

VERIFICACIÓN DE UN PLAN HACCP EN ANILLAS DE CALAMAR

Brugnoli Olivera E.

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza el sistema de control de Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos (HACCP). Se implementarán técnicas estadísticas para su verificación que permitirán inferir si estamos frente a un proceso estable, libre de sorpresas no deseadas y capaz de mantener las tolerancias previamente fijadas. En dicho caso el sistema de control funciona correctamente y el producto final es apto para consumo.

El control de proceso a ser verificado corresponde a un producto derivado del molusco *Illex argentinus* sp. a ser comercializado a la C.E.E.

1. INTRODUCCIÓN

Todo proceso de producción requiere de diversas actividades así como de un control preciso y exacto para su posterior comercialización.

En la actualidad, debido a serios problemas sanitarios que ocasionan los productos alimenticios, se ha implementado un tipo de control mas puntual y efectivo denominado Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) [1]. En nuestro país dicho control no está totalmente implementado, dependiendo de la parte interesada la realización o no del mismo.

El plan de control HACCP incluye entre otros [1]:

- a) Una correcta planificación estadística de los diversos controles de los productos; diagrama de flujo.
- b) Determinación de los puntos de control y puntos críticos.
- c) Fijar los límites de confianza o tolerancias.
- d) Eliminación de los defectos esporádicos y crónicos que se suscitan a lo largo del tiempo (proceso estable y libre de sorpresas no deseadas) disminuyendo así los errores, perfeccionando por tanto el proceso productivo.
- e) Registro y documentación de los datos obtenidos de los diversos controles.
- f) Verificación del funcionamiento del sistema. Etapa que nos permite inferir si estamos frente a un proceso capaz de mantener las tolerancias previamente fijadas, dentro de los límites críticos o de confianza, con un producto final apto para consumo humano. Esta etapa le compete al organismo fiscalizante.

Dentro de las diversas actividades a realizar en toda industria debemos destacar la encargada del mantenimiento de la calidad, en la que intervienen diversos departamentos (ventas, relación con el usuario, personal). Esta función es de vital importancia en el funcionamiento y supervivencia de toda empresa pues los ingresos que se obtengan de la venta de esos productos o servicios está basada en su calidad. Se afirma que un producto o servicio es de buena calidad cuando es capaz de satisfacer las expectativas del consumidor [2].

Por medio de diversas estrategias y utilización de los métodos de control (convencional o HACCP)



logramos brindarle al producto una calidad óptima para su consumo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

Verificar el funcionamiento del sistema de control de Análisis de Riesgos y Control de Puntos críticos en un derivado de la industria pesquera.

2.2 Objetivo Específico:

a)- Aplicación de técnicas estadísticas para la verificación en el control de procesos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

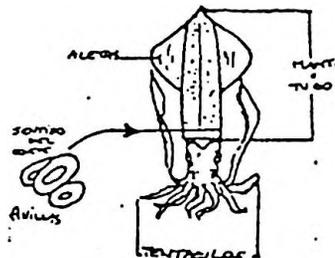
3.1 PRODUCTO SUJETO A CONTROL:

El Calamar (*Illex argentinus*) es capturado en aguas oceánicas como fauna acompañante o mediante artes de pescas específicas. Los ejemplares capturados son de diversos tamaños y edades ($18\text{cm} < \text{largo} < 30\text{cm}$), no realizándose por el personal de abordo una correcta selección. El *Illex argentinus* al ser procesado en planta tiene un rendimiento luego del eviscerado orden del 70%.

Se obtienen de su industrialización diversos y variados subproductos: aletas, tubos (enteros o anillas) y tentáculos, desechando la totalidad de las vísceras.

El objeto de control es el proceso de Industrialización del cuerpo central del calamar o tubo, para la obtención de una partida de anillas de calamar. Su producción, se realizó en nueve días hábiles en dos turnos laborales.

Largo Tubo	Producto
>18 cm	T. entero
<18 cm	Sub. Prod (anillas)



3.2 VARIABLES Y LIMITES DE CONFIANZA:

En todos los procesos productivos, las materias primas son sometidas a una amplia gama de "sistemas" operativos (máquinas, herramientas, operarios) para obtener el resultado final deseado. Dichos sistemas operativos están sujetos a variación, y su regulación constituye el problema básico del control de procesos.

