

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Nº 10

universidad

verdad



# **UNIVERSIDAD DEL AZUAY**



## **REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**N° 10**

**Junio de 1993**





*Inauguración del Segundo Curso internacional de Quimiometría organizado por Cooperazione Internazionale, la Escuela Politécnica del Chimborazo y la Universidad del Azuay.*

*Constan de izquierda a derecha: la Cónsul de la Embajada de Italia en el Ecuador, Edda Ferrero; la Coordinadora del Convenio COOPI-UDA, Dra. Giuseppina Vincitorio; el Rector de la Universidad del Azuay, Dr. Mario Jaramillo Paredes; el Director Ejecutivo del Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas, Econ. Edwin Salas C.; el Director del Curso de Quimiometría, Dr. Roberto Todeschini; y el Vicerrector de la UDA, Dr. Leonardo Moreno A.*

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

**Dr. Mario Jaramillo Paredes**  
Rector

**Dr. Leonardo Moreno Aguilar**  
Vicerrector

**Dr. Jorge Paredes Roldán**  
Decano General Administrativo

**Dr. Raúl Córdova León**  
Decano de Investigaciones

**UNIVERSIDAD-VERDAD**  
Revista de la Universidad del Azuay  
**Dr. Claudio Malo González**  
Director

La responsabilidad por las ideas expuestas en esta revista corresponde exclusivamente a sus autores.

Se autoriza la reproducción del material de esta revista y se pide citar la fuente.

Canjes y donaciones: Biblioteca "Hernán Malo González" de la  
Universidad del Azuay  
Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo  
Apartado Postal 981  
Teléfono 881333  
Cuenca-Ecuador

## CONTENIDO

NOTA DEL EDITOR	9
LOS AUTORES	11
SCREENING MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS EXPENDIDAS EN CUENCA Cecilia Palacios, Juan Calderón, Sonia Rodas	15
EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA PRODUCCIÓN DE DURAZNO CON LA APLICACION DE TRES TIPOS DE PODA Rafaella Ansaloni, Aída Cazar	27
UNIVERSIDAD Y DESARROLLO AGROPECUARIO Edwin John Atencia	41
ESTUDIOS SOBRE LA FÓRMULA LEUCOCITARIA DE ALPACAS CRIADAS EN EL AUSTRO DEL ECUADOR Nicola Minerva, Piccosimo Tripaldi, René Zúñiga, Gustavo Poblete, Judith Nárvaéz.	67
NIVELES DE HORMONAS TIROIDEA EN ALGUNAS RAZAS BOVINAS CRIADAS EN DIFERENTES ALTURAS EN EL AUSTRO DEL ECUADOR Nicola Minerva, René Zúñiga	85
ADITIVOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA Miriam Briones	121
EXTRACCIÓN DE ACEITE DE NOGAL POR SOLVENTE Miguel Carrión	139
¿UN VASO DE "LECHITA" PARA LA SED? Fausto Parra	153
ANÁLISIS MINERALÓGICO Y PETROGRÁFICO DE LA FORMACIÓN TARQUI Federico Auquilla	165

APLICACIÓN DEL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOLÓGICA-PALEO GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE PICHACAY- PROVINCIA DEL AZUAY-ECUADOR

Patricio Feijoo

179

ANÁLISIS DOCUMENTAL COMPARATIVO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE ANTIGUOS CAMINOS: EL CASO DE LA REGIO-CAPUAM (ITALIA DEL SUR)

Riccardo Friolo

191

ENCUADRAMIENTO GEOGRÁFICO DEL ÁREA MONUMENTAL DE INGAPIRCA (PROVINCIA DEL CAÑAR, ANDES ECUATORIANOS)

Riccardo Friolo

215

COMPORTAMIENTO DE LOS RELAVES DE NAMBIJA Y LA CONCENTRACIÓN POR CIANURACIÓN Y TIOUREACIÓN

Guadalupe Herdoíza

235

CALCINACIÓN DE YESO

Andrea Maistri

251

MODELOS ECONÓMICOS APLICADOS AL TRATAMIENTO DE MINERALES

Jorge Segovia, Gianni Schena

261



## NOTA DEL EDITOR

La más joven de las Facultades de la Universidad del Azuay es la de Ciencia y Tecnología. Se fundó con el objeto de cubrir áreas que otras universidades en la región no lo hacían. La mayor parte de la población de las provincias del Azuay y del Cañar vive en el sector rural siendo la agricultura y ganadería su área ocupacional y fuente de ingresos. Por esta razón se fundó la carrera intermedia de Agrozootecnia con el objeto de preparar profesionales debidamente capacitados que contribuyan a una adecuada modernización del área agrícola trabajando directamente en las granjas. Complementariamente existen también las carreras intermedias de Tecnología de Alimentos y Biología con el objeto de preparar programas integrales en este ámbito.

La región cuenta con yacimientos minerales importantes que no han sido debidamente explotados en buena medida debido a la falta de personas debidamente capacitadas para este propósito. Para cubrir este vacío se creó la carrera intermedia de Minería que ha comenzado a cubrir, también complementariamente, áreas de minerales no metálicos, especialmente ceramurgia, puesto que en esta provincia los trabajos industriales y artesanales de cerámica se han desarrollado con mucha intensidad.

Carreras tecnológicas, para cumplir adecuadamente con sus propósitos, requieren de adecuada infraestructura de laboratorios, talleres y propiedades agrícolas debidamente instaladas ya que de otra manera se estarían formando profesionales excesivamente teóricos que no cumplirían apropiadamente con sus funciones. Íntimamente vinculada a la práctica está la investigación y esta entrega de UNIVERSIDAD-VERDAD publica investigaciones que profesores y directivos de la Facultad de Ciencia y Tecnología han realizado.

Esta unidad académica cobró fuerza y empuje gracias a un convenio suscrito por la Universidad del Azuay con Cooperazione Internazionale de Italia que ha aportado con laboratorios, medios de movilización, maquinaria y con personal académico actualizado, además, de asesoría y material didáctico. Las acciones que llevan

adelante la Universidad del Azuay y Cooperazione Internazionale son un claro ejemplo de cómo pueden llevarse a la práctica acciones positivas de cooperación entre dos países que aspiran al mejoramiento de las condiciones de vida de los sectores menos favorecidos de la sociedad.

## LOS AUTORES

### JUAN CALDERON

Doctor en Bioquímica y Farmacia por la Universidad de Cuenca. Profesor de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

### CECILIA PALACIOS

Doctora en Bioquímica y Farmacia por la Universidad de Cuenca. Profesora en las Escuelas de Agrozootecnia y Tecnología de Alimentos de la Universidad del Azuay. Postgrado en la Universidad de Bologna, Italia.

### SONIA RODAS

Graduada en Bioquímica y Farmacia en la Universidad de Cuenca. Laboratorista de Microbiología.

### PIETRO TRIPALDI

Doctor en Química por la Universidad de Milano, Italia. Miembro de Cooperazione Internazionale. Responsable de los Laboratorios de Química y Microbiología. Profesor en la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Universidad del Azuay.

### RAFFAELLA ANSALONI

Su doctorado lo obtuvo en la Universidad de Bologna, Italia. Voluntaria de Cooperazione Internazionale. Profesora de las Escuelas de Agrozootecnia y Biología de la Universidad del Azuay.

### AÍDA CAZAR

Graduada en Ingeniería Agronómica por la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Profesora en la Escuela de Agrozootecnia de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay. Postgrado en la Universidad de Bologna, Italia.

## JOHN ATIENCIA

Ingeniero en Zootecnia por la Escuda Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba. Profesor en la Escuela de Agrozootecnia de la Universidad del Azuay.

## NICOLA MINERVA

Voluntario de Cooperazione Internazionale. Doctor en Medicina Veterinaria por la Universidad de Bologna. Italia. Profesor en las Escuelas de Agrozootecnia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

## JUDITH NARVAEZ

Graduada en Bioquímica y Farmacia por la Universidad de Cuenca Laboratorista y Profesora en las Escuelas de Agrozootecnia, Tecnología de Alimentos y Biología de la Universidad del Azuay.

## GUSTAVO POBLETE

Director de la Escuela de Agrozootecnia. Graduado en Medicina Veterinaria por la Universidad de Santiago de Chile. Profesor en las Escuelas de Agrozootecnia y Tecnología de Alimentos en la Universidad del Azuay.

## RENÉ ZUÑIGA

Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia por la Universidad de Cuenca. Profesor en las Escuelas de Agrozootecnia y Tecnología de Alimentos. Responsable del Programa Pecuario de la Universidad del Azuay

## MIRIAN BRIONES

Graduada en Ingeniería Química por la Universidad de Cuenca. Profesora en la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay

## MIGUEL CARRIÓN

Director de la Escuela de Tecnología de Alimentos. Graduado en Química Industrial por la Universidad de Cuenca. Profesor en las Universidades del Azuay y de Cuenca. Realizó un Postgrado en la Universidad de Campiñas, Brasil.

### FAUSTO PARRA

Ingeniero Químico por la Universidad de Cuenca. Profesor en la Escuela de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay.

### FEDERICO AUQUILLA

Graduado en Tecnología Minera en la Universidad del Azuay. Responsable del Laboratorio de Mineralogía, y Profesor en la Escuela de Minería de la misma Universidad.

### PATRICIO FEJOO

Graduado en Tecnología Minera en la Universidad del Azuay. Responsable del Laboratorio de Geofísica y Profesor en la Escuela de Minería de la misma Universidad.

### RICCARDO FRIOLO

Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Trieste, Italia; y en Geografía por la Universidad de Génova. Postgrado en Fotointerpretación en Firenze, Italia. Miembro de Cooperazione Internazionale. Profesor de la Escuela de Minería de la Universidad del Azuay.

### GUADALUPE HERDOÍZA

Graduada por la Universidad Central de Quito en Ingeniería de Minas. Instructora en el Laboratorio de Tratamiento de Minerales en la Universidad del Azuay. Postgrado en la Universidad de Lovaina-La Nueva, Bélgica.

### ANDREA MAESTRI

Voluntario de Cooperazione Internazionale. Graduado en Ingeniería Minera por la Universidad de Bologna, Italia. Profesor en la Escuela de Minería en la Universidad del Azuay.

### JORGE SEGOVIA

Graduado en Ingeniería Geológica de Minas por la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Profesor en la Escuela de Minería de

la Universidad del Azuay. Postgrado en la Universidad de Trieste, Italia.

#### GIANNI SHENA

Graduado en la Universidad de Trieste, Italia, en Ingeniería Minera. Investigador de la misma Universidad y experto de Cooperazione Internazionale, ha realizado una Maestría en el Imperial College de Londres, Gran Bretaña.

# **SCREENING MICROBIOLÓGICO DE LAS GALLETAS EXPENDIDAS EN C UENCA**

**Piercosimo Tripaldi  
Cecilia Palacios  
Juan Calderón  
Sonia Rodas**





## **RESUMEN**

*El siguiente trabajo ha sido realizado sobre 30 muestras de galletas que son comercializadas en la ciudad de Cuenca, con diferentes formas de expendio, ya sea, empaquetadas o al granel.*

*Se efectuaron sobre las muestras los siguientes análisis microbiológicos: recuento total de bacterias, recuento de coliformes y recuento total de hongos. Se reportan los resultados y una interpretación de los mismos mediante CLUSTER ANÁLISIS.*

*Estos algoritmos pertenecen a los métodos estadísticos multivariados que permiten sacar informaciones sobre el comportamiento de los objetos en estudio teniendo en cuenta al mismo tiempo todas las variables.*

## **ANTECEDENTES**

El consumo de galletas es muy frecuente en nuestro medio; en la ciudad de Cuenca las galletas se expenden empaquetadas industrialmente con celofán y cartón o con envases hechos manualmente, esto implica que la calidad microbiológica de las galletas variará en función de la elaboración, conservación y condiciones de expendio. Además nos hace pensar que las más elementales garantías de higiene no sean respetadas, más aún considerando que el INEN no ha establecido normas en lo que se refiere a los parámetros microbiológicos y metodología de análisis a seguir en este tipo de alimentos. Por estas razones se ha realizado este trabajo que consta de un screening sobre la calidad microbiológica de galletas de diferente tipo expandidas sea en mercados, supermercados, tiendas y comisariatos. Para cada tipo de galletas se realizaron los siguientes análisis: recuento total de bacterias, recuento de coliformes y recuento de hongos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 30 tipos de galletas de los cuales 14 tipos corresponden a las expandidas al granel y las restantes son empaquetadas.

En vista de que no se ha establecido una norma en cuanto a la metodología en este trabajo se ha seguido la metodología general del análisis microbiológico y normas ya establecidas para otro tipo de alimentos, realizando la determinación de coliformes, bacterias totales y hongos.

