



**DOI:** 10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.55-72

**URL:** <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/542>

**EDITORIAL:** Saberes del Conocimiento

**REVISTA:** RECIAMUC

**ISSN:** 2588-0748

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Artículo de Revisión

**CÓDIGO UNESCO:** 3310 Tecnología Industrial

**PAGINAS:** 55-72







## Selección de variables para el proceso de elaboración de pasta blanca a partir de desechos de los exoesqueletos de *Ucides Occidentales* (cangrejo rojo), utilizando el diseño factorial $2^k$

Selection of variables for the elaboration process of white pasta from the exoskeletons of Western *Ucides* (red crab), using the  $2^k$  factorial design

Seleção de variáveis para o processo de fabrico de pasta branca a partir de resíduos de exoesqueleto de *Ucides Occidental* (caranguejo vermelho), usando o desenho factorial  $2^k$

**Mariuxi Toapanta Bernabe<sup>1</sup>; Jimmy Hurtado Paspuel<sup>2</sup>; Gilda Taranto Vera<sup>3</sup>; Luis Pilacuan Bonete<sup>4</sup>**

**RECIBIDO:** 18/07/2020 **ACEPTADO:** 20/09/2020 **PUBLICADO:** 30/11/2020

1. Magister en Sistemas de Información Gerencial; Licenciada en Sistemas de Información; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; mariuxi.toapantab@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-4839-7452>
2. Diploma Superior en Pedagogía Universitaria; Magister en Administración y Dirección de Empresas; Ingeniero Industrial; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; jimmy.hurtadop@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0001-9795-2339>
3. Magister en Sistemas de Información Gerencial; Ingeniera en Estadística Informática; Universidad de Salamanca; Salamanca, España; Gilda.taranto@usal.es;  <https://orcid.org/0000-0002-6012-7818>
4. Magister en Administración de Empresas; Ingeniero Industrial; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; luis.pilacuanb@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-6625-0905>

### CORRESPONDENCIA

Toapanta Bernabe, Mariuxi  
mariuxi.toapantab@ug.edu.ec

**Guayaquil, Ecuador**

## RESUMEN

En Ecuador se han realizado investigaciones basadas en el reciclaje del crustáceo *Ucides Occidentalis*, conocido como cangrejo rojo de manglar y oriundo de los manglares del pacífico, la presente investigación presenta un procedimiento para la selección de variables de temperatura, tiempo y humedad durante los procesos de molienda y trituración de los residuos del exoesqueleto del crustáceo para la obtención del carbonato cálcico (CRETA), que optimicen el tipo de baldosa de cerámica de pasta blanca, compuesta por residuos del desecho del cangrejo rojo con el fin de minimizar la cantidad de humedad en el producto. Encontrándose mediante un diseño experimental y aplicación de técnicas factoriales que a mayor tiempo encontraremos menor humedad, a mayor temperatura menor humedad, y a mayor tiempo mayor será el uso de energía que se requiere en la elaboración.

**Palabras clave:** Baldosas, Crustaceos, Cangrejos.

## ABSTRACT

In Ecuador, research has been carried out based on the recycling of the crustacean *Ucides Occidentalis*, known as the red mangrove crab and native to the mangroves of the Pacific. This research presents a procedure for the selection of temperature variables, time and humidity during the grinding and crushing processes of the crustacean exoskeleton waste to obtain calcium carbonate (CRETE), which optimizes the type of white body ceramic tile, composed of waste from the red crab in order to minimize the amount of moisture in the product. By means of an experimental design and the application of factorial techniques, we will find that the longer the time, the higher the temperature, the lower the humidity, and the longer the time, the higher the use of energy that is required in the elaboration.

**Keywords:** Tiles, Crustaceans, Crabs.

## RESUMO

No Equador, foram realizadas pesquisas com base na reciclagem do crustáceo *Ucides Occidentalis*, conhecido como o caranguejo mangue vermelho e nativo dos manguezais do Pacífico. Esta pesquisa apresenta um procedimento para a seleção das variáveis de temperatura, tempo e umidade durante os processos de moagem e trituração dos resíduos de exoesqueleto do crustáceo para obter carbonato de cálcio (CRETE), o que otimiza o tipo de cerâmica de corpo branco, composta de resíduos do caranguejo vermelho a fim de minimizar a quantidade de umidade no produto. Através de um projeto experimental e da aplicação de técnicas fatoriais, descobriremos que quanto maior o tempo, maior a temperatura, menor a umidade, e quanto maior o tempo, maior o uso de energia que é necessária na elaboração.