Para un correcto análisis de las variables de proceso que intervienen, fueron catalogadas en:

- a)- variables no cuantificables
- b)- variables cuantificables.

En las líneas de procesamiento del calamar, son fijadas previamente por el comprador y el fabricante

una serie de tolerancias, límites críticos o de confianza para que el producto terminado sea apto para su comercialización. Dichas tolerancias son controladas por inspectores de Control de Calidad a intervalos de tiempo, previamente fijados, dependiendo del producto y de la variable a ser cuantificada.

En el presente caso se trata de un control de variables de proceso en los diversos puntos de control y críticos (control HACCP) a intervalos de tiempo de una hora.

* Variables no Cuantificables:

a)- Tipo de Materia Prima: Calamar

b)- Línea de Empanado: Predust: Composición:OK.
Batter: Composición:OK; Empanado: Tipo:Rojo.

c)- Aspecto luego de la cocción: Ok; Mal

* Variables Cuantificables y Tolerancias:

a)- **Operación fresco**

V_{al})- Largo de tubos antes de la cocción: (9 cm <largo <12cm)

v_{bt})- Temperatura aceite de cocción: (160 °C < Temp.< 165 °C).

V_{cl})- Temperatura de Congelado: (-29 °C < Temp.<-32 °C)

b)- **Operación empaque**

V_{ad})- Diámetro de anillas empacadas: 35 mm < diam.< 55 mm

V_{ba})- Pesos de estuche: 200 g < peso < 250 g (00-50)

3.3 TRATAMIENTO ESTADISTICO

La utilización de diversas técnicas estadísticas, permitirá verificar que el sistema de control funciona eficientemente.

TÉCNICAS ESTADÍSTICAS:

a)- Histogramas : 1.- Int Largo vs. Frec. acum. (O.Fre.)

2.- Int Diametro vs. Frec. acum. (O.Empa.)

b)- Gráficos de Control (O.Empa.):

1.- $\bar{x} + 2s$ vs.tiempo (2 Turnos)

c)- Test de Ajuste (Test de X_2)

d)- Test de Berklett

e)- Análisis de Varianza de una vía

f)- Nivel de Significación de μ .

La aplicación de dichas técnicas a los datos obtenidos en planta, nos permitirá afirmar que el proceso se encuentra bajo estado de control estadístico (funciona con la mínima variación posible,

debida a causas aleatorias). Dicha variabilidad es constante, predecible a lo largo del tiempo y las variables cumplen las tolerancias fijadas por el cliente. En caso contrario la variabilidad no es constante e impredecible y estaremos frente a un proceso fuera de control estadístico (no mantiene la tolerancias prefijadas) con una incorrecta planificación estadística , el sistema funciona ineficazmente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables no cuantificables:

Estas variables intervienen en el proceso empanado del producto. Durante dicho proceso se mantuvieron constantes y dentro de los límites previamente fijados.

Variables bajo estado de control estadístico. El sistema en la operación empanado, funciona correctamente.

Variables cuantificables:

Estas variables regulan el sistema operativo en sus dos etapas subsiguientes:

- a)-Operación fresco
- b)-Operación empaque

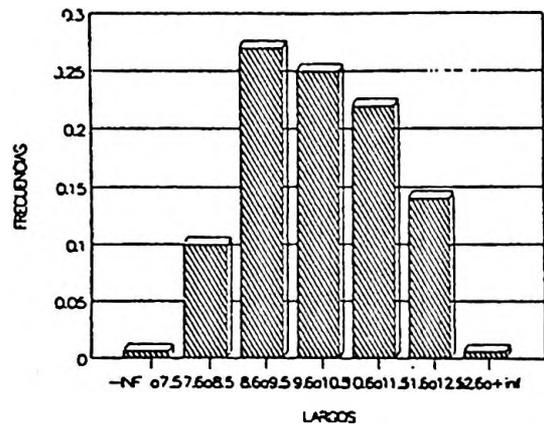
a)- Operación fresco:

V_a)- Largo de tubos antes de ser procesados:
(límites 9cm < largo < 12cm)

Se realizó un Histograma de frecuencia acumulada observándose una distribución de la variable con $\mu=10.27$ y $\sigma=1.76$.

