

Estudio de la ganancia de humedad de la yerba mate durante el estacionamiento

Study of moisture uptake in yerbamate during the seasoning step

William Wood, Claudia E. González

Resumen

Se estudió la influencia de diferentes variables en la ganancia de humedad durante el estacionamiento natural en un depósito de yerba mate. Para ello se midieron la temperatura del aire y humedad relativa del depósito, la velocidad de absorción de humedad en hojas y palos en bolsas ubicadas en diferentes posiciones de la estiva y las condiciones climáticas externas. Las mediciones de humedad se realizaron semanalmente y se utilizó un medidor de luz halógena. Para poder comparar las diferentes velocidades de adsorción, los valores de humedad en función del tiempo se ajustaron al modelo de Pilosof. Se encontró que la humedad del material tuvo un aumento rápido en los primeros días, hasta alcanzar el equilibrio, produciéndose luego oscilaciones que dependían de las condiciones externas. Las hojas y los palos tuvieron un comportamiento similar y el tiempo medio para alcanzar el equilibrio dependió del valor inicial y no del material.

Palabras clave: yerba mate; ganancia de humedad; estacionamiento; *Ilex paraguariensis*.

Abstract

The influence of different variables in water adsorption of yerba mate in the seasoning stage was studied. The seasoning was performed in a room storage under ambient conditions. The air room temperature and humidity, and the water uptake rate in twigs and leaves were measured. The bags were placed at different locations and heights. The moisture content of the samples was measured each week and a previously calibrated halogen lamp moisture meter was used. In order to compare the moisture uptake rate, experimental data were fitted to the Pilosof model. The moisture had a sharp increase at the beginning, until reaching equilibrium. After that, some oscillations depending on the external conditions were found. The leaves and twigs had a similar behavior and the moisture uptake depended on its initial value, but not on the material.

Key words: yerba mate moisture uptake; seasoning; *Ilex paraguariensis*.

Introducción

El procesamiento de la yerba mate comprende 5 etapas: el zapecado, el secado, la molienda gruesa o canchado, el estacionamiento y la molienda fina. En la primera etapa las ramas de yerba mate se ponen en contacto con la llama y los gases de combustión de leña, con lo que se logra la inactivación de las enzimas que producen su pardeamiento. Simultáneamente, se produce una reducción importante del contenido de humedad de las hojas. En la siguiente etapa, el secado, se concluye la eliminación de la humedad. En la etapa de canchado se prepara al material para la etapa de estacionamiento moliéndolo en forma gruesa. También se eliminan los palos de tamaño grande.

La etapa de estacionamiento de la yerba mate se lleva a cabo, de dos formas diferentes. Una de ellas es el estacionamiento acelerado, que se realiza en cámaras con ambientes controlados (temperatura y humedad relativa) y el estacionamiento natural que se lleva a cabo en depósitos donde prácticamente no se realiza el control de las condi-

ciones ambientales. El primer método tiene una duración de 30 a 60 días; mientras que el segundo se realiza durante 9 o más meses (1).

En general la yerba mate canchada llega al depósito con un contenido de humedad relativamente bajo (menor al 6%) y durante el estacionamiento adquiere agua del ambiente.

En la actualidad en el Paraguay no existen datos que permitan comprobar la evolución en el porcentaje de humedad durante el periodo de estacionamiento a la que es sometida la yerba mate canchada. Se sabe que el contenido de agua aumenta la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas en los alimentos. Además después de cierto valor crítico (correspondiente a una actividad de agua igual a 0,6) permite el crecimiento de microorganismos por lo que las variaciones de humedad son de gran importancia ya que puede poner en riesgo la calidad del producto final. Además puede producir la degradación de ciertos componentes como ser las vitaminas y clorofilas (2,3).

