1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar la validación del equipo CEM, SMART 5 (método rápido) para la determinación de sólidos totales en el extracto del café, en la leche fresca, el precondensado magro, y la crema. Utilizando como base el método de referencia (método de estufa).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar lecturas de sólidos totales por el método de estufa y por método rápido utilizando los equipos CEM, SMART 5 en muestras de extracto de café, leche fresca, precondensado magro y crema.

2. Establecer la comparación de los datos del método de referencia y método rápido y aplicar el análisis estadístico.

3. Realizar el respectivo análisis estadístico tales como: media, mediana, factor de correlación, gráficos de control, entre otros.

4. Optimizar el tiempo de análisis de sólidos por medio de la validación de un método rápido.

5. Capacitar los operadores para el manejo del equipo CEM.

2. INTRODUCCIÓN

NESTLÉ DE COLOMBIA S.A. Fábrica de BUGALAGRANDE (VALLE) la cual esta dedicada a la elaboración de alimentos, se encuentra dividida en varios departamentos: Aglomerados, Culinarios, Lácteos (líquidos y polvos) y Bebidas.

En la fabricación de café soluble se utiliza diferentes calidades de café para la fabricación de productos con diferentes recetas.

Dentro de los diferentes procesos del café soluble encontramos:
La recepción, el almacenamiento, la limpieza, la preparación de la mezcla, la despulpadora, la fermentación, el lavado, el secado, la torrefacción, el tostado, la molienda, la extracción, la evaporación

En el proceso de extracción se debe de tener en cuenta 4 puntos importantes para una buena extracción:

- La cantidad y tamaño de partículas del café tostado y pre quebrado que son agregadas en cada una de las celdas.
- El peso depositado en el tanque de extracto después de las extracciones.
- La concentración del extracto que se da en porcentajes de sólidos.
- El porcentaje de sólidos esta determinado por el rendimiento de extracción ya que es diferente para cada tipo de café y esta indicado en las normas internas.

Durante el proceso de extracción se requiere de un análisis rápido de sólidos en línea, con el fin de no tener pérdidas de tiempo en la producción; para este análisis se utiliza el refractómetro (RFM 340) el cual arroja valores que luego deben ser corregidos con unas tablas para obtener un dato confiable, por esta causa se ha implantado el método rápido con el equipo CEM SMART 5 el cual remplazaría a el refractómetro.

Con el método rápido CEM SMARTH 5, se logra que los datos se realicen en el menor tiempo posible permitiendo que sean reales y confiables; por esto es importante hacer la validación del equipo usando como base el método de referencia (estufa), teniendo en cuenta que al ser validado el equipo la periodicidad de los análisis por el método de referencia disminuirían.

Dentro de los productos que necesitan estos análisis se encuentran además del café:

La crema, leche fresca y precondensado magro, que son utilizados como materia prima para la preparación de los diferentes productos lácteos terminados, los cuales tienen sus sólidos establecidos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el caso del extracto de café, se deben analizar muestras rápidas y diarias de sólidos, que sean de un alto grado de confiabilidad. Para esto se debe utilizar un equipo que se encuentre bien calibrado para que no se presenten problemas como una sobre extracción en el proceso o un mal aprovechamiento de la materia prima, lo cual causará grandes perdidas económicas.

En el caso del precondensado magro y crema, se debe determinar el porcentaje de sólidos con un equipo bien calibrado para que las medidas que se obtengan sean exactas, para lograr una buena estandarización y llegar a un producto final con sólidos dentro de la norma. En el caso de la leche es importante que las medidas de sólidos sean reales para determinar si la leche fresca presenta adulteraciones.

4. JUSTIFICACIÓN

Por la variación y la lectura de medidas inexactas se debe dar una pronta solución a dicho problema y para esto se ha implementado la validación del método rápido CEM, SMART 5, el cual aportara grandes beneficios, ya que al determinar de una manera más real el porcentaje de sólidos en el extracto de café y en los diferentes tipos de leche, no habrá pérdidas en el proceso, será menor el tiempo de análisis y la rutina con el método de referencia disminuirá.

5. MARCO TEORICO

5.1. Principios de los métodos de medición de sólidos

Método rápido CEM SMART 5

Uno de los principios del método rápido con el equipo CEM, SMART 5, es basado en el calentamiento de la muestra con microondas. Las moléculas de agua presentes son absorbidas por las radiaciones. Esto induce a un sobrecalentamiento del producto y evaporación de agua. La materia seca es determinada gravitalmente, primero es pesada y después secada. Es el único sistema con pesado continuo de la muestra durante el proceso de secado. El monitoreo continuo de la pérdida de peso durante el secado permite al sistema saber en que momento preciso la muestra esta seca y prevenir a sí su quemado. Puede analizar muchos tipos de productos (químicos, lácteos, productos alimenticios, carnes, farmacéuticos entre otros) y para cada uno tiene su propio método en el cual se puede cambiar la temperatura, el poder del equipo, la cantidad de muestra, el tiempo de secado entre otros. Puede almacenar 100 métodos y 300 resultados analíticos. Con los datos obtenidos el mismo equipo puede darnos un análisis estadístico del proceso.
Puede ser utilizado para una gran variedad de muestras con altos o bajos contenidos de humedad. (Humedad del 1% a 99%). [1]

[1] REF [1]

Método de referencia (estufa):

El método estufa “método de referencia” para la determinación de materia seca o porcentaje de sólidos totales se puede determinar en productos líquidos y viscosos. Este método no es utilizado para algunos productos, especialmente aquellos que tienden a descomponerse cuando se calientan (ejemplo: pulpa de frutas, tomates, productos cárnicos, etc.).

La temperatura ambiente y la humedad relativa necesitan ser controladas pues pueden afectar los resultados de materia seca. Los resultados también se pueden ver afectados por los equipos (hornos, estufas, desecadores, balanza etc.) que se encuentren en mal estado.
Realizar un pre-secado del producto con arena en las cápsulas en placas calefactoras y luego pasar a un horno para hacer el secado final bajo las condiciones pre-escritas en el producto según las instrucciones de laboratorio LI: la cantidad de muestra, el tiempo, la temperatura de secado y la determinación gravital de la pérdida de masa.[2]

5.4. Importancia de sólidos totales en el extracto de café

Es de gran importancia que las medidas de sólidos del extracto de café se obtengan por medio de una buena calibración del equipo; pues a partir de estas medidas se halla el porcentaje de rendimiento de extracción, el cual esta determinado por los sólidos totales en los que se encuentran los sólidos solubles, los sólidos insolubles y la cantidad de materia prima como lo es el café verde tostado. Estos son utilizados para calcular el porcentaje de rendimiento, si el porcentaje es mayor al 50%, quiere decir que hay una sobre extracción dando como resultado un producto con desviación, es decir con mayor cantidad de sólidos insolubles, cambiando su sabor original a un sabor a proceso y obteniendo un producto de menor calidad. En el caso contrario si el porcentaje es menor al 50%, ocasiona grandes pérdidas

2

económicas para la fábrica ya que el café es una de las materias primas más costosa. [3]

5.5. Leche Fresca

La leche es una fuente de proteínas y carbohidratos, además de calcio, riboflavina y vitamina A y B-12, no posee grandes cantidades de hierro y vitamina C.

La leche por su contenido en proteínas, acompañada de valiosos aminoácidos esenciales, y su equilibrada proporción en grasa, junto a unos altos niveles de calcio y otras sales minerales, la hacen especialmente valiosa durante las épocas de crecimiento. La proporción grasa de la leche es del orden de 3,5 al 4,5 % y a veces incluso más.

Propiedades de la leche			
Calorías	59 a 65 kcal	Agua	87% al 89%
Carbohidratos	4.8 a 5 g		
Proteínas	3 a 3.1 g		
Grasas	3 a 3.1 g		
Minerales			
Sodio	30 mg	Fósforo	90 mg

[3] REF[3]

Potasio	142 mg	Cloro	105 mg
Calcio	125 mg	Magnesio	8 mg
Hierro	0.2 mg	Azufre	30 mg
		Cobre	0.03 mg

La leche contiene vitaminas hidrosolubles como liposolubles, que no presentan gran aporte. Las vitaminas que más se destacan son la riboflavina y la vitamina A. Por su alto contenido de agua, la leche es un alimento propenso a alteraciones y desarrollo microbiano, por eso siempre debe conservarse refrigerada.

5.6. Leche magra

La leche magra tiene un escaso contenido graso entre el 0.25 – 0.35 % y de sólidos no grasos entre 28 y 36%. Se utiliza en la alimentación humana, aunque es una fuente de proteínas, lactosa, sales minerales y vitaminas de primer orden. Se utiliza para la fabricación de productos tales como leche condensada y en polvo.

Mediante un proceso de centrifugación de la leche fresca se separa la leche magra y la crema. Después de separada, la magra es sometida a un procesos de evaporación con el fin de evaporar cierta de cantidad de agua que contiene la leche magra. Después es pasada por unos intercambiadores de placas donde se baja la temperatura y finalmente es transportada a la fábrica para procesarla y transformarla en producto terminado.

5.7. Crema

La crema es una sustancia, de consistencia grasa y tonalidad blanca o amarillenta, que se encuentra de forma emulsionada en la leche cruda es decir en estado natural.

La crema es separada de la leche mediante un proceso de centrifugado, es almacenada por separado para su uso. Existen varias clases de crema de acuerdo a la proporción de grasa que contiene.

La crema combinada con leche fresca permite fabricar crema de leche, leche condensada y leche en polvo. [4]

5.8. Importancia de sólidos totales en el precondensado magra y la crema.

Es necesario la determinación de sólidos en la materia prima como: precondensado magra y crema para realizar la respectiva estandarización de 1 lote, de un producto determinado. Esto quiere decir que dependiendo de los

[4] REF[4]

sólidos no grasos (SNG) que se obtienen a partir de la magra y los sólidos grasos (SG) que se obtienen de la crema, se pueden establecer las cantidades que se deben adicionar de, el precondensado magra y la crema para la obtención de un producto con sólidos establecidos.

De este modo una buena calibración del equipo (método rápido) evitará que se fabriquen productos finales fuera de especificación debido a materias primas mal valoradas (composición de sólidos) por ejemplo:

1. Lecturas de sólidos por encima de las medidas de referencia:

Implica adicionar menor cantidad de, el precondensado magra y la crema, dando como resultado un producto con bajo % de sólidos grasos fuera de norma. Este producto sería usado como reproceso provocando pérdidas económicas.

2. Lectura de sólidos por debajo de las medidas de referencia:

Implica adicionar mayor cantidad de crema de la que se necesita dando como resultado un producto con alto % de sólidos, lo cual trae como consecuencia pérdidas económicas. [5]

5.9 Análisis estadístico

Para la validación del método rápido como primer paso antes de de un análisis estadístico, es de gran importancia tener en cuenta las instrucciones de laboratorio para los dos métodos (estufa, CEM) donde se encuentra establecido el valor de reproducibilidad y repetibilidad de un método a otro para algunos productos, ya que de acuerdo a estos valores se puede comprender si los datos que están siendo recogidos se encuentren dentro de norma y además se debe definir que tipo de comparación se necesita y esto a su vez identifica que tipo de datos se deben recoger, al finalizar aplicar diferentes métodos estadísticos los cuales proporcionan un medio eficaz para llevar a cabo su desarrollo, algunos de estos son: [6]

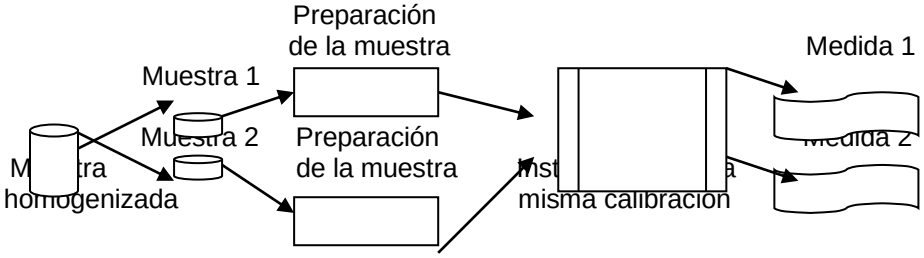
5.9.1Gráficos de correlación

Cuando es necesario realizar un estudio de validación entre dos métodos puede usarse lo que se llama un gráfico de correlación.
En este caso se tratan dos variables que pueden enmarcarse así:
Dos métodos con una sola característica de calidad.

[5] REF[5]
[6] REF[6]

Para comprender la relación entre el método de referencia y el método rápido se debe realizar en primer lugar un gráfico de correlación y comprender la relación global.
Para elaborar un gráfico de correlación se siguen los siguientes pasos:

- Se deben recoger pares de datos, es decir por duplicado para cada método y organizar la información en una tabla. Es importante tener por lo menos 30 pares de datos para realizar el análisis estadístico por los programas Excel y Q stat.



- Luego se calcula el promedio de los duplicados para los dos métodos y se registran los datos en el grafico, se usa el eje horizontal X para los promedios del método de referencia (estufa), y el eje vertical Y para los promedios del método rápido (CEM SMART 5).