Figura 1- Histograma Frecuencias Acumuladas Vs. Largo de Tubo (9a12cm).

INT	F. OBS	F. ACUM	F. REAL	F. REAL. ACU
-INF a7.5	2	2	0.006	0.006
7.6a8.5	31	33	0.11	0.106
8.6a9.5	96	129	0.27	0.376
9.6a10.5	88	217	0.25	0.626
10.6a11.5	77	294	0.22	0.846
11.6a12.5	51	345	0.14	0.986
12.6a+INF	2	347	0.006	0.992



Supongo una Distribución Normal de la variable y le aplico Test de Bondad de Ajuste (X_2) con $H_0=DN(10.27,1.76)$, un $\alpha = 95\%$ y $n= 347$. Descarto H_0 (distribución Normal del largo de tubos) por ser $X_2 \text{ obs.} >> X_2 \text{ calc.}$

Tabla 1- Test Chi cuadrado. Largo de Tubo. Ho= (DN)= (10.27;1.76)

INT	F. OBS	Z	P<Z	P	Fe=Pxn	Fobs2/Fe
-INF a7.5	2	-2.04	0.0207	0.2071	7.1	0.55
7.6a8.5	31	-1.28	0.1003	0.0796	27.6	34.81
8.6a9.5	96	-0.52	0.3015	0.2012	69.8	132.00
9.6a10.5	88	0.17	0.5682	0.2665	92.4	87.74
10.6a11.5	77	1.00	0.8413	0.2733	94.8	62.54
11.6a12.5	51	1.77	0.9616	0.1203	41.7	62.31
12.6a+INF	2	1	1	0.0384	13.3	0.30

Chi cuadrado (0.95: g.l.=3: n= 347)
 $375.93 - 347 = 28.93$
 $28.93 > 7.81$ deacarto Ho

La distribución de la variable, no es del tipo normal observándose su desplazamiento hacia el límite izquierdo del Histograma. Se concentran en las frecuencias con menor largo del tubo (int. 8.6-10.5cm) y fuera de las tolerancias previamente fijadas (9cm<largo<12cm).

Podemos señalar que la distribución sesgada de la variable con respecto a las tolerancias previamente fijadas (-0.4 cm) se deba a fenómenos aleatorios (errores de paralaje en las mediciones). Dichas diferencias son mínimas y no modifican significativamente la calidad del producto.

Vbf)- Temperatura Aceite de cocción: μ durante prod.= 162 °C, dentro de los límites previamente fijados.

Vcf)- Temperatura de Gyrofreezer (Congelación): μ durante prod.= -31 °C, dentro de las tolerancias previamente fijadas.

b)- Operación empaque.

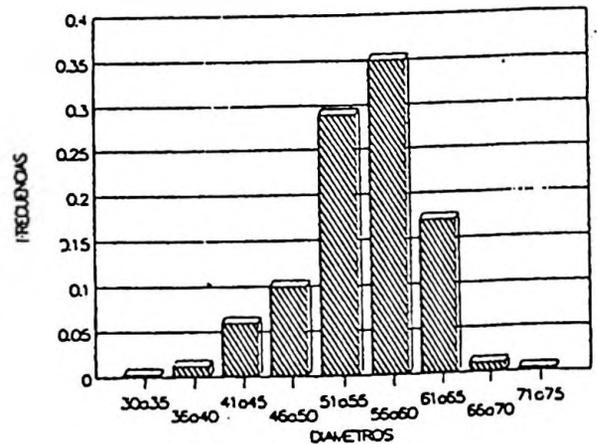
La finalidad del plan de control en la operación empaque es el estudio del comportamiento de dos variables:

V_{oo})- Diámetro de anillas empacadas (límites 35mm<diámetro<55mm)

Se realizó un Histograma de frecuencia acumulada observándose una distribución de la variable con $\mu=53.6$ y $\hat{\sigma}=32.5$.