**Palavras-chave:** Ladrilhos, Crustáceos, Caranguejos.

## **Introducción**

El objetivo de implementar este proceso de la fabricación de baldosas usando los exoesqueletos del cangrejo rojo (*Udesis Occidentalis*) después de haber sido consumidos, es por las ventajas que este tiene respecto a los materiales usados regularmente, pensando en los beneficios que conlleva el uso de fuentes renovables para la construcción y que no tienen un impacto directo en el medio ambiente, junto con todo esto en los beneficios de las personas involucradas en este negocio que mueve una cantidad ingente de dinero. [1]

El presente ensayo evalúa el uso del exoesqueleto del *Ucides Occidentalis* o cangrejo rojo triturado como materia prima para la elaboración de baldosas. Algunos reglamentos como el Florida Department of Transportation Standard Specifications for Road and Bridge Construction y Orange County Utilities Master CIP Technical Specifications especifican el uso de los exoesqueletos de cangrejos, pero en nuestro país no se conocen ni se aplican. [2]

El proceso de la obtención del polvo es una operación unitaria estándar cuyos datos se han reservado para una investigación posterior después de los análisis respectivos de resistencia mecánica y otros más relevantes con respecto a uso de químicos para la pulimentación y ventajas químicas de las mismas para el uso en ambientes controlados

dado que se ha observado una característica novedosa en cuanto a la absorción de gases. Todo esto en fase de investigación hasta obtener resultados confiables y mensurables validados con equipos de punta. [3]

## **II. Descripción de procesos**

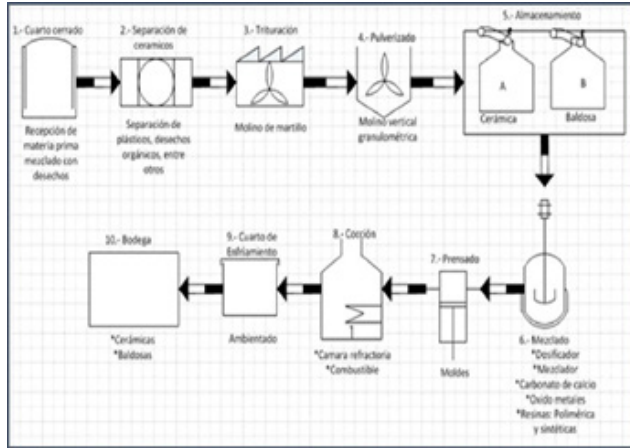
El proceso productivo de las baldosas de cerámica a partir del residuo triturado y pulverizado del cangrejo luego de ser consumido empieza desde la recolección de la materia prima, para luego estos residuos ingresar a la planta para el tratamiento dando inicio al proceso productivo, el cual está compuesto por dos Procesos:

Proceso A (Proceso de obtención del polvo de cangrejo)

Este proceso tiene la finalidad de triturar y moler hasta un grano fino tipo A el desecho del cangrejo, para luego pasar a los silos y de ahí continuar con el siguiente proceso. [4]

Proceso B (Proceso de Fabricación de Baldosa de cerámica del tipo Porcelanato)

Este proceso entrega un producto final a comercializar, a partir del polvo de cangrejo el cual está compuesto por carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ), o también conocido como trióxido-carbonato de calcio y por la Quitina. [5]



**Fig. N°1.** Proceso de elaboración

Elaborado por los integrantes del proyecto.



**Fig. N°2.** Proceso de trituración

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [10]

La figura N°1 que se muestra en la parte superior se puede observar un esquema de ambos procesos, los cuales se realizarán en las instalaciones de la fábrica de BALCANG S.A, ubicadas en la Parroquia de Chongón del Cantón Guayaquil. [6]

**1.- Recolección de Materia Prima.** - Si bien este proceso no es parte de la compañía, se vuelve indispensable explicarlo ya que la empresa capacitará a los recicladores con el fin de poder obtener a mayor eficiencia durante la recolección. Este proceso consiste en recolectar solo los desechos de los cangrejos que han sido cocinados para el consumo humano como se observa en el gráfico 5, este desecho puede ser recolectado en los diferentes cangrejales de la ciudad de Guayaquil o Naranjal, así como también puede ser reciclado en los botaderos municipales, el tema de la capacitación está destinada a que se trate de gestionar con los cangrejales y restaurantes de venta de mariscos, el reciclaje para que posteriormente pueda ser retirado por los recicladores. [7]

**2.- Limpieza y Separación de Materia Prima.**- Los desechos del cangrejo serán transportados desde el área de almacenaje

hasta el área de trituración , dicho elemento tendrá algunas características como el de tener una área imantada para la separación de partes metálicas de los residuos, así mismo esta área estará libre para que dos ayudantes totalmente equipados con sus equipos de seguridad, puedan separar todos los residuos que no sean de cangrejo, como residuos plásticos, metálicos y demás, con la finalidad de que el material que ingrese al área de trituración sea 100% desecho de cangrejo. [8]

**3.- Proceso de trituración.** - Fig. 2. La materia prima del cangrejo luego de ser limpiada de los materiales contaminantes como plásticos, metálicos y otros es llevada a una máquina trituradora donde el desecho se reduce a partes diminutas de diferentes formas geométricas, luego de salir de la máquina el material triturado es transportado por medio de un ducto mediante un tornillo sinfín hasta la máquina de Pulverización. [9]

**4.- Proceso de Pulverización.** - Durante este proceso el material triturado del cangrejo ingresa a la máquina de pulverización, para que por medio de la calibración de la granulometría (dimensiones del grano), el material pueda ser pulverizado hasta que-

dar como polvo, este tendrá una sola consistencia y dimensión, teniendo en cuenta que mientras más pequeño es la dimensión del mismo más se pierde el color rojo de ciertas partes del cangrejo, quedando de color blanco el polvo. [11]