## PROCEDIMIENTO

Se pesan 5 g. de muestra homogénea en una funda estéril, se agrega agua peptonada hasta un volumen de 50 ml obteniéndose así una dilución de 1/10. Se lleva al Stomacher por un lapso de 5 minutos. A partir de esta se preparan diluciones 1/100 y 1/1000.

**-Determinación de coliformes:** De cada una de las diluciones se siembra la cantidad de 1 ml en tres tubos que contienen caldo de Bilis y Verde Brillante, luego de 24 a 48 horas de incubación a 37°C. se realiza la lectura y se cuantifica según la tabla del NMP para 9 tubos. Con los tubos positivos se realiza la prueba confirmatoria que consiste en la siembra sobre Agar MacConkey y la consiguiente observación de colonias típicas.

**-Determinación de Bacterias totales:** De cada dilución se "siembra por vaciado en placas utilizando Agar Nutritivo, luego de una incubación de 48 horas a 37°C. se procede a realizar el recuento expresando los resultados en número de bacterias por gramo.

**-Determinación de hongos:** De las diluciones 1/100 y 1/1000 se siembra por vaciado en placa utilizando Agar YPD (Yeast-Peptone-Dextrosa) para luego de una incubación de 48 a 72 horas a 37°C. realizar el recuento de mohos y levaduras y expresar el resultado como número de hongos por gramo.

Un resumen de los resultados experimentales se presenta en la tabla N° 1.

**TABLA N° 1: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE GALLETAS**

ESPECIFICACIÓN	CATEGORÍA	R.TOTAL Bact/g.	R. COLIFORMES Bact/g	R. HONGOS Hong/g.
1. Arepas	al granel	1700	20	1200
2. Galletas	al granel	1100	450	6000
3. Cocadas	al granel	200	25	1000
4. Dulces de leche	al granel	100	100	5000
5. Galletas maní	al granel	100	25	2000
6. Galletas de sal	empaquetadas	100	0	500
7. Edición especial	empaquetadas	0	0	1000
8. Galletas	al granel	1000	25	1000
9. Galletas chocolate	empaquetadas	1000	0	1000
10. Bizcotelas	empaquetadas	100	0	100
11. Galletas vainilla	empaquetadas	100	0	360000
12. Waffler	empaquetadas	200	0	6000
13. Galletas integrales	empaquetadas	0	0	72000
14. Inéditos	al granel	0	0	40000
15. G. minisal	empaquetadas	0	0	80000
16. Galletas Y	empaquetadas	0	0	50000
17. Galletas avena	empaquetadas	0	0	60000
18. Galletas vainilla	empaquetadas	0	0	400000
19. Galletas princesita	empaquetadas	0	0	500000
20. Galletas	empaquetadas	0	0	250000
21. Galletas de sal	al granel	5000	0	4000
22. Galletas vainilla	al granel	1000	0	20000
23. Supergalleta	empaquetadas	0	0	10000
24. Galleta de sal	empaquetadas	1000	0	100
25. Palitos	empaquetadas	0	0	1000
26. Galletas chocolate	al granel	100	0	1000
27. Galletas María	al granel	3000	0	5000
28. Galletas de dulce	al granel	1000	0	12000
29. Cienpies	al granel	8000	0	14000
30. Galletas de sal	al granel	2000	0	11000

**TABLA N° 2: ESTADÍSTICA ELEMENTAL DE LAS GALLETAS ANALIZADAS**

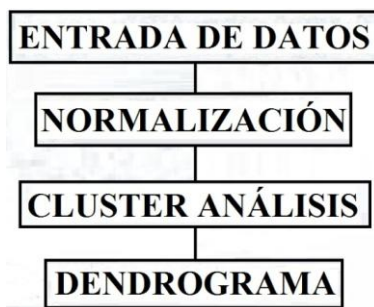
VARIABLE	#	MEDIA	DESVI STANDAR	MIN.	MÁX.
B. totales	1	893.333	1735.021	0.000	8000.000
Coliformes	2	55.167	215.405	0.000	450.000
Hongos	3	75800.000	144857.188	100.000	500000

## **INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Para interpretar y discutir los resultados experimentales se utilizaron técnicas de Patern Recognition, que permiten analizar conjuntos de datos muí ti variados en su totalidad y no.

Esta característica permite descubrir eventuales estructuras en los datos, construir modelos de los mismos, realizar dosificaciones y previsiones.

Los datos experimentales presentados en la tabla N°. 1 se estudiaron mediante el esquema de trabajo de la figura N°. 1.



*Figura N° 1*

### **ENTRADA DE LOS DATOS**

Los datos en la tabla N° 1 se distribuyen en dos categorías:

1. Galletas empaquetadas
2. Galletas al granel

## NORMALIZACIÓN DE DATOS

Los datos originales se normalizaron para eliminar la influencia de las unidades de medida sobre su estructura. Para lo cual se utilizó el método de la doble centrada utilizando la rutina NOR del paquete PARVUS. Este programa eliminó los efectos sistemáticos.

d4

Este algoritmo transforma la distribución de los datos originales en una nueva distribución de datos con media cero y varianza 1 para comparar variables que tienen diferentes unidades de medida.

$$d^{*ov} = \frac{Dov - dv}{Sv}$$

Donde:

$d^{*ov}$  = valor normalizado mediante autoscaling  
 $dv$  = media sobre la variable  
 $Sv$  = desviación estándar de la variable  
 $dov$  = valor actual del objeto

## CLUSTER ANÁLISIS

**a. Construcción de la matriz de similitud:** Para la construcción de la matriz se utiliza la distancia euclidiana entre los objetos  $i$  e  $j$ .

En este caso la similitud entre los dos objetos puede ser definida por  $S_{ij} = 1 - d_{ij} / d_{max}$ .

Donde:

$S_{ij}$  = similitud entre objetos  
 $d_{ij}$  = distancia entre los mismos objetos  
 $d_{max}$  = distancia máxima entre los objetos presentes en el conjunto de datos

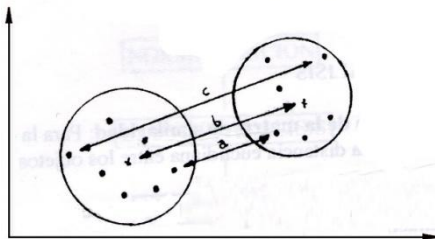
De esta forma la similitud de un objeto consigo mismo es uno y la similitud entre los objetos más diferentes entre sí es cero.

**b. Clustering gerárgicos aglomerativos:** En los métodos gerárgicos aglomerativos se parte del número de clusters inicial igual al número de los objetos, ellos son paso a paso conjugados hasta formar clusters siempre mas grandes hasta tener un único cluster que reagrupa todos los objetos I formación progresiva es evidenciada en una forma gráfica que permite individualizar el cluster significativo (dendrograma).

Las técnicas gerárgicas difieren en el modo en el cual las coordenadas del nuevo cluster vienen calculadas a partir de las coordenadas de los dos clusters anteriores.

En el presente trabajo se utilizó el método de COMPLETE LINKAGE desarrollado utilizando la rutina HIER del programa PARVUS.

COMPLETE LINKAGE: En el cual la distancia entre dos clusters es considerada igual a la mayor distancia entre dos elementos individuales uno de cada cluster como indica en la figura N° 2.



*Figura N° 2 Complete Linkage*

## **DENDROGRAMA**

La historia de estos procesos de cluster está mejor representada en la forma de un dendrograma como se muestra en la figura N° 3 que representa el dendrograma de los resultados de la clusterización de la tabla N° 1.

Si se limita la interpretación a un nivel de similitud mediano se puede ver en la figura N° 3 que están presentes tres grandes grupos de objetos en estudio y un objeto aislado, el N° 2.

El primer grupo está formado por los objetos 1, 30, 8, 9, 24, 22, 28, 3, 5, 6, 10, 26, 7, 25, 23, 12, 13, 15, 16, 17 y 4. Este grupo está formado por galletas expandidas al granel y galletas empaquetadas.

Las características fundamentales de este grupo son: valores de recuento total medios, recuento de coliformes bajo o cero y recuento de hongos bajo.

El segundo grupo está formado por los objetos: 11, 14, 18, 19, 20.

Este grupo también está constituido por galletas ya sea empaquetadas o al granel y presentan las siguientes características: recuento total bajo, recuento de coliformes cero y recuento de hongos muy alto.

El tercer grupo está formado por los objetos: 21, 27 y 29 que presentan las características de tener recuento total muy alto, recuento de coliformes cero y recuento de hongos mediano.

El objeto 2 es diferente a todos los demás, está caracterizado por tener valores de recuento de coliformes alto, recuento total alto y recuento de hongos medio.

En la tabla N° 3 se presentan estadísticas elementales del primer grupo establecido.

**TABLA N° 3**

VARIABLE	#	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Recuento total	1	475.8	627.5
Recuento de coli.	2	9.28	22.9
Recuento hongos	3	15995.2	25640.7

En la tabla N° 4 se presentan estadísticas elementales del segundo grupo establecido.

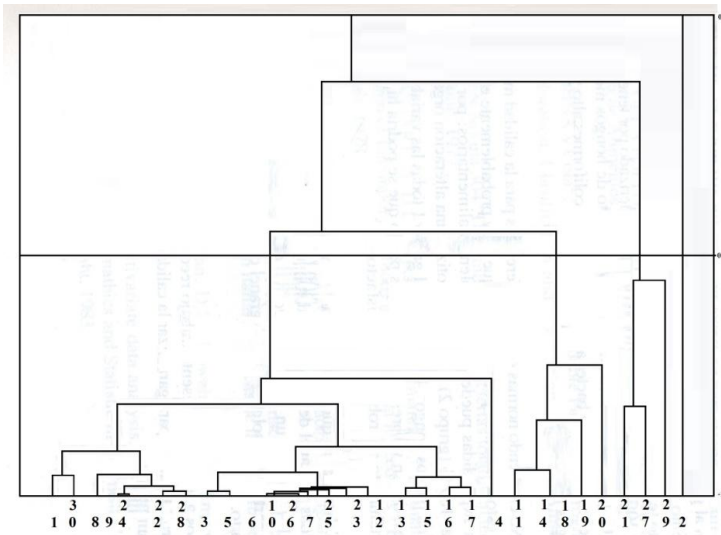
**TABLA N° 4**

VARIABLE	#	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Recuento total	1	16.6	40.00
Recuento de coli.	2	0.0	0.00
Recuento hongos	3	382000.0	90111.00

En la tabla N° 5 se presentan estadísticas elementales del tercer grupo establecido.

**TABLA N° 5**

VARIABLE	#	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Recuento total	1	5333.0	2516.0
Recuento de coli.	2	0.0	0.0
Recuento hongos	3	7667.0	5507.0



*Figura N° 3 Dendrograma*



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos decir que de todos los objetos muestreados el 70% pertenecen al grupo 1 que tiene recuento total medio, recuento de hongos bajo y recuento de coliformes bajo o cero. El 16.7% pertenecen al grupo # 2 de recuento total bajo, recuento de coliformes cero y recuento de hongos muy alto. El 10% pertenece al grupo # 3 que está caracterizado por tener recuento total alto, recuento de coliformes cero y recuento de hongos mediano. El 33% tiene recuento de bacterias alto, recuento de coliformes alto y recuento de hongos medio.

No existiendo normas que den referencias para la calidad microbiológica de estos alimentos podemos decir que muy probablemente el 3.3 % de galletas expandidas pueden crear problemas alimentarios; por lo que se refiere al 16.7% (grupo 2) se puede hipotizar una alteración organoléptica producida por los hongos. En relación al grupo 1 todas las variables tienen valores medios o bajos por lo que se podría hipotizar un comportamiento microbiológico satisfactorio.

Cabe resaltar que la clusterización no separa netamente las galletas expandidas al granel de las expandidas empaquetadas, por ejemplo en los grupos 1 y 2 existe un número mayor de empaquetadas que al granel, al grupo 3 pertenecen solo galletas al granel que tienen recuento de bacterias totales alto.