Se consideró importante estudiar la velocidad con

que se adsorbe el agua durante el estacionamiento en el depósito, ya que permitirá identificar los puntos críticos de control en el mismo. A su vez, este conocimiento permitirá mejorar la infraestructura existente considerando que existen muy pocos depósitos acondicionados en esta región. También el conocimiento de los lugares donde la adsorción es mayor, permitirá elaborar un procedimiento para manipular las bolsas y de esta manera mantener su calidad.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la ganancia de humedad en hojas y palos de yerba mate en función del tiempo en bolsas ubicadas en diferentes sitios de un depósito de estacionamiento natural y describir la misma en función de las condiciones ambientales.

Materiales y Métodos

Material

La muestra consistió en yerba mate canchada, la que fue extraída, de bolsas ubicadas en diferentes sitios del depósito. Se utilizó un calador de acero inoxidable y se tomaron aproximadamente 8g de muestra por cada bolsa. Luego se separaron las hojas de los palos y se determinó el porcentaje de palo y el contenido de humedad. La distribución de las bolsas muestreadas se puede observar en la Figura 1.

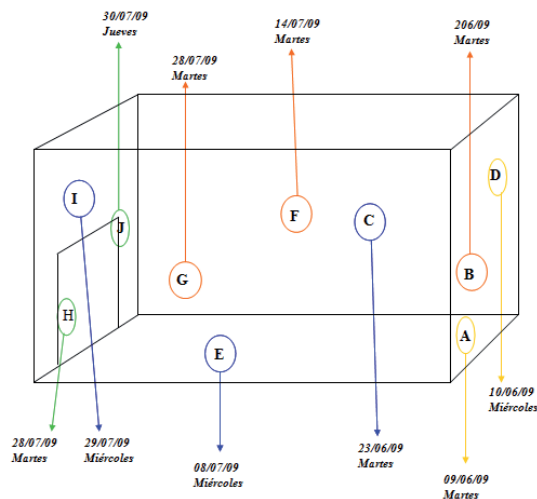


Figura 1: Distribución de las muestras en el depósito y fecha en que fueron colocadas las bolsas.

Determinación del porcentaje de palo

Para determinar el porcentaje de palo, se realizó en primer lugar un tamizado (tamiz de 5 mm x 70 mm de abertura) y luego se separó en forma manual.

Determinación del contenido de humedad

La muestra extraída se homogeneizó y utilizando el método de cuarteo se extrajeron aproximadamente 5 g para determinación de humedad. La misma se realizó utilizando un medidor de humedad (Mettler Toledo-HB43), de luz halógena.

Ajuste de los datos

Con el objeto de poder comparar la ganancia de humedad en función del tiempo en las diferentes bolsas, los datos se ajustaron al modelo de Pilosof *et al.* (4). Si bien este modelo fue desarrollado para describir la ganancia de agua líquida en proteínas, se encontró que también describe muy bien la extracción de solubles y adsorción de humedad a partir del aire en yerba mate (5, 6, 7).

$$X - X_i = \frac{(X_{inf} - X_i)T}{T_{1/2} + T} \quad (1)$$

En la Ecuación (1), X (en kg de agua/100 kg de sólido seco) es el contenido de humedad en función del tiempo (T , en semanas); X_i es el contenido inicial de humedad, $T_{1/2}$ es una constante que indica el tiempo necesario para alcanzar la mitad del contenido final de humedad y X_{inf} es el contenido de humedad que se alcanzaría con un tiempo prolongado (infinito) de exposición. El ajuste se realizó por regresión lineal y se calcularon los límites de confianza (al 95%) de las constantes. Conocidos los parámetros de la Ec. (1) puede calcularse la velocidad media de adsorción (G) para el intervalo $0-T_{1/2}$ semanas, Ec. (2).

$$G = \frac{(X_{inf} - X_i)}{2 * T_{1/2}} \quad (2)$$

Resultados y discusión

Las determinaciones de contenido de humedad se realizaron semanalmente en cada una de las posiciones indicadas en la Figura 1. Los datos obtenidos se pueden observar en la Figura 2, para todas las muestras, ubicadas en diferentes puntos del depósito.

