2/4	2/8	1/18	2/22
T.S.S. %	12.3	11.7	12.0	12.4	12.6	11.0	15.4	9.4	13.7	12.6	13.1	11.9	14.6	9.4	15.4

Las implicaciones de esto son que durante temporadas y condiciones con bajos niveles de azúcar, la fruta se deja colgando en el árbol hasta que se cumplen las especificaciones lo que sin embargo no impide que la madurez de la fruta cosechada en esta etapa pueda ser avanzada. Los niveles de azúcar continúan incrementándose en la tienda. Se puede predecir cuando la fruta alcanzara ciertos niveles de azúcar, siempre y cuando se monitoree a intervalos regulares.

Los valores de TTS cambian lentamente a partir de las seis semanas antes de la fecha más temprana de cosecha esperada. Incrementos semanales son pequeños. Madurez fisiológica ha sido alcanzada cuando el incremento semanal de TTS muestra un cambio significativo (brinco), seguido por un más rápido desarrollo de TTS que incrementa durante almacenamiento.



En el momento que TTS empieza a descender, la senescencia ha comenzado y se puede esperar que la firmeza empiece a decrecer más rápidamente y que la fruta se vuelva arenosa. La razón para esto es que las reservas (almidón) han sido totalmente usadas y por lo tanto la fuente de azúcar se ha terminado. Fruta cosechada requiere azúcar (combustible) para quemar para mantener sus procesos vitales. Durante el almacenamiento ULO -, CA - y RA, los procesos vitales se detienen hasta cierto punto, dependiendo del tipo de almacenamiento. Sin embargo, combustible esta siendo quemado de cualquier manera y cuando la fuente de combustible se agota, la fruta todavía quiere seguir viviendo. En este punto, la fruta comienza a convertir el “paquete” que se encuentra entre las células en azúcares. En este punto es cuando la arenosidad y la pérdida de firmeza comienza.

Acidez

Los niveles de acidez son influenciados positivamente por los niveles de potasio en la fruta.

La acidez tiene una correlación negativa con el peso de la fruta.

Al comienzo del monitoreo de la acidez en una fruta, esta decrece de semana a semana. En el momento en que se detecta un decremento pronunciado de la acidez de semana a semana se ha alcanzado la madurez fisiológica (RD).

De la misma manera que con los otros parámetros discutidos, los valores absolutos de acidez pueden variar en una amplio rango.

Orchards	Avg.	P1-3C	P2-2	P2-4	P5-5	P5-7	P5-8	P5-17	P6-4	P6-7	P6-9	P6-15	P6-16	Min.	Max.
Release Date	2/6	1/28	2/11	2/22	2/22	1/18	1/25	2/15	2/17	2/8	2/8	2/4	2/8	1/18	2/22
Acidity %	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.3	0.3	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.6

La acidez continúa bajando durante el almacenamiento. La fruta comienza su proceso de senescencia en el momento en que la tasa de descenso de la acidez se incrementa significativamente.

Cociente Azúcar/Acidez

La dulzura de la fruta depende en gran medida de la relación entre azúcar y acidez.. Por ejemplo, la variedad Fuji tiene valores de acidez relativamente altos comparados con otras variedades (más alto que Red Delicious por ejemplo). Sin embargo, sus niveles de azúcar son muy altos también. Las manzanas Fuji consumidas al tiempo de su cosecha todavía tienen un sabor ácido. Durante el almacenamiento, los niveles de azúcar se incrementan y los niveles de acidez bajan, incrementando el cociente azúcar/acidez. Esto se aplica a todas las manzanas y peras. Esta es la razón por la cual manzanas Breburn y Granny Smith saben más dulces después de un tiempo de almacenamiento. Fuji comparada con otras variedades pierde su acidez muy rápido, rápidamente resultando en una manzana muy dulce.

A pesar de que TSS es frecuentemente usado como un índice de dulzura, no necesariamente significa que una fruta con alto TSS sepa dulce. Una fruta puede ser dulce a valores bajos de TSS dependiendo en el cociente Azúcar/Acidez.

Un mejor índice para determinar la calidad al gusto puede ser el índice de Thialut. Este índice está basado en los niveles de azúcar y de acidez. El índice para Golden Delicious es 180, Red Delicious 160 a 170 y Granny Smith 180 a 190.