#### **5.- Proceso de Mezclado y Dosificación.**

- Este proceso se realiza en la máquina de mezclado, donde se ingresa la formulación de cada uno de los componentes de las diferentes materias primas, como el polvo del cangrejo, pigmentos, resinas; la dosificación de la materia prima dependerá del plan de producción a realizarse en el día por cada uno de los diseños y presentaciones, ya que esta máquina debe de quedar totalmente limpia al finalizar la jornada laboral. El proceso de mezclado es constante, pero a baja velocidad durante el proceso de extracción del material hacia los moldes, esto con la finalidad de que la mezcla este homogénea en cada una de las partes a extraer. Se observa un equipo de mezcla para fabricación de baldosas. [12]

**6.- Proceso de Prensado.**- La porción de la mezcla que será extraída por medio de un sistema de caída sistematizada, permitirá que la mezcla sea medida y pesada para cada una de la parte que se extrae hacia el molde, una vez que la mezcla está en el molde metálico es colocada en una máquina de prensado, la cual le dará la forma final de acuerdo al diseño al molde metálico; esta mezcla prensada en un molde, es

sacada de la prensadora y llevada a unas perchas donde luego de tener todos los espacios ocupados de la percha la misma será llevada con todos la mezcla prensada en los moldes hacia el horno de cocción, durante el proceso de Mezclado y de Prensado se va a utilizar un recurso humano de 2 ayudantes y 1 operario. [12]

**7.- Proceso de Cocción.** - Las piezas recién moldeadas se introducen en un horno de material refractario de uso de combustible para su funcionamiento como el mostrado en el gráfico 12, donde son sometidas a un ciclo térmico a alta temperatura con el fin de quitar humedad de la baldosa, duplicando o triplicando así su resistencia mecánica. Para este proceso se usa a 1 ayudante, quien transporta las perchas con las baldosas al horno y quien controla el horno con la supervisión del operario de la máquina. [13]

**8.- Proceso de Enfriamiento.** - Una vez que las baldosas han sido extraídas del horno se procede a enviarlas por un túnel de enfriamiento continuo hasta el área de empacado y almacenaje, este túnel de enfriamiento permite que la baldosa se enfríe rápidamente, la temperatura en este túnel es controlada por medio de un sistema de sensores de temperatura. [14]

### **III. Calculos del experimento**

Después de la práctica obtuvimos los siguientes datos:

**Tabla 1**

<i>N°</i>	<i>t (mnt)</i>	<i>T (°C)</i>	<i>H (%)</i>	<i>Res. (lb)</i>
1	0	25,4	-	-
2	2	64,9	36,93	101.93
3	10	67,8	34,97	118.38
4	15	69,3	33,67	127.07
5	20	70	33,02	131.71
6	25	69,1	32,36	125.78
7	30	69,7	31,71	129.69
8	35	70,3	31,71	133.75
9	40	70,3	28,45	133.75
10	45	70,2	25,20	133.05
11	50	70,4	25,20	134.45
12	55	70,3	25,20	133.75
13	60	69,9	18,67	131.03
14	65	70,7	10,10	136.54
15	70	70,8	9,74	137.26
16	75	70,5	9,74	135.15
17	80	70,2	9,74	133.05
18	85	70,8	9,74	137.26
19	90	70,3	9,74	133.75
20	95	70,5	9,74	135.15
21	100	70,8	9,74	137.26
22	105	70,9	9,74	137.98
23	110	71	9,74	138.67

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [15]

#### IV. Diseño experimental

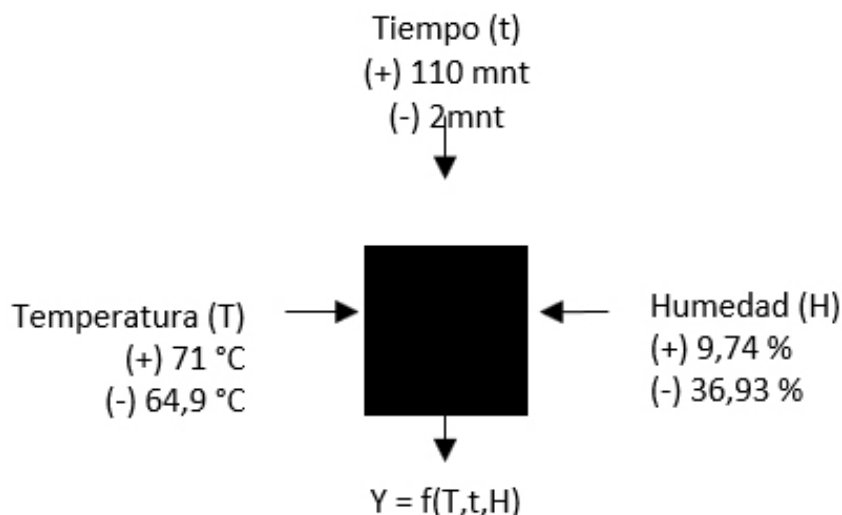
En este diseño experimental tiene el objetivo de reducir la cantidad de humedad del efluente, por medio de un diseño factorial completo  $2^k$  una estrategia experimental óptima, el cual, permite explorar una zona escogida del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior, por medio de los siguientes pasos:

##### A. Localización de las Variables

Primero, debemos encontrar  $k$  que son las variables que influyen significativamente en

el sistema. Nuestras variables en este proyecto son la temperatura, tiempo y humedad.