Figura II- Histograma- Frecuencias Acumuladas Vs.Diámetro Anillas (35-55mm)

INT	F. OBS	F. ACUM	F. REAL	F. REAL .ACU
30a35	4	4	0.003	0.003
36a40	14	18	0.012	0.148
41a45	42	66	0.06	0.075
46a50	127	193	0.1	0.175
51a55	345	538	0.29	0.465
56a60	424	962	0.35	0.815
61a65	208	1170	0.17	0.985
66a70	14	1184	0.012	0.995
71a75	2	1186	0.003	0.999



Supongo una Distribución Normal de la variable aplico, Test de Bondad de Ajuste (X_2) con $H_0 = DN(53.6, 32.5)$, un = 95% y n = 1186, Descarto H_0 (distribución normal de la variable diámetro de anillas) por ser $X_2 \text{ obs.} >> X_2 \text{ calc.}$

Tabla 2- Test Chi cuadrado. Diámetro de Anillas $H_0 = (DN) = (53.6; 32.5)$

INT	F. OBS	Z	P<Z	P	Fe=Pxn	Fobs2/Fe
-INF a 40	18	-2.33	0.0099	0.0099	11.74	27.6
41 a 45	42	-1.45	0.0735	0.0636	75.42	42.5
46 a 50	127	-0.58	0.2814	0.2075	246.09	65.5
51 a 55	345	0.32	0.6179	0.3369	399.56	297.9
56 a 60	424	1.17	0.8786	0.2611	309.66	580.5
61 a 65	208	2.05	0.9798	0.1008	119.54	361.9
66+INF	18	1	1	0.0202	23.95	13.5

Chi cuadrado (0.95: g.l.=3: n= 1186)
 $1377.56 - 1186 = 191.56$
 $191.56 > 7.81$ descarto H_0

La distribución de la variable no es normal y se observa desplazada hacia el límite derecho del Histograma, concentrándose en las frecuencias de mayor diámetro (int. 51-60mm) de anillas. Esto indica que se están empacando anillas con un diámetro superior al solicitado por el cliente, superando las tolerancias prefijadas (Variable en estado fuera de control, con variaciones constantes e impredecibles).

V_{be} - Peso de estuches.
 (límites 200gr < peso < 250gr; 00gr-50gr)

En las presentes tablas se observan las diferentes x diarias peso, con sus correspondientes s^2 y n para los turnos de la mañana y de la tarde.

Tabla 3- Peso de estuches (200-250gr.). A)- Turno Mañana; B)- Turno Tarde

A)

est / día	1	2	3	4	5	6	7	8	T
\bar{X}	14.6	12.9	11.67	12.5	13.07	12	14.01	10.42	$\bar{X} = 12.57$
s^2	5.0	4.57	1.20	6.46	2.11	2.57	5.47	11.2	
n	5	9	8	9	7	14	12	7	71
$\sum x$	73	116.5	95	113	91.5	165	168.5	73	858.5
$\sum x^2$	1055	1544.25	1135.5	1470.5	1368.7	3049.5	3438	845	11781.5
$\sum x / n$	1065.5	1506	1128	1418	1196	2016	2358	761	11458.5

B)

est / día	2	3	4	5	6	8	9	T
\bar{X}	14.5	14.4	14.18	12.8	12.8	14.35	14.85	$\bar{X} = 14.26$
s^2	1.76	13.74	2.44	2.54	4.12	2.54	1.47	
n	21	15	11	11	10	14	7	89
$\sum x$	307.5	216.5	156	141	128	201	104	1254
$\sum x^2$	4624.75	3317.25	2237	1833	1675.5	2518	1554	17768.5
$\sum x / n$	4502.3	3124.8	2212	1807.6	1635.4	2665	1545	17715.4

Los Gráficos de Control ($x + 2s$), permiten observar que las x_i durante el proceso productivo oscilaron dentro de los límites críticos y a no más de 3s de los mismos [3], bajo estado de control estadístico.