Influencia Climática en la Calidad y Especificaciones

Firmeza

Depende en la densidad de células y de su turgencia (contenido de agua de la fruta). Entre más alta sea la densidad de células, más pequeñas serán las células y más firme será la fruta. Manzanas como Gala naturalmente tienen una alta densidad de células.

Las bases para la fruta de una temporada se fijan en la temporada anterior en el verano, comenzando durante la floración (programación). Todas las condiciones (ambientales, carga de cultivo, vigor del árbol, plagas y enfermedades) que causan estrés durante el verano previo afectan el número de células y peso de la fruta de la temporada siguiente. Durante la mitad del invierno, alcanzado el 80% del peso de la fruta, el número de células ha sido determinado (Investigación Sudafricana). En países con inviernos tibios, el tamaño de la fruta se ve afectado por la ausencia de condiciones de frío. Esta es la razón por la cual Gala en Brasil es típicamente pequeña y poco más larga en África del Sur, seguido por Nueva Zelanda y Chile. El estado de Washington produce las manzanas Gala más grandes.

Las condiciones durante los primeros 40 días después de la floración tienen otra influencia en la densidad de células. Después de esto el tamaño de la fruta se define únicamente por el crecimiento de las células.

Un parámetro de calidad de la fruta es el tamaño. Una fruta de 75 mm puede tener un número grande de pequeñas células o un número pequeño de células grandes, dependiendo de cómo fue programada la fruta.

Fruta con pocas células tendrá más baja firmeza en el momento que alcance la madurez fisiológica. Esto significa que en ciertas temporadas las especificaciones de firmeza son relativamente muy altas en relación con la madurez fisiológica. Cosechar la fruta en niveles normales de especificación llevara a la cosecha de frutas inmaduras y susceptibles a padecer desordenes fisiológicos como “bitter pit” y escaldado.

Susceptibilidad al magullamiento

La susceptibilidad al magullamiento depende de la turgencia de la fruta y de la densidad de células. Todos los factores que afectan la firmeza afectan también la susceptibilidad al magullamiento. Frutas con un bajo número de células grandes son más susceptibles a magullarse que frutas con altos números de células chicas.

Desordenes fisiológicos

Los factores climáticos descritos anteriormente también aplican aquí.

La mayoría de los desordenes fisiológicos dependen en el nivel de calcio en las solución celular. Durante mediados de diciembre en el hemisferio sur y mediados de junio en el hemisferio norte prácticamente todo el calcio se encuentra ya presente en la fruta. Después de esta fecha, prácticamente nada de calcio es adicionado a la fruta. Asperjado de calcio puede ayudar, pero solo puede proporcionar una cantidad limitada. Hasta cierto punto el asperjado con calcio ayuda a mantener los niveles en un cierto nivel. Sin embargo, si el nivel del calcio es muy bajo, en esta fase del proceso asperjado no ayudara a rectificar el problema. Conforme las células se agrandan el nivel de calcio se reduce debido a dilución. El efecto de dilución será mayor cuando las frutas han sido programadas para tener un número reducido de células grandes lo cual puede llevar los niveles de calcio debajo de niveles críticos.

Un problema adicional se encuentra en el verano de la temporada actual. Si este es un verano con muchas condiciones de estrés, el calcio será extraído de la fruta. A altas temperaturas y baja humedad relativa, las hojas cierran sus estomas (como una válvula de seguridad en una bomba de succión) para prevenir deshidratación del árbol. Para poder seguir funcionando, el árbol extrae humedad de la fruta. Junto con el agua, también se extraen nutrientes, incluido el calcio. Cuando las condiciones vuelven a una situación normal, el agua incluyendo a los nutrientes (excepto el calcio) son devueltos a la fruta. Esto significa que en años de alto estrés, la susceptibilidad a desordenes fisiológicos es mayor (incluyendo bitter pit y scalding).

Conclusión

Por lo antes expuesto vale la pena informarse sobre las condiciones climáticas de la temporada pasada, del invierno pasado y de la temporada actual, para determinar los problemas que uno puede esperar. África del sur (Productores individuales y Hortec), Chile (Universidad de Talca) y Holanda (DLV) conducen un programa de clima para diferentes regiones con el cual cuantifican las condiciones climáticas. Estando informado sobre las condiciones climáticas nos ayudara a darnos una idea de los problemas que se pueden esperar.

Influencia de las plagas, enfermedad, daño físico (por ejemplo granizo) en la calidad.