Para la lectura de un grafico de correlación lo primero a examinar es si hay o no puntos que se encuentren muy apartados del grupo principal, si esta situación se presenta se supone que estos datos se encuentran afectados por alguna variación en las condiciones del análisis de sólidos. Sin embargo, en lugar de despreciar estos puntos, se debe dar una buena explicación de esas irregularidades y examinar en que momento estos puntos pueden afectar los resultados de la validación.
Hay muchas formas de dispersiones que presentan los puntos en un grafico de correlación, algunas formas típicas como **correlación positiva** cuando crece con X presentando una tendencia muy pronunciada, **correlación negativa** es cuando a medida que X aumenta, Y disminuye o cuando no se presenta ninguna relación particular, esta es una forma cualitativa de calificar la relación entre los dos métodos; sin embargo para comprender la fuerza de la relación en términos cuantitativos, es de gran importancia calcular el coeficiente de correlación:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx).S(yy)}}$$

$$S(xx) = \sum_{i=l}^{n} (xi - \bar{x})^2 = \sum_{i=l}^{n} xi^2 - \frac{(\sum_{i=l}^{n} xi)^2}{n},$$

$$S(yy) = \sum_{i=l}^{n} (yi - \bar{y})^2 = \sum_{i=l}^{n} yi^2 - \frac{(\sum_{i=l}^{n} yi)^2}{n},$$

$$S(xy) = \sum_{i=l}^{n} (xi - \bar{x})^2 (yi - \bar{y})$$

$$= \sum_{i=l}^{n} xiyi - \frac{(\sum_{i=l}^{n} xi).\sum_{i=l}^{n} yi)^2}{n}$$

"n" es el números de pares de datos, S (x y) se llama la covarianza. El coeficiente de correlación, se encuentra en el rango -1≤ r ≥ 1. Si el valor absoluto es mayor a 1, claramente ha ocurrido un error de calculo o están malos los datos recogidos. En el caso de una correlación cercana a +1 esto nos indica una correlación positiva fuerte, por el contrario una correlación negativa es cercana a -1. Es decir, cuando lrl está cerca de 1, indica una correlación fuerte entre entre X y Y, y cuando lrl está cerca de 0, una correlación débil. Si la correlación es cercana a 1, los datos aparecen en línea recta.[7]

5.9.2 Gráficos de control

Los gráficos de control nos ayudan a identificar causas especificas de la variación de las características de calidad en un proceso, teniendo en cuenta que en el caso de la validación del método rápido los gráficos de control son utilizados para observar el comportamiento de un método a otro ya que las concentraciones de sólidos en el extracto de café, la leche fresca, el precondensado magro y la crema siempre se encuentran variando. Para realizar un grafico de control se debe hacer una tabla previamente la cual contiene datos como:

- Promedio de los duplicados para cada método.
- Diferencia de los promedios de los dos métodos.
- El promedio final del los promedios de los dos métodos (media de estufa y media de CEM).
- El límite de control superior para el método de estufa y el método CEM.

[7] REF[7]

- El límite de control inferior para el método de estufa y el método CEM. Las formulas de limites de control se encuentran explicadas en el análisis de resultados.

Para la validación de un método teniendo como objetivo una característica analítica (materia seca) se deben tener datos los cuales se deben organizar en grupos de acuerdo a su fecha de análisis y estos a su vez en subgrupos (n=2). La organización de los subgrupos es una de las partes más importante de la preparación de una grafica de control y determina su efectividad. La organización inapropiada de los subgrupos tiene como resultado una grafica inútil, en el caso de un grafico de control.

Un gráfico de control consiste en una línea central, siendo esta la media de cada uno de los métodos, un par de límites de control, uno de ellos colocado por encima de la línea central llamado límite de control superior y otro por debajo llamado límite de control inferior, y en unos valores característicos registrados en la gráfica que representa el estado del proceso. Si todos los valores se encuentran ubicados dentro de los límites de control, sin ninguna tendencia especial, se dice que el proceso esta en estado controlado. Sin embargo, si ocurre por fuera de los límites de control o muestran una forma peculiar, se dice que el proceso esta fuera de control, teniendo un análisis más detallado del comportamiento de los datos dentro de un grafico de control podemos mencionar unos en especial como:

- Racha: es el estado en el cual los puntos ocurren continuamente en un lado de la línea central, una longitud de siete puntos en una racha se considera normal. Aun si la longitud de la racha esta por debajo de 6.
- Tendencia: cuando 7 puntos o más forman una curva continua ascendente o descendente, se dice que hay una tendencia drástica.
- Acercamiento a los límites de control: cuando 2 de 3 puntos se encuentran fuera de las líneas, el caso se considera anormal.
- Acercamiento de la línea central: cuando la mayoría de los puntos están dentro de la línea central y de cada uno de los límites de control, esto se debe a una forma inapropiada de hacer los subgrupos. El acercamiento a la línea central no significa un estado de control, sino una mezcla de la información de diferentes poblaciones en los subgrupos, lo cual hace que los límites de control sean demasiados amplios. Cuando se presenta esta situación es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.
- Periodicidad: también es anormal que la curva muestre repetidamente una tendencia ascendente y descendente para casi el mismo intervalo.

Cuando se encuentran las condiciones anormales que pueden afectar el proceso con la ayuda de los gráficos de control, el paso siguiente es controlar estos factores de manera que el valor esperado se mantenga dentro de un rango deseable, es decir en un proceso en condición estable.[8]

[8] REF[8]

6. METODOLOGÍA

Para el análisis de sólidos de las diferentes materias primas: el extracto de café, la leche fresca, el precondensado magro y la crema, se sigue una metodología basada en un diseño experimental teniendo en cuenta los manuales que contienen diferentes instrucciones de laboratorio específicos para cada metodología de referencia (Estufa) y alternativo (CEM).

PROCEDIMIENTO

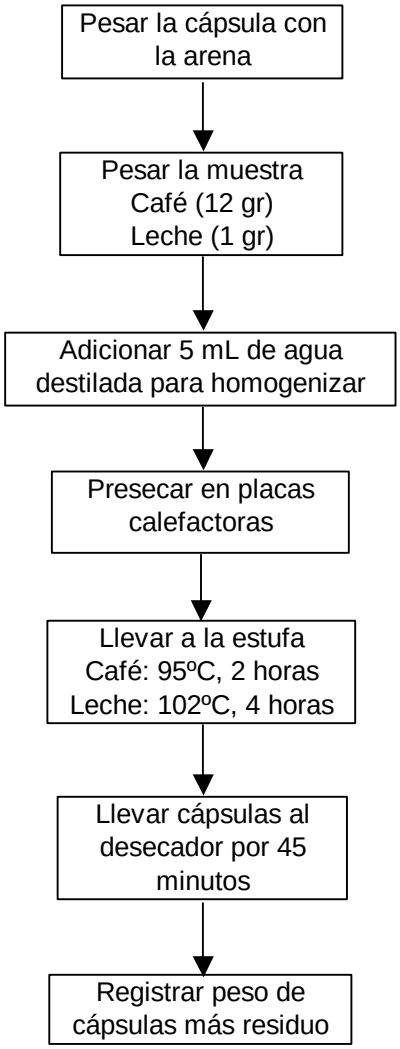
6.1. Determinación de sólidos (materia seca) con el método de estufa (referencia)

El diseño experimental por este método es el mismo para el café y la leche variando la cantidad de muestra, la temperatura y el tiempo.

Extracto de Café: 12 gr de muestra, 95°C, 2 horas.
Leche fresca, precondensado magra y crema: 1 g de muestra, 102°C, 4 horas.

El análisis de materia seca se realiza en cápsulas con 25 gramos de arena de mar, secadas en una estufa durante mínimo dos horas a 102°C y enfriadas en desecador por 45 minutos para remover toda la humedad. Se utiliza la arena de mar porque ésta es muy fina, permitiendo que la superficie aumente logrando un secado más ligero y parejo.

El procedimiento es el siguiente:



Para el cálculo de materia seca se utiliza la siguiente ecuación:

MATERIA SECA (gr/100 gr) = [(M3-M1)] / [(M2-M1)] x 100

M1: Cápsula vacía
M2: Cápsula + muestra
M3: Cápsula + residuo [9]

Procedimiento por el método de estufa (referencia) para la determinación de materia seca. (Ejemplo con leche)

Muestras de leche fresca, precondensado magra y crema.

Preparación de la cápsula con 25 gramos de arena.

Dejar enfriar en desecador por 45 minutos, para remover humedad.

Manejar siempre las cápsulas con las pinzas para no transmitir grasa y humedad.

Pesar las cápsulas con la arena.

Homogenizar la muestra antes del análisis

.

Pesar la muestra
Café: 12 g
Leche fresca, precondensado magra y crema: 1 g

Adicionar 5 mL de agua destilada para homogenizar bien la muestra y presecar en placa calefactoras.

Llevar a la estufa
Café: 95°C por 2 horas
Leche fresca, precondensado magra, y crema: 102°C por 4 horas.

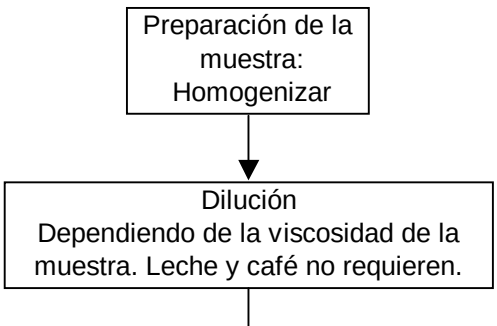
Llevar cápsulas al desecador por 45 minutos

Registrar peso de cápsula más residuo.

6.2. Determinación de sólidos por el método de microondas CEM, SMART 5 (rápido)

El diseño experimental por este método es el mismo para el café, la leche magra y la crema a condiciones de temperatura constante y pesos variables entre 2 y 4 gramos.

El procedimiento es el siguiente:



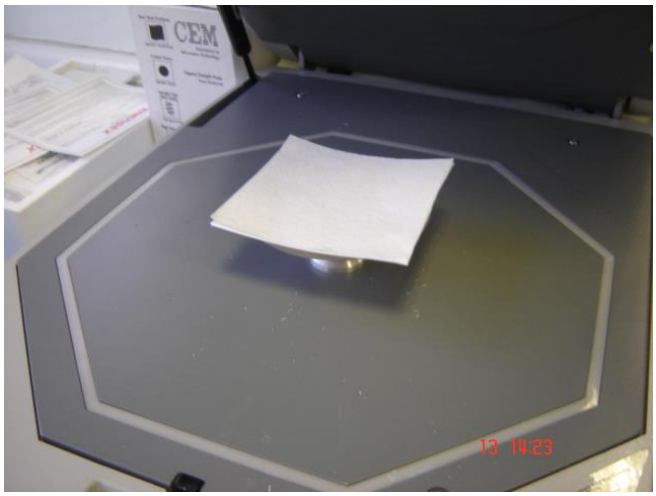
10

Procedimiento por el CEM SMART 5 (método alternativo) para la determinación de materia seca. (Ejemplo con leche)

Preparar la muestra homogenizándola muy bien.

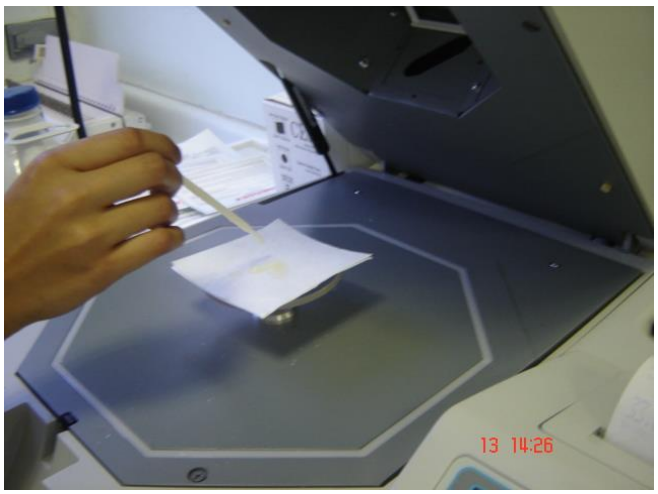
Se hace dilución dependiendo de la muestra leche y extracto débil de café no requiere.

[10] REF[10]



Colocar las dos láminas de muestreo sobre la balanza del equipo.

Cerrar la puerta del equipo y tarar la balanza del equipo.



Aplicar de 2 a 4 g de la muestra con una espátula sobre la parte granular de la lámina.

Cerrar la puerta del equipo y darle Start para que se inicie el secado de la muestra.

En la pantalla del equipo aparece el resultado de sólidos en porcentaje.

7. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1. Café

En términos generales, la metodología a seguir es la siguiente:

1. Recolectar una población de muestras considerable (>100).

2. Realizar cada muestra por duplicado.

3. Verificar las muestras cuya diferencia con sus duplicados no sea mayor a la encontrada en la teoría. En el caso de café por el método de estufa se considera una diferencia entre los dos duplicados que no exceda en

0,05% en la repetibilidad y por el método del CEM se considera que no exceda el 2% de cualquier límite, con un nivel de confianza del 95%.

4. Los datos que no estén con la diferencia encontrada en la teoría, se descartaran por posibles fallas en la preparación o manipulación de la muestra.

5. Se realizará un análisis estadístico por medio de herramientas como Excel y Qstat, mediante el uso de la media, desviación estándar, gráficos de control, correlaciones, intervalos de confianza, entre otros.