Segundo, debemos encontrar su resultado máximo con su respectivo signo (+), y su resultado mínimo con su respectivo signo (-), esto quiere decir que cada variable tiene dos valores (niveles), lo llamaremos nivel alto (+) y nivel bajo (-), encontrando así, nuestro parámetro principal de nuestro proyecto en cada factor, para más detalles podemos ver en la tabla N°2. Haciendo el gráfico de la caja negra, nos da lo siguiente:



**Fig. N°3.** Esquema de un proceso

Elaborado por los integrantes del proyecto.

Fuente: [16]

**Tabla 2**

Variables	Cantidad		Unidad
Tiempo (t)	110 (+)	2 (-)	Mnt.
Temperatura (T)	71 (+)	64,9 (-)	°C
Humedad (H)	9,74 (+)	36,93 (-)	%

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [16]

### B. Etapa de la estrategia experimental

La matriz de experimentos se obtiene combinando los dos niveles de los dos factores. Este diseño se denomina factorial completa 2<sup>k</sup> (el 2 de la base indica que cada factor toma sólo dos valores como pudimos ver anteriormente).

K= 3 variables, 2<sup>k</sup> = 8 tipos de experimentos.

En la siguiente tabla N°3 detallaremos los 8

tipos de experimentos más importante, en el cual clasificamos el tiempo (t), temperatura (T) y humedad (H) con sus respectivos resultados.

**Tabla 3.** Resultados del experimento.

N°	N° Aleatorio	Tiempo t (mnt)	Temperatura T (°C)	Humedad H (%)	Resultados Kcal/Kg A.S.
1	2	2	64,9	36,93	101.93
2	4	15	69,3	33,67	127.07
3	6	25	69,1	32,36	125.78
4	8	35	70,3	31,71	133.75
5	10	45	70,2	25,20	133.05
6	12	55	70,3	25,20	133.75
7	14	65	70,7	10,10	136.54
8	16	75	70,5	9,74	135.15

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [17]

Para obtener los siguientes resultados generales debemos aplicar las siguientes formulas.

Primero, la temperatura: 64,9°C, que es el primer resultado del experimento.

Segundo, reemplazamos con sus respectivas formulas:

Formula de la presión del agua

$$P_{H_2O} = 7.96681 - \frac{1668,21}{64,9 + 228}$$

$$P_{H_2O} = 2,27$$

$$10^{P_{H_2O}}$$

$$P_{H_2O} = 186,78 \text{ mmHg}$$

Formula de la presión

$$P = \frac{H(P_{H_2O})}{100}$$

$$P = \frac{74(186,771)}{100}$$

$$P = 138,22$$

Formula de la humedad absoluta

$$Y = \frac{P}{760 - P} \left( \frac{18}{29} \right)$$

$$Y = \frac{140,07}{760 - 140,07} \left( \frac{18}{29} \right)$$

$$Y = 0,14 \text{ Kg. } \frac{H_2O}{\text{Kg. A.S.}}$$

Fórmula del calor húmedo

$$C_H = 0,24 + 0,46Y$$

$$C_H = 0,24 + 0,46(0,14)$$

$$C_H = 0,3044$$

Formula de la entalpía

$$H = C_H(t - 0) + 596Y$$

$$H = 0,3044(64,9 - 0) + 596(0,14)$$

$$H = 101,93 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg. A.S.}}$$



Tercero, resolver nuevamente con todas las temperaturas como podemos ver en la siguiente tabla N°4.

**Tabla 4.** Resultados de las formulas.

T (°C)	P(H2O)	10^P(H2O)	Presión	Humedad absoluta	Calor húmedo	Entalpía
64,9	2,27	186,78	138,22	0,14	0,30	101,93
67,9	2,33	213,35	157,88	0,16	0,31	118,38
69,3	2,36	226,78	167,82	0,18	0,32	127,07
70	2,37	233,78	172,99	0,18	0,32	131,71
69,1	2,35	224,80	166,35	0,17	0,32	125,78
69,7	2,36	230,73	170,74	0,18	0,32	129,68
70,3	2,37	236,81	175,24	0,19	0,33	133,75
70,3	2,37	236,81	175,24	0,19	0,33	133,75
70,2	2,37	235,78	174,47	0,18	0,33	133,05
70,4	2,38	237,85	176,01	0,19	0,33	134,45
70,3	2,37	236,81	175,24	0,19	0,33	133,75
69,9	2,37	232,76	172,24	0,18	0,32	131,03
70,7	2,38	240,94	178,29	0,19	0,33	136,54
70,8	2,38	241,99	179,07	0,19	0,33	137,26
70,5	2,38	238,89	176,78	0,19	0,33	135,15
70,2	2,37	235,78	174,47	0,18	0,33	133,05
70,8	2,38	241,99	179,07	0,19	0,33	137,26
70,3	2,37	236,81	175,24	0,19	0,33	133,75
70,5	2,38	238,89	176,78	0,19	0,33	135,15
70,8	2,38	241,99	179,07	0,19	0,33	137,26
70,9	2,39	243,05	179,86	0,19	0,33	137,98
71	2,39	244,06	180,61	0,19	0,33	138,67

