

Which Drink Can Save a Hot Load?

Oh no! The truck broke down!

by Ryan Scott

Imagine that it's 3:00 p.m. on a warm, sunny day. Your concrete mixer trucks are busy fulfilling orders, and there have been no issues or complaints. Life is good, and you are already planning your evening after work ends. Then, the phone rings. You reluctantly answer to a voice screaming, "Our truck broke down on the side of the highway, and it's full of concrete. What can we do to save the drum?"

If the drum can rotate, you are in a good position. But if the drum cannot rotate, the first step is to get a mechanic and another truck headed to the scene. Usually, the hydraulic lines from the second truck can be connected to the broken-down truck and provide the power needed to spin the drum. Spinning drums are critical, as they allow for additions to be mixed into the concrete and delay the setting time.

During the "Corona-cation," I decided to run a series on mini-mixtures combined with semi-adiabatic calorimetry to investigate various scenarios. Mini-mixtures are lab-prepared mortar mixtures that are proportioned to replicate the wet-sieved mortar fraction of a concrete mixture. They behave very similarly to the mortar fraction used to test the setting time of concrete. Historically, this testing was referred to as the "Grace Mini-Mix Method"—now, the method is referenced in ASTM C1810/C1819M, "Standard Guide for Comparing Performance of Concrete-Making Materials Using Mortar Mixtures." Bagged EN 196 sand was used as this is a standardized sand.

The mixing was done by modifying a procedure from ASTM C305, "Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency." Mortars were mixed for 5 minutes, the mixer was turned off, and the bowl was covered for an additional 5 minutes. Based on a given retardation scenario, a pre-selected addition was mixed into the mortar for 1 minute, and the mortar was then placed in a 3 x 6 in. (76 x 152 mm) cylinder mold. After each sample was weighed, it was placed into a semi-adiabatic calorimeter, a.k.a. "Adiacal." For my test program, the following parameters were held constant:

- The mortar was a 6-bag mixture (564 lb/yd³ [335 kg/m³]) with a water-cement ratio (*w/c*) of 0.5 and no admixtures; and
- The temperature of the mixing water was adjusted to

maintain a target mortar temperature between 84 and 87°F (29 and 31°C).

The Adiacal system measures specimen temperatures over time, and proprietary software provides the approximate times for initial and final setting. While the performance of real-world concrete mixtures may differ from that of my mortar mixtures, the purpose of this testing program was to make apples-to-apples comparisons of the various retardation scenarios.

As I previously noted, spinning drums allow for additions to be mixed into the concrete. The following scenarios for delaying setting were evaluated under the assumption that additions can be introduced into a spinning drum.

Scenario 1: Add all the water in the tank?

Concrete mixer trucks routinely haul a 10 yd³ (7.7 m³) load of concrete. Usually, there is a 150 gal. (570 L) water tank mounted on the sides of the truck, below the drum, and in front of the back wheels. As part of the batching process, drivers will fill up the tanks with water. That water will be cool in the summer (~65°F [18°C]) and hot in the winter (~120°F [49°C]).

In this scenario, it was assumed that all the tank water would be introduced into a 10 yd³ load at 86°F (30°C). This 15 gal./yd³ (74 L/m³) addition would increase the *w/c* from 0.50 to 0.72. We know this increase will have a negative effect on strength gain, but here we are only concerned with how long we can delay the setting time.

In this comparison, two different water temperatures were used to show the effect of "cool" (75°F [24°C]) water and "hot" (101°F [38°C]) water. Using temperature prediction calculations from the Portland Cement Association (PCA), we can calculate that an addition of 15 gal. of water to 1 yd³ of concrete has a minimal effect on concrete temperature. With the mini-mixtures, the measured temperature changed only by about ± 2°F (1°C) from the reference mixture. The advantage of using semi-adiabatic calorimetry is that we can calculate the thermal set indicator from the recorded temperature profile. As Fig. 1 shows, the water additions resulted in lower temperature peaks, but the elapsed times to the peaks do not

shift significantly. While the temperature data indicate that water additions will lower the compressive strengths of the mixtures, they also show that the additions will have minimal effect on setting times.