Los autores del presente trabajo recomiendan el establecimiento de parámetros mínimos para garantizar la calidad de los productos en beneficio del consumidor.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUFDER, Heyde. Thomas P.E. "Journal of Chemical Education", Analyzing Chemical Data in More Than Two Dimensions. Austin Texas, 1990.
- ESCUELA POLITÉCNICA CHIMBORAZO, Convenio Italia, "Microbiología de Alimentos Técnicas de Análisis", Riobamba, 1987.
- FORINA y Colab., Parvus an Estendable Package of Program fod Data Exploration, Classification and Correlation, Elsevier, Amsterdam, 1988.
- INEN Norma 304 "Determinación de Bacterias totales en leche en polvo". Quito. 1977.
- MASSART. A. D.L., Dijkstra, A., Kaufmann L., "Evaluation and Optimization of Laboratory Methods and Analytical Procedures", Elsevier, Amsterdam, 1978.
- Norma Internacional FIL-IDF, 94 "Determinación de hongos", 1980.
- Norma Internacional FIL-IDF, 40 "Determinación de coliformes en leche pasteurizada". Asociación italiana técnicas de la leche, Italia, 1985.
- SHARAF, M.A., Illman, D.L. Kowalski B., "Chemometrics", Wiley, New York. 1986.
- WOLD. y Colab., Multivariate data analysis, en: B.R. Kowalski editor, "Chemometrics Mathematics and Statistic in Chemistry", NATO ASI Series, D. Reidel, Dordrecht, 1983.

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA  
PRODUCCIÓN DE DURAZNO CON LA  
APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE PODA**

**Rafaella Ansalloni  
Aída Cazar**



# **EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA PRODUCCIÓN DE DURAZNO CON LA APLICACIÓN DE TRES TIPOS DE PODA**

## **ANTECEDENTES**

La agricultura de la Sierra ecuatoriana, y en particular de la provincia del Azuay, es básicamente de subsistencia y autoconsumo.

La demanda de frutas y hortalizas es en todo caso muy alta y estos cultivos podrían ser una alternativa rentable para el pequeño y mediano agricultor.

Lastimosamente la fruticultura es una actividad poco difundida y con un manejo inadecuado debido a los escasos conocimientos técnicos de la mayoría de los agricultores.

Considerando esta realidad y con la finalidad de demostrar a los estudiantes y agricultores que un buen manejo de los frutales lleva a buenas producciones y altos ingresos, la Universidad del Azuay en colaboración con Cooperazione Internazionale ha establecido un huerto frutal en su propiedad “La Trabana” parroquia Quingeo perteneciente al cantón Cuenca.

La finca está situada a 2550 m.s.n.m con una temperatura media de 14°C, con una precipitación de 700 mm/año y con posibles heladas en los meses de julio a septiembre e inicio de diciembre.

Desde el establecimiento del huerto frutal (octubre-noviembre/88) se desarrolla un plan de manejo con énfasis en la aplicación de tres tipos de poda (Vaso, Huso, Palmeta) en durazno y dos tipos (Palmeta y Huso) en manzana. En la figura N° 1 se reporta un croquis del huerto.

## MANEJO DE LA PLANTACIÓN DE DURAZNO

Durante el último ciclo de desarrollo, se efectuó la poda los primeros 10 días de agosto/91; previo a ésta se realizó un tratamiento con cobre para favorecer la defoliación y agostamiento de las plantas. No se efectuó ningún tipo de fertilización orgánica o mineral.

Las plantas entraron en floración en la segunda quincena del mes de septiembre y el cuajado de frutos se produjo a la mitad de octubre.

Para controlar la cloca (*Taphrina deformans*) y el corineo (*Corineum bejierinki*) se aplicó Trimiltox-Forte en el mes de noviembre y se repitió el tratamiento con Bravo-500 (S + clortalonil) en el mes de enero.

Debido al alto porcentaje de cuajado de frutos (frecuente en el durazno) se realizó un raleo manual el 13 de diciembre/91, en el cual se dejó un solo fruto por caso floral y se eliminaron los frutos excedentes.

En marzo/92 se efectuó una ligera poda verde, para favorecer la penetración de la luz y la correcta maduración de los frutos.

Se llevaron a cabo las normales labores de deshierba, sin efectuarse riegos, a pesar de que la temporada se presentó excesivamente seca.

En una parte de la plantación (42 plantas de Conservero amarillo en forma Huso y 8 plantas de la misma variedad en forma Palmeta) se llevó a cabo una tesis sobre el uso de compensadores químicos de horas frío. En la prueba se compararon dos productos (Dormex y Trifrina) en diferentes dosis entre ellos y con un testigo absoluto.

Los productos se aplicaron en estado de yema hinchada, luego de la poda. A más de las labores arriba mencionadas, se efectuó una fertilización con 0.5 kg de 10-30-10 + 8 kg de gallinaza por planta, se

realizaron riegos cada 10 días y los controles fitosanitarios fueron más rigurosos.

## **TOMA DE DATOS**

La cosecha se efectuó en tres fechas: 7,15 y 28 de abril/92. Se pesaron las producciones cosechadas de cada fila en el campo y luego se sumaron las tres cosechas. Además, se contó el número de frutos por kg, a partir del cual se obtuvo el peso promedio por fruto.

La producción de las plantas objeto de tesis se pesó separadamente. Los datos obtenidos se sometieron a análisis estadístico, considerando las tres formas de poda como tratamientos y cada fila como una repetición.

Además, se compararon los datos obtenidos con aquellos resultados en la prueba de tesis.

No se pudo evaluar la producción en las diferentes variedades debido a su distribución casual dentro de las filas y a la consecuente dificultad de cosecha separada.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

La Tabla N° 1 resume los datos de producción total de cada hilera. En esta tabla no constan los datos de producción del ensayo con compensadores de horas frío.

**TABLA N° 1**

<b>HILERA</b>	<b>FORMA</b>	<b>N. DE</b>	<b>PROD.</b>	<b>PROD.</b>	<b>PESO</b>
<b>PROMEDIO</b>					
	<b>DE PODA</b>	<b>PLANTAS</b>	<b>kg</b>	<b>kg/PLANTA</b>	<b>FRUTOS g</b>
1	PALMETA	40	240	6	63.2
2	HUSO	85	550	6.5	61.5
3	PALMETA	44(36)*1	339	9.4	74.1
4	HUSO	79(37)*	275	7.4	81.1
5	VASO	44	229	5.2	83.3
6	HUSO	72	349	4.8	58
7	VASO	39	206	5.3	62.5

Con la finalidad de evaluar las posibles diferencias en producción de los tres tipos de poda, los datos se sometieron al Test de Student considerando cada hilera como una repetición.

Los resultados de estas pruebas se registran en el Anexo N° 1.

De los resultados de las pruebas se desprende que no existen diferencias significativas entre los tipos de poda para ninguna de las variables evaluadas.

Resumiendo, a partir de estos datos se presenta la Tabla N° 2 que contiene las producciones estimadas por hectárea para los diferentes tipos de poda.

En el Gráfico N° 1 (producción complessiva) se puede observar que la mayor producción se alcanza con la forma a Huso debido al mayor número de plantas considerado.

En el Gráfico N° 2 (producción por planta) se observa que la forma a Palmeta es la que alcanza el mayor valor.

Mientras que el mayor tamaño de fruto se alcanza en la forma a Vaso, a pesar de no existir grandes diferencias (Gráfico N° 3).

---

*Las cifras entre paréntesis representan las plantas fuera de tratamiento*

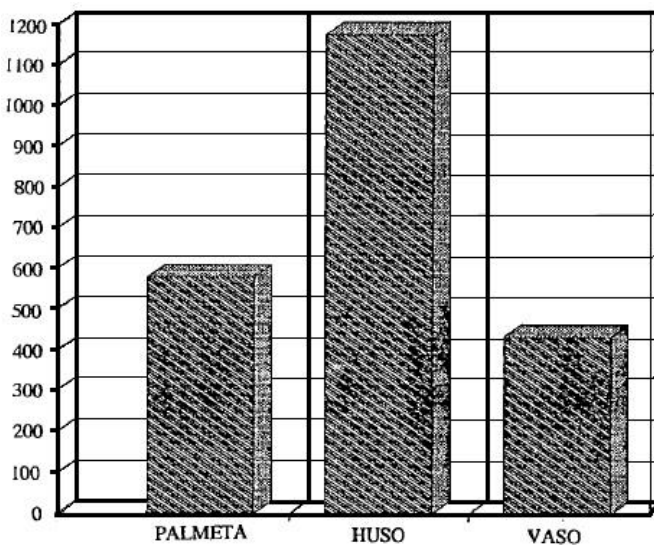


Finalmente en el Gráfico N°4 se observa que la producción estimada por ha, a partir de los datos obtenidos, se alcanza con la forma a Huso, debido a la mayor densidad de plantación (2m x 4m).

**TABLA N° 2**

<b>FORMA DE ESTIM. PODA</b>	<b>PROD. Kg.</b>	<b>PROD. Kg/PLANTA</b>	<b>PESO PROMEDIO FRUTOS (g)</b>	<b>PROD. t/ha</b>
PALMETA	579	7.62	68.6	4.76
MUSO	1174	6.05	66.9	7.56
VASO	435	5.24	72.9	3.28

**Kg DE PRODUCCIÓN**



**GRÁFICO N° 1**

### Kg DE PRODUCCIÓN

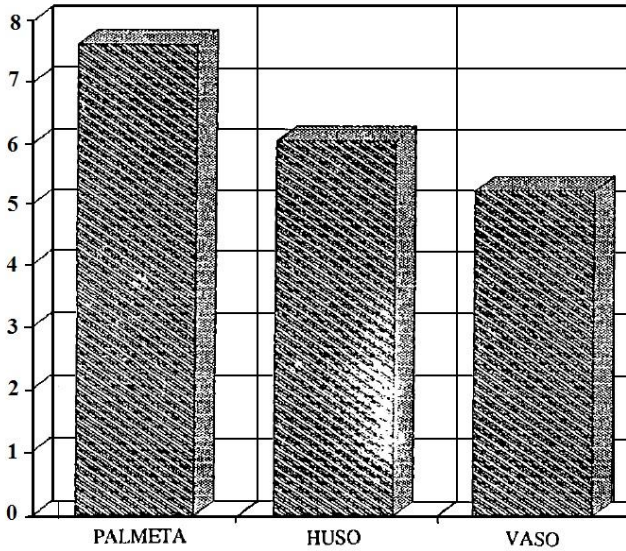


GRÁFICO N°2

### PESO PROMEDIO FRUTOS (g)

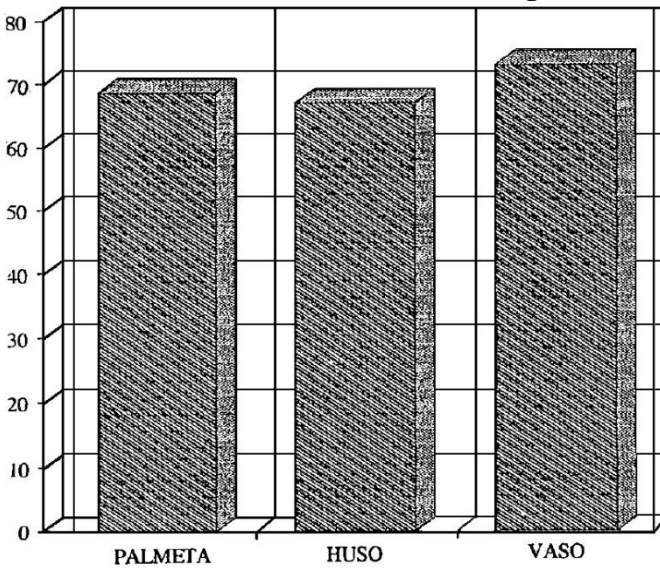
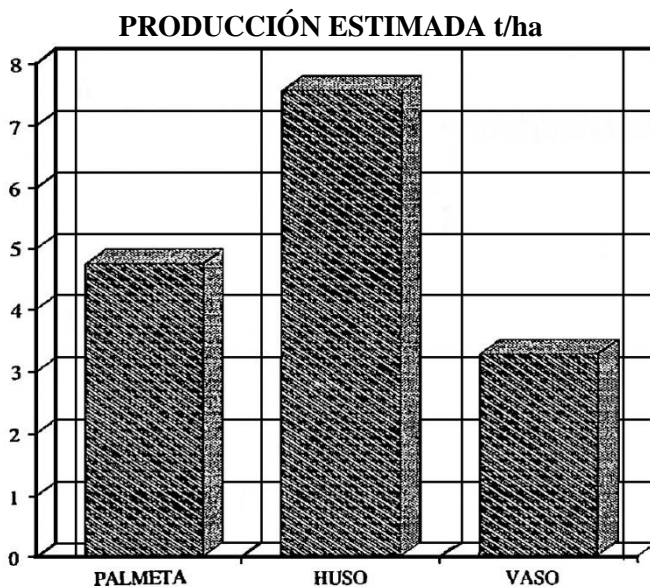


GRÁFICO N°3



*GRÁFICO N° 4*

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basadas en los primeros datos de producción podemos concluir:

- Los tres tipos de poda no presentan diferencias significativas en cuanto a producción por planta debido posiblemente a la alta intensidad luminosa, que hace que este factor no sea limitante para el buen desarrollo de los frutos.