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [18]

### C. Etapa del experimento

A continuación, reemplazaremos cada experimento con sus respectivos signos, haciendo así, una matriz que concreta para

nuestro estudio. Sustituimos los resultados que se encuentran en la tala N°1 de los 8 experimento en los signos + y -, como podemos ver en la siguiente tabla N°3.



**Tabla 5:** Variables experimentales

N°	N°Aleatorio	Tiempo t (mnt)	Temperatura T (°C)	Humedad H (%)	Resultados Kcal/Kg A.S.
1	2	-	-	-	101.93
2	4	+	-	-	127.07
3	6	-	+	-	125.78
4	8	+	+	-	133.75
5	10	-	-	+	133.05
6	12	+	-	+	133.75
7	14	-	+	+	136.54
8	16	+	+	+	135.15

Elaborado por los integrantes del proyecto.

Fuente: [18]

Así se obtiene el plan de experimentación como podemos ver en la tabla N°3, que comprende, de forma estructurada y fácilmente comprensible, la lista de experimentos a realizar.

#### **D.Etapa del programa estadístico.**

Para programar se necesita el siguiente scrit, para ejecutar el experimento:

**Figura 4:** Script

```
# Una forma alternativa más rápida para generar
las columnas
# cuando hay muchos factores:
t <- T <- H <- c(-1, +1)
design <- expand.grid(t=t, T=T, H=H)
t <- design$t
T <- design$T
H <- design$H
y <-
c(101.93,127.07,125.78,133.75,133.05,133.75,136.5
4,135.15)
agua <- lm(y ~ t + T + H + t*T + t*H + H*T +
t*T*H)

# Evite usar esta forma - es propensa a errores:
# agua = lm(y ~ C + T + S + C*T + C*S + S*T +
C*T*S)

# Es mejor usar esta forma:
agua = lm(y ~ t * T * H)
summary(agua)

# Para poder usar este comando, debe instalar el
paquete pid:
library(pid)
paretoPlot(agua)

# Para cambiar las opciones del gráfico se puede
ver la sintaxis en help(paretoPlot)
paretoPlot(agua, xlab="Nombre del efecto",
ylab="Magnitud del efecto", main="Diagrama de
pareto", legendtitle="Signo de los coeficientes",
negative=c("Negativo", "red"),
positive=c("Positivo", "blue"))
```

Elaborado por los integrantes del proyecto.

Fuente: [18]

Una vez ejecutado los datos de las variables experimentales, en el programa de RStudio, obtenemos los siguientes resultados:

- Polinomio.
- Coeficientes de las variables.
- Diagrama de Pareto. [19]

Figura 5. Script

```

# Para poder usar este comando, debe instalar el paquete pid:
>
> library(pid)
> paretoPlot(aqua)
>
> # Para cambiar las opciones del gráfico se puede ver la sintaxis en help(paretoPlot)
>
> paretoPlot(aqua, xlab="Nombre del efecto", ylab="Magnitud del efecto", main="Diagrama de pareto", legendtitle="signo de los coeficientes", negative=c("Negativo", "red"), positive=c("Positivo", "blue"))
> # Una forma alternativa más rápida para generar las columnas
> # cuando hay muchos factores:
>
> t <- T <- H <- c(-1, +1)
>
> design <- expand.grid(t=t, T=T, H=H)
> t <- design$t
> T <- design$T
> H <- design$H
> y <- c(101.93,127.07,125.78,133.75,133.05,133.75,136.54,135.15)
>
> agua <- lm(y ~ t + T + H + t*T + t*H + H*T + t*T*H)
>
> # Evite usar esta forma - es propensa a errores
>
> # agua = lm(y ~ c + T + S + C*T + C*S + S*T + C*T*S)
>
> # Es mejor usar esta forma:
>
> agua = lm(y ~ t * T * H)
> summary(agua)

Call:
lm(formula = y ~ t * T * H)

Residuals:
ALL 8 residuals are 0: no residual degrees of freedom!

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  128.377         NA      NA      NA
t              4.053         NA      NA      NA
T              4.428         NA      NA      NA
H              6.245         NA      NA      NA
t:T           -2.407         NA      NA      NA
t:H           -4.225         NA      NA      NA
T:H           -3.205         NA      NA      NA
t:T:H         1.885         NA      NA      NA

Residual standard error: NaN on 0 degrees of freedom
Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: NaN
F-statistic: NaN on 7 and 0 DF, p-value: NA

> # Para poder usar este comando, debe instalar el paquete pid:
>
> library(pid)
> paretoPlot(agua)
>
> # Para cambiar las opciones del gráfico se puede ver la sintaxis en help(paretoPlot)
>
> paretoPlot(agua, xlab="Nombre del efecto", ylab="Magnitud del efecto", main="Diagrama de pareto", legendtitle="signo de los coeficientes", negative=c("Negativo", "red"), positive=c("Positivo", "blue")).

