

La “Alquimia” del tueste de café

Una mirada a los ácidos orgánicos

Por Joseph A. Rivera

Traducido por Luz Stella Artajo Medina



“Cuanto más se deja enfriar la infusión de café, mayor es la percepción de acidez”

Mencionar la palabra “alquimia” inmediatamente trae a la memoria hombres de barba larga de la época medieval mezclando pociones mágicas en sus interminables búsquedas por convertir el plomo en oro. A pesar de que los frutos de los primeros alquimistas nunca fueron recogidos en su totalidad, la búsqueda en proporcionar mayor valor a algo tan común como el plomo aún continúa fascinando a la humanidad.

El caso de los tostadores de café no es diferente. Quién más quien menos, en su trabajo diario, convierte miles de kilos de un grano verde en una materia que posee más de mil compuestos distintos y desarrolla aromas de tanta complejidad como ningún otro. Aún si la idea de transformar el plomo en oro suena

como algo no plausible, es necesario pensar en este concepto de nuevo. De acuerdo a la primera ley de la termodinámica “La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

En este artículo se exploran las bases de la química del café y la increíble magia que ocurre dentro de esos pequeños granos y en las salas de tueste de miles de tostadores cada día.

Materias Primas

Como muchos humanos, las plantas de café producen cientos de subproductos a través de su metabolismo, cada uno de ellos dando lugar a la formación de ácidos orgánicos y otros compuestos intermedios. En términos simples, los “ácidos orgánicos” son aquellos ácidos que poseen un carbono en su estructura molecular.

Las plantas de café, vía el Ciclo del Ácido Cítrico, también conocido como el Ciclo de Krebs, produce cerca de una docena de ácidos intermedios diferentes, los cuales permanecen bloqueados dentro del grano durante la cosecha. Variables como la genética, el varietal y la especie determinan en última instancia la producción de azúcar en el interior de los granos. Por ejemplo, la especie *Coffea arabica* contiene casi el doble de concentración de sacarosa que su análoga *Coffea robusta*. De la misma manera, tema de discusión posterior, estos azúcares juegan un rol crítico en el desarrollo de la acidez en taza. Los azúcares, siendo termolábiles, se descomponen durante el proceso de tueste para crear más de treinta ácidos orgánicos y cientos de compuestos volátiles.

Aunque la genética tiene una influencia crucial en la producción definitiva de los azúcares, sería prematuro concluir que esta es la “única” variable que afecta a la calidad. Para explorar de manera completa lo que



ocurre en el grano, es indispensable dar una mirada a variables tales como la altitud y el microclima. Otro ejemplo más de la naturaleza clásica vs la paradoja del cultivo.

En el aspecto físico, la altitud tiene influencia directa tanto sobre el tamaño del grano como sobre su densidad. Con la ayuda de un clasificador de mallas y la medición de la densidad se puede confirmar de manera muy simple las grandes diferencias existentes entre diversos cafés; países como México miden la calidad de café basados en el tamaño en malla. La excepción, sigue siendo el Maragogipe por sus especiales características. El efecto de la altitud tiene sentido dado que a bajas temperaturas las velocidades de reacción decrecen y la planta tiene efectivamente mayor "tiempo" para almacenar nutrientes y azúcares dentro del grano.

Además, la altitud ejerce un efecto directo, no solo en los parámetros físicos, sino también en el cambio de la composición química. De una parte, a mayor altitud se producen

cafés que producen mayor percepción de la acidez, por cada 100 metros de ascenso se produce una caída de temperatura de 0.60 °C y de otro lado, se obtiene un 10% de incremento en la producción de azúcar (sacarosa) por cada 300 metros de ascenso. ¿Qué significa todo esto? ¡Mayor acidez!

Aún el puzzle no está terminado. Si la altitud determina "cuánta" acidez se produce, la humedad relativa de cada ambiente regional establece entonces el "tipo". Para conceptualizar y definir adecuadamente el "perfil de acidez" de cierto café, no debe hacerse solo referencia a cuánta acidez se presenta sino el tipo de la misma. Esto se demuestra fácilmente cuando se realiza una cata de cada una de las siete regiones cafeteras de Guatemala; cualquiera que haya catado alguna vez un café proveniente de Antigua o Huhuetenango con uno de Cobán, puede atestiguar las pronunciadas diferencias. Para aquellos no familiarizados con Cobán, es una de las regiones más húmedas en Guatemala, en ocasiones con características de selva tro-

pical. En taza muchos dirían que el café proveniente de esta zona presenta delicadas y remarcables notas a frutas y vino si se compara con los de las otras regiones en Guatemala. Resulta entonces cierto que la humedad de las regiones produce un incremento en los "ácidos frutales" del grano, similar a los responsables de los aromas y sensaciones frutadas de los vinos Chardonnay. Puede inferirse que la humedad incrementa los niveles de ácido málico, aunque no existen estudios formales al respecto.

