

Rev. Cienc. Tecnol.  
Año 11 / N° 11 / 2009 / 42-47

## INFLUENCIA DE LA COMPOSICIÓN EN LA EXTRACCIÓN DE LOS SOLUBLES DE LA YERBA MATE

Omar P. Sabbatella, Jorge J. Pokolenko, Miguel E. Schmalko

### INFLUENCE OF COMPOSITION IN SOLUBLE EXTRACTION OF YERBA MATÉ

#### ABSTRACT

One problem in the industrial processing of yerba maté (*Ilex paraguayensis* Saint Hilaire) is the change in taste at different production times. In this research we tried to solve this problem changing the percentage of the different fractions mixed in its elaboration (twigs, powder, gross and fine grounded leaves).

Solid extraction rate was measured using a device simulating the traditional way of yerba mate consumption, the maté. The material was prepared with different percentages of the different fractions. Experimental data of extraction rate were fitted to a model which described its dependence on the volume used in the extraction. From this model, four parameters related to the intensity of taste were calculated. Each one was fitted to a surface response equation to explain its variation with the fractions percentage. This model explained about 50–60% of the variability. In order to measure the sensitivity of the consumers, a sensorial analysis was carried out.

KEY WORDS: Yerba maté, solubles, mixes, solids.

#### RESUMEN

Uno de los problemas que se tiene en la elaboración de la yerba mate (*Ilex paraguayensis* Saint Hilaire) es el cambio de su gusto en las diferentes épocas de elaboración. En el presente trabajo se pretende solucionar este problema por medio de cambios en los porcentajes de las diferentes fracciones que se mezclan en la industria (palos, polvo, hojas con molienda gruesa y fina).

Se midió la cantidad de sólidos extraídos, simulando una mateada en el laboratorio, en función de los porcentajes de las diferentes fracciones. Del modelo ajustado de velocidad de extracción en función del volumen utilizado se obtuvieron cuatro parámetros para definir la intensidad del sabor. Se utilizó una ecuación de superficie de respuesta para explicar las variaciones con los cambios de porcentajes de las diferentes fracciones. La misma explicó entre un 50 y 60% de la variabilidad total de los diferentes parámetros. También se realizó una prueba de análisis sensorial para detectar la sensibilidad de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: Yerba mate, solubles, mezclas, sólidos.

## INTRODUCCIÓN

El procesamiento de la yerba mate (*Ilex paraguayensis* Saint Hilaire) comprende cinco etapas:

1. Zapecado;
2. Secado;
3. Molienda Gruesa o Canchado;
4. Estacionamiento y
5. Molienda fina, tipificación y envasado.

Las tres primeras etapas se llevan a cabo en establecimientos denominados secaderos, mientras que la quinta etapa en establecimientos industriales denominados molinos. El estacionamiento se realiza indistintamente en los secaderos o en los molinos. En general, los molinos procesan yerba mate proveniente de diferentes secaderos, ya sean propios o de otras empresas. Estos, mediante sucesivas operaciones de clasificación, trituración y mezclados formulan el producto al gusto de los consumidores

de las diferentes regiones del país y países donde este se exporta.

Cuando la yerba mate canchada llega al molino, se realiza una trituración gruesa, la que tiene por objetivo homogeneizar las distintas partidas y prepararla para los siguientes pasos de clasificación. Además se realizan las mezclas con materiales de diferentes procedencias para lograr la formulación deseada. El paso siguiente es la separación de hojas y palos. Los palos son molidos y almacenados en un silo. Las hojas se muelen en forma separada y utilizando tamices, se dividen en tres fracciones de acuerdo: polvo, hojas de molienda fina y hojas de molienda gruesa. Cada fracción es almacenada en silos diferentes. Los silos, generalmente cilíndricos con cuerpo inferior cónico, tienen para un dosificador variable la descarga, que puede ser ajustado de acuerdo a los porcentajes que se quieran dar a la mezcla final de cada uno de estos componentes. Esta mezcla se realiza utilizando una rosca transportadora-mezcladora y se almacena en tolvas que

alimentan a las máquinas envasadoras [1].

Al comparar las diferentes fracciones, se encuentran diferencias importantes de composición fisicoquímica (extracto acuoso, cafeína, azúcares) entre las hojas y los palos y en la velocidad de extracción debido a la diferencia de tamaño de las partículas [2, 3, 4]. Debido a esto es conveniente realizar un control de las proporciones que se utilizaran si se desea mantener la intensidad del sabor, relacionada principalmente al extracto acuoso.