```

Los resultados del programa son:

1. El polinomio

$$Y = 128.377, 4.053, 4.428, 6.245, -2.407, -4.225, -3.205, 1.885.$$

2. Los coeficientes

**Tabla 5.** Variables experimentales.

N°	N°Aleatorio	Tiempo t (mnt)	Temperatura T (°C)	Humedad H (%)	Resultados Kcal/Kg A.S.
1	2	-	-	-	101.93
2	4	+	-	-	127.07
3	6	-	+	-	125.78
4	8	+	+	-	133.75
5	10	-	-	+	133.05
6	12	+	-	+	133.75
7	14	-	+	+	136.54
8	16	+	+	+	135.15

Elaborado por los integrantes del proyecto.

Fuente: [18]

**Tabla 6.** Coeficientes.

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)			128.377
t			4.053
T			4.428
H			6.245
t:T			-2.407
t:H			-4.225
T:H			-3.205
t:T:H			1.885

Elaborado por los integrantes del proyecto.

Fuente: [18]

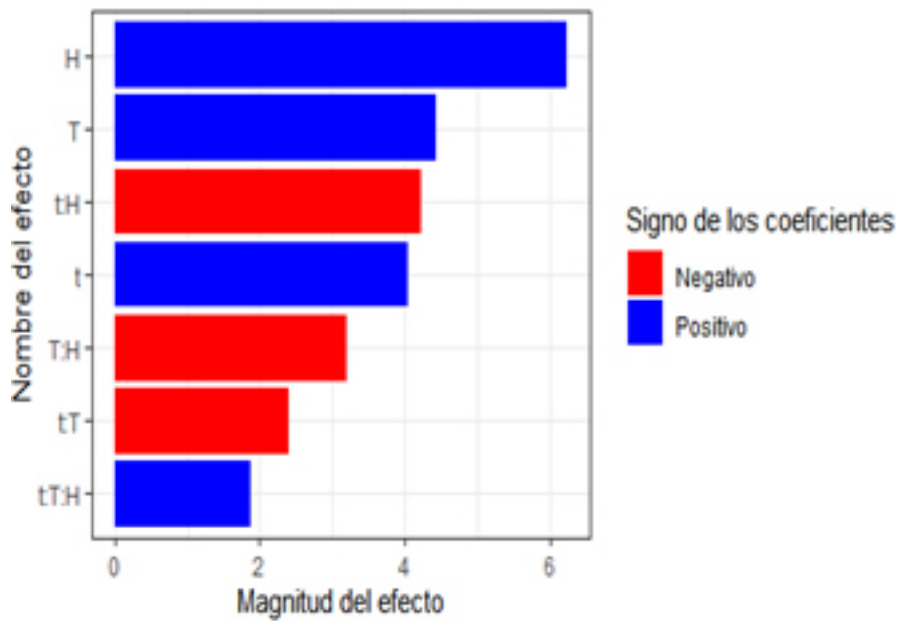
### 3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto clasifica la magnitud de las siguientes variables que son el tiempo,

temperatura y la humedad. [20] Como podemos ver en la siguiente figura:



**Fig N° 4.** Diagrama de Pareto



El objetivo de este proyecto es minimizar la cantidad de humedad en el producto. De acuerdo al grafico podemos relacionar que el color rojo son los resultados beneficiados. Como en el caso de tH, podemos decir

que a mayor tiempo encontraremos menor humedad, TH mayor temperatura menor humedad, y tT se refiere, al mayor tiempo mayor será el uso de energía que se requiere en la elaboración.

### E. Etapa del simulador.

A continuación, se realiza simulaciones en las que se busca resultados con posibles variaciones de tiempo, velocidad y catalizador, basados en los ensayos realizados.

Es importante realizar estas réplicas de cada tratamiento o combinación en el experimento ya que esto me permite comparar entre valores (datos obtenidos en los diferentes niveles de un factor fijando los demás factores) y dentro de valores (datos obtenidos de una misma combinación).

Antes de llevar a cabo los experimentos hay que comprobar que todos sean factibles. Si alguno corresponde a una combinación de factores que no es de interés económico o es imposible llevarlo a la práctica, se puede reemplazar por otro que complete el diseño con la mínima pérdida de calidad.

En un diseño de este tipo, en cada prueba o réplica completa del experimento todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores son investigadas.

**Tabla 7.** Comprobación

t	T	H	y
-1	-1	-1	0,6710
1	-1	-1	0,7056
-1	1	-1	0,7196
1	1	-1	0,7265
-1	-1	1	0,7958
1	-1	1	0,7958
-1	1	1	0,9564
1	1	1	0,9602

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [21]

**Tabla 8.**  $H = t * T$

t	T	H	y
-1	-1	1	0,7958
1	-1	-1	0,7056
-1	1	-1	0,7196
1	1	1	0,9602

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [21]

**Tabla 9.**  $T = t * H$

t	H	T	y
-1	-1	1	0,7958
1	-1	-1	0,7056
-1	1	-1	0,7196
1	1	1	0,9602

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [21]

**Tabla 10.**  $C = t * H$

T	H	t	y
-1	-1	1	0,7958
1	-1	-1	0,7056
-1	1	-1	0,7196
1	1	1	0,9602

Elaborado por los integrantes del proyecto.