En todos los casos se puede observar que la muestra alcanzó el valor de la humedad final en poco tiempo y luego se produjeron oscilaciones que dependían de las condiciones ambientales. Los cambios de las condiciones ambientales se pueden observar en la Figura 3, las que al igual que los contenidos de humedad oscilan en función del tiempo. Gómez Vara *et al.* (8), encontraron un comportamiento similar al estudiar la ganancia de humedad en un depósito de estacionamiento acelerado, es decir un

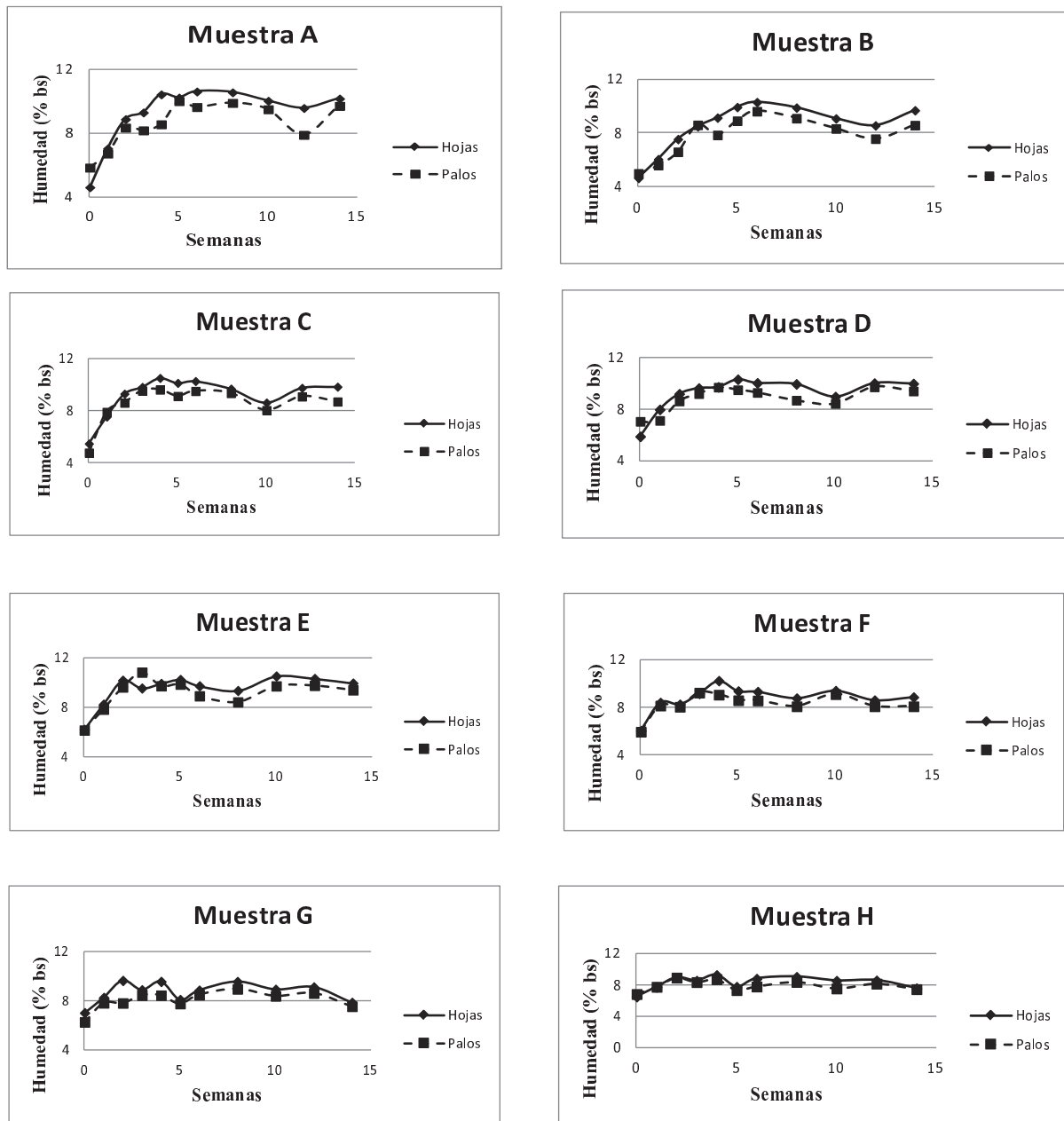


Figura 2. Variación del contenido de humedad en hojas y palos en función del tiempo en muestras localizadas en diferentes puntos del depósito.