6. Con los datos restantes y el análisis respectivo, se hará la validación del método de referencia (estufa) con el método alternativo (CEM), encontrando el valor de la diferencia de la reproducibilidad.

7.2. Leche fresca, magra, crema

En términos generales, la metodología a seguir es la siguiente:

1. Recolectar una población de muestras (>30).

2. Realizar cada muestra por duplicado.

3. Verificar las muestras cuya diferencia con sus duplicados no sea mayor a la encontrada en la teoría. En el caso de leche, crema y magra por el método de estufa se considera una diferencia entre los dos duplicados que no exceda en 0,05% en la repetibilidad y por el método del CEM se considera que no exceda el 2% de cualquier límite, con un nivel de confianza del 95%.

4. Los datos que no estén con la diferencia encontrada en la teoría, se descartarán por posibles fallas en la preparación o manipulación de la muestra.

5. Se realizará un análisis estadístico por medio de herramientas como Excel y Qstat, mediante el uso de la media, desviación estándar, gráficos de control, correlaciones, intervalos de confianza, entre otros.

6. Con los datos restantes y el análisis respectivo, se hará la validación del método de referencia (estufa) con el método alternativo (CEM). En este caso la reproducibilidad tiene un valor de 0.15%. [11]

[11] REF[11]

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1. Resultados y análisis de resultados del Café

Para el análisis de resultados de café se siguió el procedimiento acorde a la metodología.

Se recopilaron 130 datos (cada uno con duplicado) por los métodos CEM (rápido) y estufa (referencia). (Ver anexo tabla 1)

Al tener estos datos se realizó la revisión de los mismos, con el fin de descartar los que no cumplieran con los requerimientos de la norma de repetibilidad (según la LI. 00501-2 y LI .0028) para los dos métodos. (Los datos que no cumplieron se encuentran señalados con color amarillo para estufa y azul para CEM en la tabla 1). Con el fin de no descartar ningún dato, los análisis hechos para la tabla 1 fueron realizados teniendo en cuenta todos los datos. En la tabla 2 se redujo la cantidad de datos siguiendo la norma anteriormente descrita.

En adición, se analizaron los datos con la media y la desviación estándar de cada duplicado con la ayuda de Excel y Qstat (ver anexos Q-STAT).

En el caso del método de referencia y rápido los valores promedios son muy parecidos:

Duplicado 1: 13,03 (referencia)
Duplicado 2: 13,02 (referencia)

Duplicado 1: 13,02 (rápido)
Duplicado 2: 13,03 (rápido)

Aunque el promedio de estos valores son muy cercanos presentan una desviación estándar elevada entre dato y dato, equivalente a:

Duplicado 1: 0,84 (referencia)
Duplicado 2: 0.85 (referencia)

Duplicado 1: 0,85 (rápido)
Duplicado 2: 0.84 (rápido)

Estos resultados se dan por que la concentración de sólidos en el café varia por diferentes causas, las cuales son:

- Los cambios que se presentan en el proceso como: la variación de temperatura, presión y humedad.
- En la fabricación del café soluble cuando ocurre el proceso de extracción, se debe tomar de cada celda de extracción (en un periodo de 18 minutos) una alícuota (cantidad determinada de extracto débil de

café) para ser analizada por el método rápido y por el método referencia. Para estos análisis debe ser bien homogenizada la muestra y por consiguiente puede variar el porcentaje de sólidos.

- Por una manipulación incorrecta de la muestra.
- Por cambio de operario.

Se realizó un análisis de correlación con los datos tomados en la tabla 1 (ver anexo) con el fin de verificar la dispersión y la relación, con el objetivo de validar los dos métodos. Para este análisis se tomaron los promedios de los duplicados de cada método con el fin de simplificar la verificación de los resultados. (Ver gráfico 1).

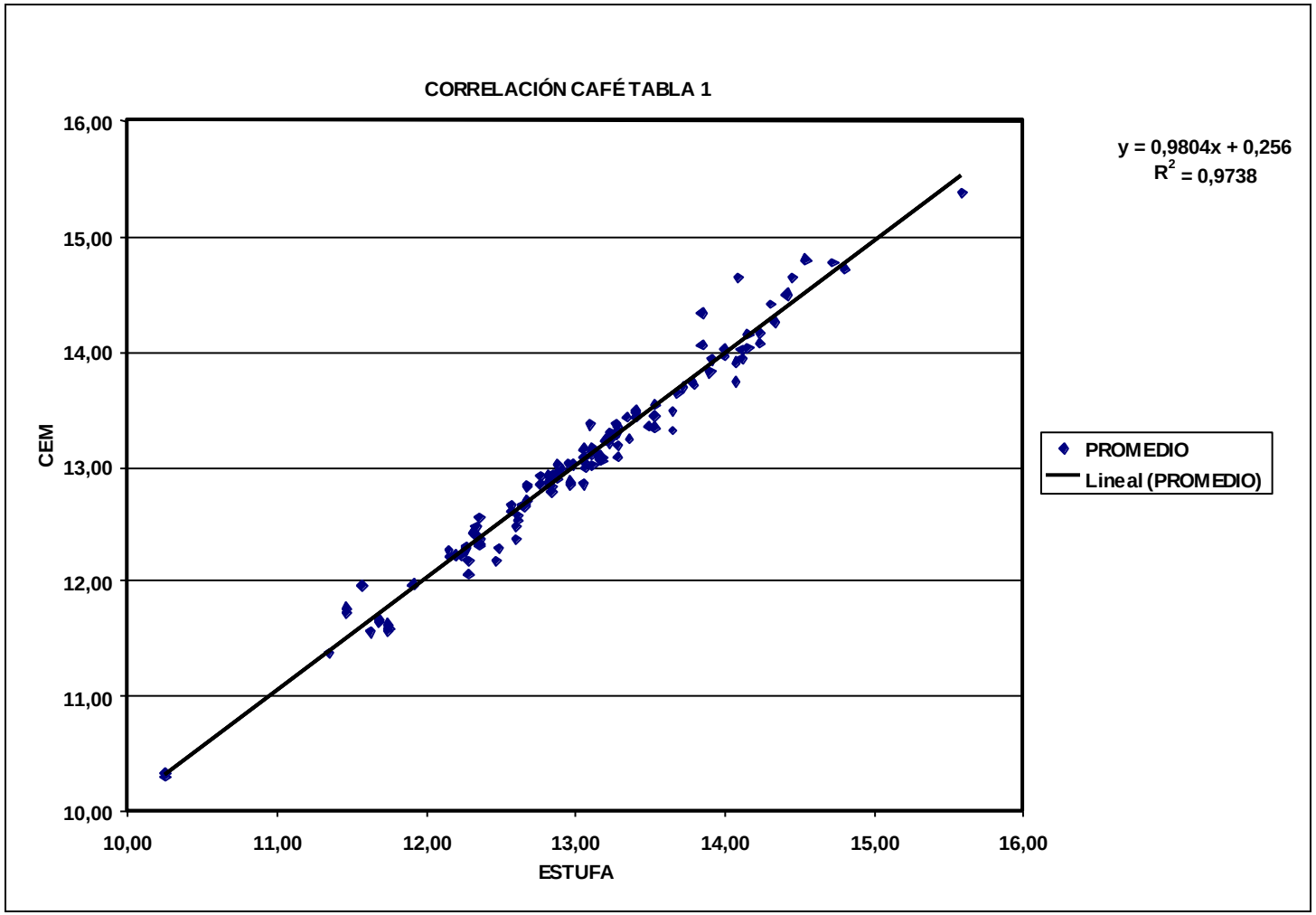


Gráfico 1. Correlación café (130 datos, sin descartar)

A partir de la gráfica se puede analizar que presenta una correlación positiva, con un coeficiente muy cercano a 1, con una línea de tendencia bastante inclinada. A su vez, los datos de la zona de arriba de la línea de tendencia presenta una pequeña dispersión de los datos y presenta una buena cantidad de datos, en la zona de abajo de la línea de tendencia se presenta muy poca dispersión de los datos. Es decir que la diferencia de los dos métodos no es muy lejana y permite el paso a una validación. Por ejemplo, si la concentración de sólidos por el método de referencia es igual a 14%, por el método rápido su concentración al ser analizada es igual a 13,98%.

Continuando con la metodología se realizó otra tabla con los valores que cumplieran la norma de repetibilidad. (Ver anexo tabla 2), Se analizaron 88 valores (con sus duplicados) con la media y la desviación estándar (por Excel y Qstat).

Duplicado 1: 12,96 (referencia)
Duplicado 2: 12,96 (referencia)

Duplicado 1: 12,95 (rápido)
Duplicado 2: 12,95 (rápido)

La desviación estándar entre dato y dato es equivalente a:

Duplicado 1: 0,81 (referencia)
Duplicado 2: 0,81 (referencia)

Duplicado 1: 0,81 (rápido)
Duplicado 2: 0,82 (rápido)
Las diferencias son mínimas entre duplicado y duplicado lo que permite analizar las diferencias entre los métodos y validar los métodos. Para esto se realizó el análisis de correlación. (Ver gráfico)

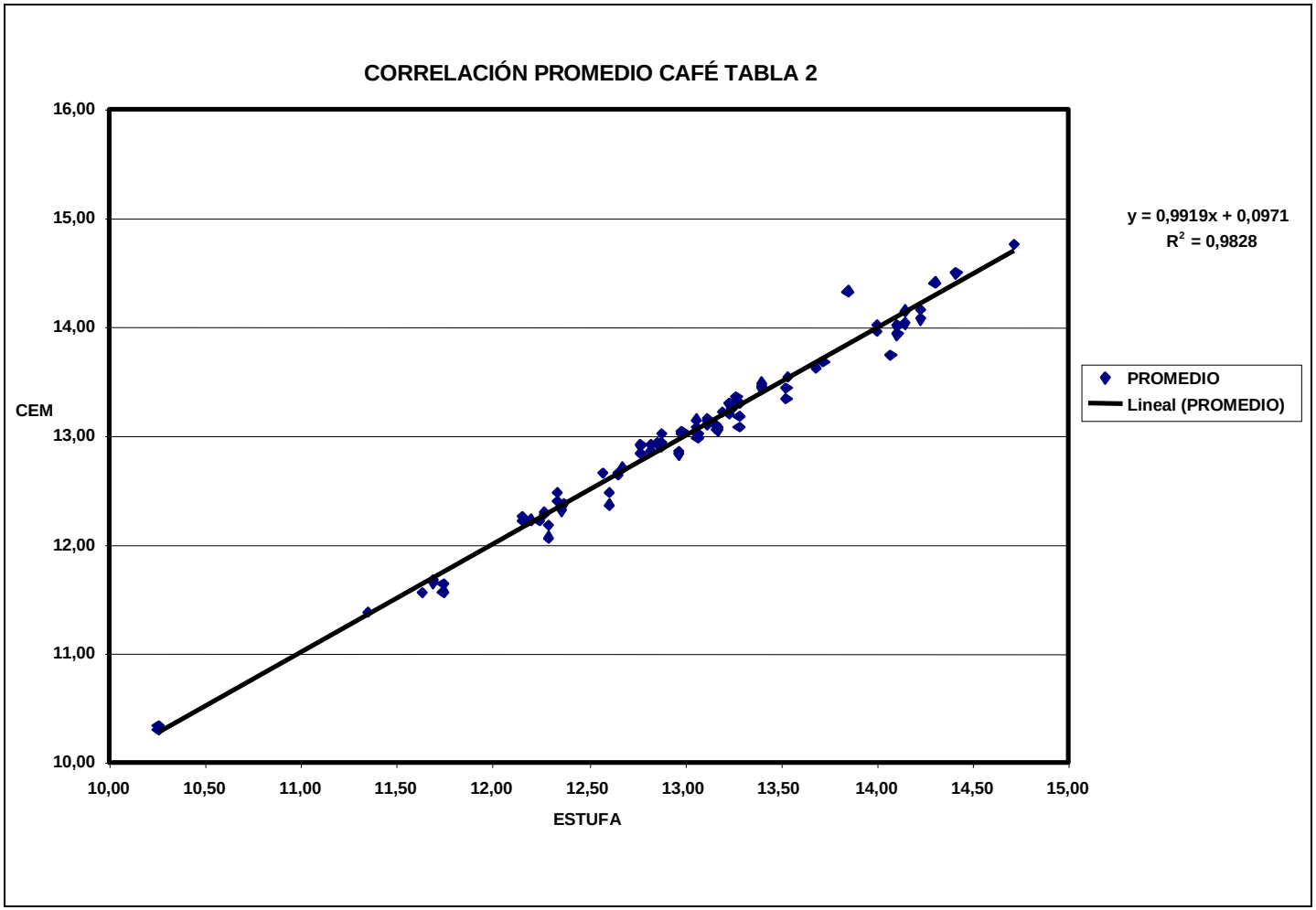


Gráfico 2. Correlación café (88 datos)

Observando la gráfica, la línea de tendencia se encuentra más acostada en comparación a la anterior. Se puede analizar que los datos que se encuentran ubicados en la zona de abajo de la línea de tendencia tienen una muy pequeña dispersión entre los datos, en la zona de arriba de la línea de tendencia hay un punto que tienen mayor dispersión entre los demás datos, igualmente la pendientes es cercana a 1 lo que da paso a verificar y validar los dos métodos.