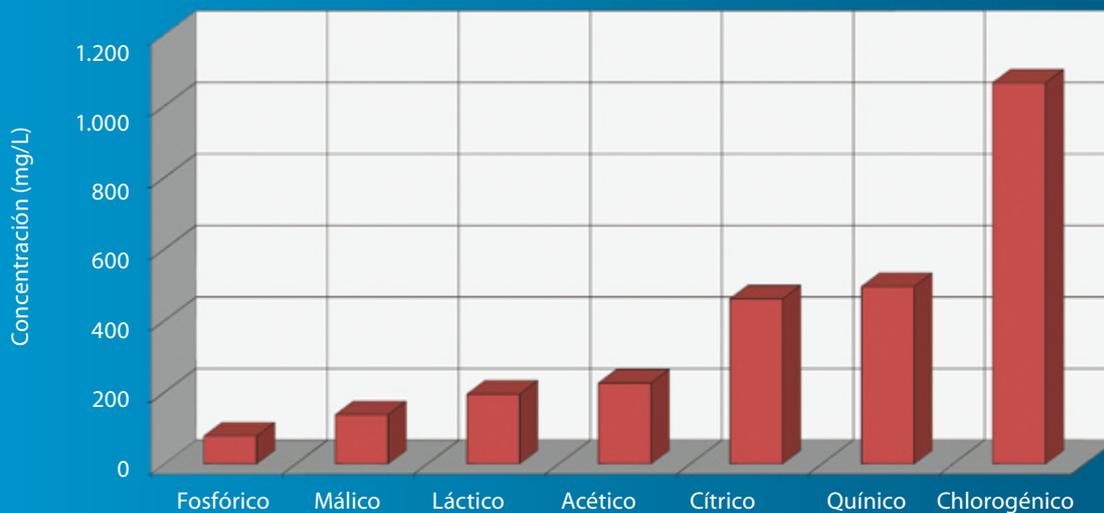
En aquellos países que carecen de la elevación topográfica necesaria para maximizar el potencial de los compuestos del grano, la sombra es un factor importante a considerar. Los atributos que no pueden alcanzarse de manera natural por la altitud pueden expresarse de otra manera, dentro de límites razonables, por manejos de sombra adecuados. El objetivo primordial en este caso es "enlentecer" la velocidad de las reacciones metabólicas de la planta y así incrementar la producción de azúcar y finalmente la calidad en taza.

Aún considerando que existen alrededor de mil componentes originados durante el tueste, con diferencia, son los ácidos orgánicos los de mayor importancia a la hora de la evaluación en taza.

En la medida en que se continúe este viaje por la ciencia, se explorarán en detalle los aspectos detrás de este escenario. Este es el comienzo.

Figura 1

Concentración de Ácidos Orgánicos en Café Filtrado



Los ácidos del café

Ácidos Clorogénicos (CGA)

Ninguna explicación sobre los ácidos orgánicos sería completa sin una discusión detallada de los ácidos clorogénicos (CGA). Como se observa en la Figura 1. Los CGA, de sus siglas en inglés, dan cuenta de la mayor parte de la concentración de los ácidos orgánicos en el café, llegando al 6-7 % para arábica y hasta un 10% en robusta en términos de base seca. Si bien no parece ser mucho, el contenido relativo de CGA comparado con el de cafeína es de siete a ocho veces mayor. En un taza de café de 8 oz. (240 ml aprox.), CGA representan cerca de 72 ml o un volumen estimado del 30%.

Durante el tueste los CGA participan en gran medida en el desarrollo de los aromas del café. Casi la mitad del contenido total de ácidos clorogénicos se descompone a niveles de tueste medio, mientras que el "tostado francés" puede dar como resultado una pérdida de hasta el 80% de estos ácidos. La parte que sufre hidrólisis es la que permite la producción de ácido quínico y de los precursores aromáticos.