Scenario 2: Add sugar or a hydration stabilizer?

Since the 1930s, concrete technologists have known that adding various sugars will retard cement hydration. Depending on the chemistry, the dosage and retardation effects will vary. Regular table sugar, sucrose, tends to retard setting until there are enough free calcium ions to saturate a system. In that instance, the concrete tends to react quickly, resulting in a fast slump loss. Modern “retarders,” known as hydration stabilizers, are typically based on a glucose molecule. These additions function as a sleeping pill for concrete—when the effect wears off, the concrete sets normally.

For this comparison, a commercial hydration stabilizer (HS) was compared to table sugar (TS). Remember, this testing is assumed to represent an emergency. For the dosages, I used straightforward rates. Sugar is commonly available in a 1 lb (0.45 kg) bag, so two dosages were tested: 0.5 and 1 lb/yd³

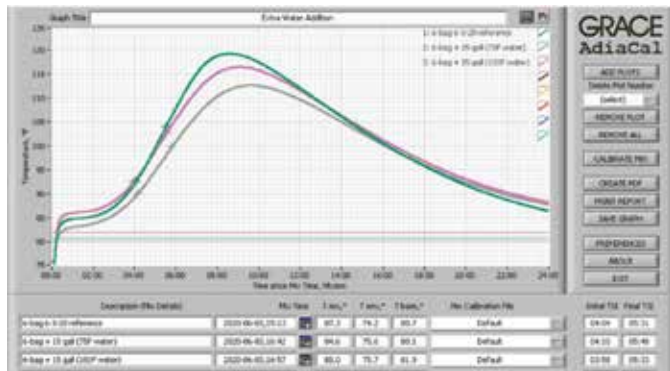


Fig. 1: Adiacal evaluations of the effect of water additions of 15 gal./yd³ (74 L/m³) on temperature development in mortar mixtures. Setting times are labeled Initial TSI and Final TSI

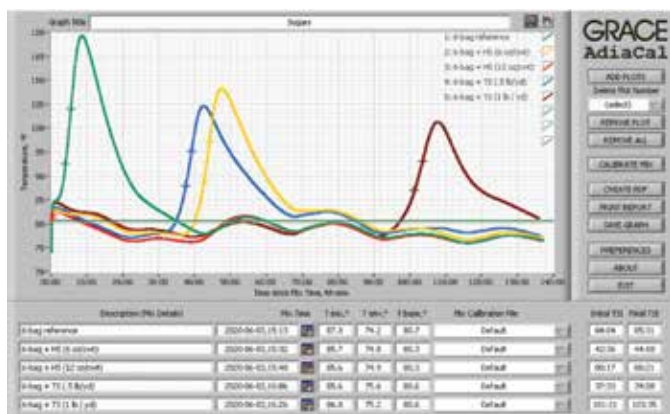


Fig. 2: Adiacal evaluations of the effects of table sugar (TS) or hydration stabilizer (HS) additions on temperature development in mortar mixtures

(0.3 and 0.6 kg/m³). Two dosages were also tested for the HS: 6 and 12 fl oz/cwt (391 and 782 mL/100 kg) of cement.

As Fig. 2 shows, the two product classes result in similar temperature versus time curves. The highest dosage of HS essentially killed the mixture—after 5.5 days, the mortar was still plastic and had not “woken up.”

Scenario 3: Add soft drinks?

The last option: pour 2 L (0.5 gal.) bottles of soft drinks into the drum. Sounds easy, but if you pick them up at a convenience store, which one do you choose? To provide an answer, this portion of the experiment was divided up into two parts: regular and diet.