En este artículo los aspectos de calidad externa como lesiones, infestación por polillas y daño por granizo no son discutidos.

Además de los problemas mencionados anteriormente, plagas, enfermedades e inclusive granizo pueden afectar la calidad interior de la fruta. Cualquier cosa que interfiera con la eficiencia de las hojas para asimilar, y consecuentemente con la formación de carbohidratos, tiene un efecto negativo en la degradación del almidón, en los niveles de azúcar, en el desarrollo de color rojo, en la firmeza y en los desordenes fisiológicos. Bloques o huertas con importante infestación de araña roja muestran avanzada degradación de almidón antes de que la fruta alcance su madurez fisiológica y típicamente tienen pobre

desarrollo de color rojo. Granizo intenso que no solo ha dañado la fruta sino también ha dañado seriamente o inclusive arrancado hojas de los árboles afecta no solo la calidad interna de esa temporada (firmeza, desordenes fisiológicos, magullado) pero también la de la siguiente temporada.

Etileno

Después de que la fruta ha alcanzado su madurez fisiológica (Fecha de liberación RD), por ejemplo pasado el climaterio (Ver la figura en la pagina) el etileno comienza a desarrollarse. El desarrollo es auto-cíclico, lo que significa que el desarrollo no es lineal sino cuadrático. (Algo similar a una bomba atómica).

La tasa a la cual el etileno se genera depende en la temperatura, atmósfera, niveles de calcio en la fruta y el daño de la fruta (magulladuras, picado de insectos, y cortadas). La tasa también depende de la variedad, por ejemplo Gala, Jonagold y Red Delicious tiene una alta tasa de producción de etileno, mientras que Fuji y Granny Smith tienen una baja tasa. Por ejemplo, a 0°C, Gala produce de 4 a 12 μ l/hr.

Factores que afectan la producción de etileno

1. **Retardo entre la fecha de liberación y la fecha de cosecha.** Entre más grande sea el retraso, más alta la tasa de producción de etileno.
2. **Temperatura después de la cosecha de la fruta.** Bajas temperaturas frenan la producción de etileno. Esta es la razón por la cual la fruta debe ser idealmente enfriada dentro de las 48 hrs. después de cosechado (el momento en que la fruta ha sido removida del árbol) a una temperatura interna de -0.5°C . Esto significa que no solo tiene un que cuidar el tiempo que pasa la fruta en la empacadora, pero también cuanto tiempo tardo en llegar a la empacadora.
3. **Atmósferas CA – y ULO** frenan la producción de etileno. Establecer el régimen CA – o el ULO en una bodega no deberá tomar más de 7 días para fruta “orchard-run” y 21 días para fruta preseleccionada después del comienzo de la cosecha.
4. **Niveles de Calcio.** Entre mas alto sea el nivel de calcio, mas lenta es la producción de etileno. Siempre hay que determinar los niveles.
5. **Fruta dañada físicamente (magulladuras, cortes, etc.)** tiene altos niveles de producción de etileno. Esta fruta puede ser retirada durante la clasificación pero ya ha causado daño en la bodega.

A pesar de que bajas temperaturas y CA o ULO frenan la producción de etileno, esta no se detiene totalmente. Se ha observado que Jonagold en madurez avanzada con alta producción de etileno genera scald en CA y no en RA aunque hayan sido almacenadas al mismo tiempo en RA y CA, a pesar de que la fruta en RA produjo más etileno que la almacenada en CA. Debido a que el almacenamiento CA es herméticamente sellado, el etileno no puede ser eliminado y sus niveles comienzan a incrementarse a niveles peligrosos, mientras que en el sistema RA el etileno se diluye periódicamente.

Seria interesante conocer los niveles de etileno producidos por fruta que es movida de un almacén RA a uno CA para reducir la pérdida de firmeza durante el almacenamiento. El análisis de etileno es difícil y por lo tanto no es práctico, aunque en Chile el etileno es medido periódicamente como parte de su programa de calidad. Por otro lado uno puede fijarse en el retardo entre la fecha de cosecha y la fecha de liberación, tardanza para enfriado y niveles de calcio.