Antes de empezar con la validación de los métodos, se realizó un último análisis con los gráficos de control de variables, los cuales requieren:

- Calcular la media de los datos de los métodos de estufa y de CEM
- Los límites de control superior para los métodos de estufa y CEM
- Los límites de control inferior para los métodos de estufa y CEM

Para el cálculo de los límites de control se debe tener en cuenta los coeficientes que son determinados por el tamaño del subgrupo (n), en este caso n=2 (duplicado por muestra) y su coeficiente= 1.880.

Para calcular el límite de control superior de estufa:

LCs = media de estufa + coeficiente * promedio de estufa

Para calcular el límite de control inferior de estufa:

LCi = media estufa – coeficiente * promedio de estufa

Así mismo se calculan los límites para el CEM utilizando la media y el promedio de este método.

Generalmente los gráficos de control de variables se usan para analizar procesos y permiten dar a conocer ciertos problemas que se den en una línea de producción. En este caso se utilizó el gráfico con el fin de validar los datos del método rápido teniendo en cuenta el método de referencia. (Ver grafico 1 y 2).

Además estos gráficos permiten realizar una comparación visual del comportamiento de los dos métodos con diferentes muestras. En el caso de café los valores de extracto (sólidos) varían por diferentes causas (explicadas anteriormente), es por esto que los gráficos de control para ambos métodos presentan un comportamiento poco normal.

Teniendo en cuenta las diferencias en las concentraciones de sólidos en el café su variación no puede salirse del siguiente rango: ***9 al 15 %.***

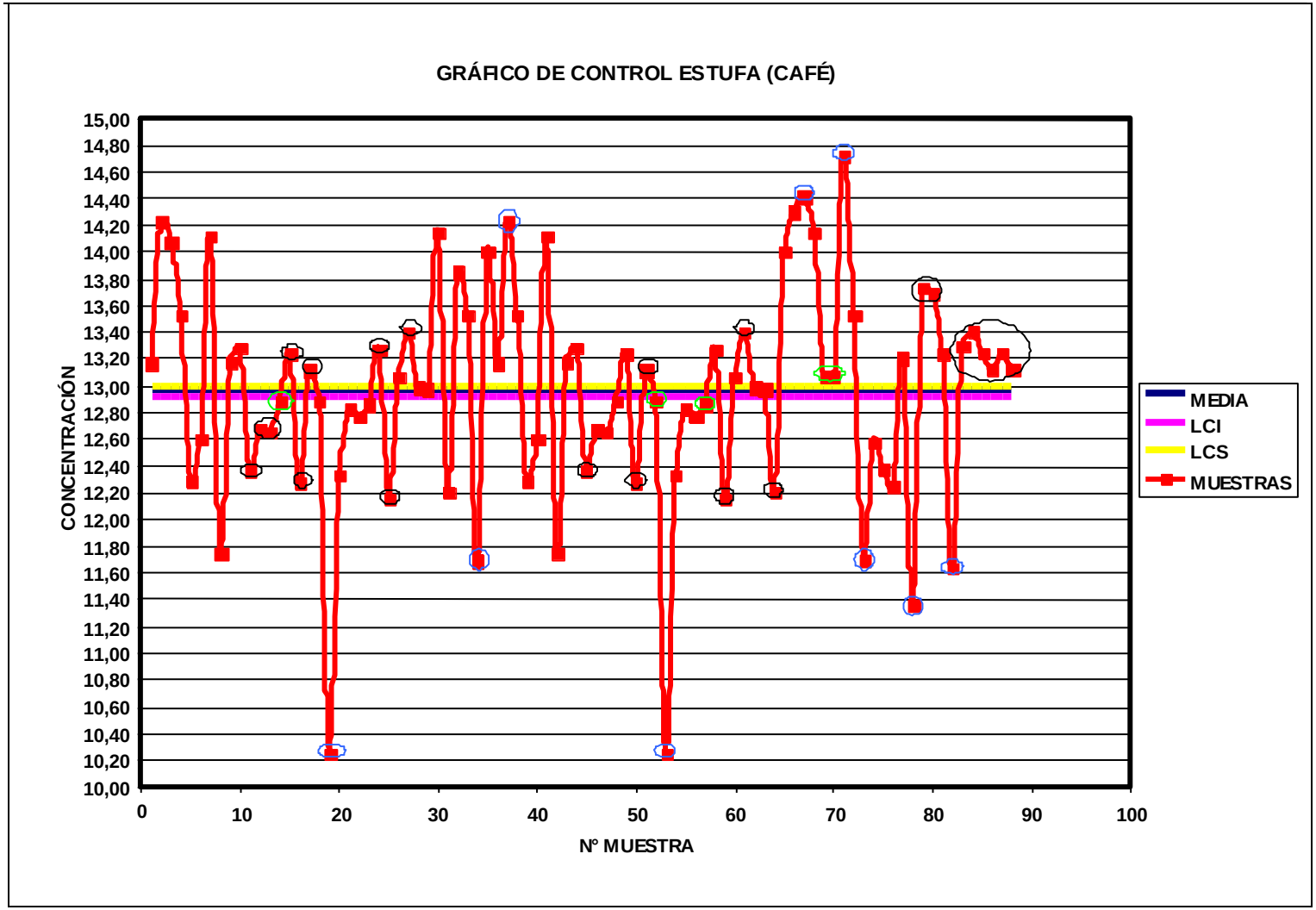


Gráfico 3. Gráfico de control café método de estufa.

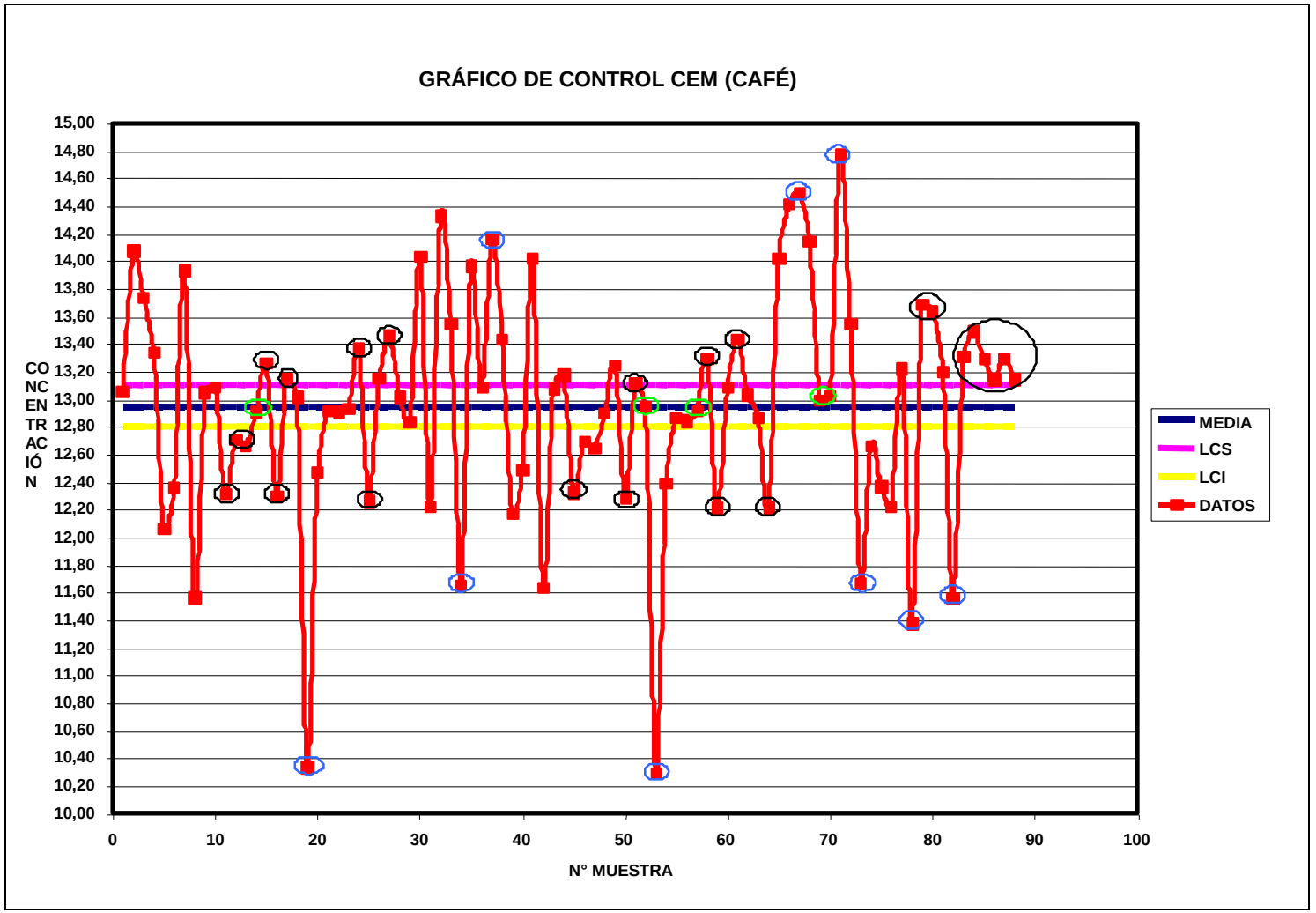


Gráfico 4. Gráfico de control café método CEM.

A partir de los dos gráficos de control se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Los puntos señalados con un círculo negro, para ambas gráficas (métodos), son parecidos en su comportamiento y su valor numérico.
- Los valores señalados con círculo azul presentan un comportamiento parecido en la gráfica y en su valor numérico. Además estos picos característicos nos permite visualizar que la concentración de sólidos en el café es variable.
- Los puntos señalados con círculo verde no presentan un comportamiento parecido en la gráfica, pero sus valores numéricos son parecidos para ambos métodos. Además estos datos se encuentran cerca de la media y de los límites de control, lo que nos permite tener una alta confiabilidad en el comportamiento del método rápido y de referencia.
- Los otros valores (no señalados) difieren numéricamente por ambos métodos. Aunque el comportamiento grafico es muy parecido y da paso a la validación de los métodos.

Con todas estas verificaciones y herramientas estadísticas se puede pasar a la validación del método rápido teniendo como base el de referencia.

Para la validación de los métodos se tuvieron en cuenta:

- Las diferencias de los promedios de los duplicados de los métodos.
- El promedio total de la diferencia de los dos métodos.
- La desviación estándar de la diferencia de los dos métodos.

Los valores son:

PROMEDIO	0,08
DESVIACIÓN ESTANDAR	0,07

Con estos datos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- La diferencia de los dos métodos tiene una media de 0.08. Este valor es el mínimo de referencia que puede tener el método de estufa con respecto al método CEM.
- El valor máximo de la diferencia entre los dos métodos debe ser 0,15. Este valor es estipulado puesto la diferencia de cualquier valor con respecto a su media (en cualquier medición) tiene un rango máximo hasta 0.07 (desviación estándar).
- Por todo esto, los valores dados en el método rápido con base a los valores del método de referencia deben ser:

Valor método CEM +/- 0,15 % valor de referencia

Este valor es conocido como reproducibilidad. Esto hace referencia a la diferencia que pueden tener dos métodos con la misma muestra a analizar.[12]

8.2. Resultados y análisis de resultados de Leche fresca.

Para el estudio de los resultados de leche fresca, magra y crema se siguió el procedimiento acorde a la metodología, para realizar un análisis estadístico se deben recopilar como mínimo 30 datos cada uno con su duplicado por los dos métodos (referencia y rápido). (Ver anexo tabla 3). Se tienen en cuenta parámetro como la media y la desviación estándar de cada duplicado con la ayuda de Excel y Qstat (ver anexos Qstat).

En el caso del método de referencia los promedios son iguales, por otro lado en el método rápido los valores promedios entre duplicados son muy parecidos:

Duplicado 1: 12.06 (referencia)
Duplicado 2: 12.06 (referencia)

Duplicado 1: 11.81 (rápido)
Duplicado 2: 11.84 (rápido)

La desviación estándar para el método de referencia presenta unos valores iguales entre los duplicados, en el caso del método rápido la desviación estándar es muy cercana, lo que indica que el comportamiento de los duplicados es muy parecido.

Duplicado 1: 0.26 (referencia)
Duplicado 2: 0.26 (referencia)

Duplicado 1: 0.29 (rápido)
Duplicado 2: 0.31 (rápido)

[12] REF[12]

Las diferencias dadas por la variación entre el promedio de las muestras y cada dato de la población, en el caso de la leche fresca, pueden ser causadas por:

- La raza de la vaca.
- El clima donde vive la vaca.
- El tipo de alimentación de la vaca.

La leche debe contener como mínimo 15% de sólidos.

Con los datos de los promedios de los de los duplicados de la tabla 3 (ver anexo) se realizó un gráfico de correlación para hacer el análisis estadístico correspondiente para la validación del método rápido. (Ver gráfico 5).