Seven common soft drink brands were selected for comparison. The dosages were kept constant and straightforward: one 2 L bottle per yd³ (2.6 L/m³) of concrete. For our 6-bag mixture, this dosage converts to 12 fl oz/cwt. My choice for this dosage will become clear later in this article. The Adiacal results (Fig. 3 and 4) provide these takeaways:



Fig. 3: Adiacal evaluations of the effects of regular soft drink (with sugar) additions on temperature development in mortar mixtures

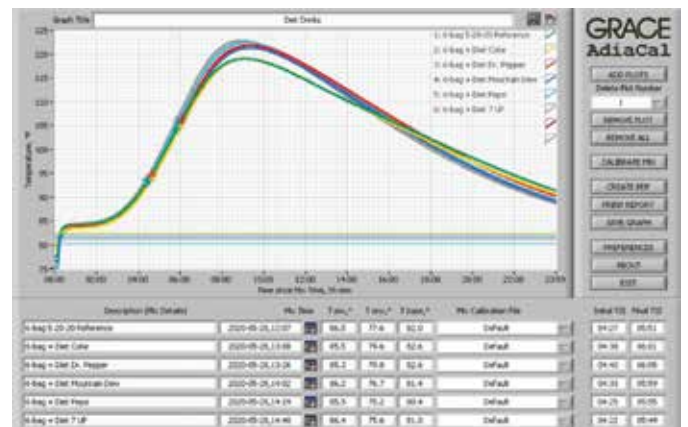


Fig. 4: Adiacal evaluations of the effects of “diet” soft drink (with artificial sweeteners) additions on temperature development in mortar mixtures

- Regular drinks more than doubled the setting times relative to the reference mixture; and
- Diet drinks did not affect the setting times.

Energy, Sodium Content, or Sugar Content?

The regular beverages had widely varied effects on setting times, so I investigated the effects further. What was the key parameter—energy content

(calories), sodium content, or sugar content?

All soft drinks are required to have labels listing fundamental nutrient values per serving. During this experiment, however, I discovered that the product serving size varies with the bottle size. While smaller containers will use the bottle size as the serving size, larger bottles will indicate either 8 or 12 fl oz (237 to 355 mL) as the serving size. For my comparisons, I

assumed a “standard” serving size of 12 fl oz (refer to Table 1). For consistency, that dosage was also used in Scenario 2.

The information from Table 1 is displayed on a scatterplot in Fig. 5. Simply stated: the calorie content is the best indicator of delay potential. For this data set, A&W Root Beer was the best “2 L retarder.”

In Summary

My investigation was designed to explore ways to save the mixing drum on a stranded mixer truck. Based on my test scenarios, HSs are the best choice, and I recommend that every mixer truck carries a few gallons of HS in a readily accessible location on the truck. Even the best planning can sometimes go awry, however, so producers should also keep in mind the 2 L solution—just don’t pick up a no-calorie version. So, get the drum spinning and “fatten up the mixture!”

Note: Additional information on the ASTM standards discussed in this article can be found at www.astm.org.

Selected for reader interest by the editors.

Table 1:
Nutritional values and setting times

Brand	Assumed serving size, fl oz	Energy content, kcal	Sodium content, g	Sugar content, g	Setting time, hr	Setting delay, hr
Reference	NA	NA	NA	NA	6.30	—
Coke	12	140	45	39	13.13	6.83
Sprite	12	150	68	38	13.90	7.60
7 UP	12	153	45	38	12.66	6.36
Dr. Pepper	12	150	53	41	12.96	6.66
Mountain Dew	12	165	60	45	14.56	8.26
A&W Root Beer	12	180	83	48	16.23	9.93
Pepsi	12	150	30	41	12.43	6.13