Fruta de “Calidad” contra fruta “Hinchada”

Fruta de “Calidad” es una fruta que ha sido programada correctamente i.e. tiene alta densidad de células y es pesada para su tamaño. Fruta “Hinchada” tiene una baja densidad de células y es usualmente ligera para su tamaño. Fruta hinchada usualmente es menos firme y más susceptible ha magullado y desordenes fisiológicos. Cuando la fruta hinchada es empacada se batalla para obtener el peso mínimo por caja. La probabilidad de obtener fruta hinchada se puede determinar conociendo las características climáticas o determinando el peso específico de los frutos. Dividiendo el peso del fruto entre el fruto diámetro el peso específico puede ser aproximado. Frutas con una relación pequeña de peso a tamaño usualmente están “hinchadas”.

Predicción de especificaciones

Existen simples cálculos que permiten determinar la fecha en la cual se alcanzaran las especificaciones mínimas aceptables. Pruebas a intervalos mínimos de 7 días en la fruta son necesarias para poder hacer estas predicciones.

Firmeza

$$\text{Cut-off date} = A + (\text{Fa} - \text{FS}) / ((\text{Fb} - \text{Fa}/\text{Sb} * \text{Sa}) / (\text{A} - \text{B}))$$

A = date current analysis

B = date previous analysis

Fa = firmness current analysis

Fb = firmness previous analysis

FS = lowest acceptable firmness specification

Sa = fruit size current analysis

Sb = fruit size previous analysis

E.g. A = 22/02/99; B = 15/02/99; Fa = 15.9 lb.; Fb = 17.9 lb.; FS = 15 lb.; Sa = 65.4 mm; Sb = 64.4 mm

$$\begin{aligned} \text{Cut-off date} &= 22/02/99 + (15.9 - 15) / ((17.9 - 15.9/64.4 * 65.4) / (22/2 - 15/2)) \\ &= 22/02/99 + 0.9 / (1.75/7) \text{ i.e. } 22/02/99 + 0.9/0.25 \text{ i.e. } 22/02/99 + 3.59 = \mathbf{25/02/99} \end{aligned}$$

The same formula works for kg, too

Starch

$$\text{Cut-off date} = A + (\text{SS} - \text{Sa}) / ((\text{Sa} - \text{Sb}) / (\text{A} - \text{B}))$$

A = date current analysis

B = date previous analysis

Sa = starch current analysis

Sb = starch previous analysis

SS = highest acceptable starch specification

E.g. A = 03/05/99; B = 19/04/99; Sa = 30%; Sb = 15%; SS = 50%

$$\begin{aligned} \text{Cut-off date} &= 03/05/99 + (50 - 30) / ((30 - 15) / (03/05 - 19/04)) = 03/05/99 + 20 / (15/14) = 03/05/99 + \\ &20/1.07 = 03/05/99 + 18.7 = \mathbf{22/05/99} \end{aligned}$$

TSS (sugar)

$$\text{Date} = A + (\text{TS} - \text{Ta}) / ((\text{Ta} - \text{Tb}/\text{Ca} * \text{Cb}) / (\text{A} - \text{B}))$$

A = date current analysis

B = date previous analysis
Ta = TSS current analysis
Tb = TSS previous analysis
TS = required TSS specification
Ca = calyx width current analysis
Cb = calyx width previous analysis

E.g. A = 22/02/99; B = 15/02/99; Ta = 10.5 %; Tb = 10.1 %; TS = 11.5 %; Ca = 25.4 mm; Cb = 26.0 mm
Date = $22/02/99 + (11.5 - 10.5) / ((10.5 - 10.1 / 25.4 * 26) / (22/02 - 15/02)) =$
 $22/02/99 + 2 / (0.16/7) = 22/02/99 + 2/0.023 = 22/02/99 + 9 = 3/03/99$