**Fuente:** [21]

## Conclusión

Este diseño factorial 2 a la k, es una estrategia experimental óptima para estudiar simultáneamente los 8 experimentos que hemos demostrado y hallar los efectos de varios factores sobre los resultados y sus intenciones.

Identificamos las variables que influyen en la reacción y optimizamos hasta alcanzar el rendimiento deseado. Las tres variables son el tiempo, temperatura y humedad. Esto contribuyen a una línea base de 128.377, donde intercepta el polinomio. Al sumar la cantidad de humedad que se requiere disminuir 14 a la línea base, obtendremos como resultado 142,377 que es el tope máximo de energía que se puede usar. Como conclusión el uso del exoesqueleto del cangrejo rojo como material para la elaboración de baldosas es el ahorro de procesos de acabado y no se necesita del pulimentado final.

Hay estudios recientes relacionados con la construcción, pero usando otros crustáceos, en Ecuador no es un método nuevo de construcción sobre todo en los pueblos costaneros se ha usado desde hace mucho solo que no ha sido documentado lo suficiente, solo en los E.E.U.U. hay una legislación al respecto que se menciona al principio de este documento. Resultados ya verificados estarán disponibles en otra publicación.

## Bibliografía

- J. C. Lopez, Curso de Ingeniería Química, Barcelona: REVERTÉ. S.A, 2004, pp. 83-84.
- D. I. Machuca y M. H. Torres, Operaciones unitarias y proceso químico, IC Editorial, 2012.
- W. Shurtleff y A. Aoyagi, «History of Soybeans and Soyfoods in Tennessee (1854-2017),» Soyinfo Center, Laffayette, 2017.
- M. d. a. y. g. r. d. Salvador, «Fábrica de concentrados para aves de postura,» El Salvador, 1995.
- D. A. R. Camacho, «Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura,» 1990.

- C. D. O. Rios, Guía para alimentación animal y elaboración de concentrados, Bogotá: Convenio Andres Bello, 2013, pp. 7-8.
- J. B. Gutiérrez, Ciencia bromatológica, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2000.
- E. B. Molina y M. L. C. Irezabal, Fundamentos y aplicaciones del procesamiento térmico de frutas y hortalizas, Trillas, 2010.
- J. A. Morales, Metodos de conservación de alimentos, Tlalnepantla de Baz: RED TERCER MILENIO S.C., 2012.
- R. McElhiney, Feed Manufacturing Technology IV, Arlington, VA 22209 USA: American Feed Industry Association, 1994, p. 606.
- M. Boonyaratpalin y V. Chittivan, Shrimp feed quality control in Thailand., International Aquafeed, 1999.
- P. S. Cruz, «Feed quality problems and management strategies,» de National Seminar-Workshop on Fish Nutrition and Feeds, C. Santiago, R. Coloso, O. Millamena y I. Borlongan, Edits., Tigbauan, Iloilo, Philippines, SEAFDEC Aquaculture Department, 1996, pp. 64-73.
- F. Dong y R. Hardy, de Chemical Feed Evaluation, R. Stickney, Ed., Encyclopedia of Aquaculture, John Wiley y Sons Inc., 2000, pp. 340-350.
- R. A. Kangleon, «Quality Management in a Feedmill Laboratory,» de American Soybean Association(ASA) Technical Bulletin, Vols. %1 de %2FT16-1994, Republica de Singapur, American Soybean Association, 1994, p. 9.
- P. Polidori y J. Renaud, Edits., Quality control and requirements of food of animal origin, Roma: FAO, 1995, p. 178.
- R. Tan y W. Dominy, «Commercial pelleting of crustacean feeds,» de Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture No.6 ed., D'Abramo, R. L., D. Conklin y D.M. Akiyama, Edits., Baton Rouge, World Aquaculture Society, 1997, pp. 520-549.
- R. Tan, «Quality assurance in feed milling,» de ASA Technical Bulletin, Vols. %1 de %2FT5-1993, American Soybean Association, 1993, p. 16.
- T. R. Preston, «Tropical Animal Feeding,» de A manual for research workers, FAO Animal Production and Health Paper No. 126 ed., Roma, FAO, 1995, p. 305.
- (. o. O. A. C. AOAC, «Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists,» vol. Thirteenth Edition, DC 20044, Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1990, p. 1018.