Note: 1 fl oz = 30 mL; 1 g = 0.04 oz

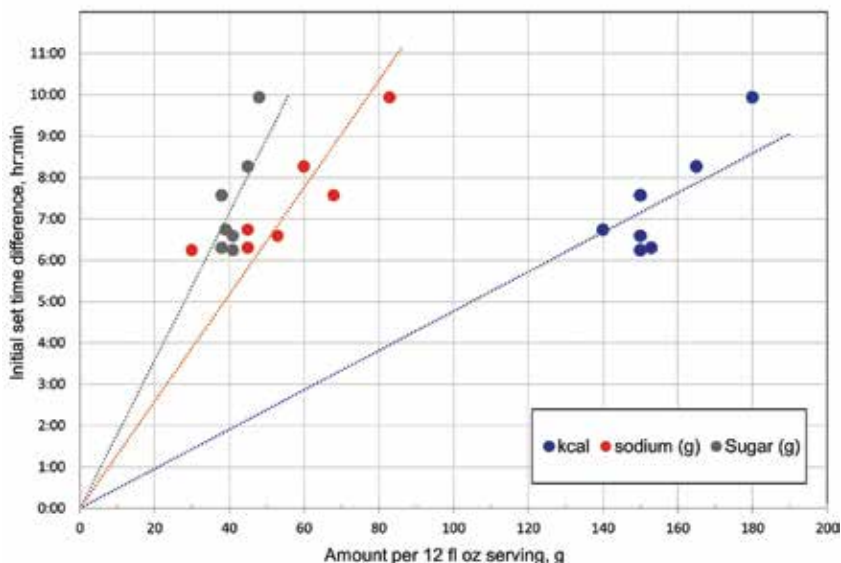


Fig. 5: Setting delays as functions of energy, sodium, and sugar contents in a 12 fl oz (355 mL) serving. Note: 1 g = 0.04 oz



Ryan Scott is Technical Services Manager, Midwest Region, for GCP Applied Technologies. In 2001, he began his career in the lab, working

on various types of cement based on activated fly ash technology. For the past 16 years, Scott has been a “tech” guy on both the cement side (Essroc/Lehigh) and the admixture side (GCP Applied Technologies). With a passion for historical relevance, he has given lectures on concrete and masonry materials. His current responsibilities revolve around troubleshooting field problems, mixture design, and R&D. Scott is an NRMCA Level IV Concrete Technologist and NPCA Master Precaster.

¿Qué bebida puede salvar una mezcla?

¡Oh no! ¡El camión se averió!

por Ryan Scott

Imagina que son las 3:00 p.m. en un día cálido y soleado. Sus camiones mezcladores de concreto están ocupados cumpliendo con los pedidos y no ha habido problemas ni quejas. La vida es buena y ya estás planeando tu noche después de que termine el trabajo. Entonces, suena el teléfono. Respondes de mala gana a una voz que grita: "Nuestro camión se descompuso al costado de la carretera y está lleno de concreto. ¿Qué podemos hacer para salvar el tambor?"

Si el tambor puede girar, está en una buena posición. Pero si el tambor no puede girar, el primer paso es hacer que un mecánico y otro camión se dirijan al lugar. Por lo general, las líneas hidráulicas del segundo camión se pueden conectar al camión averiado y proporcionan la potencia necesaria para hacer girar el tambor. Los tambores giratorios son críticos, ya que permiten que las adiciones se mezclen con el concreto y retrasen el tiempo de fraguado.

Durante la cuarentena, decidí ejecutar una serie de minimezclas combinadas con calorimetría semiadiabática para investigar varios escenarios. Las minimezclas son mezclas de mortero preparadas en laboratorio que se dosifican para replicar la fracción de mortero tamizado húmedo de una mezcla de concreto. Se comportan de manera muy similar a la fracción de mortero utilizada para ensayar el tiempo de fraguado del concreto. Históricamente, esta prueba se conocía como el "Método

Grace Mini-Mix"; ahora, el método se menciona en la norma ASTM C1810/C1819M, "Guía estándar para comparar el rendimiento de materiales para la fabricación de concreto usando mezclas de mortero". Se utilizó arena embolsada EN 196 por tratarse de una arena estandarizada.