Un problema adicional que tienen los molinos que elaboran la yerba mate es que este producto tiene variaciones importantes a lo largo del año de los contenidos de ciertos componentes como ser la cafeína y el extracto acuoso [5]. Todo producto alimenticio debe mantener sus características organolépticas, independientemente de la partida o época que se elabore. Este problema ha sido de difícil solución para los elaboradores de yerba mate, ya que se debe encontrar un producto que independientemente de la época de cosecha, de las variaciones climáticas durante el año, o de la zona en donde se adquiere el paquete de yerba mate elaborada, proporcionen las mismas características del mate.

Por la forma de consumo de la yerba mate, en forma de mate, también el consumidor desea, que la intensidad de sabor de la yerba mate que ha elegido, se mantenga a lo largo de la mateada, y que sea similar en el próximo paquete a adquirir. La industria de la yerba mate ha resuelto este problema en gran medida con la compra y el stock de yerba mate de distintos blends, lo cual consigue un molino yerbatero comprando yerba mate canchada y/o verde, en distintos lugares, de la zona productora. Luego, antes del envasado se pueden hacer mezclas, y con grupos de catadores lo suficientemente entrenados, determinar en cada partida la mezcla que más se acerca a la calidad y características de esa marca. Si bien el método no deja de tener una componente empírica importante, es una solución a este problema.

El objetivo del presente trabajo fue obtener una superficie de respuesta de ciertos parámetros relacionados a intensidad del sabor en función de los porcentajes de las diferentes fracciones (palos, hojas de molienda gruesa y fina y polvo), para medir la sensibilidad del consumidor a las diferentes mezclas. Un segundo objetivo fue realizar un análisis sensorial con dos mezclas diferentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material

Se utilizó yerba mate cosechada en el año 2003, proveniente de la localidad de Montecarlo, Provincia de Misiones, canchada, estacionada y molida en la siguiente forma:

- Palo: molienda de palo de yerba mate, se la denominó fracción  $X_1$ .

- Polvo: partículas provenientes de la molienda de hojas menores de 40 mesh, se la denominó fracción  $X_2$ .
- Hojas de molienda gruesa: partículas provenientes de la molienda de hojas de yerba mate mayores de 20 mesh, se la denominó fracción  $X_3$ .
- Hojas de molienda fina: partículas provenientes de la molienda de hojas mayores de 40 mesh y menores de 20 mesh, se la denominó fracción  $X_4$ .

### Extracto Acuoso

El extracto acuoso se determinó utilizando el método de la Norma IRAM N° 20510 [6]. Se determinó así el extracto acuoso de cada fracción de yerba de la muestra utilizada (palo, polvo, gruesa y fina) por triplicado. Para determinar el valor del extracto acuoso en base seca, se determinó el contenido de humedad utilizando la Norma IRAM 20503 [7].

### Velocidad de Extracción

Se utilizó un método que simula la mateada [5, 8]. Para ello se tomaron 50 g de cada mezcla, se colocaron en un recipiente de unos 200 mL, el cual se conectó a una bombilla mediante una manguera a un kitasato y a una trampa de vacío, a efectos de producir succión en la bombilla, para simular la mateada (Figura 1). Las dimensiones del recipiente, la temperatura del agua y las características de la bombilla utilizados fueron las definidas en la Norma IRAM 20540-1 [9].

Se vertieron sobre el sólido aproximadamente 20 mL de agua destilada a 70 °C y se la dejó en reposo durante 20 segundos. Se conectó la trampa de vacío, produciendo succión durante 20 s, pasando la solución al kitasato. A continuación, se volvió a agregar agua caliente y se repitió la operación hasta juntar unos 100 mL aproximadamente. Se recolectaron fracciones de 100 mL hasta completar 500 mL (5 fracciones). Luego se recolectaron 2 fracciones más de 500 mL.



FIGURA 1. Dispositivo utilizado en la extracción de los solubles para simular la mateada.

Cada una de las fracciones se llevó a estufa hasta obtener peso constante  $103 \pm 2$  °C para determinar el peso de los sólidos presente en cada fracción. El tiempo necesario fue de aproximadamente 24 h.

### Diseño de Experiencias

Se utilizó un diseño de superficie de respuesta con 3 variables independientes. El total de experiencias realizadas fue de 20. Se trabajó con variables reducidas y para determinar los valores centrales y los incrementos se realizaron mediciones de los diferentes porcentajes de las fracciones en muestras comerciales. Los mismos se dan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores centrales e incrementos utilizados para determinar las variables reducidas.