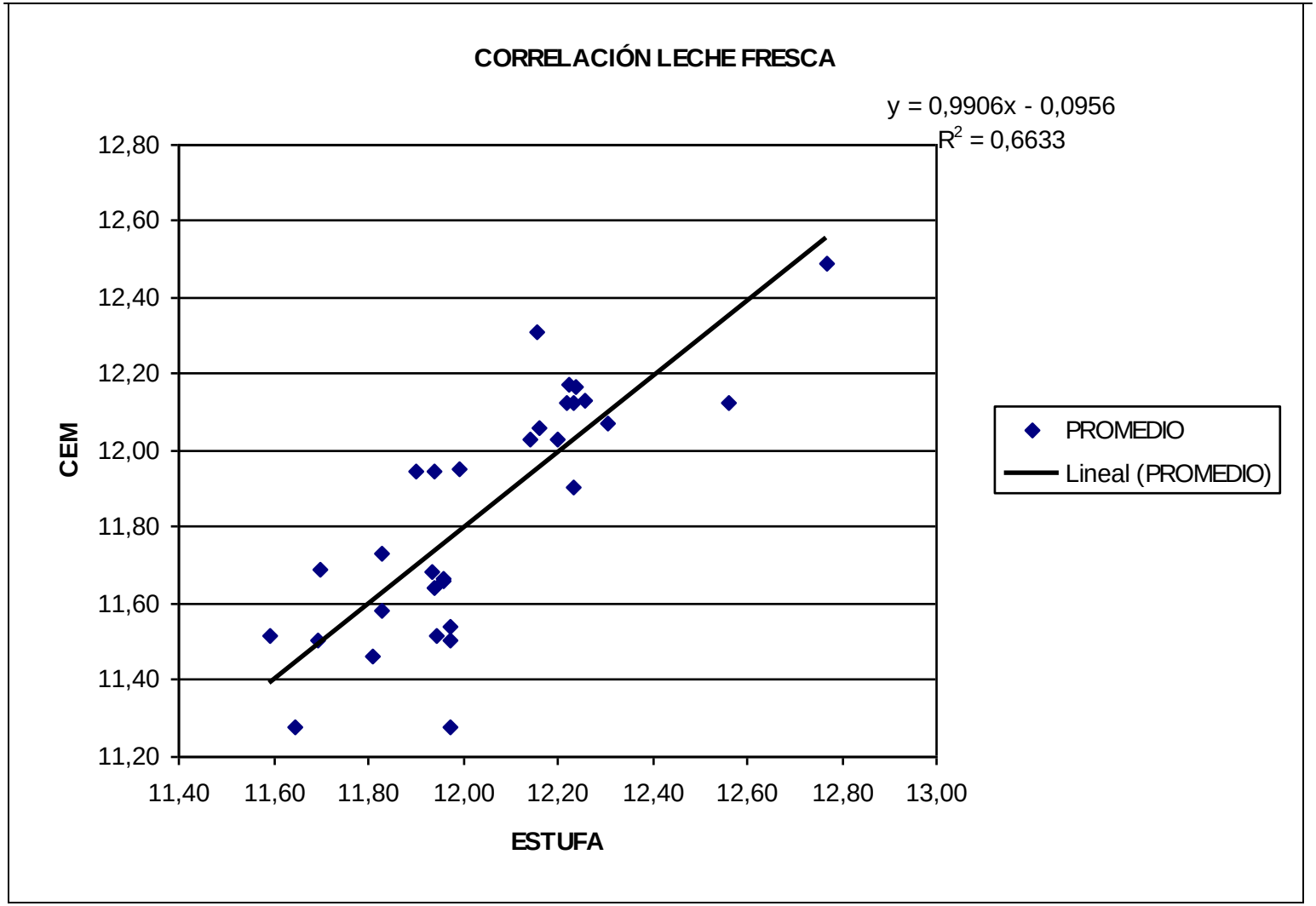


Gráfico 5. Gráfico de Correlación leche fresca (30 datos)

A partir del gráfico se puede observar que la pendiente es positiva que tiene un valor muy cercano a 1, y que el coeficiente de correlación tiene un valor lejano a 1, por esta razón se ve la dispersión de los datos en el gráfico, los datos que se encuentran ubicados en la zona de arriba de la línea de tendencia como los puntos ubicados en la zona de abajo, tienen dispersión entre datos esto se debe a que los promedios de la tabla de valores de un método a otro son diferentes, por ejemplo el dato 17 en la tabla de valores tiene un promedio de duplicado mayor en el método rápido y menor valor en el método de referencia, esto puede ocurrir por:

- Mala manipulación en la preparación de la muestra. Es decir la homogenización que se realice antes de cada análisis.

Como complemento de la validación de los métodos, se realizó un último análisis con los gráficos de control de variables, los cuales se explicaron anteriormente.

Con los gráficos de control se puede analizar el comportamiento de los promedios de los duplicados de cada método para llegar a una validación, en el caso de la leche fresca se debe tener en cuenta las diferencias en las concentraciones de sólidos.

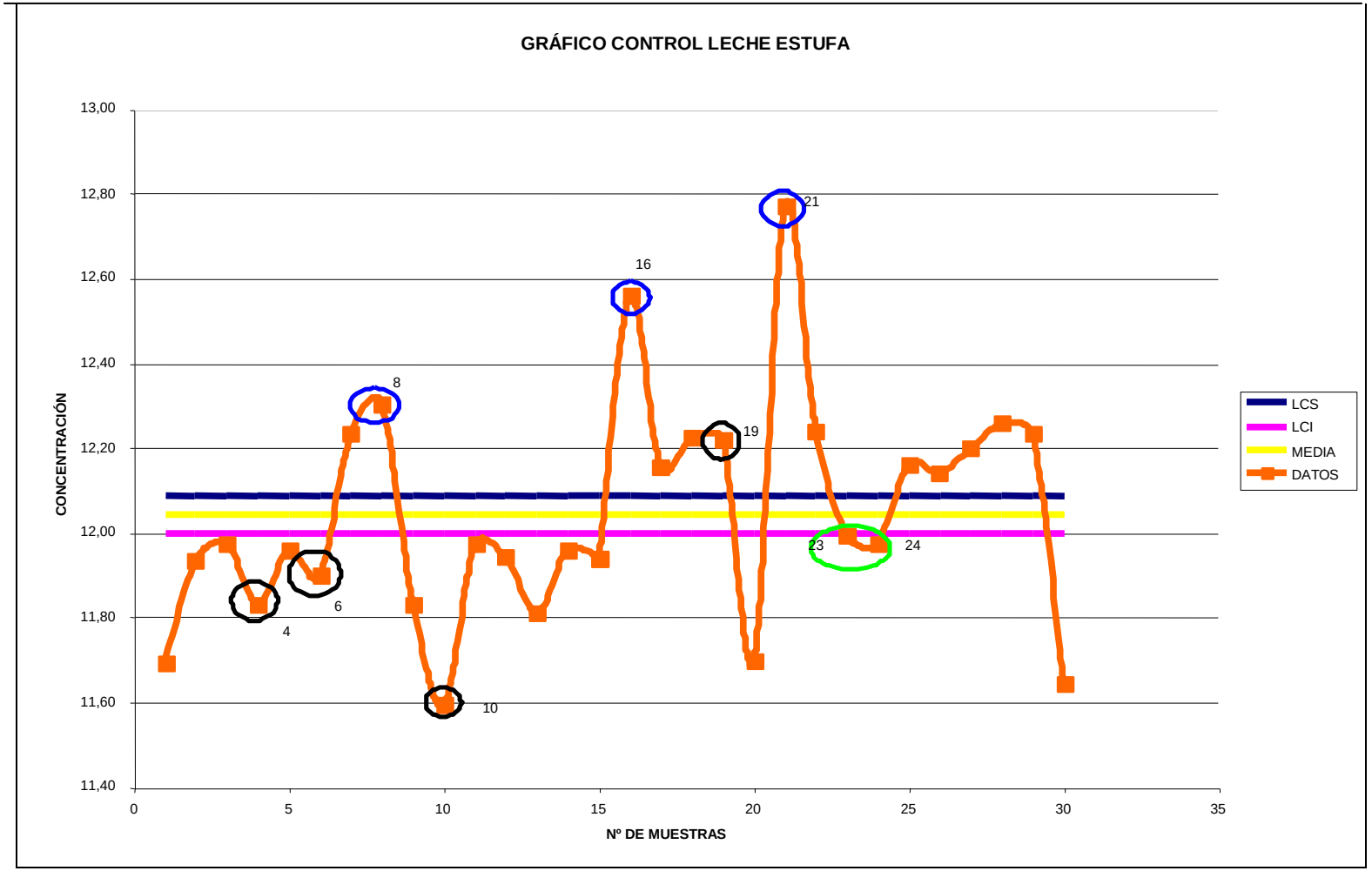


Gráfico 6. Gráfico de control leche método estufa

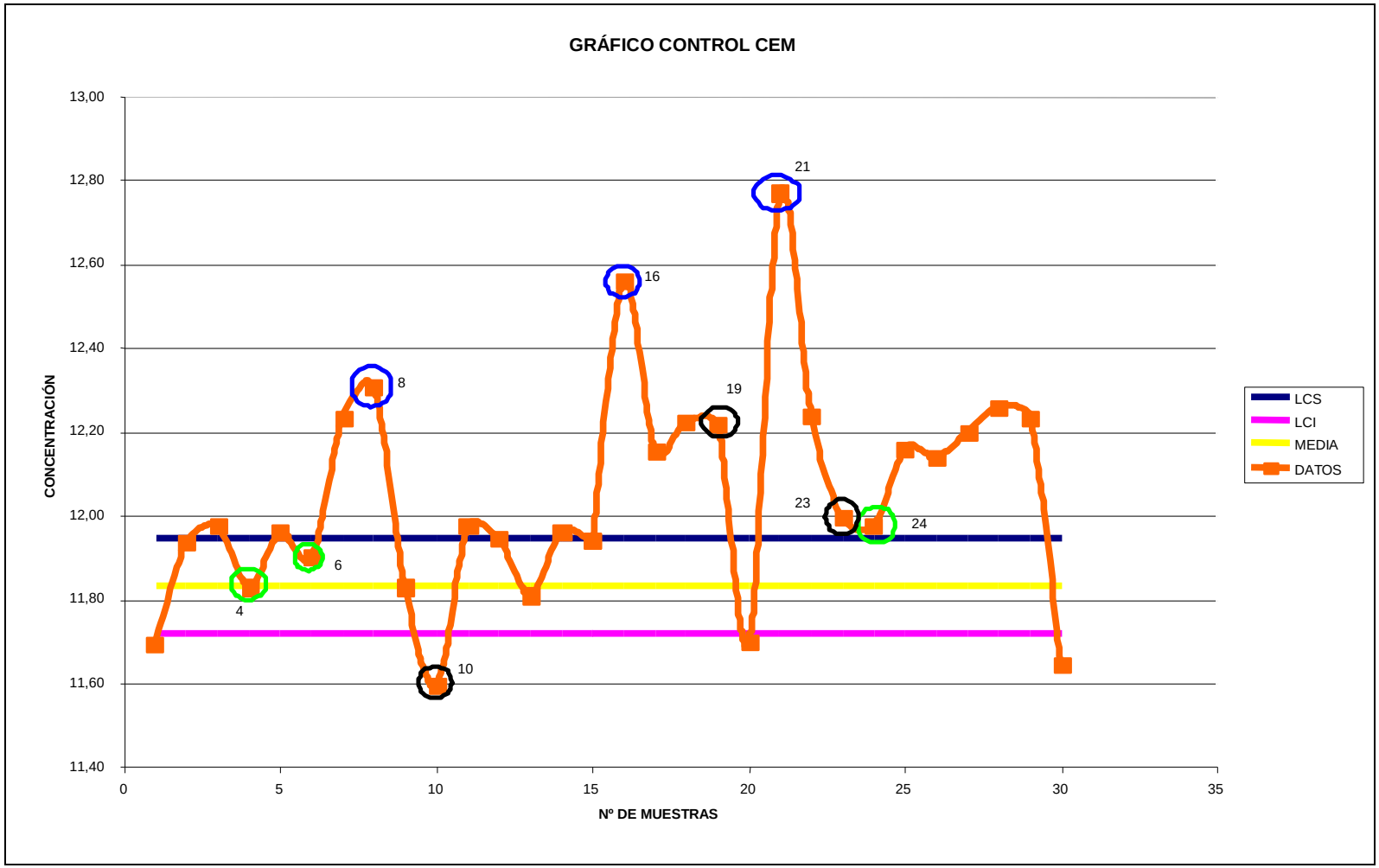


Gráfico 7. Gráfico de control leche método CEM.

- Los puntos señalados con color negro (4 y 6) para el gráfico 6 y los puntos señalados con color verde (4 y 6) para el gráfico 7 son muy parecidos en su comportamiento y numéricamente, aunque en el gráfico 6 se encuentran fuera de los límites de control, por otro lado en el gráfico 7 los puntos se encuentran dentro de los límites ya que la media y los límites de control son más abiertos en el gráfico 7, esto puede ser ocasionado, porque existe una dispersión en los datos como se ve claramente en el gráfico de correlación.
- Los puntos 8,16 y 21, señalados con color azul, son picos característicos de los gráficos y se encuentran ubicados numéricamente igual y su comportamiento es el mismo, lo que permitirá una validación de los métodos.
- Los puntos 10 y 19, señalados con color negro se encuentran ubicados en el mismo valor numérico con picos parecidos en los dos gráficos. Este comportamiento es un claro ejemplo para una posible validación de los dos métodos.
- Los puntos 23 y 24 en el gráfico 6 señalados con color verde están ubicados muy cerca de los límites de control; por su parte en el gráfico 7 el punto 23 se encuentra señalado con color negro ya que éste se encuentra un poco retirado del límite superior, por el contrario el punto 24 señalado con verde se encuentra ubicado cerca de los límites de control inferior, este comportamiento de cambios de posición de puntos de gráfico a gráfico sucede debido a que los límites de control y la media se encuentran en el gráfico 7 más abiertos, es decir que tiene unos valores numéricos diferentes en la gráfica.
- Los puntos no señalados presentan un comportamiento en los gráficos muy parecido, pero tiene una gran diferencia entre los dos métodos.