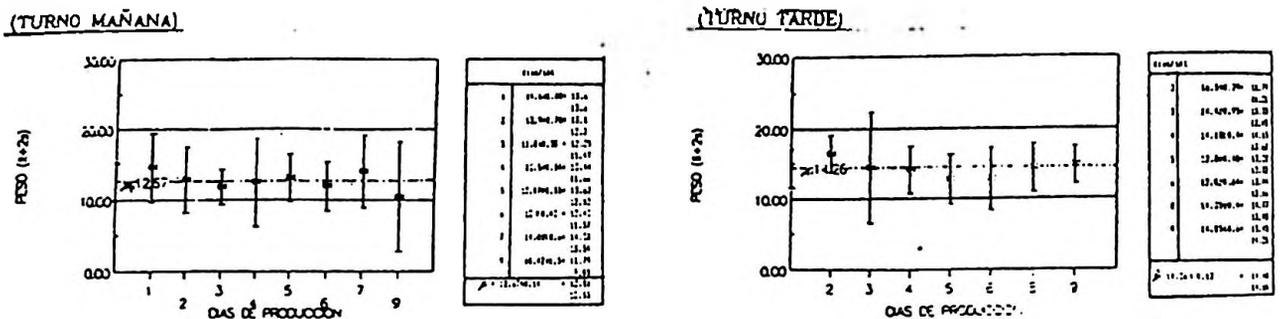
Es de resaltar en el Turno de la Mañana, el día 9; este punto (único del Gráfico), escapa de lo antes mencionado

($x_9 - 3s < \text{Tolerancia}$). Se puede asignar dicha diferencia a causas identificables en el proceso (errores humanos o de maquinaria). Posiblemente se encuentren bajos pesos en un control posterior del producto terminado y comercializado.

En el Turno de la Mañana, existen diferencias significativas entre las medias de los días 1-9; 5-9; 7-9; 1-3; 1-6; en el Turno de la Tarde se observan diferencias entre las x del día 2 y el resto de los días, y entre las x de los días 4-5.

En los casos particulares en los que se observan diferencias significativas entre las x_d , es necesario identificar el sistema predominante (máquina, operario), para corregir así los defectos ocasionales (causas identificables en el proceso productivo).

Figura III- Gráficos de Control Y Nivel de Significación de medias.



Para afirmar que la variable peso de estuches se encuentra bajo control estadístico se realizó: Prueba de Berklett y Análisis de varianza.

La Prueba de Berklett confirma la homogeneidad de las varianzas en ambos turnos, no existiendo modificaciones bruscas en el transcurso del proceso productivo.

Tabla 4- Cálculos de la Prueba de Berklett para homogeneidad de varianza. (muestras difieren en tamaño). 4.1)- Turno Mañana; 4.2)- Turno Tarde.

4.1

Muestra día	Suma cuadrados	Grados libertad	Medias cuadradas	log s2	flor s2	Recíprocas
1	16.04	4	4.01	0.603	2.412	0.25
2	32.08	8	4.01	0.603	4.824	0.125
3	7.32	7	1.05	0.019	0.133	0.14
4	45.92	8	5.74	0.758	6.308	0.125
5	12.76	6	1.61	0.255	1.526	0.16
6	31.07	13	2.39	0.376	4.914	0.07
7	55.11	11	5.01	0.699	7.689	0.09
8	67.17	6	11.22	1.049	6.294	0.16
ax 8	267.54	63			33.876	1.12

$M = 13.10$ $C = 1.154$
 $X^2 = 13.10 / 1.154 = 8.50$
 $g.l. = 9$
 $F > 0.95$
 No se acepta. varianzas homogéneas

4.2)

Muestra día	Suma cuadrados	Grados libertad	Medias cuadradas	log s2	flor s2	Recíprocas
2	8.64	6	1.44	0.16	0.96	0.166
3	179.48	14	12.82	1.11	15.54	0.007
4	22.2	10	2.22	0.34	3.4	0.1
5	23.1	10	2.31	0.36	3.6	0.1
6	33.39	9	3.71	0.6	5.4	0.11
8	30.03	13	2.31	0.36	4.68	0.077
9	7.56	6	1.26	0.1	0.6	0.017
ax 7	304	68			34.10	0.793