El mezclado se realizó modificando un procedimiento de la norma ASTM C305, "Práctica estándar para el mezclado mecánico de pastas de cemento hidráulico y morteros de consistencia plástica". Se mezclaron los morteros durante 5 minutos, se apagó la batidora y se cubrió el recipiente durante 5 minutos más. Con base en un escenario de retardo dado, se mezcló una adición preseleccionada en el mortero durante 1 minuto y luego se colocó el mortero en un molde cilíndrico de 3 x 6 pulgadas (76 x 152 mm). Después de pesar cada muestra, se colocó en un calorímetro semiadiabático, también conocido como "Adiacal". Para mi programa de prueba, los siguientes parámetros se mantuvieron constantes:

- El mortero era una mezcla de 6 bolsas (564 lb/yd³ [335 kg/m³]) con una relación agua-cemento (a/c) de 0,5 y sin aditivos; y
- La temperatura del agua de mezclado se ajustó para mantener una temperatura de mortero objetivo entre 84 y 87 °F (29 y 31 °C).

El sistema Adiacal mide las temperaturas de las muestras a lo largo del tiempo y el software patentado proporciona los tiempos aproximados para el fraguado inicial y final. Si bien el desempeño de las mezclas de concreto del mundo real puede diferir de mis mezclas de mortero, el propósito de este programa de prueba fue hacer comparaciones de manzanas con manzanas de los diversos escenarios de retardo.

Como señalé anteriormente, los tambores giratorios permiten que las adiciones se mezclen con el concreto. Los siguientes escenarios para retrasar el fraguado se evaluaron bajo el supuesto de que las adiciones se pueden introducir en un tambor giratorio.

Escenario 1: ¿Agarrar toda el agua en el tanque?

Los camiones transportan habitualmente una carga de concreto de 10 yd³ (7,7 m³). Por lo general, hay 150 gal. (570 L) tanque de agua montado en los lados del camión, debajo del tambor y en frente de las ruedas traseras. Como parte del proceso de procesamiento por lotes, los conductores llenarán los tanques con agua. Esa agua estará fresca en el verano (~65°F [18°C]) y caliente en el invierno (~120°F [49°C]).

En este escenario, se supuso que toda el agua del tanque se introduciría en una carga de 10 yd³ a 86 °F (30 °C). Esta adición de 15 gal./yd³ (74 L/m³) aumentaría el w/c de 0,50 a 0,72. Sabemos que este aumento tendrá un efecto negativo en la ganancia de resistencia, pero aquí solo nos preocupa cuánto podemos retrasar el tiempo de fraguado.

En esta comparación, se usaron dos temperaturas de agua diferentes para mostrar el efecto del agua "fría" (24 °C [75 °F]) y agua "caliente" (38 °C [101 °F]). Usando los cálculos de predicción de temperatura de la Asociación de Cemento Portland (PCA), podemos calcular que una adición de 15 gal. de agua por 1 yd³ de concreto tiene un efecto mínimo en la temperatura del concreto.

Con las minimezclas, la temperatura medida cambió solo aproximadamente ± 2 °F (1 °C) con respecto a la mezcla de referencia. La ventaja de utilizar calorimetría semiadiabática es que podemos calcular el indicador de ajuste térmico a partir del perfil de temperatura registrado. Como muestra la Fig. 1, las adiciones de agua dieron como resultado picos de temperatura más bajos, pero los tiempos transcurridos hasta los picos no cambiaron significativamente. Si bien los datos de temperatura indican que las adiciones de agua reducirán las resistencias a la compresión de las mezclas, también muestran que las adiciones tendrán un efecto mínimo en los tiempos de fraguado.