Fracción	Punto central (%)	Incremento (%)
Palo	22	5
Polvo	15	5
Hojas, molienda fina	30	8

Se definieron cuatro variables dependientes. Las dos primeras (a y b) se obtuvieron ajustando los datos al modelo de Pilosof [10], representado en la ecuación 1, por regresión lineal. El ajuste se realizó utilizando el programa Statgraphics [11].

$$p = \frac{av}{b + v} \quad (1)$$

En esta ecuación,

p = peso de los solubles extraídos (g),

v = volumen de la solución (mL),

a = constante que da el peso total de los solubles extraídos (g) y

b = constante que da el volumen necesario para extraer la mitad de los solubles (mL).

Las otras dos variables dependientes fueron seleccionadas en forma arbitraria, definiéndose como:

c = Volumen necesario para extraer una cantidad definida de sólidos, que fue fijada, en forma arbitraria en 7g (mL).

d = Peso de los sólidos extraídos con los primeros 20 mL de agua, es decir en la primer mateada (g).

Ambos valores fueron calculados utilizando la ecuación 1. Los cuatro parámetros se ajustaron a una ecuación polinómica de orden 2, considerando los términos de interacción. En la ecuación 2 se puede observar el modelo para el parámetro a. El ajuste se realizó utilizando el programa Statgraphics [11].

$$a = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 \quad (2)$$

### Análisis sensorial

Se utilizó un ensayo de análisis sensorial con el objeto de determinar si es posible que el consumidor detecte variaciones en la composición de la mezcla. Para ello se utilizó la prueba del triángulo y se aplicó a dos muestras con porcentajes de palos diferentes en un 10 %, correspondiendo los demás porcentajes al del punto central. El mismo consiste en presentar tres muestras, de las cuales dos son iguales y una tercera diferentes, colocadas en diferentes ordenamientos. El catador debe detectar la muestra diferente. En este ensayo participaron 38 consumidores habituales de mate. Para analizar los resultados se utilizó la prueba de las proporciones, en el que la proporción de aciertos se compara con la probabilidad de 1/3 [12].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Extracto acuoso de las diferentes fracciones

Los valores de extracto acuoso para cada una de las fracciones se exponen en la Tabla 2. Como puede observarse, no existen diferencias de los valores entre las dos fracciones de hojas y el polvo; pero las tres tienen valores muy superiores al extracto acuoso del palo. Esta diferencia ya fue observada en trabajos realizados por otros investigadores [2].

**Tabla 2.** Extracto acuoso de las diferentes fracciones. Valor medio y desviación estándar de 3 determinaciones.

Fracción	Extracto Acuoso g/100 g, base seca
Palo	23,89 ± 0,79
Polvo	39,32 ± 1,33
Hojas, molienda fina	41,61 ± 0,58
Hojas, molienda gruesa	39,42 ± 0,86

### Velocidad de extracción

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados obtenidos en las experiencias de velocidad de extracción, en la que se dan los pesos acumulados en función del volumen acumulado. Se presentan 4 experiencias diferentes de las 20 realizadas. En la mayoría de los casos el peso de la 6ª extracción, de 500 mL, es similar al de la primera que es de 100 mL. Las 5 primeras extracciones de aproximadamente 500 mL, alrededor de un 30 % del volumen total, aportan entre un 71 y un 88 % de los sólidos extraídos, mientras que la última extracción aporta 3 y un 7 % del total.

Los valores experimentales fueron ajustados a la ec. 1, resultando el ajuste muy significativo con valores de  $P < 10^{-4}$ , en todos los casos. La curva obtenida y los valores experimentales se puede observar en la Figura 2. Con el ajuste de la ecuación, se obtuvieron las constantes a y b.