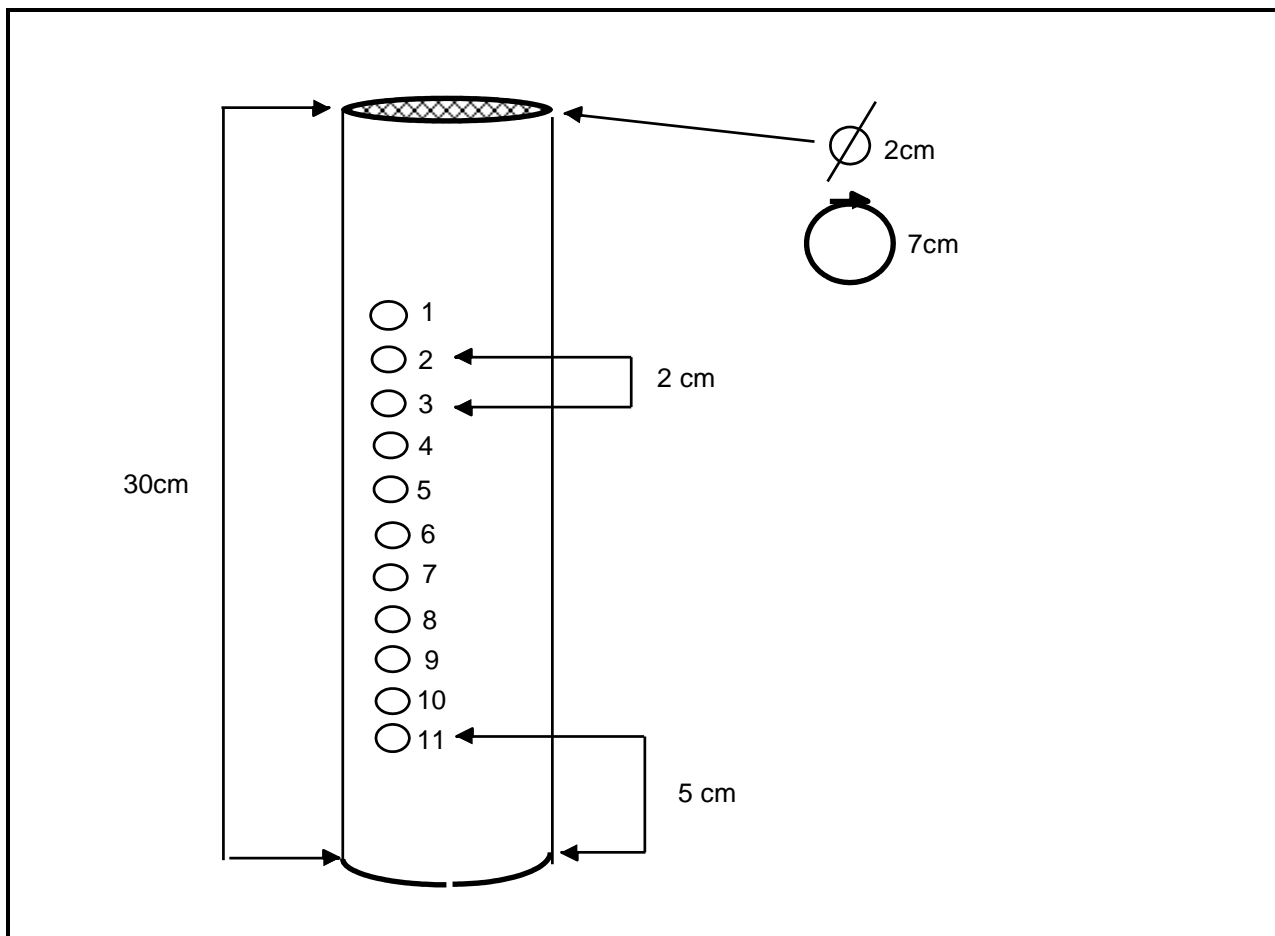
Prueba de susceptibilidad al bitter pit

Para predecir el porcentaje de bitter pit en un determinado lote hay que sumergir la fruta en una solución de 2000 ppm de ethephon, 42 ml Ethrel 48% a.i. por 10 lt de agua. Guardar a temperatura ambiente en bolsas de plástico abiertas y evalúe después de 7-10 días. El porcentaje de bitter pit después de almacenamiento equivale a 67-75% del porcentaje encontrado durante la prueba.

Prueba de susceptibilidad al magullado

Magullómetro

Este instrumento consiste en un tubo de plástico puesto en el ecuador de la manzana y un peso de 50 g que se deja caer desde once posiciones predeterminadas en el tubo. Por lo tanto once diferentes magulladuras pueden ser hechas en la manzana (ver la figura).



Midiendo el diámetro de la magulladura, uno puede determinar en que posición se produjo la primer magulladura inaceptable (10 mm). Cada posición en el tubo es numerada de uno a once desde la parte superior. Este número se conoce como índice de magullamiento. Este índice es únicamente una cuantificación relativa del potencial de magullamiento.