Es necesario mencionar que los ácidos clorogénicos hacen referencia a una familia de seis diferentes isómeros, siendo en sentido estricto el ácido clorogénico el ácido 5-O cafeoil-quínico. Cada uno presenta diferentes atributos de aroma y sabor. Sin adentrarse

demasiado en la química, puede decirse que existen básicamente dos familias de estos ácidos: los mono cafeoil-quínicos (CQA) y los dicafeoil-quínicos (dCQA). Mientras los ácidos mono-cafeoilquínicos se descomponen durante el proceso de tueste, aquellos de la familia de los dCQA permanecen relativamente estables y se han reportado como los responsables de impartir sabores amargos y sensaciones aromáticas metálicas.

No es sorprendente entonces que las robustas, que exhiben un sabor similar al del metal, contengan una mayor concentración de estos ácidos que los presentes en los cafés arábica. Además, se ha reportado en diversos estudios que los CGA son metabolitos secundarios que actúan como mecanismo de defensa de la planta debido a su desagradable sabor, para responder al ataque de animales e infestación por insectos. Tal vez, estas plagas conocen realmente poco de los cafés con grado de especialidad. Como consecuencia de esto, se tiene poco conocimiento acerca del café con grado de especialidad.

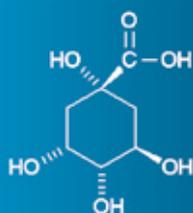
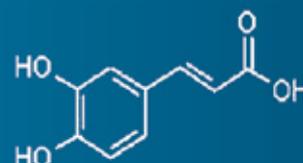
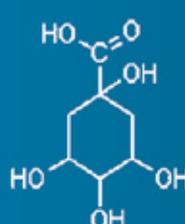
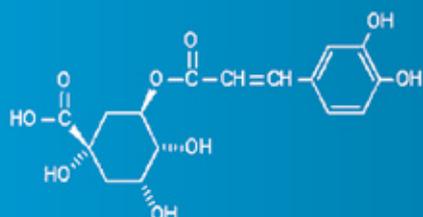
Una vez se ha producido la segunda crepificación, los dCQA se descomponen y el sabor amargo-metálico disminuye lentamente. A pesar de que algunos innovadores químicos del sector de cafés solubles han logrado alterar los niveles de estos ácidos a través de



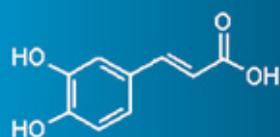
“ La altitud de cultivo determina la cantidad de acidez del grano y la humedad el tipo de esa acidez, ”

Figura 2

Acido Clorogenico $\xrightarrow{\text{Tueste}}$ Acido Quínico + Acido Cafféico



Acido Quínico



Acido Cafféico

tratamientos con vapor de granos verdes de baja calidad, ¿quién pensaría en tal situación? La necesidad es la madre de la invención. La descomposición de los CGA permite la producción de dos importantes componentes. La Figura 2 muestra la hidrólisis de los ácidos clorogénicos y el incremento, en equilibrio, tanto del ácido quínico como del caféico, los dos reconocidos y clasificados como compuestos fenólicos. Estos compuestos tienen características astringentes por naturaleza; es así como a medida que aumenta el nivel de tueste, los cafés oscuros tienden a producir cafés más astringentes y de mayor cuerpo. El mismo principio se da cuando se comparan la astringencia y el cuerpo de un vino rojo como el Cabernet con los del Chardonnay. Como regla general, cualquier sustancia naturalmente presente que exhibe un color rojo contiene una alta concentración de "cromóforos", una clase coloreada de compuestos fenólicos.

Recientemente, los CGA se han catalogado como los responsables del reflujo ácido que padecen algunas personas. Se ha llegado a estimar que una pequeña cantidad de alrededor de 200 mg de CGA puede incrementar los niveles de HCl en el estómago. Una taza típica de café contiene entre 15 y 325 mg de ácidos clorogénicos, es decir, que dentro de este rango pueden producirse efectos de

reflujo. Aquellas personas que toman café descafeinado se ven beneficiadas, dado que la descafeinización resulta en una disminución del contenido de CGA. Sin embargo debe notarse que el incremento inicial de acidez estomacal se debe solamente a los ácidos clorogénicos y no a la cafeína como se cree comúnmente.