Esto posibilita recomendar la forma a Huso (2 m entre plantas y 4m entre filas) para explotaciones comerciales, ya que las otras formas de poda ensayadas requieren distancias mayores (4 x 4 m).

- En lo que concierne a la aplicación de compensadores de horas frío, los resultados preliminares indican que su uso uniformiza la floración y cuajado de frutos, así como aumenta la producción y calidad de frutos. En la tesis considerada se reportan producciones de

las plantas tratadas de 20.05 kg/planta contra los 11.60 kg/planta del testigo, debido tanto al mayor número de frutos cosechados como a su mayor tamaño (74.8 g contra 67.5 gr del testigo).

- El raleo de frutos es otra práctica importante, ya que permite mantener el equilibrio en la planta y la obtención de frutos de mejor tamaño y peso.

- La producción está todavía en niveles inferiores a los esperados tanto en su valor total como en calidad de fruto esto se debe a varios factores como:

**Manejo**, ya que se debe mejorar la abonadura, fertilización, riego y controles fitosanitarios. Esto se demuestra con los resultados obtenidos por el testigo de la tesis, que alcanza producciones de 11.60 kg/planta, mientras que la producción promedio de las plantas no incluidas en la prueba es solamente de 630 kg/planta, o sea casi la mitad.

**Variedades** no seleccionadas y poco homogéneas, que dan frutos pequeños, de difícil conservación, manejo y con maduración escalonada.

- Clima inestable con largos períodos de sequía y lluvias en temporada de cosecha, que hace del riego y de la buena preparación del terreno dos factores de producción muy importantes.

- Para mejorar la conservación de los frutos es recomendable una fumigación con cobre, 20 días antes de la cosecha, y de esta forma limitar los ataques patógenos y las pudriciones post-cosecha.

Es necesario continuar con el seguimiento para los posteriores ciclos de producción; de este, se alcanzará a formular recomendaciones bien fundamentadas.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1

TEST DE STUDENT: PRODUCCIÓN VASO vs. PRODUCCIÓN IIUSO

Tamaño muestra # 1	=	2
Promedio	=	217.5
Dev. Estándar	=	16.26346
Tamaño muestra # 2	=	3
Promedio	=	391.3333
Dev. Estándar	=	142.3037

t calculado	=	1.6336	g.l. = 3
t tabulado 5%	=	3.182	NO SIGNIFICATIVO

TEST DE STUDENT: PRODUCCIÓN PALMETA vs. PRODUCCIÓN HUSO

Tamaño muestra #1	=	2
Promedio	=	289.5
Dev. Estándar	=	70.00357
Tamaño muestra # 2	=	3
Promedio	=	391.3333
Dev. Estándar	=	142.3037

t calculado	=	0.9068	g.l. = 3
t tabulado 5%	=	3.182	NO SIGNIFICATIVO

TEST DE STUDENT: PRODUCCIÓN PALMETA vs. PRODUCCIÓN VASO

Tamaño muestra # 1	=	2
Promedio	=	289.5
Dev. Estándar	=	70.00357
Tamaño muestra # 2	=	2
Promedio	=	217.5
Dev. Estándar	=	16.26346

t calculado	=	1.4160	g.l. = 2
t tabulado 5%	=	4.303	NO SIGNIFICATIVO

### ANEXO N° 2

TEST DE STUDENT: PRODUCCIÓN POR PLANTA VASO vs. HUSO

Tamaño muestra # 1 = 2  
Promedio = 5.25  
Dev. estandard = 7.0711E-2  
Tamaño muestra # 2 = 3  
Promedio = 6.23  
Dev. estandard = 1.32035

t calculado = 0.9985 g.l. = 3  
t tabulado 5% = 3.182 NO SIGNIFICATIVO

TEST DE STUDENT; PRODUCCIÓN POR PLANTA PALMETA vs. HUSO

Tamaño muestra # 1 = 2  
Promedio = 7.7  
Dev. estandard = 2.40416  
Tamaño muestra # 2 = 3  
Promedio = 6.23  
Dev. estandard = 1.32035

t calculado = 0.9142 g.l. = 3  
t tabulado 5% = 3.182 NO SIGNIFICATIVO

TEST DE STUDENT: PRODUCCIÓN POR PLANTA PALMETA vs. VASO

Tamaño muestra # 1 = 2  
Promedio = 7.7  
Dev. estandard = 2.40416  
Tamaño muestra # 2 = 2  
Promedio = 5.25  
Dev. estandard = 7.0711E-2

t calculado = 1.4406 g.l. = 2  
t tabulado 5% = 4.303 NO SIGNIFICATIVO

### ANEXO N ° 3

#### TEST DE STUDENT: PESO PROMEDIO FRUTOS VASO vs. HUSO

Tamaño muestra # 1	=	2
Promedio	=	72.915
Dev. Estándar	=	14.72903
Tamaño muestra # 2	=	3
Promedio	=	66.86334
Dev. Estándar	=	12.44072

t calculado	=	0.5004	g.l. = 3
t tabulado 5%	=	3.182	NO
SIGNIFICATIVO			

#### TEST DE STUDENT: PESO PROMEDIO FRUTOS PALMETA vs. HUSO

Tamaño muestra # 1	=	2
Promedio	=	68.615
Dev. Estándar	=	7.71454
Tamaño muestra # 2	=	3
Promedio	=	66.86334
Dev. Estándar	=	12.44072

t calculado	=	0.1730	g.l. = 3
t tabulado 5%	=	3.182	NO
SIGNIFICATIVO			

#### TEST DE STUDENT: PESO PROMEDIO FRUTOS PALMETA vs. VASO

Tamaño muestra # 1	=	2
Promedio	=	68.615
Dev. Estándar	=	7.71454
Tamaño muestra # 2	=	2
Promedio	=	72.915
Dev. Estándar	=	14.72903

t calculado	=	0.3657	g.l. = 2
t tabulado 5%	=	4.303	NO
SIGNIFICATIVO			

## BIBLIOGRAFÍA

ESPINOZA L. VICUÑA. "Ruptura de la dormancia en los cultivares de manzana (*Malus domestica*) var. Anna y en durazno (*Prunus pérsica*) var. Conservero amarillo, mediante la utilización de compensadores químicos de frío: Dormex y Trifrina", Cuenca, 1992.

FIDEGHELLIC. "La potatura e le forme di allevamento del pesco" en "La potatura degli alberi da frutto negli anni 90", Roma, 1990.



**UNIVERSIDAD Y  
DESARROLLO AGROPECUARIO**

**Edwin John Atiencia**



# **UNIVERSIDAD Y DESARROLLO AGROPECUARIO**

## **RESUMEN**

*En el presente trabajo se centra el análisis a nivel de la Universidad y el Desarrollo Agropecuario, en las Provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago. Los fines principales son relacionar la sociedad y la universidad; además se realiza una interrelación con el Estudio del Plan de Desarrollo Integral de la Universidad de Cuenca (PEDIUC). Los objetivos propuestos fueron: sintetizar, sistematizar, interpretar y confrontar los elementos desarrollados en el trabajo con los del PEDIUC.*

*El procedimiento utilizado fue el trabajo grupal, consultas bibliográficas de los fines y objetivos de las diferentes Instituciones Públicas y Privadas relacionadas a este sector, también se realizaron entrevistas personales a los directivos de las Organizaciones no Gubernamentales (ONGs). El análisis se realizó a nivel Internacional, Latinoamericano, Nacional, Regional y Zonal, de Facultades Agropecuarias de la Universidad.*

## **1. SITUACIÓN INTERNACIONAL**

### **1.1. CARACTERIZACIÓN**

La situación económica, social y política del Ecuador está influenciada por los grandes cambios que se han gestado y se están gestando a nivel internacional; cambios de reestructuración económica y política.

La readecuación de fuerzas económicas así como la redefinición de las zonas de influencia con respecto a los países de la periferia están dominados por los Estados Unidos, la Comunidad Económica Europea, Japón y los países del Sudeste Asiático.

Un factor clave que parece sustentar el surgimiento y el crecimiento de la Economía Internacional es la continua innovación tecnológica en la información.

Ha habido cambios significativos en la economía internacional durante las últimas décadas que han influenciado directamente en casi todo el mundo, y especialmente en aquellos países de economías relativamente abiertas.

Cuatro son los cambios en la economía internacional en los últimos tiempos:

1. Un incremento sustancial en el comercio internacional de capitales.
2. Surgimiento de intenso y bien desarrollado mercado internacional de capitales.
3. Importantes y dramáticos cambios en las ventajas comparativas de las naciones y regiones, con una alta industria que depende de una mano de obra barata. Se han invertido significativos recursos en centros internacionales de investigación agrícola, en la investigación y desarrollo, con tecnologías mejoradas para cultivos de diferentes climas, que han dado lugar a cambios continuos en la redistribución de los recursos entre los países.
4. Se adoptan sistemas de tasas de cambio flotantes para las más importantes monedas del mundo, resultando, tasas restringidas de crecimiento, y errores en la explotación de las ventajas comparativas en el creciente mercado internacional.

## **2. SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA**

### **2.1. CARACTERIZACIÓN**

El análisis de los problemas de América Latina desde la década de los setenta, se los puede ver desde tres aspectos:

- a. Estancamiento económico, político, social y cultural de la región.
- b. Marginalidad respecto a las regiones, y países de mayor desenvolvimiento en el Mundo. Así como en los países de la Región, en relación con los factores primarios y de la gran mayoría del terciario, en comparación con el sector secundario relativamente creciente y una élite terciaria poco expansiva.
- c. Desnacionalización político-militar, económica y cultural. La primera se realiza mediante el creciente control de los países de la región por dispositivos político-militares, cuya concepción del mundo e intereses comparativos se basan en el liderazgo económico de Estados Unidos. La segunda a través de varias formas directas e indirectas de transferencias del control de los sectores a grandes empresas multinacionales, principalmente Norteamericanas, y la tercera, mediante el establecimiento de una dependencia científico-tecnológica con carácter creciente y acumulativo respecto a los países más avanzados de Europa y los Estados Unidos, haciendo que cada vez más los sectores productivos dependan o necesiten de la tecnología y ésta de la investigación científica. En América Latina no se han creado las condiciones adecuadas para un desenvolvimiento científico-tecnológico autónomo, este factor es muy relevante con el fin de perpetuar el atraso.

### **2.2. EL PACTO ANDINO**

Los cinco países miembros del Pacto Andino esperan convertirse en un mercado común, al estilo europeo.

Entre los objetivos más importantes enumeramos:

1. Participar como un solo bloque en la iniciativa para las Américas.
2. Buscar un arancel externo común.
3. Movilizarse en el mercado subregional dependiendo del tipo de producto, del grado de transformación y condiciones de la industria nacional.
4. Encaminar los beneficios económicos a la calidad y precios de los productos.
5. Incrementar el intercambio entre los países de la subregión y terceros, desarrollando una actividad productiva en beneficio de los productores y a comunidades de cada uno de estos mercados. (Whitaken, M. 1990: 91-98).

### **2.3. LA AGRICULTURA EN LATINOAMÉRICA**

La agricultura de subsistencia comprende el 70% de la población rural de América Latina. Muchas de las explotaciones son minifundios, empresas pobres y unifamiliares que no producen para el mercado comercial y permanecen fuera de la periferia del proceso económico. La sociedad latinoamericana es de una clase que ha visto su propio desarrollo siempre encerrado en los límites impuestos por una agricultura de tipo latifundista, instaurada desde la llegada de los colonizadores españoles.

En la actualidad, los campesinos de América Latina están señalados por un denominador común, la pobreza; empujados hacia áreas agrícolas marginales y a menudo también a la periferia de los territorios nacionales, obligados a vivir y trabajar en zonas donde la tierra es pobre con una configuración geográfica a menudo difícil, anegadas por lluvias constantes o extenuadas por la sequía, lejos de los centros de consumo careciendo de las ventajas ofrecidas por el

progreso técnico (carreteras, ferrocarriles, equipos de riego, etc.) privados de asistencia médica y escuelas.

## **2.4. UNIVERSIDADES LATINOAMERICANAS**

Las universidades en Latinoamérica se han reducido a ser transmisoras de un saber importado procurando satisfacer la creciente demanda tecnológica, lo que ha hecho tener una mayor dependencia de las fuentes originarias externas.

## **3. SITUACIÓN NACIONAL**

### **3.1. CARACTERIZACIÓN**

El modo de producción capitalista se produce y deforma en el Ecuador a través de las dictaduras civiles y militares o los gobiernos democráticos. Los primeros con el apoyo del imperialismo dictan y reforman leyes de Reforma Agraria con el propósito de favorecer a los terratenientes y transnacionales, mientras que los segundos han quedado solo en promesas de “slogans” como: Fuerza del cambio, Socialismo comunitario, pan techo y empleo y justicia social con libertad; nada han aportado al desarrollo del sector agropecuario, es decir, no ha existido, ni existe la voluntad política del cambio para favorecer al pequeño productor, abastecedor de productos para el mercado interno y autoconsumo. Los gobiernos únicamente estimulan el enriquecimiento de grupos minoritarios ligados a las empresas multinacionales.