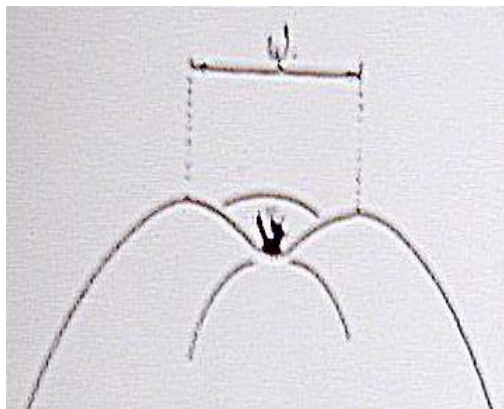
Después de magullada, la fruta debe ser almacenada por dos o tres horas antes de evaluación.

Correlación entre el TSS y otros parámetros y especificaciones

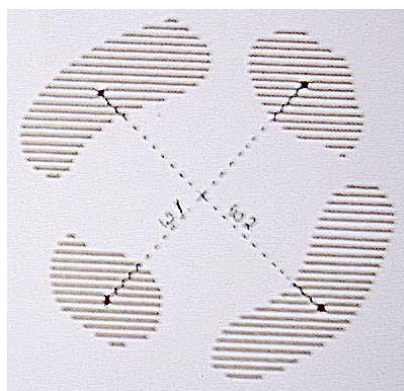
Ancho del Cáliz

El ancho del cáliz se correlaciona positivamente con TSS. Entre más grande el cáliz más alto el TSS. Frutas con un cáliz ancho bien desarrollado, tiene altos niveles de azúcar y sabrá más dulce que fruta con un cáliz angosto y puntiagudo. Esta correlación desaparece cuando la fruta ha sido tratada con BA (Promalin o Accel).

Para medir el ancho del cáliz para calcular TSS se hace una mancha del cáliz en un papel con tinta. Ver la Figura.



Stamp pad imprint



Color base

Entre más amarillo sea el color base más alto el TSS o dulce la fruta.

Vigor del árbol

Fruta procedente de árboles con excesivo vigor típicamente tendrán bajos niveles de TSS o serán bajos en azúcar. Esto significa que aunque se retrase la cosecha o se deje la fruta en almacenamiento refrigerado el TSS continuara siendo bajo. Los carbohidratos (la base para los azúcares) serán desviados a los brotes en vez de ir a las frutas.

Vale la pena visitar las huertas de donde proviene la fruta para darse una idea de los niveles potenciales de azúcares.

Algunas temporadas se caracterizarán por crecimiento vigoroso. Esos años serán relativamente bajos en azúcar. Esperar que los azúcares alcancen los niveles deseados puede significar el permitir que la madurez fisiológica se encuentre en un estado avanzado al tiempo de cosecha. En ese caso aunque las especificaciones de azúcar se han cumplido otros problemas fisiológicos ocurrirán. Durante algunas temporadas o huertas específicas las especificaciones de TSS nunca se alcanzaran.

Semillas (Que nos dicen)

Las semillas nos dan información acerca de la tasa a la que se alcanzara la madurez y sobre la potencial susceptibilidad de la fruta a desordenes fisiológicos. Las semillas no indican nada sobre la madurez actual.

El color de las semillas no dice nada acerca de la madurez fisiológica de la fruta. Las semillas maduran independientemente de la fruta. Uno de los factores es la variedad que poliniza la fruta. Las semillas pueden ser desde blancas hasta cafés en el momento de madurez fisiológica.

Sin embargo, el número de semillas tiene una influencia en el desarrollo de la madurez y en los niveles de calcio en la fruta. Fruta con números pequeños de semillas maduraran relativamente más rápido que fruta con muchas semillas. Un paquete completo de semillas será de 10 para manzanas y 12 para peras. En promedio, hay 6 semillas por fruta. Las semillas producen una hormona que retrasa la producción de etileno y frena la maduración. El número de semillas se correlaciona con la absorción de calcio también. Fruta con pocas semillas tiene relativamente bajos niveles de calcio lo que las hace mas susceptibles a desordenes fisiológicos.

En la práctica, esto significa que cuando se lleva a cabo la prueba del almidón hay que contar las semillas al mismo tiempo. Si el conteo es bajo seria prudente revisar el programa de maduración del productor y el empacador, las fechas de cosecha, los análisis de la fruta y hacer una prueba de bitter pit.