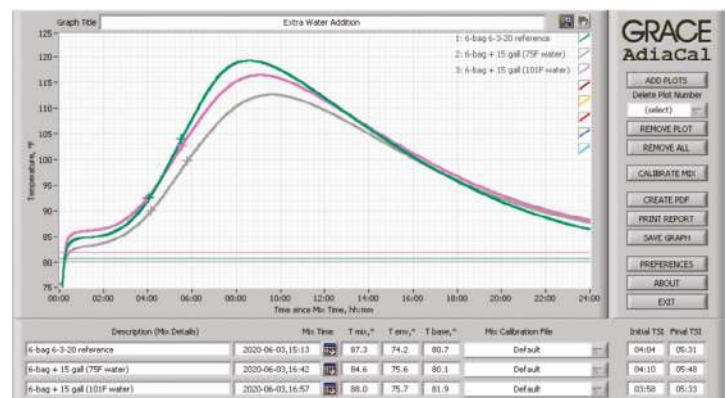


Figura. 1: Resultados de Adiacal del efecto de adiciones de agua de 15 gal./yd³ (74 L/m³) sobre el desarrollo de temperatura en mezclas de mortero. Los tiempos de ajuste están etiquetados como TSI inicial y TSI final.

Escenario 2: ¿Agregar azúcar o un estabilizador de hidratación?

Desde la década de 1930, los tecnólogos del concreto han sabido que agregar varios azúcares retardaría la hidratación del cemento. Dependiendo de la química, la dosis y los efectos de retardo variarán. El azúcar común de mesa, la sacarosa, tiende a retardar el fraguado hasta que haya suficientes iones de calcio libres para saturar un sistema. En ese caso, el concreto tiende a reaccionar rápidamente, lo que resulta en una rápida pérdida de asentamiento. Los "retardadores" modernos, conocidos como estabilizadores de la hidratación, generalmente se basan en una molécula de glucosa. Estas adiciones funcionan como una pastilla para dormir para el concreto: cuando el efecto desaparece, el concreto fragua normalmente.

Para esta comparación, se comparó un estabilizador de hidratación comercial (HS) con azúcar de mesa (TS). Recuerde, se supone que esta prueba representa una emergencia. Para las dosis, utilicé tasas sencillas. El azúcar suele estar disponible en bolsas de 0,45 kg (1 lb), por lo que se probaron dos dosis: 0,3 y 0,6 kg/m³ (0,5 y 1 lb/yd³). También se probaron dos dosis para el HS: 6 y 12 fl oz/cwt (391 y 782 mL/100 kg) de cemento.

Como muestra la Fig. 2, las dos clases de productos dan como resultado curvas de temperatura versus tiempo similares. La dosis más altas de HS esencialmente mató la mezcla: después de 5,5 días, el mortero todavía era plástico y no se había "despertado".

Escenario 3: ¿Agregar refrescos?

La última opción: vierta botellas de refrescos de 2 L (0,5 gal.) en el tambor. Suena fácil, pero si los recoges en una tienda de conveniencia, ¿cuál eliges? Para dar una respuesta, esta parte del experimento se dividió en dos partes: normal y dieta.



Figura. 2: Resultados de AdiaCal de los efectos de las adiciones de azúcar de mesa (TS) o estabilizador de hidratación (HS) en el desarrollo de temperatura en mezclas de mortero

Se seleccionaron siete marcas comunes de refrescos para comparar. Las dosis se mantuvieron constantes y sencillas: una botella de 2 L por yd³ (2,6 L/m³) de concreto. Para nuestra mezcla de 6 bolsas, esta dosis se convierte en 12 fl oz/cwt. Mi elección de esta dosis quedará clara más adelante en este artículo. Los resultados de AdiaCal (Fig. 3 y 4) proporcionan estas conclusiones:

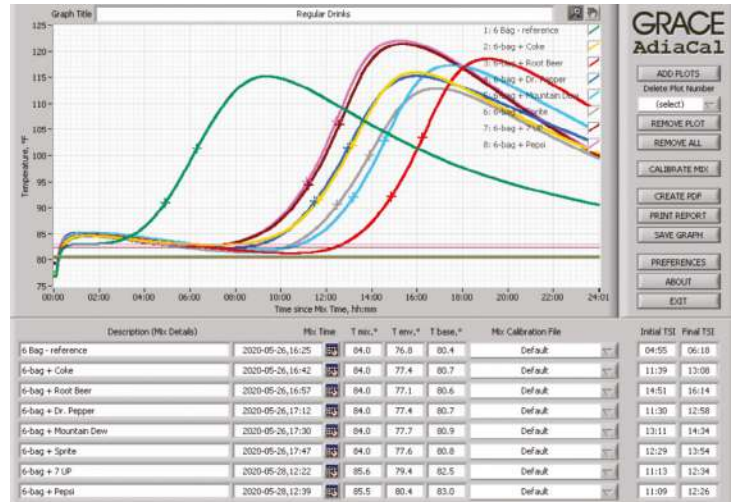


Figura. 3: Resultados de AdiaCal de los efectos de las adiciones regulares de refrescos (con azúcar) en el desarrollo de temperatura en mezclas de mortero

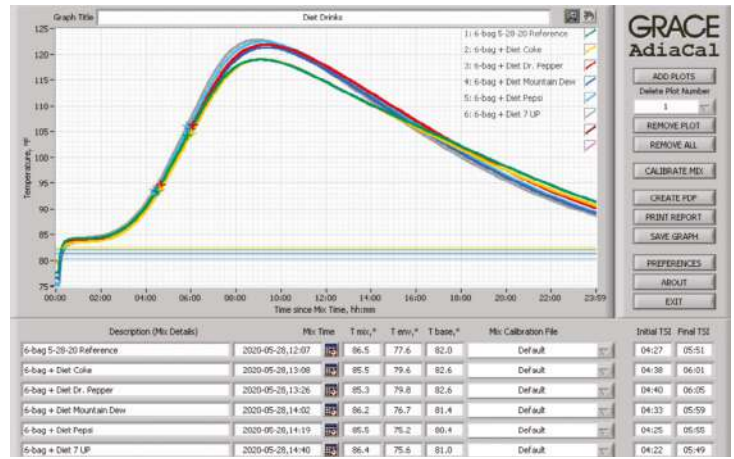


Figura. 4: Resultados de AdiaCal de los efectos de las adiciones de refrescos "dietéticos" (con edulcorantes artificiales) en el desarrollo de temperatura en mezclas de mortero.

- Las bebidas regulares duplicaron con creces los tiempos de fraguado en relación con la mezcla de referencia; y
- Las bebidas dietéticas no afectaron los tiempos de fraguado.

¿Energía, contenido de sodio o contenido de azúcar?

Las bebidas regulares tenían efectos muy variados en los tiempos de fraguado, así que investigué los efectos más a fondo. ¿Cuál fue el parámetro clave? ¿contenido de energía (calorías), contenido de sodio o contenido de azúcar?

Todos los refrescos deben tener etiquetas que enumeren los valores de nutrientes fundamentales por porción. Durante este experimento, sin embargo, descubrí que el tamaño de la porción del

producto varía según el tamaño de la botella. Mientras que los recipientes más pequeños usarán el tamaño de la botella como el tamaño de la porción, las botellas más grandes indicarán 8 o 12 fl oz (237 a 355 mL) como el tamaño de la porción. Para mis comparaciones, asumí un tamaño de porción "estándar" de 12 onzas líquidas (consulté la Tabla 1). Por consistencia, esa dosis también se usó en el Escenario 2. La información de la Tabla 1 se muestra en un diagrama de dispersión en la Fig. 5. En pocas palabras: el contenido calórico es el mejor indicador del potencial de retraso. Para este conjunto de datos, A&W Root Beer fue el mejor "retardador de 2 L".