Con los parámetros estadísticos anteriormente mencionados en los que se encuentra:

- El promedio total de la diferencia de los métodos: 0.22
- La desviación estándar de la diferencia de los métodos: 0.16

Estos valores son utilizados para realizar la validación de los métodos y poder sacar las siguientes conclusiones:

- El valor promedio de la diferencia de los dos métodos es 0.22 este es el valor mínimo de referencia que puede variar el método de estufa respecto al método CEM, y la desviación estándar de la diferencia de los dos métodos tiene un valor máximo de 0.16. Este es un valor de referencia que tiene el método de estufa en relación al método de CEM, esto nos indica que el valor puede variar dentro de un rango de +/-0.38.

[Leche] 0.0<valor CEM<0.38 [leche] o valor CEM [0.0; 0.38]

8.3. Resultados y análisis de resultados de la magra.

Para la validación del método rápido para magra se recopilaron 30 datos con sus respectivos duplicados para cada método rápido y de referencia. (Ver anexo tabla 4), con cada uno de los duplicados de los dos métodos se realizó un análisis estadístico teniendo en cuenta la media y la desviación estándar por medio de Excel y Qstat (ver anexos Q-STAT).

En el método de referencia los promedios de duplicado a duplicado son iguales y para el método rápido los promedios de duplicado a duplicado son parecidos:

Duplicado 1: 32.02 (referencia)
Duplicado 2: 32.02 (referencia)

Duplicado 1: 32.06 (rápido)
Duplicado 2: 32.11 (rápido)

Para el método de referencia y el método rápido presenta unos valores de desviación estándar de duplicado a duplicado muy parecido, por lo tanto presenta variación de duplicado a duplicado:

Duplicado 1: 0.51 (referencia)
Duplicado 2: 0.50 (referencia)

Duplicado 1: 0.51 (rápido)
Duplicado 2: 0.52 (rápido)

Todas las variaciones que se encuentran en los duplicados de los dos métodos afecta los resultados de la media y la desviación estándar en el caso de la magra ocurre por:

- Por el proceso de separación.
- Por la cantidad de evaporación.

La magra se puede encontrar entre 26 a 34% de sólidos.

Para realizar un análisis estadístico de los datos tomados en la tabla 4 (anexo) se utilizó el gráfico de correlación. Esto con el fin de comprobar la relación y dispersión de los métodos. (Ver gráfico 8)

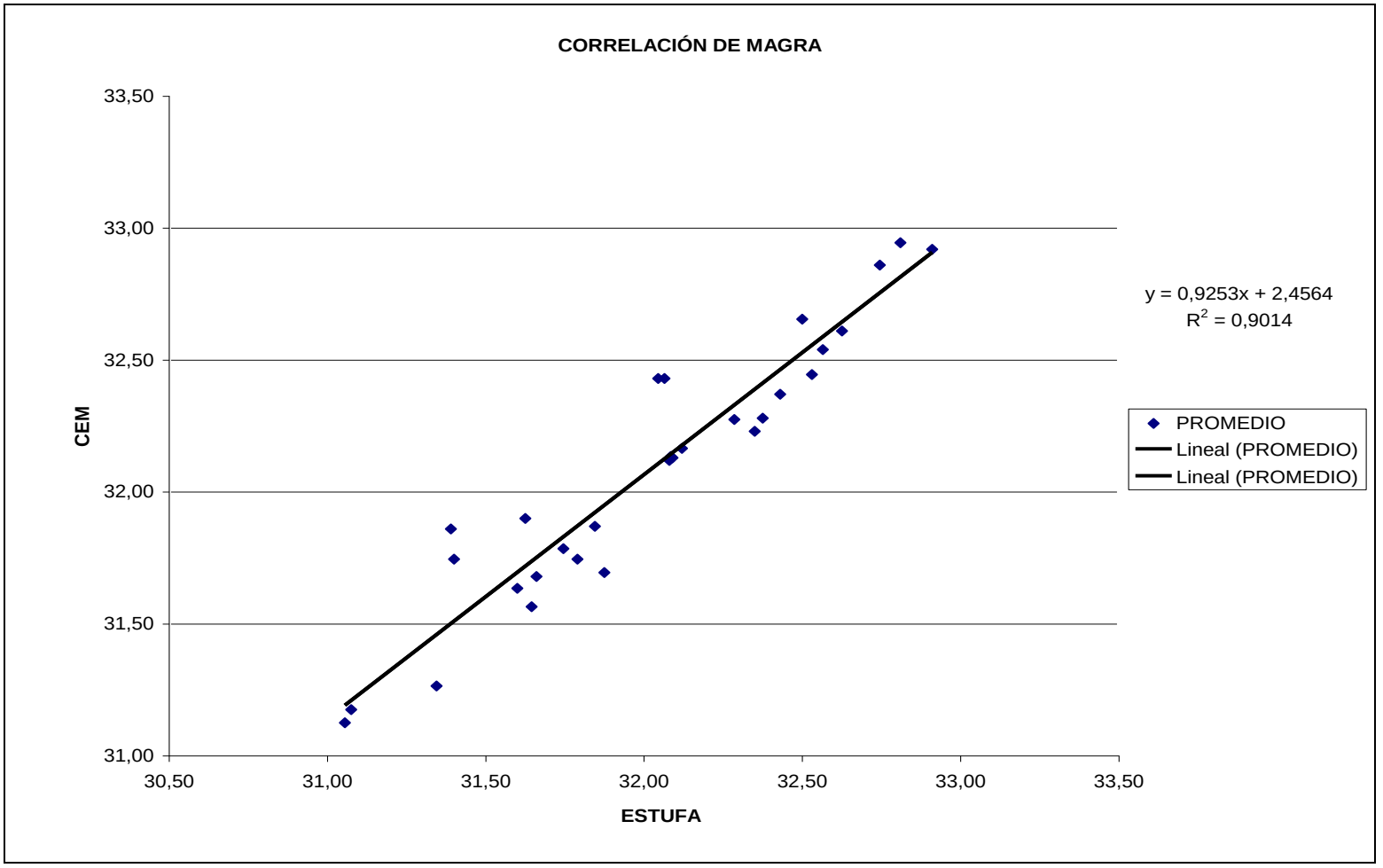


Gráfico 8. Gráfico de correlación magra (30 datos)

Al observar la gráfica se puede analizar que tanto la pendiente como el coeficiente de correlación es muy cercano a 1, es decir la correlación es positiva, los puntos que se encuentran en la zona de abajo de la línea de tendencia son puntos que tienen una dispersión baja, ya que los valores promedios en la tabla para ambos métodos es muy parecida, en el caso de la zona de arriba de la línea de tendencia la dispersión es mayor, pues los puntos son pocos y se encuentran más alejados unos de otros y los valores promedios de la tabla para el método de referencia son menores que los valores promedios del método rápido, estos cambios en los valores se ven afectados por:

- Una mala manipulación de la muestra.
- La temperatura y humedad en el momento de realizar el análisis.
- La pérdida de la muestra que se pueda presentar.

Con el fin de completar la validación de los dos métodos, se realizó un último análisis con los gráficos de control de variables.

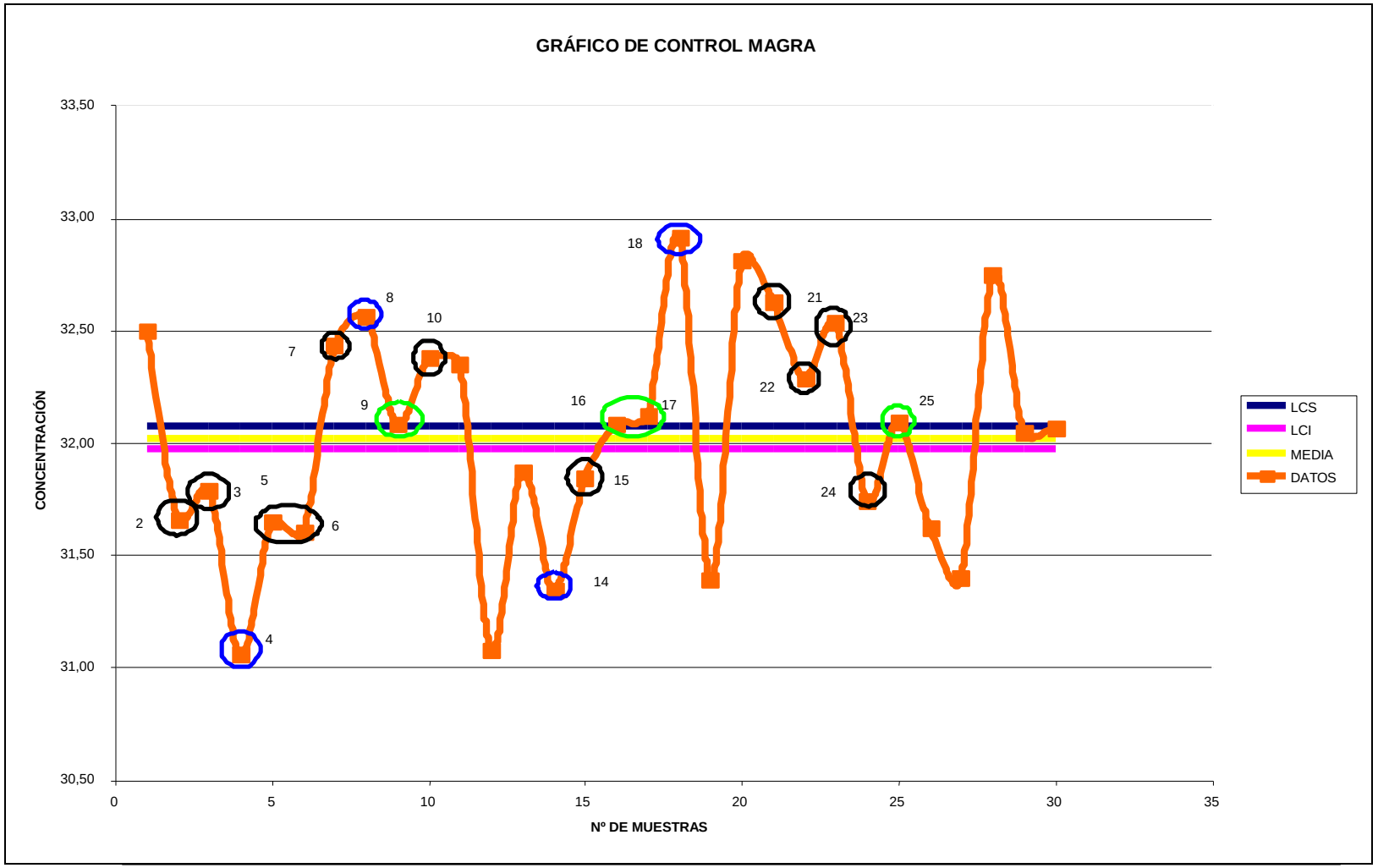


Gráfico 9. Gráfico de control magra método estufa.