En lo económico, el sector agrícola, en el período de 1982-1988 creció en más del 6%, y como resultado de la participación de la agricultura en el PIB, creció cerca del 17%. Las exportaciones agrícolas surgieron después del período de 1982, alcanzando en 1986, 1,2 millones de dólares. El sector agrícola ha realizado una gran contribución en el crecimiento y en el desarrollo al generar excedentes en la balanza comercial todos los años, tanto en el período de sustitución de importaciones como en el de austeridad.

Desde el punto de vista cultural es de importancia mencionar que los levantamientos indígenas que se vienen dando, son la respuesta a la poca o ninguna atención por parte del estado a sus justas aspiraciones. Con motivo de la recordación de los 500 años de la llegada de los españoles al continente Americano, las organizaciones indígenas han levantado su voz “500 años de resistencia” poniendo al debate nacional un proyecto político de un estado plurinacional, con el propósito de que se reconozcan sus derechos; estamos entonces ante un serio planteamiento digno de la mejor atención por parte de instituciones, gremios, especialmente el sector agropecuario, considerando entre otras cosas que la población indígena en su mayoría tiene vocación agrícola y pecuaria.

En lo concerniente a los recursos agropecuarios, en la región interandina en la última década se ha priorizado los cultivos no tradicionales, para la exportación principalmente de flores y frutas. El Ecuador en sus zonas bajas cultiva: banano, cacao, café, caña de azúcar, tabaco, algodón, maíz, palma africana, tagua, caucho, abacá y madera. En las zonas altas se cultiva papa, maíz, cereales, hortalizas, etc.

La ganadería ecuatoriana es principalmente Bovina, es importante también la población ovina, porcina, caprina, avícola, etc. En acuicultura el cultivo y/o cría de camarón y peces así como la pesca de altamar son importantes.

### **3.2. ZONAS AGROECOLÓGICAS**

Para distinguir una zona de otra existen cinco criterios; temperatura, disponibilidad de agua, calidad de suelo, uso de la tierra y accesibilidad.

En la región de la Costa de acuerdo a los criterios anteriormente mencionados se conocen; planicies secas de la Costa, planicies secas del sur de la Costa, y litoral húmedo del norte.

En la Sierra existen; estribaciones externas de los Andes, laderas del norte, valle del norte y parte sur de la Sierra.



A la zona oriental se la conoce como una sola zona. Región Amazónica.

### **3.3. REFORMA AGRARIA**

Las políticas de colonización eran la respuesta del estado a las demandas campesinas de tierra y ausencia a significativas redistribuciones. La modernización de las grandes propiedades se aceleró por las amenazas de expropiación contenidas en la ley, la presión de los campesinos, políticas de promoción agrícola y el boom petrolero; mientras estos factores fueron la iniciativa para que los terratenientes se modernizaran, otros propietarios dividieron o vendieron todo o parte de sus tierras transfiriéndole el capital a inversiones urbanas. (Cevallos, J., 1990: 58-62).

Actualmente, la Reforma Agraria se encuentra paralizada, el sistema de cooperativismo ha fracasado; únicamente se ha convertido en una oficina de legalización de tierras. En definitiva, el campesino no ha obtenido beneficios significativos con la aplicación de esta ley.

### **3.4. TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS**

Es el conjunto de prácticas que con la ayuda de las ciencias básicas, han logrado que las materias primas satisfagan de la mejor manera las necesidades humanas de alimentación, vestido, medicación, vivienda, comodidad, etc.

#### **3.4.1. Gran tecnología**

Llamada también quinta revolución tecnológica. Los cambios técnicos, económicos y sociales que se han venido procesando durante las últimas dos décadas son muy complejos.

Las nuevas tecnologías como la informática, robótica, cibernética, telemática, biotecnología y las novedosas fuentes de energía requieren de inversiones millonadas, edificios, laboratorios modernos y sofisticados, conducidos por un equipo de especialistas para cada una de las áreas. Esta gran tecnología en nuestro país no se

ha desarrollado, sin embargo, se está utilizando como una tecnología de arrastre en determinadas áreas, con el fin de incrementar la producción para el mercado de exportación en beneficio de pocos empresarios agrícolas.

### **3.4.2. Tecnología tradicional**

Parte de nuestra cultura está constituida por la tecnología agropecuaria, aquí se generó, desarrolló, y ha hecho posible la sobrevivencia de grandes grupos de campesinos e indígenas. La tecnología tradicional o nativa, en algunos sectores campesinos del agro ecuatoriano tiene vigencia hasta nuestros días, es una agricultura de laboreo, diferente a la del cultivo migratorio. (Zuquilanda, M. 1988: 14)

Las culturas pre incásicas desarrollaron sistemas tecnológicos y de producción muy adaptados a esta diversidad ecológica, terrazas, andenes, sistemas de riego, sistemas de cauces, con el propósito de incentivar los cultivos y de conservar los recursos. El conocimiento acerca de las condiciones ecológicas: semillas y plantas, fertilidad y agua, técnicas de siembra y labores culturales, crianza y manejo de especies animales menores: constituyen el corazón de la complejidad tecnológica nativa de los Andes. La organización del poblador andino está en función de optimizar la producción para los Andes, por ejemplo tratando de ayudarse entre familias y colaborando en la comunidad para garantizar mayores cosechas, bajo formas conocidas como la minga, la jocha, el prestamano, etc., etc.

### **3.4.3. Tecnología intermedia**

Es la tecnología nativa frente a la moderna; a esta también se la llama “revolución verde”, se basa en la mecanización agrícola, y el uso de agroquímicos (insecticidas, fungicidas, herbicidas, etc.) propiciados por la tecnología moderna aplicados sin control, con el único interés de juntar ganancias a costa de la humanidad. El monocultivo (tecnología moderna), unifica los productos, uniformiza los métodos de transporte y almacenamiento, empobrece la tierra que será restituida por fertilizantes químicos, debilita el equilibrio ecológico y destruye la fauna natural originando la aparición de plagas

y enfermedades en las plantas, que cada vez requieren de mayores esfuerzos de protección con la aplicación de nuevos productos químicos, muchos de ellos peligrosos para la salud humana, animal, fauna e insectos beneficiosos para el control biológico.

#### **3.4.4. Tecnología importada o tecnificada**

La tecnología moderna, importada en casi su totalidad, no llega a integrarse en el sistema social como subsistema propio. Su significación sigue siendo enigmática para los grupos sociales que reciben su impacto, los cuales son simultáneamente alineados por un mercado que no controlan y manipulados por el prestigio mágico de la tecnología importada. Como consecuencia se deriva no una “Universidad cualitativa” de la ciencia y de la técnica sino una “Universidad Cuantitativa”, es decir, una imposición en masa de los productos técnicos en todos los sectores de la vida. (Watte, P., 1982:37).

#### **3.4.5. Tecnología nacional o tradicional**

Las aportaciones de las Facultades de Ciencias Agropecuarias e Institutos de investigación reúnen ejemplos concretos, lo que puede significar la investigación tecnológica destinada al tercer mundo. No existen paquetes tecnológicos propios a base de crear nuestra propia ciencia y tecnología nacional en el campo agropecuario para nuestros cultivos.

#### **3.4.6. Tecnología mixta o semitecnificada**

Se puede denominar como la tecnología apropiada o adecuada. Entendida como aquella que responde de mejor manera a los fines genuinamente humanos. Las tecnologías apropiadas son aquellas que están descentralizadas, requieren poca inversión de capital, son susceptibles de ser dirigidas por sus usuarios, están en armonía con el ambiente conservan los recursos naturales. (Moscoso, R., 1984: 11-22)

## **3.5. COMERCIALIZACIÓN**

El sistema de comercialización de productos agrícolas ha constituido una de los principales problemas que enfrenta el desarrollo armónico del sector agrario del Ecuador, sobre todo a partir de la década del setenta, período de profundas transformaciones en el mismo.

### **3.5.1. Mercado externo**

Los productos integrados más o menos fuertemente a la agroindustria o a empresas de exportación y generalmente cultivados en medianos y grandes predios, establecieron sistemas directos, usualmente regulados, contractualmente para la comercialización de su producción. El banano, el cacao y camarón son productos de exportación ecuatorianos que en el último año se comparan a las exportaciones petroleras. Los pequeños productores son víctimas de los intermediarios, trabajan con maquinaria obsoleta o mantienen procesos artesanales, lo cual reduce su competitividad en el mercado, mientras que los grandes productores poseen buenas condiciones de mercado por las facilidades que les presentan las transnacionales; utilizan tecnología moderna, con acceso al crédito y poseen capitales propios de montos importantes.

El ingreso al mercado internacional, no es fácil; existen una serie de obstáculos que deben franquearse, además de las fuertes barreras arancelarias y no arancelarias presentes en los países desarrollados existe el compartimiento y repartición de los mercados por parte de empresas transnacionales, que a menudo, operan a partir de filiales en los países subdesarrollados.

### **3.5.2. Mercado interno**

Los productos perecibles como la papa, fréjol, yuca, hortalizas, frutas, etc. El grueso de dicha producción se origina en el campo; se comercializa a través de un sistema tradicional de intermediación en que participan una multiplicidad de agentes jerárquicamente distribuidos. Normalmente un número importante de comerciantes recoge la producción campesina vendiéndoles a

comerciantes de mayor giro hasta llegar a los grandes mayoristas quienes a su vez le distribuyen entre múltiples detallistas llegando por esa vía al consumidor urbano. El abastecimiento urbano de productos cárnicos es realizado por las municipalidades, mediante una regulación del funcionamiento de los camales. Así mismo por fábricas de embutidos localizadas en las provincias de Guayas, Pichincha, Azuay, Loja y Chimborazo.

En definitiva la producción para el mercado interno está dada en propiedades que no van más allá de las 20 Has. donde se nota la ausencia de sistemas modernos agroempresariales o estatales. La comercialización es restringida al pequeño agricultor que enriquece al intermediario. (Miño, W., 1986: 5-14)

### **3.5.3. Autoconsumo**

Las hortalizas, frutas, cereales, carnes y leches son producidos en granjas campesinas que pueden ser divididas en dos tipos de acuerdo al tamaño.

**a. Las granjas familiares** son lo suficientemente grandes para cubrir las necesidades de reproducción de la familia campesina.

**b. Las granjas subfamiliares** son demasiado pequeñas para permitir la sobrevivencia de la familia campesina, únicamente a base de la producción agrícola. En este caso la familia campesina debe contar con otras fuentes de ingreso como el trabajo pagado del artesano. Estas familias por lo general no pueden mantenerse por mucho tiempo, ya sea por la poca fertilidad de las parcelas, consecuencia de la erosión y emigran a los centros poblados reduciendo la mano de obra en el sector agrícola. (Cevallos, J., 1990: 58-62)

## **3.6. UNIVERSIDAD ECUATORIANA**

Históricamente la Universidad Ecuatoriana ha confrontado problemas y ha sido más vulnerable que otras instituciones a las influencias negativas tanto del sistema social como de las que fluyen

de su interior. Esto ocurre por la especial naturaleza de la Universidad, por la alta y compleja misión a ella encomendada y por la responsabilidad de haber cumplido a cabalidad frente a sistemas sociales rígidos. Además se deben considerar otros factores que han llevado a la universidad a un cierto estrangulamiento por influencia de la dependencia política-económica. El divorcio entre planificación o plan de desarrollo de nuestro país con las universidades y con el sistema educativo en general es factor decisivo de la crisis. (Cordero. R., 1987: 1-2)

## **4. SITUACIÓN REGIONAL Y ZONAL**

### **4.1. CARACTERIZACIÓN**

#### **4.1.1. Región**

Es sin duda suelo, clima, y también actividades económicas, que permiten definir criterios económicos, pero a la vez es un conjunto de sistemas y relaciones económico-sociales; en otros términos la región coincide con el concepto de unidad socioeconómica, la misma que supera la noción de espacio. (Suárez, E., 1974: 11). En lo regional, en las provincias de Azuay y Cañar la explotación agropecuaria típica en los primeros 40 años de vida republicana, comienza a ser vulnerada en las tres últimas décadas del siglo XIX, por la explotación manufacturera del sombrero de paja toquilla. En la región centro-sur, las distintas calidades de suelo y el subsuelo, las ventajas comparativas en la comercialización, el tipo diferenciado de tenencia de la tierra van configurando una diferenciación provincial en cuanto a su especialización productiva, sin que ello signifique una división total y excluyente. El régimen de lluvias, la orografía e hidrografía, la tala de bosques, los vientos y las heladas son factores que inciden en la existencia de años agrícolas de relativa abundancia o escasez.