Tabla 1: Valores Nutricionales y tiempo de fraguado

Marca	Supuesta porción fl oz	Contenido Energético kcal	Contenido sodio g	Contenido azúcar g	Tiempo fraguado hr	Retraso fraguado hr
Reference	NA	NA	NA	NA	6.30	-
Coke	12	140	45	39	13.13	6.83
Sprite	12	150	68	38	13.90	7.60
7 UP	12	153	45	38	12.66	6.36
Dr. Pepper	12	150	53	41	12.96	6.66
Mountain Dew	12	165	60	45	14.56	8.26
A&W Root Beer	12	180	83	48	16.23	9.93
Pepsi	12	150	30	41	12.43	6.13

Nota: 1 fl oz = 30 mL; 1 g = 0.04 oz

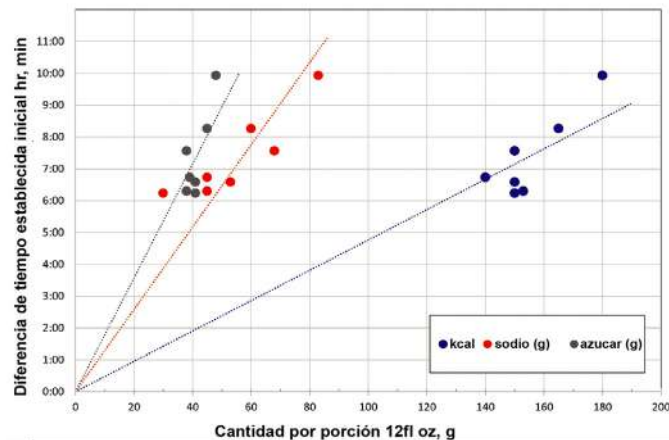


Figura. 5: Configuración de los retrasos en función de los contenidos de energía, sodio y azúcar en una porción de 12 fl oz (355 ml). Nota: 1 g = 0,04 oz

En resumen

Mi investigación fue diseñada para explorar formas de salvar el tambor mezclador en un camión mezclador varado. Según mis escenarios de prueba, los HS son la mejor opción y recomiendo que cada camión mezclador lleve unos cuantos galones de HS en un lugar de fácil acceso en el camión. Sin embargo, incluso la mejor planificación a veces puede salir mal, por lo que los productores también deben tener en cuenta la solución de 2L, simplemente no elegir una versión sin calorías. Entonces, ¡haz girar el tambor y "¡engorda la mezcla!"

Nota: Puede encontrar información adicional sobre las normas de ASTM analizadas en este artículo en www.astm.org.

Seleccionado por el interés del lector por los editores.



Ryan Scott, Es Gerente de Servicios Técnicos, Región Medio Oeste, para GCP Applied Technologies. En 2001, comenzó su carrera en el laboratorio, trabajando en varios tipos de cemento basados en la tecnología de cenizas volantes activadas. Durante los últimos 16 años, Scott ha sido un tipo de "tecnología" tanto en el lado del cemento (Essroc/Lehigh) como en el lado de la mezcla (GCP Applied Technologies). Apasionado por la relevancia histórica, ha impartido conferencias sobre materiales de concreto y mampostería. Sus responsabilidades actuales giran en torno a la resolución de problemas de campo, el diseño de mezclas y la R&D. Scott es un tecnólogo de concreto de nivel IV de NRMCA y maestro prefabricador de NPCA.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noroeste

Título: ¿Qué bebida puede salvar una mezcla?



Traductor:
Cristian Silva



Revisor Técnico:
Ing. Genaro Salinas

!Consiga hoy sus boletos!

"Acompáñenos en la Gala 2022 de ACI Excellence in Concrete Awards que celebraremos en Dallas, Texas USA el lunes 24 de octubre de 2022 en el marco de la Convención de Otoño del ACI!"



Boletos en www.aciconvention.org