$M = 10.04$ $C = 1.046$
 $X^2 = 10.04 / 1.046 = 9.59$
 $g.l. = 6$
 $F > 0.95$
 No se acepta. varianzas homogéneas

El Análisis de Varianza permite observar que las medias difieren significativamente en ambos turnos, no identificándose la causa de dicha variación (causa no identificable, falta de datos en el proceso)

Tabla 5- Análisis de Varianza.5.1)- Turno Mañana; 5.2)- Turno Tarde.

5.1)

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	GRADOS LIB.	MEDIA CUADR.	F
TRATAMIENTOS	66.4	7	12.6	$\frac{12.6}{4.72}$
RESIDUAL	302.5	64	4.72	
TOTAL	390.9	70		

$2.66 > 2.16$
 DIFIEREN SIGNIF.

5.2)

FUENTE VARIACION	SUMA CUADRADOS	GRADOS LIB.	MEDIA CUADR.	F
TRATAMIENTOS	46.7	6	7.78	$\frac{7.78}{1.01}$
RESIDUAL	84.1	63	1.01	
TOTAL	130.8	69		

$7.7 > 2.25$
 DIFIEREN SIGNIF

5. CONCLUSIONES

El análisis de las variables que regulan el proceso en los diferentes puntos críticos del sistema (Fresco, Empanado, Empaque) indican que existen diferencias entre dichas etapas productivas.

En las primeras dos etapas (Fresco y Empanado), las variables funcionan con la mínima variación posible o variación aleatoria, constante y predecible a lo largo del tiempo (causas identificables), cumpliendo con las tolerancias pre- fijadas por el cliente. El proceso se encuentra bajo estado de control estadístico y el sistema de control funciona eficazmente.

En la subsiguiente etapa productiva (Empaque) existen variables que superan las tolerancias o límites críticos, con variaciones constantes y causas identificables y no identificables del proceso.

Esta etapa se encuentra fuera de control estadístico.

El sistema en esta operación funcionó ineficazmente siendo necesario la toma de medidas correctivas de parte del fabricante en dos de los puntos de control:

1)-Control de diámetros de anillas

2)-Control en peso de estuches empacados.

El organismo fiscalizante (INAPE) necesariamente tiene que intervenir en estos casos corroborando que el fabricante al enviarle la partida adjuntó con la nota de venta, aclaraciones de las posibles diferencias a ser identificadas (Bajos peso de estuches y Anillas con mayor diámetro del solicitado).

La aplicación de las presentes técnicas estadísticas en la verificación del funcionamiento del HACCP, son útiles debido a la detección de los diferentes problemas suscitados en el proceso productivo de las anillas de calamar.

Su posible aplicación en la verificación de los diversos procesos productivos alimenticios, es real debido a su simpleza en el procesamiento y tratamiento de los datos obtenidos durante el proceso productivo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Avdalov, N. Principios de análisis de riesgos y puntos críticos de control aplicados a la Industria Pesquera. 1992 Universidad de la República, Instituto de Investigaciones Pesqueras. Boletín N° 9.

[2] Bouzas, D. La calidad nuestra de cada día. 1993.

[3] Juran, M. ; Gryna, F.M. Planificación y Análisis de la Calidad. Ed.Reverte. Barcelona. 1977. 750p.

[4] Sanchez Peña de Rivera, D. Estadística, Modelos y Métodos. Tomo I, pags 279-325.

[5] Snedecor, G.W. ; Cochran, G.W.. Métodos Estadísticos. CECSA. 1967. 649p.

Los datos del presente trabajo fueron obtenidos por Inspectores del Departamento de Control de Calidad en la Planta Industrial de FRIPUR S.A.

El autor agradece a los Drs. Daniel Bouzas y Nelson Avdalov que hicieron posible la recopilación de datos y me alentaron para su publicación. Al Prof Luis M. Lavarello por su apoyo en el tratamiento estadístico de la información.