### **4.2. REFORMA AGRARIA**

El IERAC, en los últimos años, ha venido realizando un proceso de adjudicación de tierras en la región, de preferencia a nivel de productor individual, fomentando el minifundio, antes que a

organizaciones campesinas. Sin embargo, su acción no ha sido suficiente para superar los requerimientos de la legalización de la propiedad.

#### **4.2.1. Distribución y tenencia de la Tierra**

No es homogénea, en el Azuay y Cañar predomina marcadamente el minifundio, mientras que en Morona Santiago no se produce este fenómeno.

#### **4.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

Existen en el agro regional relaciones de producción que van desde una economía agraria de subsistencia hasta formas empresariales altamente tecnificadas.

Hay un porcentaje muy bajo de unidades que emplean asalariados agrícolas, otros utilizan en forma combinada el trabajo familiar y asalariado con un sistema de producción semi-tecnificado. Conjuntamente subsisten otras formas de carácter precario, tales como el cambia manos, trabajo compartido, sin pago de salarios y otras formas más simples como el pago del trabajo en especies, la aparcería, etc.

##### **4.3.1. Niveles tecnológicos**

La tecnología ha sido clasificada bajo algunos criterios específicos; la utilización de las herramientas; el grado de mecanización; la disponibilidad de riego; el uso de insumos agropecuarios y el mejoramiento genético. En la región predomina el primer sistema, la mayoría utiliza herramientas manuales y la yunta para la roturación del suelo, un menor número emplea equipos mecanizados y un porcentaje intermedio utiliza formas mixtas que combinan el uso del tractor con herramientas manuales y tracción animal. En Morona Santiago debido a que su principal actividad es la ganadería, la agricultura es de subsistencia, por lo que se utilizan

herramientas manuales y muy escasamente la yunta. Es poco utilizado el equipo mecanizado.

#### **4.4. ZONIFICACIÓN DEL AZUAY**

El Azuay se ubica en el centro-sur de los Andes Ecuatorianos, donde estos sufren una desviación que provoca cruces de importantes fallas geológicas. Tiene una superficie aproximada de 830.000 hectáreas de suelos mineralizados, erosionados en su mayor parte y, por tanto, pobres para la agricultura de la hacienda de ayer o de la empresa de hoy, a excepción de la planicie de Cuenca absorbida ya por la ciudad.

##### **4.4.1. ZONA 1: Cuenca y su área de influencia inmediata**

Sus parroquias rurales poseen tierras de buena calidad en pequeños espacios con altísimo fraccionamiento de las mismas, con una gran diversificación de cultivos, que la nutre de alimentos no industrializados y de mano de obra. La producción agropecuaria comercializable, en cambio, se destina casi exclusivamente al mercado de Cuenca, con pequeñas remesas a la Costa, sobre todo a Guayaquil.

##### **4.4.2. ZONA 2: La Franja Oriental de la Provincia**

La integran los cantones de Paute, Gualaceo, Sígfig. Zona agrícola y minera, alimentó en su seno desde tiempos inmemoriales a la mayor parte de la población campesina de lo que hoy es el Azuay. Con grandes áreas de suelos mineralizados concentró antaño la actividad minera regional. En tierras erosionadas y fraccionadas por la presión demográfica, su población se dedica al cultivo del maíz, el fréjol y los frutales, con una economía campesina de minifundio; complementan sus labores agropecuarias con la elaboración de manualidades caseras para sus necesidades familiares y con artesanías comerciales, sobresaliendo la manufactura del sombrero de paja toquilla.



### **4.4.3. ZONA 3: La Franja Occidental de la Provincia**

Localizada principalmente en la cuenca alta del río Jubones y en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes. Zona caracterizada por una topografía muy accidentada, con oscilaciones altitudinales extremas: con suelos que van desde alturas inferiores a los cien metros hasta más de cuatro mil metros sobre el nivel del mar. Estas variaciones provocan una diversidad de microclimas, y consiguientemente, una gran variedad de cultivos. Los cuidados del ganado para la producción de leche y carne en la Sierra y ganado de carne en la Costa, completan el cuadro agropecuario en esta franja occidental. Su población excedente se ha integrado más bien a los sistemas de plantación capitalista de la Costa, como mano de obra asalariada de las empresas cacaoteras, bananeras y cañicultoras, característica reflejada en el hecho de que un 75 % de la mano de obra sobrante de esta área migra a los mercados laborales de la Costa y los Estados Unidos.

## **4.5. MIGRACIÓN**

La primera zona tiene mayor presencia de minifundistas (unidades menos de una hectárea) y que están ubicadas hacia el lado oriental de la provincia (Sígsig, Gualaceo, etc.). En la Zona Occidental (Santa Isabel, etc.) en cambio existe un buen número de medianos productores, los cuales hacen uso de diversos pisos ecológicos, pero de todas maneras presenta el fenómeno de la migración.

### **4.5.1. Características**

En las comunidades de minifundistas, la migración presenta las siguientes características.

1. Es cada vez más larga.
2. Ocupa la mano de obra más importante y calificada (desde un punto de vista productivo) de la comunidad.

3. Aporta el mayor volumen de ingreso familiar.
4. Se realiza durante todo el año, independientemente de los ciclos agrícolas y más actividades intra-domésticas.
5. Un estrato mayoritario de campesinos vende su fuerza de trabajo en el mercado capitalista para lograr su reproducción.

#### **4.5.2. Impactos de la Migración**

1. Una descapitalización de las economías campesinas, debido a que las familias no disponen para sus actividades productivas de su fuerza de trabajo principal.
2. Una nueva división social del trabajo que implica nuevos roles productivos en las familias.
3. Una desvalorización del trabajo agrícola paralela a una sobre desvalorización de los roles mercantiles al interior de las familias.
4. Un despoblamiento en el campo (en el Azuay en 1982 existían del 30 al 40 % de casas abandonadas en el campo).

Ante todo esto, es importante la necesidad de revalorizar el trabajo agrícola, tanto el trabajo como la producción del campesino, lo cual llevaría a una redefinición del rol de la economía campesina en la economía nacional y el modelo de acumulación. (Morales, R., 1989: 104)

#### **4.6. COMERCIALIZACIÓN**

La industria vinculada a la agricultura asentada en la provincia del Azuay como: Dipsa, productos Zhumir, Embotelladora Azuaya, Desarrollo Agropecuario, EDCA, La Europea, Prolacem, Lácteos San Antonio, CUMBESA, INDAC, Arte Práctico y otras: destinan gran parte de su producción al consumo interno y a la exportación. Esta última parte de esta actividad ha fomentado con sus

propósitos la indiscriminada deforestación y en consecuencia una gran erosión de terrenos volviéndose estos incultivables. Las granjas familiares destinan la producción agrícola al autoconsumo y el remanente se comercializa en los mercados de la ciudad de Cuenca, Machala y Guayaquil. La producción pecuaria está destinada al mercado, su destino tiene relación con el tipo de explotación y con las características técnico-socioeconómicas.

#### **4.7. INSTITUCIONES VINCULADAS AL DESARROLLO AGROPECUARIO**

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que está regido por la Subsecretaría del Austro, el principal propósito es el de asistir al sector agropecuario. Tiene programas de forestación, promoción de salud vegetal y animal y mecanización agrícola.

Centro de Reconvención Económica del Azuay (CREA), desde su fundación viene ejecutando algunos programas de desarrollo silvoagropecuario; cuenta con una dirección de desarrollo agropecuario y otros departamentos de especialidad.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cuenta con la estación experimental Chuquipata y la granja experimental de Gualaceo, a través de las cuales se incentiva la producción agrícola de Azuay y Cañar.

Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), cuenta con la Jefatura Regional del Sur Ecuatoriano. Su acción está centrada en otorgar títulos de propiedad y resolver los diferentes problemas sobre la tenencia de la tierra.

Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI); su acción principal está centrada en la distribución equitativa de recurso hídrico, que es propiedad del estado, a los sectores rurales.

Banco Nacional de Fomento (BNF), cuenta con la sucursal regional de la Ciudad de Cuenca, agencias en los cantones de Girón,

Gualaceo y Paute; su finalidad principal es otorgar crédito a los agricultores y ganaderos para la producción agropecuaria.

Fondo de Desarrollo Rural Marginal (FODERUMA), su función es otorgar crédito, efectuar obras de infraestructura básica y asesoramiento técnico a las organizaciones del sector rural de las tres provincias del Austro.

Desarrollo Rural Integral (DRI), depende del Ministerio de Bienestar Social; su finalidad es dar servicios básicos relacionados a la producción agropecuaria a las comunidades rurales del Azuay y Cañar.

### **Instituciones Privadas:**

La Cámara de la Agricultura de la Tercera Zona. Su área de influencia son las provincias de Azuay, Cañar y Loja.

Los Centros Agrícolas existentes en todos los cantones de todas las provincias; su finalidad es velar por el fomento de la producción.

Además, tenemos un gran número de ONG que están vinculadas a esta tarea.

## **4.8. UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

El proceso industrial y tecnológico en la última década ha hecho que se formen nuevas carreras para servir a esta demanda del mercado ocupacional y de trabajo.

En el sector agropecuario existen transformaciones agrarias en la región del Austro Ecuatoriano; en octubre de 1989 se crea la Escuela de Tecnología en Agrozootecnia, delineada con los fines y objetivos en la formación del Tecnólogo Agrozootecnista, para servir a la zona de influencia de las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, con el compromiso de participar en planes y programas de desarrollo socio-económico con un pensamiento crítico a través de un

constante análisis evolutivo de los resultados obtenidos, y difundir los avances de la ciencia y la tecnología en beneficio de la comunidad.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

El sector agropecuario a nivel internacional, latinoamericano, nacional y regional tiene los mismos modelos de comportamiento de acuerdo con la revolución tecnológica que se ha aplicado.

La Reforma Agraria en nuestro país ha fracasado en su aplicación por las políticas erróneas de los gobiernos de turno, que han dado como consecuencia que el minifundio siga tomando su vigencia.

A nivel regional se presenta una marcada deforestación y erosión de los suelos que ha llevado a la migración de los campesinos a las principales ciudades del país, al exterior y, principalmente, a los EE.UU.

Las instituciones del sector público como el MAG y otras no tienen coordinación en los planes y programas que desarrollan, existiendo una duplicidad de funciones con la consecuencia de que los recursos humanos y económicos se desperdicien y no tengan solución las obras del sector agropecuario.

Las ONG están utilizando los espacios para atender a las comunidades rurales a través de sus organizaciones, programas y proyectos debidamente financiados por EE.UU. y la C.E.E.

La Universidad todavía no ha respondido completamente al reto de la formación de profesionales acorde a las necesidades del desarrollo regional con verdaderos proyectos de investigación.

## 5.2. RECOMENDACIONES

La Universidad debe estar comprometida con el desarrollo integral del país en general y de la región en particular, responder el carácter pluricultural y pluriétnico de nuestra sociedad.

Dado que las provincias australes tienen una topografía accidentada con una marcada deforestación y erosión; con el problema del minifundio, que ha llevado a la sobreexplotación de los suelos; una subocupación y alta migración campesina, la Universidad y las Facultades de Ciencias Agropecuarias deben tener un permanente acercamiento con las instituciones públicas y privadas, las organizaciones no gubernamentales, grupos ecológicos y gremios profesionales, con el fin de poder determinar los programas de desarrollo que estas están realizando y de esta manera coordinar esfuerzos para definir y redefinir el perfil profesional y poner a disposición profesionales con un rol adecuado.