**Tabla 3.** Ensayos de velocidad de extracción: peso acumulado en función del volumen acumulado de 4 experiencias.

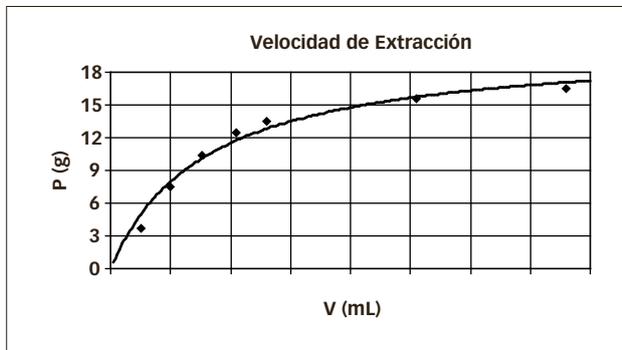
Experiencia 5		Experiencia 10		Experiencia 15		Experiencia 20	
Volumen (ml)	Peso (g)	Volumen (ml)	Peso (g)	Volumen (ml)	Peso (g)	Volumen (ml)	Peso (g)
100	3,73	109	4,45	107	4,00	97	4,57
200	7,55	214	7,87	207	7,20	215	8,43
305	10,39	314	9,88	321	9,62	322	10,88
420	12,44	424	11,22	427	11,11	437	12,68
520	13,51	514	12,04	527	12,29	529	13,45
1020	15,56	1014	13,86	1027	13,60	1029	15,20
1520	16,54	1414	14,45	1527	15,71	1541	15,91

En la Tabla 4 se pueden observar los valores de los parámetros de extracción obtenidos para cada una de las mezclas. En esta Tabla no se puede determinar alguna tendencia del comportamiento, y esto probablemente se deba a que además del % de extracto que contenga cada una de las fracciones, también se debe considerar cuál es la fracción que lo reemplaza y la velocidad de salida de los solubles de cada una de ellas. Se puede notar, por ejemplo, que en las muestras 1 y 2 al aumentar el porcentaje de palos, disminuye la cantidad de sólidos totales extraídos; pero el comportamiento de d, relacionada a la velocidad de salida, es inverso. Pero estas diferencias están en el orden del error experimental, como se puede observar en los puntos 15 al 20. Los coeficientes de variación de estos dos parámetros en el punto central, fueron del 5 y 16 % respectivamente.

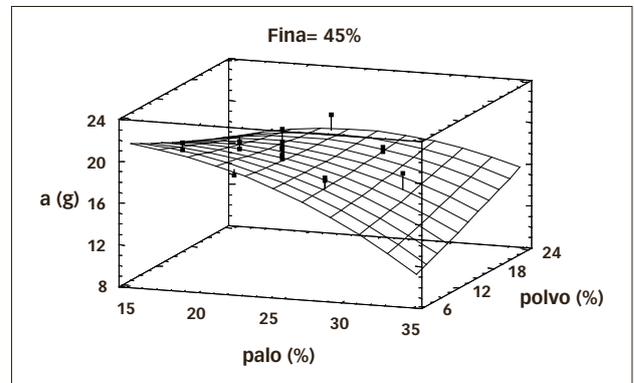
Al realizar el ajuste de los parámetros a, b, c y d utilizando la ec. 2, se encontró que la misma justificaba la variación entre un 50 y 65 %, que se puede considerar bajo. Como ejemplo de los resultados obtenidos, en las Figuras 3, 4 y 5, se presentan las superficies de respuesta para algunos casos particulares.

**Tabla 4.** Valores de a, b, c y d, y composición de las muestras.

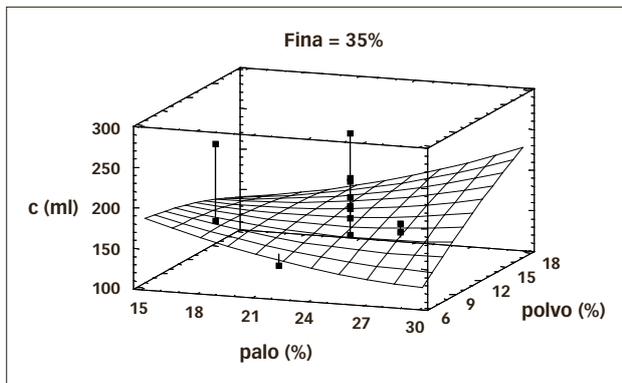
Muestra	Palo (X1) (%)	Polvo (X2) (%)	Gruesa (X3) (%)	Fina (X4) (%)	a (g)	b (mL)	c (mL)	d (g)
1	17,00	10,00	22,00	51,00	19,96	477	258	0,80
2	27,00	10,00	22,00	41,00	18,00	260	165	1,29
3	17,00	20,00	22,00	41,00	17,73	157	103	2,00
4	27,00	20,00	22,00	31,00	18,14	306	192	1,11
5	17,00	10,00	38,00	35,00	20,63	318	163	1,22
6	27,00	10,00	38,00	25,00	18,28	283	176	1,20
7	17,00	20,00	38,00	25,00	16,98	248	174	1,27
8	27,00	20,00	38,00	15,00	17,78	176	114	1,81
9	13,60	15,00	30,00	41,40	19,18	261	150	1,37
10	30,40	15,00	30,00	24,60	17,49	258	172	1,26
11	22,00	6,60	30,00	41,40	19,04	234	136	1,50
12	22,00	23,40	30,00	24,60	19,75	348	191	1,07
13	22,00	15,00	16,56	46,44	19,02	431	251	0,84
14	22,00	15,00	43,44	19,56	18,48	260	158	1,32
15	22,00	15,00	30,00	33,00	19,75	348	191	1,07
16	22,00	15,00	30,00	33,00	18,32	204	126	1,64
17	22,00	15,00	30,00	33,00	20,91	389	196	1,02
18	22,00	15,00	30,00	33,00	19,24	281	161	1,28
19	22,00	15,00	30,00	33,00	18,08	273	172	1,23
20	22,00	15,00	30,00	33,00	19,05	252	146	1,40