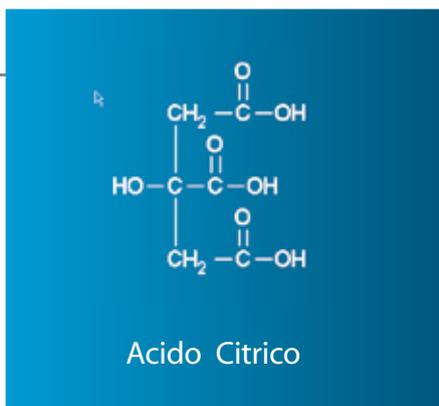
Ácido Quínico y Ácido Cafféico

Antes de la primera crepitación, el ácido quínico incrementa progresivamente su concentración a medida que transcurre la hidrólisis de los CGA. Siendo un compuesto fenólico, se evidencia un aumento proporcional del cuerpo y astringencia, junto con la formación de compuestos coloreados (pardos) denominados "melanoidinas". Como dato de especial interés, se ha documentado un incremento en la concentración de ácido quínico en cafés almacenados en depósitos por largos períodos de tiempo, incluso llegando este aumento hasta un 1.5% (base seca). Afortunadamente, no es necesario esperar meses para darse cuenta de los efectos inmediatos sobre la acidez, pues esto puede determinarse durante la cata de laboratorio. Como la mayoría de los catadores han experimentado, cuanto más se deja enfriar la infusión de café, mayor es la percepción de acidez y la razón por la que

Formación

esto sucede es solo una parte de la fascinante química que ocurre en la taza de café cada mañana.

A niveles de tueste que excedan el 6.5% en base seca, cerca del "tueste canela", se evidencia la formación de "quinolactonas" o quinidas, los mismos compuestos encontrados en el agua tónica. En la medida en que este compuesto permanece en la infusión caliente, lentamente se sucede la reacción inversa de descomposición a ácido quínico y ayuda al aumento de la percepción de amargor. De esta manera, con docenas de reacciones no perceptibles que ocurren en la taza, la cata se hace en sí misma una experiencia dependiente en extremo del tiempo y por tanto un ejercicio con un grado alto de dificultad. En espacios fuera del laboratorio, se observa el impacto sobre la bebida de café cuando ésta se deja calentando una y otra



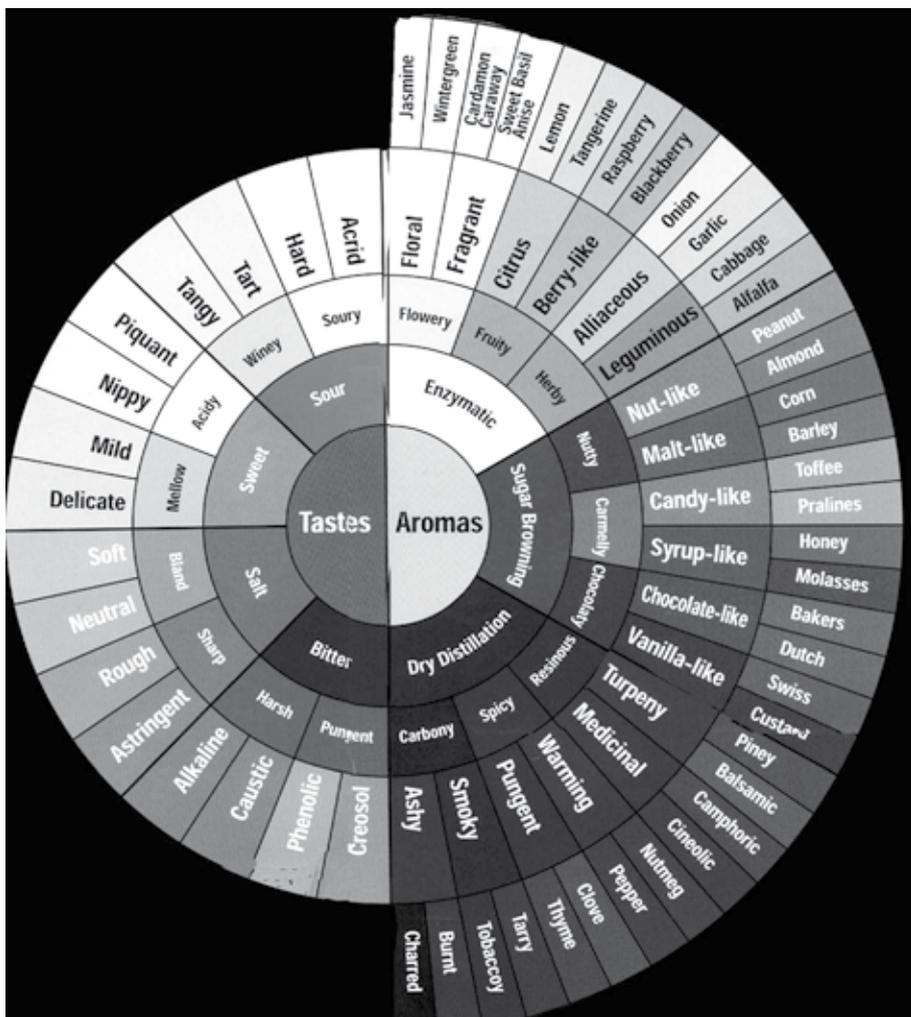
vez por extensos períodos de tiempo. Esta situación se hace muy conocida en largos viajes de carretera cuando un cliente entra en el primer café y encuentra simplemente una bebida amarga. En ocasiones, incluso se oyen historias de "poco escrupulosos" propietarios de Cafés que dejan el café hasta 8 horas recalentándose y al final ofrecen al público una taza de café "fresco". Desafortunadamente, no existe una poción mágica para prevenir esta reacción y una vez más se demuestra la importancia del concepto de "frescura" en el café.