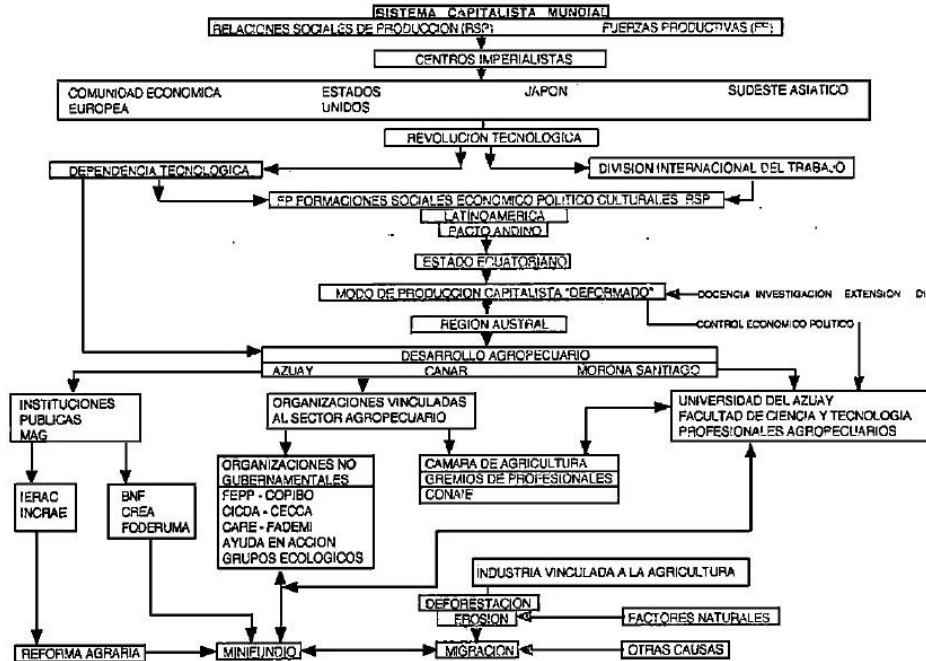
La Universidad deberá formar profesionales conscientes de la realidad socioeconómica, cultural y política, con pensamiento crítico e innovador, con el fin de buscar soluciones pragmáticas al desarrollo rural, para que genere una agricultura productiva, eficiente y más rentable, con mentalidad analítica y crítica para que valoren lo que técnicamente sirve a las condiciones locales, con proyección nacional e internacional.

Los estudiantes dentro de su formación universitaria deben cumplir con el deber de vincular la teoría con la práctica, la investigación con la extensión y difusión, y no se formen en el manejo irracional de sus conocimientos teóricos que muchas veces pueden conducir a equivocaciones. De esta manera, se podrá conocer la idiosincrasia del agricultor, con una visión humanística y así contribuir como futuro profesional a producir mejor y tratar de solucionar la pobreza de las familias rurales.

El pensum y programas de estudio deben ser flexibles, con el fin de que se oriente la formación profesional de acuerdo a la

planificación y las necesidades del desarrollo agropecuario que se presenten en la región.

## ESQUEMA DEL MODELO DE RELACIONES: UNIVERSIDAD Y DESARROLLO AGROPECUARIO





## **BIBLIOGRAFÍA**

- CEVALLOS, J., Ecuador Debate N° 20. Quito, Ed. Centro Andino de Acción Popular, 1990.
- CORDERO, R., La Crisis Latinoamericana y su Impacto en la Universidad, Cuenca, Ed. Publicaciones, 1985.
- CORDES, Disparidades Regionales y Desarrollo Humano, Cuaderno estadístico N° 1 Azuay, 1991.
- C.R.E.A., II Plan de Desarrollo Regional 88-92, Cuenca, 1988.
- JAGUARIBE, H., La Dependencia Política, y Económica de América Latina, Buenos Aires, Ed. Siglo XXI, Octava Edición, 1976.
- MIÑO, W., La Comercialización Agropecuaria, Quito, Ed. Flascoildis, 1986.
- MORALES, R., Desarrollo Regional en el Austro, Cuenca, Ed. CICDA, 1989.
- MOSCOSO. R., Tecnología Adecuada, Quito Ed. FESO, 1984.
- ORTÍZ, A. América Latina en el Desarrollo, Una visión del BID., Washington D.C., 1975.
- PDIUC., Plan de Desarrollo Integral de la Universidad de Cuenca. Informe, CUENCA, 1991.
- VÁZQUEZ, P., Revista IDIS N° 14 “Algunos elementos de Análisis de la Actividad Agraria en el Azuay”, Cuenca, 1985.
- WATTE, P., La Ética ante la Tecnología. Una Opción Universitaria. Quito, Ed. Universidad Católica, 1982.
- WHITAKEN, M., El Rol de la Agricultura en el Desarrollo Económico del Ecuador, Quito, 1990.

ZUQUILANDA, M. 1990. Tradición y Actualidad en el Agro Serrano. Quito, Ed. CEDIME, 1990.

**ESTUDIOS SOBRE LA FÓRMULA  
LEUCOCITARIA DE ALPACAS CRIADAS EN  
EL AUSTRO DEL ECUADOR**

**Nicola Minerva, Piercosimo Tripaldi,  
René Zúniga P., Gustavo Poblete R.,  
Judith Narváez T.**



# ESTUDIOS SOBRE LA FÓRMULA LEUCOCITARIA DE ALPACAS CRIADAS EN EL AUSTRO DEL ECUADOR

## SUMMARY

*The present investigation shows significative differences in white cells of blood of some alpacas (Lama pacos) breeds in four geographical place of Ecuadorian Austro, with different handling.*

*The chemometric program SCAN was used to process the data sets.*

## INTRODUCCIÓN

La crianza de los camélidos presenta ventajas indudables para la explotación de las zonas andinas altas, arriba de los 3000 m. s. n. m.; en primer lugar estos animales resisten a condiciones climáticas severas, donde borregos y ganado bovino no pueden resistir;<sup>1</sup> por otro lado las pezuñas de las patas, las almohadillas plantares, que poseen y el caminar tan delicado y balanceado que tienen, hacen que las praderas naturales de la zona alta andina no se deterioren; la prehensión del pasto de estos animales se produce cortando progresivamente la hierba, de manera que cuidan el potrero donde están pastando;<sup>2</sup> la alimentación de estos animales se basa sobre todo en hierbas naturales de los pastos altos andinos, ricas en fibra y pobres en proteína<sup>3</sup> lo que permite utilizar las zonas marginales sin competir con la zootecnia bovina; el rendimiento del vellón, sobre todo el de alpaca, es superior al del borrego en calidad.<sup>4</sup>

La presencia de camélidos en el sur del Ecuador data posiblemente desde hace 1500 años antes de Cristo, encontrándose hallazgos en el cerro Narrío de la provincia de Cañar y en Pirincay, cerca de Paute, en la provincia del Azuay.<sup>5</sup>

Durante la colonización española, debido sobre todo la introducción de los rumiantes europeos, se produjo una considerable reducción del número de los camélidos sudamericanos,<sup>5</sup> tanto que la alpaca pura desapareció del sur del Ecuador. En los años recientes se reintrodujeron estos animales desde Chile, al austro del Ecuador y se está estudiando todavía su adaptabilidad en esta región.

Las especies de camélidos presentes en el Sur del Ecuador son: llamas, alpacas y el híbrido fértil entre las dos, el huarizo. La alpaca ofrece ventajas indudables para la explotación, en comparación a las otras especies de camélidos: la calidad y la cantidad de la lana son superiores a la de la llama; la docilidad de estos animales permite un manejo más sencillo en comparación al de la vicuña; la resistencia y la adaptabilidad son superiores a las del guanaco.<sup>6</sup>

Debido a estas razones cualquier dato que se añada al conocimiento de esta especie animal ofrece una ayuda para mejorar la explotación y la rentabilidad de la zootecnia de las zonas alto andinas.

## **FINALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

La fórmula leucocitaria es un dato diagnóstico de extrema importancia, ya que nos permite conocer si el animal sufre de alteraciones orgánicas. Es entonces indispensable determinar los valores fisiológicos de dicha fórmula en los animales que tienen como hazienda el austro del Ecuador, ya que muchos autores se han dedicado al mismo trabajo en diferentes zonas geográficas.

En las Tablas 1. 2. 3 y 4 se detallan los datos que se hallaron en la bibliografía.

### TABLA N° 1

<b>Autores:</b> David A. Jessup, William R. Lance.			<b>Fecha:</b> 1982. <sup>1</sup>
<b>Lugar:</b> Perú.			<b>Especie:</b> Llama.
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>JOVENES</b>	<b>ADULTOS</b>	
<b>Leucocitos</b>			
<b>Totales miles/mm.</b>	15560	13140	
<b>Neutrófilos %</b>	69.60	67.80	
<b>Linfocitos %</b>	20.60	30.00	
<b>Eosinófilos %</b>	3.00	1.00	
<b>Monocitos %</b>	5.00	1.00	
<b>Basófilos %</b>	2.00	1.00	

### TABLA N° 2

<b>Autores:</b> C. M. Hawkey, F. M. Gulland.			<b>Fecha:</b> 1988 <sup>7</sup>
<b>Lugar:</b> Inglaterra			<b>Especie:</b> Llama
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>JÓVENES</b>	<b>ADULTOS</b>	
<b>Leucocitos</b>			
<b>Totales miles/mm.</b>	12400	8700	
<b>Neutrófilos %</b>	41.64	59.77	
<b>Linfocitos %</b>	53.22	26.44	
<b>Eosinófilos %</b>	4.84	6.89	
<b>Monocitos %</b>	1.60	3.45	
<b>Basófilos %</b>	1.61	1.15	

### TABLA N° 3

<b>Autores:</b> R. Calle Escobar.			<b>Fecha:</b> 1984 <sup>6</sup>
<b>Lugar:</b> Perú			<b>Especie:</b> Alpaca
<b>DETERMINACIÓN</b>	<b>HEMBRAS</b>		
<b>Leucocitos</b>			
<b>Totales miles/mm.</b>	15790		
<b>Neutrófilos %</b>	52.30		
<b>Linfocitos %</b>	36.20		
<b>Eosinófilos %</b>	8.24		
<b>Monocitos %</b>	1.50		
<b>Basófilos %</b>	1.20		

#### **TABLA N° 4**

**Autores:** Jhon Bilis.

**Lugar:** Perú.

**Fecha:** 1982<sup>8</sup>

**Especie:** Alpaca.

**DETERMINACIÓN**      **PROMEDIO**

**Leucocitos**

**Totales miles/mm.**      11000

**Neutrófilos %**      49.90

**Linfocitos %**      36.50

**Eosinófilos %**      11.90

**Monocitos %**      1.20

**Basófilos %**      1.00

Los datos más interesantes son los que se detallan en las tablas 3 y 4 en cuanto se refieren a alpacas y fueron tomados en Perú en condiciones geográficas parecidas a las de la investigación.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las alpacas que se consideraron en la investigación proceden de 4 distintos lugares del austro que detallamos a continuación.

#### **GRUPO 1**

Este hato consta de 12 animales de propiedad de la Universidad del Azuay, criado en la hacienda "El Gullán" ubicada en La Paz, parroquia las Nieves, cantón Girón, provincia del Azuay, a una altura de 2965 m.s.n.m. El lugar se caracteriza por una época seca prolongada cada año. El manejo de estos animales es rústico, pero existe un programa de manejo sanitario y zootécnico que mantiene a los animales en perfecto estado de salud y de producción. La alimentación de estos animales se compone principalmente de pastos naturales de altura aunque, a veces, se les suministra avena forrajera y sales minerales como suplemento.

#### **GRUPO 2**

Este rebaño consta de 6 animales de propiedad del Sr. Jorge Vélez; criado en la hacienda "Álamos" ubicada en Irquis, parroquia Victoria del Portete, cantón Cuenca, provincia del Azuay, a una altura de 3000 m.s.n.m. También este lugar presenta un periodo de sequía



bien marcado, aunque inferior al de La Paz. Debido a que el propietario cría estos animales principalmente por hobby, el manejo que se les da es bastante descuidado; raras son las intervenciones veterinarias y el estado del vellón indica que la última trasquila se efectuó hace mucho tiempo. La alimentación se compone únicamente de pastos naturales dentro de los cuales prevalece el kikuyo.

### **GRUPO 3**

El grupo se compone de 10 cabezas de alpacas y 10 de llamas de propiedad del Dr. Stuart White; criado en la hacienda Mingar, ubicada en Rumiloma, parroquia Pindilig, cantón Azogues, provincia del Cañar, a una altura de 3400 m.s.n.m. La zona donde se ubica la propiedad es húmeda casi todo el año. Este grupo es criado con mucho cuidado, representando un ejemplo de explotación racional de camélidos. Estos animales son pastados, con baja carga animal, en praderas de altura donde prevalece la paja y una mezcla de gramíneas y otras hierbas. Se efectúan quemaduras parciales y periódicas de la paja que garantizan un retoño más digerible para los animales. El suministro de sales minerales y vitaminas es diario.

### **GRUPO 4**

El último grupo de animales se compone de 130 cabezas de propiedad del Dr. Stuart White; criado en la hacienda de Pilisurco, ubicada en Mazar, parroquia Rivera, cantón Azogues, provincia del Cañar, a una altura de 2905 m.s.n.m. en una zona constantemente húmeda. Este grupo de animales es criado con todas las atenciones veterinarias y zootécnicas que necesita este tipo de explotación. La alimentación se compone de forrajes de buena calidad; es constante el suministro de sales minerales y vitaminas.