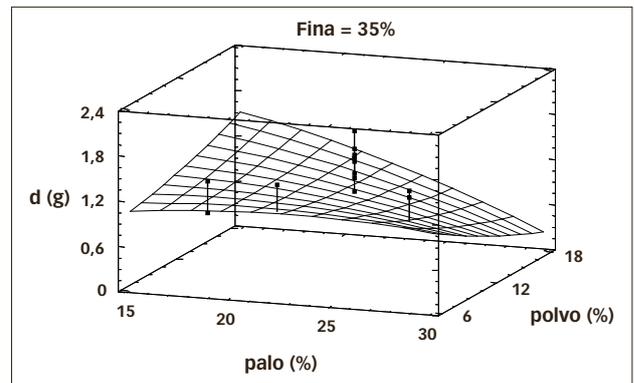
**FIGURA 2.** Ensayo de velocidad de extracción de la experiencia 5. Peso acumulado en función del volumen acumulado. Valores experimentales y predichos con la ec. 1.



**FIGURA 3.** Superficie de respuesta del parámetro a, en función del % de palos y % de polvo, con un 45 % de molienda fina.



**FIGURA 4.** Superficie de respuesta del parámetro c, en función del % de palos y % de polvo, con un 35 % de molienda fina.



**FIGURA 5.** Superficie de respuesta del parámetro d, en función del % de palos y % de polvo, con un 35 % de molienda fina.

se encuentra que ambos disminuyen con el % de palos y aumentan con el % de polvo. Este aumento es más importante con altos valores de % de palos. El parámetro *c* tiene un comportamiento sin tendencia alguna, ya que a bajos contenidos de palo, el valor disminuye con el % de polvo y a altos, aumenta. En todos los casos se puede también observar que los puntos experimentales se encuentran muy alejados de la superficie, dando valores de errores puntuales elevados.

### Análisis sensorial

El análisis sensorial lo realizaron 38 consumidores habituales de yerba mate. Se utilizó la prueba del triángulo y dos muestras que diferían en un 10 % de palos, siendo los otros porcentajes los correspondientes al punto central. Únicamente 12 de ellos pudieron encontrar la muestra diferente, por lo que de acuerdo a los análisis estadísticos la respuesta no se puede considerar significativa [12]. Los consumidores realizaron el catado sobre el primer mate, o sea que detectarían diferencias en el parámetro *d*. De acuerdo a la Figura 5 las variaciones de *d* serían entre 1,8 g y 1,2 g; pero esta diferencia no fue detectada por el consumidor.

### Discusión

Si bien los datos experimentales se pudieron ajustar a una ecuación polinomial, en la que se describía el comportamiento de diferentes parámetros en función de los % de las mezclas y a partir de éstas se podrían mantener valores de los parámetros constantes realizando mezclas diferentes; el utilizar al extracto acuoso como un único parámetro de control, no se puede considerar conveniente, ya que los consumidores no detectan diferencias entre las mezclas, aunque la diferencia de parámetros sea muy grande.

Existe una propuesta del gobierno de la Provincia de Misiones para reducir del 35 al 25 % el máximo de palos que se incorpora a la mezcla, debido a la sobreoferta del producto. Los elaboradores consideraban que estas modificaciones podrían tener un efecto negativo en el consumo. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, esta reducción en el % de palos en la mezcla no sería detectada por los consumidores.