- L. Bates, D. Akiyama y R. Lee, «Aquaculture Feed Microscopy Manual,» Singapur, American Soybean Association, 1995, p. 49.
- F. Jones, «Quality control in feed manufacturing,» Feedstuffs Reference Issue, 2000, pp. 85-89.
- J. Khajarerern y S. Khajarerern, «Manual of feed microscopy and quality control,» Third Edition ed., Khon Kaen, American Soybean Association and US Grains Council, 1999, p. 256.
- W. H. Parr y contributors, The small-scale manufacture of compound animal feed., ODNRI Bulletin No. 9, 1988.
- K. McCanless y University of Florida, «University of Florida,» Octubre 2017. [En línea]. Available: [http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/oriental\\_cockroach.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/oriental_cockroach.htm).
- Aviforte, «Aviforte,» Enero 2019. [En línea]. Available: <http://www.aliforte.com.ec/aviforte.html>.
- O. d. I. N. U. p. I. A. y. I. Alimentacion, «Procedimientos Idoneos para la Fabricacion de Alimentos para la Acuicultura,» 2003. [En línea].
- D. M. Aranibar y G. G. Mateos, «Engormix,» 23 Septiembre 2006. [En línea]. Available: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/reduciendo-contenido-grasa-canal-t26592.htm>.
- E. S. Avicola, «<http://www.elsitioavicola.com>,» 03 Diciembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2491/alimentacion-de-pollos-para-obtener-mejor-salud-y-mayor-rendimiento/>.
- AFABA, «<http://www.afaba.org/url/>,» 16 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.afaba.org/url/index.php/vision-actualidad/estadisticas>.
- A. M. García Munguía, «uso de harina de cucaracha de madagascar como fuente de proteina para la alimentación de pollos,» mayo 2018. [En línea]. Available: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1554/430300.pdf?sequence=1>.
- C. I. García Ríos, Historias de lo natural, I. N. Editores, Ed., 1997.
- E. Montes, I. Lloret y M. A. López, Diseño y gestión de cocinas. Manual de higiene alimentaria aplicada al sector de la restauración, E. D. d. Santos, Ed., 2008.
- BAYER, «Cucaracha Alemana,» [En línea]. Available: <https://www.environmentalscience.bayer.es/pest-management/o-que-controlar/german-coc-kroaches>.
- «aviNews,» 1 junio 2018. [En línea]. Available: <https://avicultura.info/los-insectos-son-fuentes-sustentables-para-alimentos-en-avicultura/>.
- «Permaculturamex,» abril 2019. [En línea]. Available: <http://www.permaculturamex.com/2019/04/produccion-de-cucarachas-para-alimento-anim/?v=3fd6b696867d>.
- C. R. Anzueto, «OSMOSIS,» 30 8 2012. [En línea]. Available: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33880502/11\\_Tecnologas\\_Emergentes\\_para\\_la\\_Conservacin\\_de\\_Alimentos\\_1\\_.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMODELOS\\_MATEMATICOS\\_PARA\\_ESTIMACION\\_DE\\_V.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-A](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33880502/11_Tecnologas_Emergentes_para_la_Conservacin_de_Alimentos_1_.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMODELOS_MATEMATICOS_PARA_ESTIMACION_DE_V.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-A).
- M. Vázquez, Avances en seguridad alimentaria, Altaga, 2001.
- «JÓVENES EN LA CIENCIA,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2879/2128>.
- M. Vargas Vargas, La cucaracha un curioso insecto (Dictyotera-Blattaria), vol. Primera Edición, San José: De la Universidad de Costa Rica, 1995.
- M. Á. Maya Álvarez, Caracterización y control de plagas en áreas edificadas y ajardinadas, Málaga: IC Editorial, 2018.
- W. L. Mc Cabe, W. C. Smith y P. Harriot, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, Séptima ed., México: Mc. Graw Hill, 2007.
- W. L. Mc Cabe, J. C. Smith y P. Harriot, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, Cuarta ed., México: Mc Graw Hill, 1991.
- G. Brown, Operaciones Básicas de la Ingeniería Química, Barcelona: Marín SA, 1965.
- C. Geankoplis, Procesos de transporte y Operaciones Unitarias, Tercera Edición ed., México: Compañía Editorial Continental, 1998.
- A. Ibarz y G. Barbosa, Operaciones Unitarias en la Ingeniería en alimentos, México: Grupo Mundi Prensa, 2005.
- S. Jacobs, «Pennstateextension,» 2003 Septiembre 2002. [En línea]. Available: <https://extension.psu.edu/cucarachas-alemanas>.
- «Wikipedia,» 22 Enero 2008. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tamizado>.
- «Fao,» 14 Febrero 2012. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/y1453s0c.htm>.
- «NTE INEN 0470,» 04 Enero 2013. [En línea]. Available:

lable: <https://archive.org/details/ec.nte.0470.1980/mode/2up>.

A. P. Arguello, «Espol,» 28 Agosto 2007. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos13/racion/racion.shtml>.

#### **CITAR ESTE ARTICULO:**

Toapanta Bernabe, M., Hurtado Paspuel, J., Taranto Vera, G., & Pilacuan Bonete, L. (2020). Selección de variables para el proceso de elaboración de pasta blanca a partir de desechos de los exoesqueletos de Ucides Occidentales (cangrejo rojo), utilizando el diseño factorial  $2^k$ . RECIAMUC, 4(4), 55-72. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.\(4\).noviembre.2020.55-72](https://doi.org/10.26820/reciamuc/4.(4).noviembre.2020.55-72)



CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.