Otro de los subproductos de la hidrólisis de los CGA es el ácido caféico, también un compuesto fenólico, más específicamente se encuentra dentro de la categoría de ácidos fenólicos y contribuye, aunque de manera leve, a la percepción de astringencia en la taza. Numerosos estudios se han realizado sobre la actividad antioxidante del ácido caféico y se ha documentado su efecto directo en la prevención de numerosos cánceres en humanos.

Ácido Cítrico

Otro de los ácidos que juega un papel crucial en la química del café es el ácido cítrico. Presente naturalmente como parte del metabolismo de la planta. El ácido cítrico sigue a los ácidos clorogénicos en niveles de concentración. A diferencia de muchos otros ácidos, el ácido cítrico no se produce durante el proceso de tostado, pero sí sufre un proceso de descomposición lento. A alrededor del 9% de pérdida de peso comienza la disminución progresiva y lenta de este ácido. Un café tostado a un nivel medio contiene 50% menos de ácido cítrico comparado con la concentración inicial en el grano verde. Su efecto en la percepción de la acidez es significativo, ya que es uno de los ácidos que más contribuye al perfil de taza; sin embargo, no es deseable tener altas concentraciones de ácido cítrico, pues puede contribuir con altas notas ácidas - agrias y astringentes. Son tan intensas sus características ácidas que muchas empresas de la industria de dulces y caramelos lo usan para la producción de dulces a base de gelatina.

Solo se necesita mirar un poco hacia adelante para entender el por qué sucede este fenómeno. ¿Alguna vez ha experimentado la sensación de fruta "inmadura"? ¿cómo describe este sabor? En la maduración temprana la fruta tiende a producir una alta concentración de ácidos orgánicos, pero a medida que ésta prosigue, estos mismos ácidos se convierten en azúcares. Con esperar solo unos días la misma naranja inmadura tiene un sabor significativamente más dulce.





Seguro que todos los tostadores alguna vez han recibido un embarque de café verde con algunos granos inmaduros. La separación no adecuada de los granos inmaduros eleva de manera excesiva los niveles de ácido junto con su correspondiente efecto en taza. Entonces, ¿qué debe hacer un tostador para recuperar un lote de café con esa característica? La respuesta es simple. En un principio, realizar un proceso de tueste a niveles altos (tostado oscuro), de tal manera que los ácidos se reduzcan lo más posible y por tanto la percepción de la taza no presente defecto.

Joseph A. Rivera es graduado en química de alimentos y trabajó como Director de Ciencia y Tecnología para la "Asociación Americana de Cafés Especiales" (SCAA). Es el fundador del portal científico –coffeechemistry.com– y ha sido asesor técnico en la industria de cafés especiales, así como conferenciante en numerosos eventos internacionales.

Luz Stella Artajo Medina es Ingeniera de Alimentos y Doctora en Tecnología de Alimentos. Ha trabajado en la industria de cafés especiales en diferentes países y es consultora en Colombia. Trabaja con "Coffee Chemistry" como profesional del área de café para toda Suramérica.