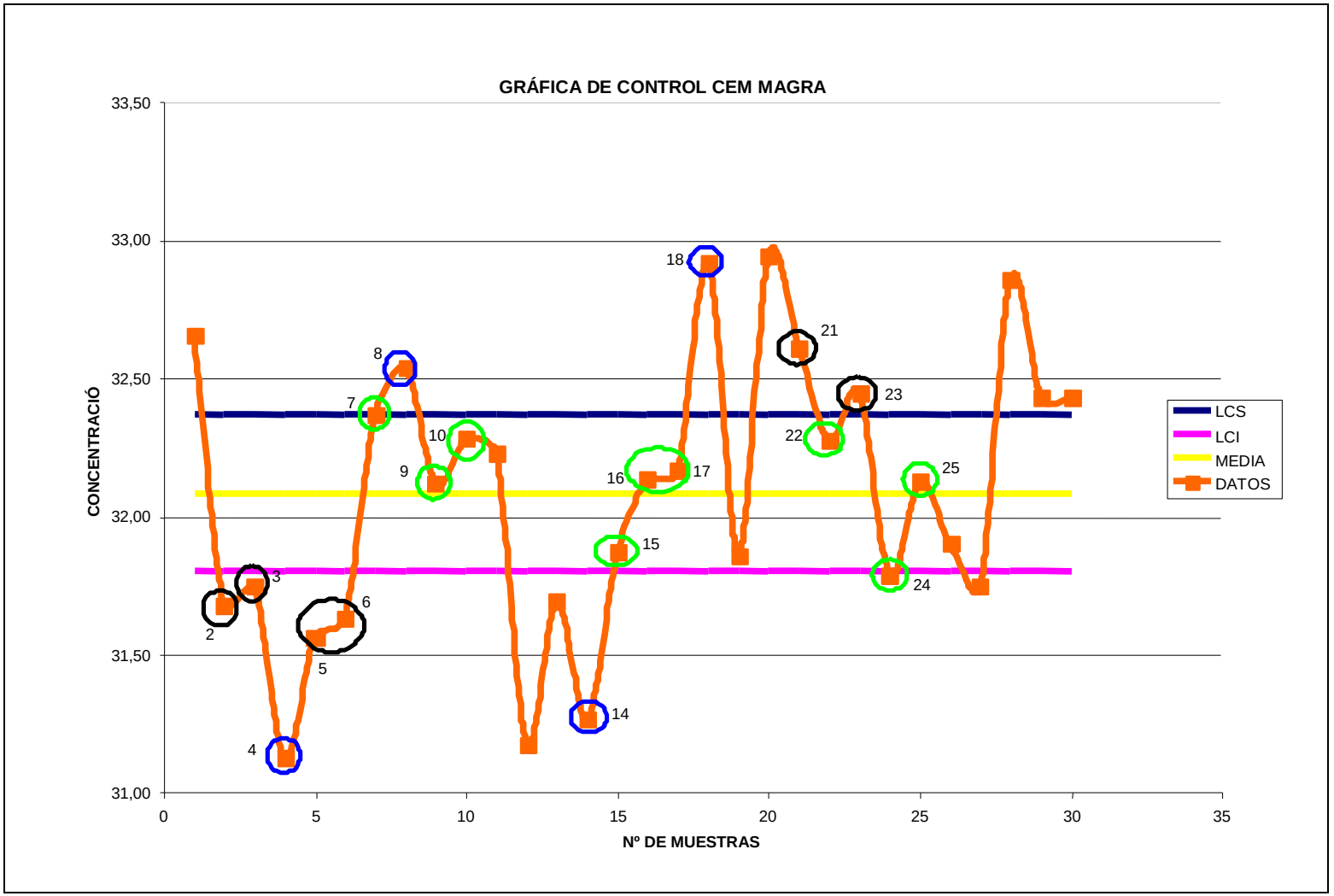


Gráfico 10. Gráfico de control magra método CEM.

- Los puntos (2 y 3) que se encuentran señalados con negro en los gráficos presentan un comportamiento parecido. El punto 3 en el gráfico 9 se encuentra lejos del límite inferior mientras que en el gráfico 10 el punto 3 se encuentra más cerca de límite inferior. Esto quiere decir que los puntos tienen un mismo comportamiento en el gráfico y su escala numérica, pero los límites de control y la media para el gráfico 10 tienen una escala numérica más abierta en comparación con los del gráfico 9.
- Los puntos 5 y 6 están indicados con color negro, tienen un comportamiento y una escala numérica diferentes, haciendo una diferencia entre los dos gráficos.
- Los puntos 9,16 y17 indicados con color verde presentes en ambos métodos se encuentran ubicados en el mismo valor numérico y tienen el mismo comportamiento dentro de los gráficos. Por otra parte los puntos 10 y 15 en el gráfico 9 se encuentran señalados con negro, ya que se encuentran ubicados fuera de los límites de control con valores numéricos diferentes, en el gráfico 10 estos puntos se encuentran señalados con verde por que se encuentran ubicados dentro de los límites de control que tienen valores más abiertos y los valores numéricos en que se encuentran ubicados los puntos en los dos gráficos es igual.
- Los puntos 22,24 y 25 en el gráfico 10 se encuentran señalados con verde y el punto 25 del gráfico 9, estos puntos se encuentran ubicados dentro de los límites de control aunque los límites de control del gráfico 10 se encuentran en un valor numérico diferente, los picos tienen un comportamiento parecido. Los puntos 21, 22,23 y 24 se indicaron con color negro en el gráfico 9 y los puntos 21 y 23 del gráfico 10, el comportamiento de estos puntos es similar en los dos gráficos y su valor numérico es parecido, a pesar que los límites de control se encuentran ubicados más amplio en un gráfico que en el otro.
- Los puntos 4, 8, 14 y 18 son los que están señalados con color azul, indicando que son los picos característicos de los dos gráficos. En el grafico 9 los puntos 4 y 8 en comparación con los mismos puntos del grafico 10 tienen el mismo comportamiento pero están ubicados en una escala numérica diferente; el punto 8 y 18 en los dos gráficos tiene el mismo comportamiento y se encuentran ubicados en la misma escala, los puntos 14 en los dos gráficos tienen los mismos picos pero se encuentran ubicados uno en un valor numérico mas alto que el otro.
- Los puntos no destacados con ningún color, son puntos que se encuentran con una gran diferencia entre el método de referencia contra el método rápido, aunque su comportamiento en los dos gráficos es parecido.

Con el análisis estadístico que se hizo inicialmente se obtuvieron valores importantes para la validación del los dos métodos en los que se encuentran:

- El promedio total de la diferencia de los métodos: 0.12
- La desviación estándar de la diferencia de los métodos: 0.12

Con estos datos se puede sacar las siguientes conclusiones:

- Se puede concluir que de acuerdo a los datos anteriores, el promedio de las diferencia de los métodos es un valor mínimo, de 0.12, este valor es de referencia del método de estufa en relación al método de CEM, y la desviación estándar de la diferencia de los métodos es un valor máximo de 0.12, es decir que este es el valor de referencia del método de estufa en relación al método CEM, cualquier dato puede variar dentro de un rango de +/-0.24 del método rápido respecto al método de referencia.

[Magra] 0.0 < valor CEM < 0.24 [Magra] ó Valor CEM [0.0; 0.24] con respecto a los valores de referencia

8.4. Resultados y análisis de resultados de la crema.

Se tomaron 30 datos (cada uno con duplicado) por, el método CEM (rápido) y método de estufa (referencia). (Ver anexo tabla 5). A cada uno de estos datos se les realizo un análisis estadístico con la media y la desviación estándar de cada uno de los duplicados utilizando herramientas como Excel y Q-stat (ver anexos Q-STAT).

En el método de referencia los promedios de los duplicados son iguales, por otro lado en el método rápido los promedios de los duplicados son muy parecidos:

Duplicado 1: 38.19 (referencia)
Duplicado 2: 38.19 (referencia)

Duplicado 1: 38.08 (rápido)
Duplicado 2: 38.14 (rápido)

El método de referencia presenta una desviación estándar con valores iguales de los duplicados, en el caso del método rápido presenta una desviación estándar muy cercana de duplicado a duplicado:

Duplicado 1: 0.45 (referencia)
Duplicado 2: 0.45 (referencia)

Duplicado 1: 0.61 (rápido)
Duplicado 2: 0.62 (rápido)

Todas las diferencias que existan en los valores del promedio y la desviación estándar para ambos métodos en el caso de la crema puede ser causado porque la concentración de sólidos varié por las siguientes causas:

- Por ajustes en la centrifuga.
- Por el tiempo que se demore el proceso de centrifugado.

La crema se puede encontrar desde 28% hasta 39% de sólidos.

Para empezar con la validación de los métodos a partir de los datos tomados se realizó el gráfico de correlación para explicar la relación y dispersión de los dos métodos.

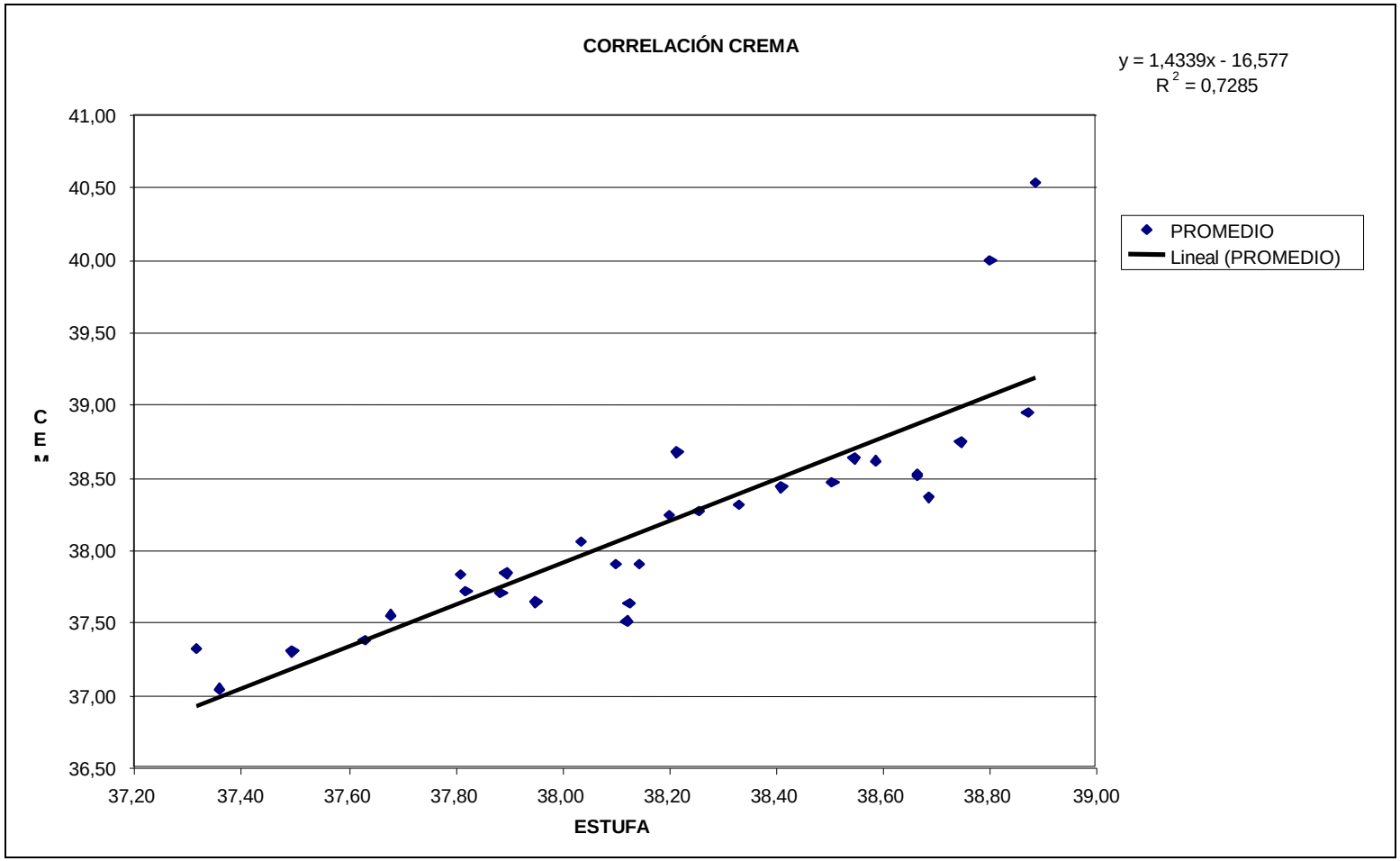


Gráfico 11. Gráfico de correlación crema (30datos)

En el gráfico de correlación se puede observar que la pendiente se encuentra con un valor mayor a1 y que el coeficiente de correlación es menor a 1, por esta razón la línea de tendencia se encuentra mas inclinada hacia los datos del método de referencia (estufa) y la mayoría de datos se encuentran en la zona de abajo de la línea de tendencia con dispersión entre los datos, en la zona de arriba de la línea de tendencia se encuentra menor cantidad de datos y presenta dispersión entre los mismos. Aunque hay datos que se encuentran sobre la línea de tendencia como los datos 12,3 y 23 y otros que se encuentran muy dispersos a la línea de tendencia como los datos 16 y 20. Estas variaciones se pueden presentar por:

- Mal manejo de la muestra.
- La humedad que tenga el ambiente en el momento del análisis.
- El cambio de temperatura de la muestra.

Para completar la validación de los dos métodos, se realizo los gráficos de control de la crema por los dos métodos estufa y CEM.