### CONCLUSIONES

Para estudiar la influencia de las diferentes fracciones de mezcla de la yerba mate (palo, polvo, hojas de molinda gruesa y fina) sobre la velocidad de extracción de los solubles, se utilizó un dispositivo de extracción que simula el consumo de mate. A partir del mismo se determinó el

peso de los sólidos extraídos en función del volumen utilizado, ajustándose los datos a un modelo matemático (modelo de Pilosof). Se obtuvo un ajuste significativo en todos los casos con  $P < 10^{-4}$ . Utilizando esta ecuación, se obtuvieron cuatro constantes relacionadas a la velocidad de extracción. Cada una de ellas se ajustó a una ecuación de superficie de respuesta en función de los porcentajes de las diferentes fracciones. Los resultados obtenidos indican que las ecuaciones explicaban entre el 50 y 60 % de la variabilidad de los parámetros.

Si bien estos modelos podrían ser utilizados para obtener valores específicos de constantes con diferentes mezclas; estos resultados no estuvieron en concordancia con los resultados obtenidos en un análisis sensorial. En efecto, al presentar dos muestras diferentes con un 25% y 35% de palos a 38 consumidores habituales de mate, únicamente 12 de ellos pudieron detectar las diferencias, resultando esta proporción no significativa estadísticamente.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kotik, B. E. 2° curso de capacitación en producción de yerba mate. Molinería de la yerba mate. INTA–Estación Agropecuaria Cerro Azul, p. 109–112. 1994.
2. Escalada, M. A.; Schmalko, M. E.; Kanzig, R. G. El extracto acuoso como una medida del contenido de palos en yerba mate. *Revista de Ciencia y Tecnología* 1: p. 40–44. 1998
3. Paredes, A. M.; Valdez, E. C.; Nuñez, J. C.; Kanzig, R. G. Variación de los hidratos de carbono durante el secado de la yerba mate. *Anales del 2° Congreso Sul–Americano da Erva–Mate*, Encantado 19 al 23/11/00, Brasil, p. 182–185. 2000.
4. Sambiasi, C.; Escalada, A.; Schmalko, M. E. Extraction Optimization of Soluble Compounds of Yerba Maté. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 45 (2): p. 189–193. 2002.
5. Pokolenko, J. J.; Schmalko, M. E. Variaciones de la cafeína y el extracto acuoso en la yerba mate en diferentes épocas del año. *Revista Ciencia y Tecnología* 7 (b): p. 49–53. 2005.
6. IRAM N° 20510, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales–Norma 20510: yerba mate: Determinación del Extracto Acuoso. 1995.
7. IRAM 20503. Instituto de Racionalización de Materiales. Yerba Mate: Determinación de la pérdida de masa a 103°C. 1995.
8. Ramallo, L. A.; Schmalko, M. E.; Kanzig, R. G. Variación de la concentración de ácido ascórbico (Vitamina C) en el procesamiento de la yerba mate. *Revista de Ciencia y Tecnología* 1: p. 25–29. 1998.
9. IRAM 20540–1. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 20540–1: yerba mate: Materiales y procedimientos a utilizar en la determinación de los ca-

racteres organolépticos de la yerba mate, bajo forma de mate. 1997.

**10. Pilosof, A. M. R.; Boquet, R.; Bartholomai, G. B.** Kinetics of water uptake by food powders. *Journal of Food Science* 50: p. 278–283. 1985.

**11.** Statgraphics Plus (Versión 7 for DOS). 1993. STATGRAPHICS User Manual Manugistics, Inc. Rockville, Maryland. U.S.A.

**12. Montgomery, D. C.; Runger, G. C.** Applied Statistic and probability for engineers. John Wiley & Sons, Inc. Boston. p. 437–439. 1994.

• Omar Pablo Sabbatella.

Laboratorista Químico Industrial. Magíster en Tecnología de los Alimentos. Auxiliar Docente de Ira. No categorizado.

• Jorge José Pokolenko.

Magíster en Tecnología de los Alimentos. Jefe de Trabajos Prácticos. Categoría III.

• Miguel Eduardo Schmalko.

Ingeniero Químico. Master en Tecnología Química. Doctor en ciencias Químicas. Profesor Titular. Categoría I.

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Félix de Azara 1552. 3300. Posadas.

Recibido: 17/10/08.

Aprobado: 23/03/09.