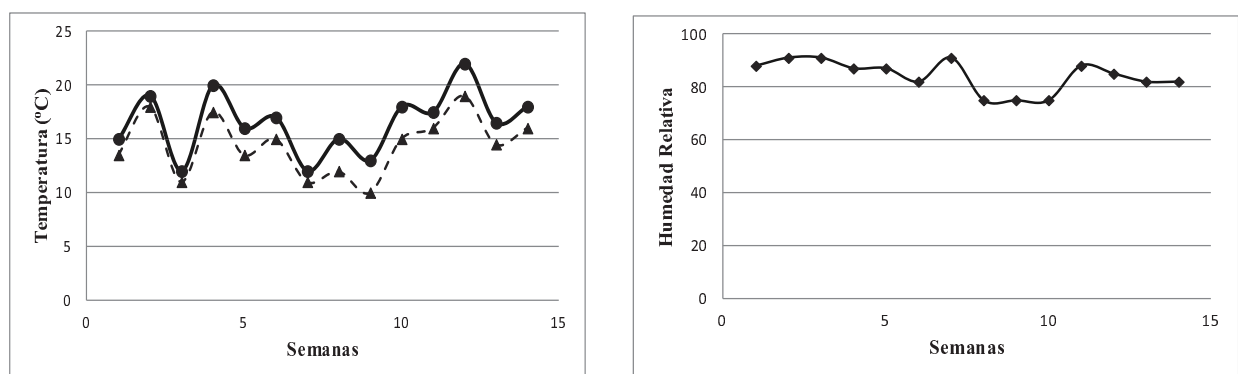


Figura 3. Variación de la temperatura de bulbo seco (°C) y húmedo (°C) y de la humedad relativa durante el estacionamiento.

aumento rápido al principio y luego oscilaciones alrededor del contenido final de humedad. Sin embargo no mencionaron las condiciones externas de operación.

Los valores de las constantes resultantes de ajustar los datos de contenido de humedad a la Ecuación (1), se pueden observar en la Tabla 1, para las hojas. También figuran los límites de confianza de las constantes con el objeto de poder compararlos. Como se puede observar, en todos los casos se tuvo superposición en los dos límites de confianza (al 95% de nivel de confianza), por lo que se puede concluir, que la velocidad de adsorción y el contenido final de humedad no dependen de la posición de las bolsas en el depósito. En el caso de los palos, se tuvo un comportamiento similar (Tabla 2).

Para las diferentes posiciones se realizó un análisis de diferencias de medias para determinar si los contenidos de humedad de equilibrio calculado con la EC (1) (X_{inf}) eran diferentes en hojas y palos. Se encontraron diferencias significativas entre estos valores ($P < 0,0001$), resultando el contenido de humedad de las hojas en promedio en 0,64 (g de agua/ 100 g de sólido seco) mayor al de los palos. En trabajos anteriores realizados por Kanzig *et al.* (9), se encontró que esta diferencia en el contenido de humedad de las hojas y los palos depende de la humedad relativa del aire. Estos autores encontraron que a valores de humedad relativa menor a 50%, el contenido de humedad de los palos era superior al de las hojas; mientras que a valores mayores el de las hojas resultaba superior.

Tabla 1. Valores de las constantes de la Ecuación 1 y sus límites de confianza (LC) y la ganancia de humedad entre el tiempo 0 y T1/2(G) para las hojas de yerba mate.