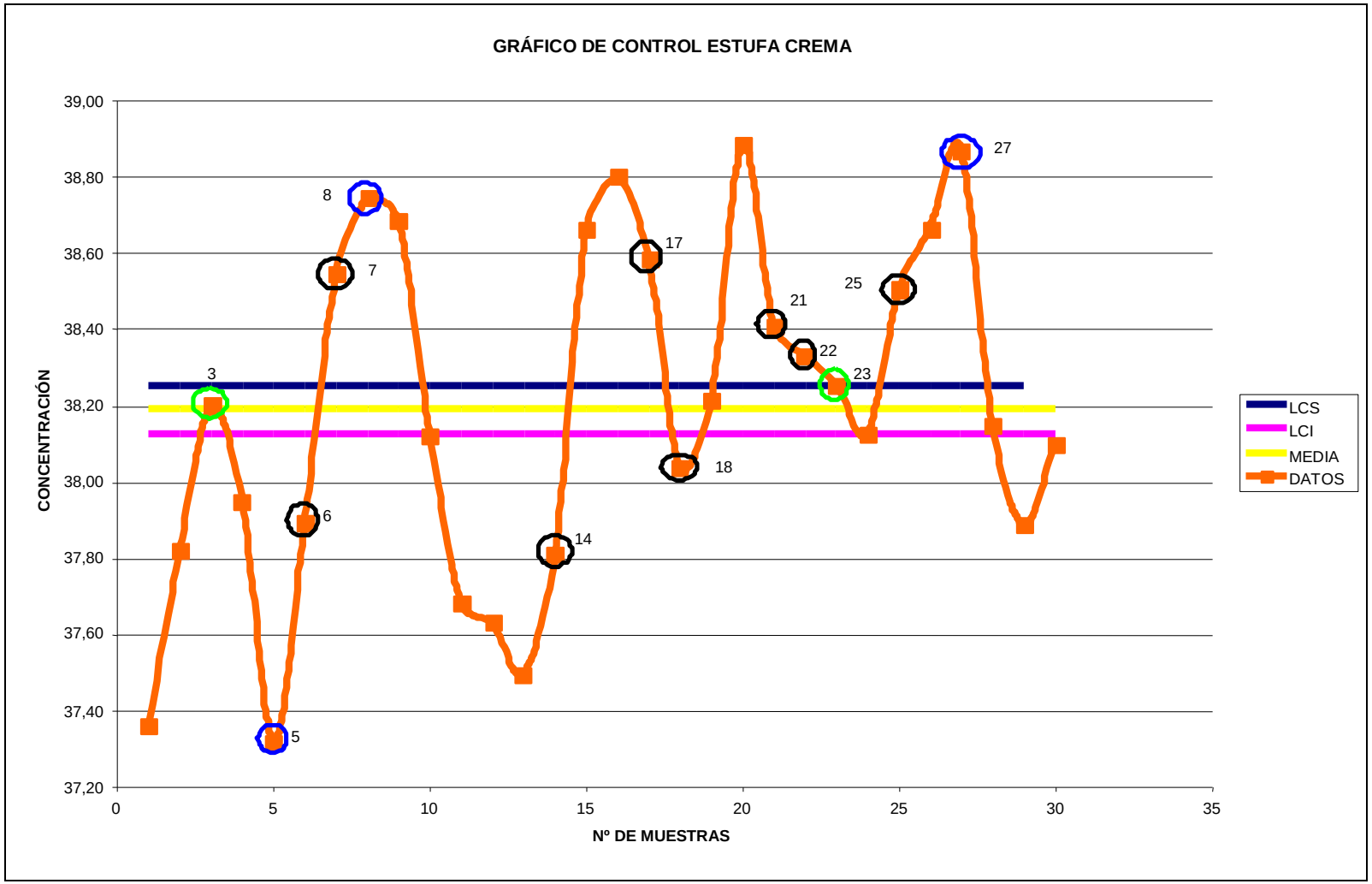


Gráfico12. Gráfico de control estufa crema

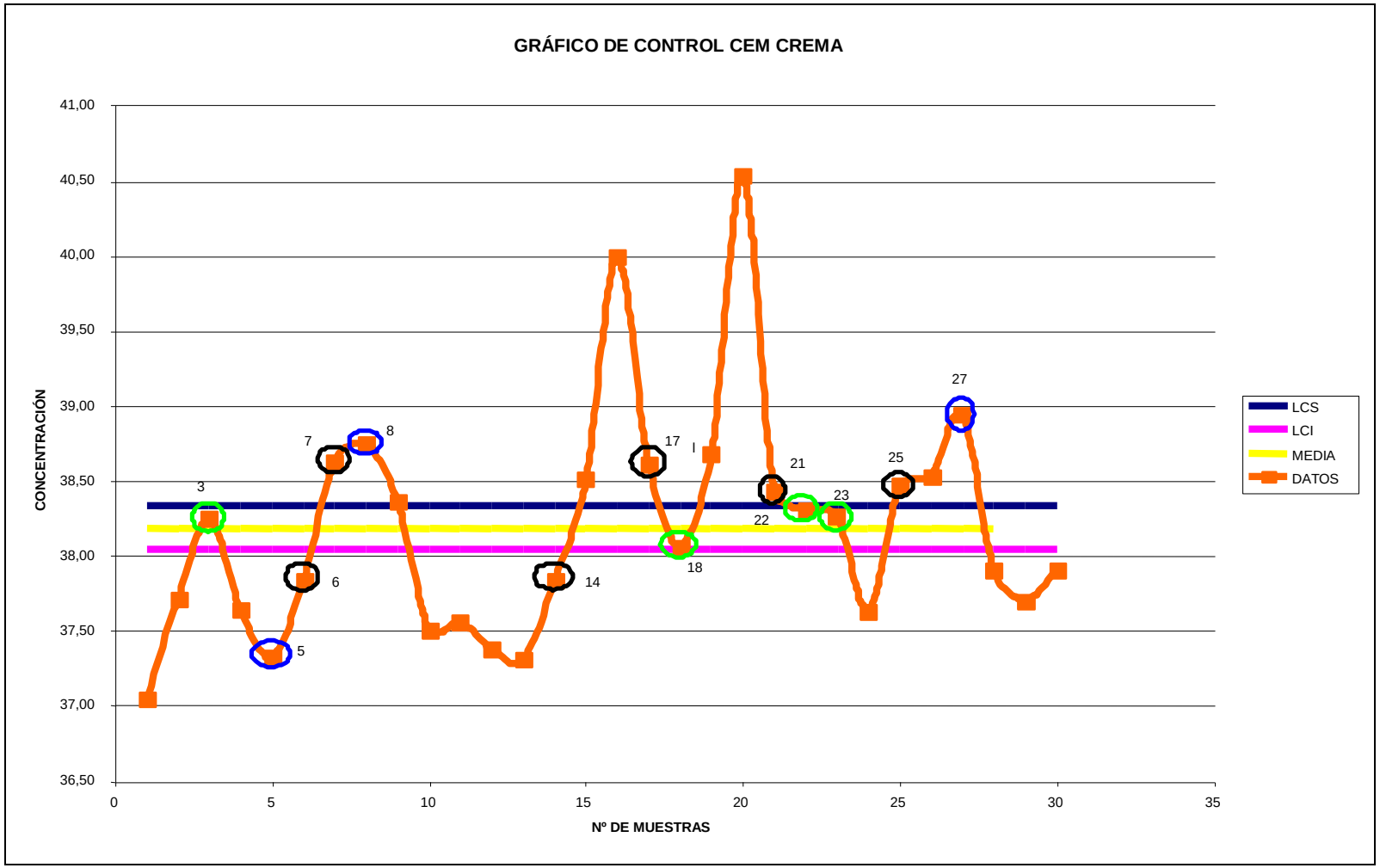


Gráfico 13. Gráfico de control método CEM crema

- Los puntos 5, 8 y 27 que se encuentran con color azul son puntos característicos de los dos gráficos, aunque se encuentran ubicados con un valor numérico diferente.
- Los puntos 6, 7, 14, 17, 21, y 25 que se encuentran señalados con color negro en ambos gráficos están ubicados fuera de los límites de control, tienen un comportamiento parecido, sin embargo los límites de control tienen un valor diferente para los dos gráficos.
- Los puntos 18, 22 en el gráfico 12, se encuentran señalados con color negro y en el gráfico 13 se encuentran de color verde. Esto se debe a que los gráficos tienen un comportamiento parecido, pero el valor numérico es diferente, por lo tanto se notan picos más grandes y más anchos en el gráfico 12 que en el gráfico13.
- Los puntos 3 y 23 para ambos gráficos se encuentran señalados con color verde, ya que estos puntos se encuentran ubicados cerca de la media, ya que esta tiene el mismo valor numérico para los dos gráficos. Por lo contrario los límites de control para los dos gráficos tienen diferente valor numérico.
- Los puntos que no están indicados con colores, tienen un comportamiento muy parecido en los gráficos, pero tienen un valor grande de diferencia en los dos métodos.

Teniendo el análisis estadístico se logró la información que se necesitaba para la validación de los métodos:

- El promedio total de la diferencia de los métodos: 0.25
- La desviación estándar de la diferencia de los métodos: 0.36

Con estos datos se puede sacar las siguientes conclusiones:

- Se puede concluir que la media de la diferencia de los métodos es un valor mínimo de 0.25, este valor se utiliza para relacionar el método de referencia con el método rápido. La desviación estándar de la diferencia de los dos métodos tienen un valor máximo de 0.36 este valor de referencia entre el método de estufa y el método de CEM, cualquier valor de los duplicados puede variar en un rango amplio de 0.61.

[Crema] 0.0 < valor CEM < 0.61 [Crema] ó Valor CEM [0.0; 0.61] con respecto a los valores de referencia [13]

Nota: Al comparar los métodos estadísticos Excel y Q-stat se puede observar que el resultado de los gráficos, la media, desviación estándar y factor de correlación de los métodos como café, leche fresca, precondensado magro y crema es muy parecido, puede encontrasen algunos cambios en los valores ya que el Q-stat maneja una estadísticas robusta, es decir con más decimales, dando unos resultados más exactos y precisos que Excel.

9. CONCLUSIONES

- El equipo CEM SMART 5 (método rápido) se valido creando cada método para el extracto de café, la leche fresca, el precondensado magro y la crema.

- Se determinaron lecturas de sólidos totales por el método de estufa y por el método rápido, utilizando los equipos CEM, SMART 5 en muestras de extracto de café, leche fresca, precondensado magro y crema.

- La validación del equipo para el extracto de café tiene un análisis estadísticos con resultados buenos ya que la desviación estándar entre los dos métodos es muy parecida, lo cual demuestra que entre el método de referencia y el método rápido hay una diferencia mínima, lo que lleva a concluir que la rutina de análisis de sólidos por el método de referencia disminuirían es decir, que el análisis se debe hacer cada mes para llevar un control del equipo.

- Para la leche fresca, el precondensado magro y la crema se realizó la validación teniendo en cuenta que los resultados de los análisis estadísticos tienen una variación en la desviación estándar entre los dos métodos, esto lleva a concluir que los análisis por el método de referencia se deben realizar semanalmente para observar el comportamiento frente al método rápido.

- Se logró optimizar el tiempo de análisis de sólidos por medio de la validación de un método rápido.

- Los operadores fueron capacitados para el manejo del equipo CEM.

10. BIBLIOGRAFÍA

[13] REF[13]

REF [1] Formato “CEM Innovadores en tecnología de microondas”.

REF [2] Manual de principios de los métodos analíticos.

REF [3] Descripción proceso M- 21-21.018.

REF [4] http://www.directomed.com/articulo/art/alimentacion/leche.asp

REF [5] http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm

REF [6] Determinación de la precisión para métodos analíticos. Propósito: repetibilidad y reproducibilidad LI – 00.924.

REF [7] Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. KUME HITOSHI, Editorial norma.

REF [8] Estadística control procesos. Conceptos generales. CP – 31.250.

REF [9] Nestlé. Dry matter oven method. LI - 00.501 – 2.

REF [10] Nestlé. Dry matter with microwave, Smart 5. LI -00.228.

REF [11] Introducción a la estadística control de calidad, Montgomery, D.C. 1985 2ª edición, Wiley, New York.

REF [12] http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe5.asp

REF [13] J.M. JURAN. Manual de control de calidad. Segunda edición. Barcelona, Editorial Reverté.

REF [14] http://es.wikipedia.org/wiki/Crema_de_leche

REF [15] INTRANET Nestlè de Colombia S.A,

REF [16] Software estadístico Q stat, Programa Ester.

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 1
2. INTRODUCCIÓN..... 1
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
4. JUSTIFICACIÓN 3
5. MARCO TEORICO..... 4
5.1. Principios de los métodos de medición de sólidos..... 4
5.4. Importancia de sólidos totales en el extracto de café 5
5.5. Leche Fresca 6
5.6. Leche magra..... 7
5.7. Crema 7
5.8. Importancia de sólidos totales en el precondensado magra y la crema..... 7
5.9 Análisis estadístico..... 8
5.9.1 Gráficos de correlación..... 8
5.9.2 Gráficos de control 10
6. METODOLOGÍA..... 12
6.1. Determinación de sólidos (materia seca) con el método de estufa (referencia) 12
7. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS 20
7.1. Café 20
7.2. Leche fresca, magra, crema 21
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 22
8.1. Resultados y análisis de resultados del Café 22
8.2. Resultados y análisis de resultados de Leche fresca. 31
8.3. Resultados y análisis de resultados de la magra. 38
8.4. Resultados y análisis de resultados de la crema. 45
9. CONCLUSIONES……....65
10.BIBLIOGRAFIA……....66

VALIDACIÓN DEL METODO RAPIDO CON EL EQUIPO CEM SMART 5 TENIENDO COMO PATRON EL METODO DE REFERENCIA “METODO DE ESTUFA” PARA LA DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA O SÓLIDOS

TOTALES EN EL EXTRACTO DE CAFÉ, LECHE FRESCA, PRECONDENSADO MAGRO Y CREMA.

VIVIANA ANDREA RESTREPO VICTORIA

Proyecto de pasantía

UNIVERSIDAD DEL QUINDIO
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS Y TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE QUIMICA
ARMENIA - QUINDIO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
ACTIVIDAD SEMANAL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
DISEÑO DEL PROYECTO	x	x																						
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
ANALISIS DE DATOS																	x	x	x	x				
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO																			x	x	x	x		
REDACCIÓN															x	x	x	x	x	x	x	x		
SUSTENTACIÓN Y PRESENTACIÓN																								