Senescencia (como saber cuando el proceso ha comenzado)

Durante almacenamiento los niveles de TSS siguen incrementándose conforme el almidón se convierte en azúcare. Dependiendo en el contenido de almidón de la fruta al momento de entrar en el almacén y el tipo de almacenamiento (RA, CA, ULO), los niveles de TSS eventualmente se estabilizan y comienzan a declinar. En este momento los niveles de las reservas de almidón se han acabado. Para mantener los procesos vitales la fruta comienza a convertir el paquete entre las células, las células comienzan a separarse y la fruta se vuelve arenosa. La firmeza usualmente se incrementa cuando la fruta comienza a volverse arenosa.

La calidad de la fruta no tiene que ser afectada al principio de proceso de senescencia. Al comienzo de este proceso los niveles de firmeza, azúcares y calidad sensorial están usualmente por encima de los niveles mínimos requeridos. En este punto sin embargo, los niveles de acidez y la firmeza comenzaran a decrecer de manera acelerad y los niveles de azúcar seguirán decreciendo. Fruta en almacenamiento que muestra estos signos debe ser comercializada primero.

El comienzo del proceso de senescencia puede ser determinado muestreando la fruta en almacenamiento a intervalos regulares. Idealmente, la fruta debe ser analizada al momento que la bodega es cerrada y una vez al mes. Cerca del final del periodo de almacenamiento los análisis se deberán conducir cada dos semanas o incluso semanalmente. Los periodos de muestreo deben reducirse conforme las condiciones de la fruta empeoran.

Quien se beneficia de estos conocimientos?

1. Obviamente el transportador y empacador ya que les indica cual bodega abrir primero.
2. El comprador u oficial de control de calidad tanto de importadores como de distribuidores, ya que les dará una idea de las condiciones fisiológicas en las que se encuentra la fruta. Con estos conocimientos

serán capaces de leer el reloj interno de las frutas. Una fruta que cumple con las especificaciones puede estar en perfectas condiciones o haber comenzado el proceso de senescencia. La pregunta pertinente en este último caso es si la fruta resistirá el transporte y manipulación en la cadena de comercialización.

Arenosidad vs Blandura

El término arenoso es frecuentemente usado de manera equivocada. Usualmente se usa para decir que la fruta es blanda y por debajo de las especificaciones específicas de esa variedad. Cuando una fruta es blanda es también jugosa. La única diferencia es que no produce la sensación crujiente al ser mordida. Por otro lado una fruta arenosa es blanda, pero no es jugosa y tiene un sabor como a corcho. En una fruta arenosa, las células se han separado. La sensación producida en la boca es la de masticar un pedazo de espuma plástica de poliestireno.

La diferencia entre fruta blanda y fruta arenosa es que en la fruta blanda todavía podemos liberar el jugo dentro de las células al masticar, mientras que en una fruta arenosa es imposible extraer el jugo ya que las células se separan y no pueden ser exprimidas individualmente. Un dato interesante es que cuando se emplea un método de extracción de jugo, la cantidad extraída de fruta normal y una arenosa es la misma.

Que se puede aprender de un programa de madurez?

Un programa de madurez que determina madurez fisiológica como el programa de madurez Tasc's de los productores de manzana del estado de Washington y el programa usado por Hortec Research Services en África del sur (cuando funciona bien) indicará exactamente en que estado se encuentra la fruta y como se esta desarrollando. Esto es cuando se enciende el cronometro interno y que tan rápido corre.

Cualquier programa que funciona con parámetros fijos y especificaciones puede coincidir con la madurez fisiológica, pero puede estar errado sin remedio. En caso de que esto suceda es demasiado tarde y el daño esta hecho, como en el caso de África del sur BCs (Bartletts=Williams) o las Grannies Francesas.

Un programa de madurez debe ser bien planeado y conducido por personal calificado que sepa interpretar los resultados.

Que se puede aprender del análisis de frutas?

El comprador u oficial de control de calidad puede obtener mayor información sobre el potencial de desordenes fisiológicos (bitter pit, scald, etc.), la descomposición del almidón, la firmeza, el color base, el desarrollo de color rojo, el desarrollo de la madurez y los periodos de cosecha y almacenamiento. Aquí aplica lo mismo que para el programa de madurez, la organización debe tener suficientes muestras para que sea representativo y que personal calificado interprete los resultados.



**Traducción Dra. Isela Olivas
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A. C.**