Lugar	Xinf (kg agua/ 100 kg sólido seco) +/- LC	T1/2 (semanas) +/- LC	G (kg agua/ (100 kg sólido seco.semana)
A	10,80 +/- 2,11	1,00 +/- 0,78	3,10
B	10,40 +/- 1,38	1,57 +/- 1,70	1,57
C	10,18 +/- 0,95	0,61 +/- 0,91	4,56
D	10,22 +/- 0,64	0,72 +/- 0,70	3,01
E	10,34 +/- 0,64	0,61 +/- 0,71	3,39
F	9,25 +/- 0,67	0,31 +/- 0,74	3,61
G	8,90 +/- 0,16	0,09 +/- 1,12	16,11
H	8,55 +/- 0,67	0,22 +/- 1,08	4,73
I	9,34 +/- 0,85	0,34 +/- 1,62	2,91
J	8,74 +/- 0,84	0,19 +/- 0,99	7,16

Al comparar los valores de T1/2 en hojas y palos, no se encontraron diferencias significativas en ningún caso. Esto se debe principalmente a los valores muy elevados de los

límites de confianza de las constantes. En algunos casos, como ser en las posiciones H e I, en los palos, la humedad con que ingresaron las muestras se mantuvieron, dando por lo tanto un valor de T1/2 igual a cero.

Con el objeto de comparar el grado de ajuste del modelo, en la figura 4 se presentan los valores experimentales y la curva obtenida con la Ecuación 1, para la posición A del depósito.

Los valores de Ganancia de humedad (G) en el periodo 0-T_{1/2}, Ec. (2), variaron entre 0,84 y 16, 11 dependiendo principalmente de la humedad con que ingresaban al depósito las muestras. En el caso de las experiencias H e I, en palos, como el valor de T_{1/2} fue de 0, no se calculó el valor de G. El elevado valor en la ubicación G, en hojas, se debe a que el valor final de humedad se alcanzó en un corto tiempo (T_{1/2}=0,09).

Tabla 2. Valores de las constantes de la Ecuación 1 y sus límites de confianza (LC) y la ganancia de humedad entre el tiempo 0 y T1/2(G) para los palos de yerba mate.

Lugar	Xinf (kg agua/ 100 kg sólido seco) +/- LC	T1/2 (semanas) +/- LC	G (kg agua/ (100 kg sólido seco.semana)
A	9,98 +/- 1,54	1,65 +/- 2,53	1,26
B	9,37 +/- 1,79	1,92 +/- 3,00	1,20
C	9,23 +/- 0,66	0,26 +/- 0,51	8,23
D	9,66 +/- 1,17	1,56 +/- 2,95	0,84
E	9,73 +/- 0,97	0,39 +/- 1,05	4,59
F	8,55 +/- 0,53	0,11 +/- 0,61	3,03
G	8,40 +/- 0,54	0,38 +/- 0,97	3,26
H	7,95 +/- 0,54	0	
I	9,16 +/- 0,39	0	
J	8,27 +/- 0,70	0,14 +/- 1,78	4,36

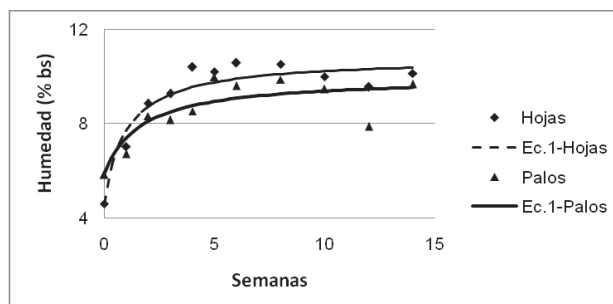


Figura 4. Valores experimentales y calculados con la Ecuación 1 para hojas y palos ubicados en la posición A.

Conclusiones

Al determinarse la variación de la humedad en las hojas y palos de yerba mate en bolsas almacenadas en un depósito de yerba mate estacionada en forma natural, se encontró que existía un rápido incremento entre las tres y cinco semanas, dependiendo de su contenido inicial de humedad. Luego se mantenía casi constante, fluctuando alrededor de un valor medio que variaba en las diferentes bolsas entre 8,83 y 10,09% en las hojas y 7,93 y 9,56% en los palos.

Al comparar las velocidades de adsorción, utilizando el modelo de Pilosof (4), se encontró que las constantes de ese modelo no dependían de la ubicación del material en el depósito y ni del origen del material (hojas o palos). Sin embargo el contenido de humedad final en las hojas resultó superior a la de los palos en 0,64 (g de agua/ 100 g de sólido seco), en promedio.

Referencias

1. **Schmalko, M. E.** *Estudio y modelado del procesamiento primario de la yerba mate*. Tesis de doctorado de la Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2005.
2. **Ramallo, L. A.; Schmalko, M. E.; Känzig, R. G.** *Variación de la concentración de ácido ascórbico (vitamina C) en el procesamiento de la Yerba Mate*. Revista de Ciencia y Tecnología 1: pp. 25-29, 1998.
3. **Schmalko, Miguel E.; Ramallo, Laura A.; Ferreyra, Darío J.; Berlingheri, Rubén D.** *Dimethoate Degradation in Plants and During processing of Yerba Mate Leaves*. Brazilian Archives of Biology and Technology 45 (4): pp. 419-42, 2002
4. **Pilosof, A.M. R.; Boquet, R.; Bartholomai, G.B.** *Kinetics of water uptake by food powders*. Journal of Food Science 50: pp. 278-283, 1985.
5. **Sabatella, P. O.; Pokolenko, J. J.; Schmalko, M. E.** *Influencia de la composición en la extracción de los solubles de la yerba mate*. Revista Ciencia y Tecnología. 11(a): pp. 42-47, 2009.
6. **Schmalko, M.E.; Ayala, M.; Martín, C.; Carrattini, D.** *Isotermas de adsorción de la yerba mate con aglomerantes utilizado en el entrapamiento de compuestos*, III Congreso internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos – Córdoba Argentina, 14 al 16/04/2009: pp. 326-332, 2009.
7. **Scipioni, G.P.; Ferreyra, D.J.; Acuña, M.G. y Schmalko, M.E. (2010).** *Rebaudioside A release from matrices used in a yerba mate infusion..* Journal of Food Engineering 100: 627-633.
8. **Gomez Vara, M.E., Brioux, J.A. y Avanza, J.R.** *Investigaciones sobre la tecnología de la Yerba Mate-* Informe APRY-MA: pp. 1-226, 1979.
9. **Känzig, R.G.; Novo, M.A. y Schmalko, M.E.** *Comparación estadística de las isotermas de adsorción de la Yerba Mate*. Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Misiones 5: pp. 13-24, 1987.

Recibido: 11/04/2012

Aprobado: 12/07/2012

- **Wood Benítez, Robert William¹**
Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agrarias Nuestra Señora de la Asunción, Universidad Católica de Encarnación, Sede Hohenau. Empresa Indega S. A, Silos Santa María, área Control de Calidad de Yerba Mate, Implementación de un sistema de Gestión de Calidad, Manejo de auditorías. Industrias Studenko, área Control de calidad embutidos/cárnicos, Asesoramiento en implementación de un sistema de Gestión de Calidad, Manejo de auditorías. Antecedentes en Investigación (Categoría, Proyectos, Áreas), Laboratorio Indega SA, Estudio del% de humedad y de palos en yerba canchada zafra 2009-2010-2011, Resumen Estadístico.
- **González, Claudia Elena¹**
Licenciada en genética UNaM, Maestría en Tecnología de los Alimentos UNaM (en tesis). Profesor titular, área Ccia. y Tecnología de la Producción aplicada a los Alimentos, Microbiología I y II y Control de Calidad I y II, Facultad de Ccia. y Tecnología, Universidad Nac. de Itapúa, Encarnación, Paraguay. Profesor titular, área CPI, dpto. Biología Celular y Genética, Facultad de Medicina. Profesor investigador, proyecto Rectorado Universidad Nac. de Itapúa, tema Recuento y caracterización de hongos en yerba mate compuesta con hierbas, Laboratorio Empresa yerbatera Indega SA. Coordinadora de proyectos, Proyecto Coparticipación Empresa Indega/Gobernación de Itapúa PRODECO, tema: BPA y BPM en hierbas medicinales dirigido a productores de la zona Trinidad/Jesús. claugongen@hotmail.com

1. Facultad de Ingeniería Agroindustrial UCE Hohenau, Paraguay. Email: claugongen@hotmail.com