Un mes antes de la toma de las muestras, se procedió a una desparasitación y a un chequeo de los animales para identificar cuáles eran los más indicados para la investigación.

Se tomaron algunas muestras de cada grupo de animales a través de la vena Safena con jeringas estériles de 10 cc y rápidamente se colocaron en tubos estériles eparinizados para evitar la coagulación

de la sangre. Al mismo día se llevaron las muestras al laboratorio de microbiología de la Universidad del Azuay donde se efectuó el recuento de los glóbulos blancos totales con la cámara de Neubauer y la fórmula leucocitaria, contando 100 glóbulos blancos de cada muestra, una vez extendida y teñida con el método de May-Grohumwald.

Los resultados obtenidos se detallan a seguir en las tablas 5, 6, 7 y 8.

**TABLA 5**

**GRUPO 1**

<b>Número muestra</b>	<b>Leucocitos miles/mm.</b>	<b>L %</b>	<b>N %</b>	<b>E %</b>	<b>M %</b>	<b>B %</b>
38	11700	50	30	18	0	2
39	13250	47	30	22	0	1
40	8400	50	21	27	2	0
46	12550	36	30	29	3	2
47	8400	50	22	23	1	4
48	9750	40	34	24	0	2
49	8300	38	32	25	2	3
50	12950	42	30	26	1	1
Ch	13500	39	33	21	2	5

Procede señalar que los números 38, 39, 49, 50 corresponden a hembras adultas alpacas, el número 47 pertenece a una hembra adulta llama, el número 40 a una hembra joven alpaca, el signo Ch a una macho joven alpaca, los números 46 y 48 a machos adultos alpacas.

**TABLA 6****GRUPO 2**

Número muestra	Leucocitos miles/ mm.	L %	N %	E %	M %	B %
1	12951	38	23	35	3	l
2	14250	38	25	29	5	3
3	22450	40	25	32	2	1
4	14600	40	20	35	2	3
5	14950	38	21	36	2	3
6	20300	40	19	37	I	3

Es preciso considerar que los animales de este grupo de alpacas se componen de cuatro machos adultos, indicados con los números 1, 2, 3, 4, una hembra adulta, número 5 y una hembra joven, número 6.

**TABLA 7****GRUPO 3**

Número muestra	Leucocitos miles/ mm.	L %	N %	E %	M %	B %
1	12200	43	45	11	1	0
2	8950	47	40	15	3	0
3	7400	56	30	12	2	0
4	16800	50	38	7	3	2
5	11800	45	30	15	9	1
6	7400	55	35	8	2	0
7	10500	47	35	13	3	2
8	11450	55	18	20	4	3
9	13850	45	30	12	U	2
10	10200	45	40	12	3	0
11	13800	41	30	15	9	5
12	3550	48	32	15	4	1

Procede señalar que los números 1,2,3,4,5,6,7,8,9 corresponden a alpacas machos adultos, mientras que los números 10, 11,12 son llamas machos adultos.

**TABLA 8****GRUPO 4**

<b>Número muestra</b>	<b>Leucocitos miles/ mm.</b>	<b>L %</b>	<b>N %</b>	<b>E %</b>	<b>M %</b>	<b>B %</b>
1	10800	51	28	15	5	1
2	8050	62	17	14	5	1
3	10200	47	31	17	6	1
4	7550	50	31	19	1	0
5	7200	43	30	15	9	3
6	6550	47	34	14	4	I
7	8250	49	31	15	5	0
8	6300	40	31	20	6	3
9	5100	42	40	13	4	I
10	6750	53	29	13	5	0
11	5800	47	35	15	1	2
12	12750	51.	25	14	6	4
13	11900	55	30	11	3	1
14	8600	50	30	15	4	1
15	7350	51	29	18	2	0

En este grupo de alpacas los números que van desde 1 hasta 13 incluso corresponden a hembras adultas, mientras que los números 14 y 15 son machos adultos.

**ELABORACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DATOS**

Para la elaboración de los datos se utilizó el programa de quimiometría SCAN.<sup>9</sup>

La finalidad de la elaboración estadística fue buscar correlaciones entre los distintos grupos, entre las distintas variables, evidenciar eventuales diferencias entre machos y hembras, relacionar los datos obtenidos con la bibliografía.

Por los fines de la elaboración se denominará variable 1 el número de los leucocitos totales, variable 2 el porcentaje de Linfocitos, variable 3 el porcentaje de neutrófilos, variable 4 el porcentaje de eosinófilos, variable 5 el porcentaje de monocitos, variable 6 el porcentaje de basófilo.

Una primera elaboración de los datos permitió obtener los valores de las tablas 9, 10, 11, 12, 13.

**TABLA 9**

CONSIDERANDO TODOS LOS DATOS

Variable	Promedio	Desviación		
		Estándar	Mínimo	Máximo
1	10698.8	3899.8	3550.0	2245.0
2	46.2	6.0	36.0	62.0
3	29.7	6.3	17.0	45.0
4	19.1	7.9	7.0	37.0
5	3.5	2.6	0.0	11.0
6	1.6	1.4	0.0	5.0

**TABLA 10**

GRUPO 1

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	10977.8	2246.5	8300.0	13500.0
2	43.6	5.7	36.0	50.0
3	29.1	4.6	21.0	34.0
4	23.9	3.3	18.0	29.0
5	1.2	1.1	0.0	3.0
6	2.2	1.6	0.0	5.0

**TABLA 11**

Variable	Promedio	Desviación		
		Estándar	Mínimo	Máximo
1	16583	3833.3	12951.0	22450.0
2	39.0	1.1	38.0	40.0
3	22.2	2.6	19.0	25.0
4	34.0	3.0	29.0	37.0
5	2.5	1.4	1.0	5.0
6	2.3	1.0	1.0	3.0

**TABLA 12**

Variable	Promedio	Desviación		
		Estándar	Mínimo	Máximo
1	10650.3	3529.1	3550.0	16800.0
2	48.1	4.9	41.0	56.0
3	33.6	7.0	18.0	45.0
4	12.9	3.3	7.0	20.0
5	4.5	3.3	1.0	11.0
6	1.3	1.6	0.0	5.0

**TABLA 13**

## GRUPO 4

Variable	Promedio	Desviación		
		Estándar	Mínimo	Máximo
1	8210.0	2256.5	5100.0	12750.0
2	49.2	5.4	40.0	62.0
3	30.1	5.0	17.0	40.0
4	15.2	2.4	11.0	20.0
5	4.4	2.1	1.0	9.0
6	1.3	1.2	0.0	4.0

La visualización numérica, de toda forma no es suficiente para identificar las eventuales diferencias o similitudes que se habían planificado, razón por la cual se tuvo que valorar de un método de análisis multivariado.

Para que no existan diferencias entre la importancia de cada variable, el primer paso que se hizo fue normalizar todas las variables reduciendo la media a 0 y escalando los datos de cada variable con su varianza tomada como unidad de medida. Sucesivamente se utilizó el análisis de componentes principales<sup>10</sup> buscando la combinación de variables que pudiera explicar más significativamente la distribución de los datos. Se generaron así los componentes que resumen, en cada una, todas las distintas variables con una diferente importancia. Los componentes asumen diferentes variables en sí mismos y debido al hecho que existen 6 variables se pueden construir al máximo 6 componentes. Lo expuesto se detalla en la tabla 14.

**TABLA 14**

Componente	Autovalores	Varianza%	Acumuladas %
p.c. 1	2.5348	42.25	42.25
p.c. 2	1.2261	20.43	62.68
p.c. 3	1.1066	18.44	81.13
p.c. 4	0.6051	10.08	91.21
p.c. 5	0.5230	8.72	99.93
p.c. 6	0.0044	0.07	100.00

Podemos observar que a cada componente principal (p. c.) corresponden valores decrecientes de autovalores cuya suma final corresponde a 6 en cuanto equivale a la suma de cada varianza de las variables originales que en el sistema, después de la normalización, es igual a 6 en cuanto cada una corresponde a 1.

La varianza expresada en porcentaje la confianza de cada componente y la acumulada, los valores sumados. Considerando que el componente 1 y 2 explican el 62.68% de la distribución de los datos, el plano sobre el cual se proyectaron las variables y los datos se preparó con la intersección de estos componentes.

Se debe ahora precisar que parte de las distintas variables se encuentra en cada componente, por lo tanto es preciso indicar los coeficientes de la combinación lineal explicados para cada componente.

**TABLA 15**

Coefficiente	1	2	3	4	5	6
p. c. 1	-0.454	+0.427	+0.365	-0.563	+0.089	-0.392
p. c. 2	-0.0006	-0.009	-0.109	-0.274	+0.828	+0.477
p. c. 3	+0.046	-0.643	+0.752	-0.099	+0.008	+0.090
p. c. 4	-0.864	-0.176	-0.114	+0.203	-0.171	+0.373
p. c. 5	+0.212	+0.338	+0.154	-0.361	-0.482	+0.674
p. c. 6	+0.001	-0.508	-0.502	-0.654	-0.212	-0.132

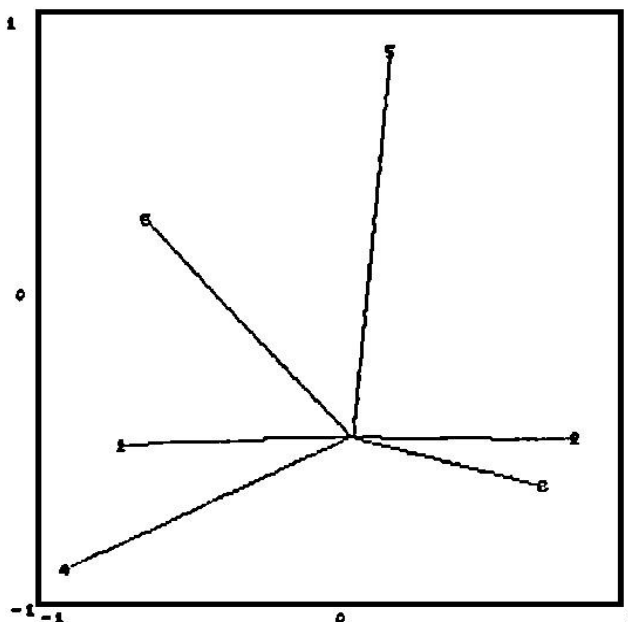
Como se puede observar en la tabla 15 el componente 1 se constituye significativamente por las variables 1 y 4 con signo negativo, la 2 con signo positivo y, en menor grado, por 3 y 6, la una

con signo positivo y la otra con negativo; la variable 5 influye poco en este componente.

El componente 2 se conforma principalmente por la variable 5 con signo positivo, y parcialmente por la variable 6 con signo positivo, la cual se va a colocar en una posición de 45 grados en plan ortogonal.

El Gráfico 1, en Fig. 1, explica la distribución de las variables según el plan ortogonal formado por el componente 1 en el eje de las abscisas y el componente 2 en el eje de las ordenadas. Por motivos de mejor visualización se prefirió centrar el punto 0,0 en el centro del gráfico.

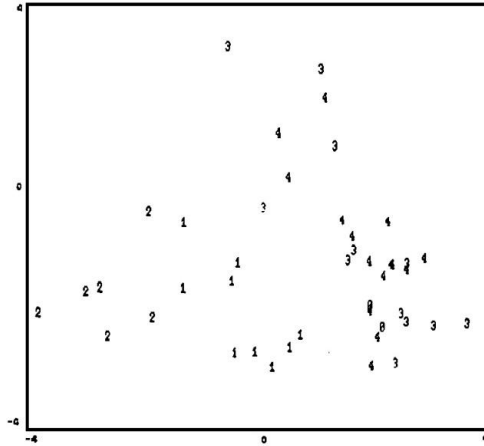
**LOADINGS PLOT - P.C. 1 VS. P.C. 2**





## SCORES PLOT - P.C. 1 VS. P.C. 2

Clases: 12 3 4



Podemos observar que la variable 1 se ubica paralelamente al eje de las abscisas pasando por el 0 y a la izquierda, la variable 2 es simétricamente opuesta a la precedente, la variable 4 se ubica en la izquierda y ligeramente bajo el 0; la 3 casi opuesta a esta, mientras que la 5 y la 6 se ubican en la parte superior del gráfico, la una central y la otra a la izquierda.

Esta distribución de las variables permitirá definir las características de cada dato que se inserta en el sistema, como por ejemplo que los datos que se ubicarán en la parte izquierda superior del cuadro se caracterizarán por leucocitos totales altos, linfocitos bajos, neutrófilos bajos, eosinófilos relativamente bajos, monocitos y basófilos altos y así por todas las distintas distribuciones.

Por lo que se refiere a este modelo cabe señalar que debido a la completa simetría con respecto al origen, de las variables 1 y 2 es suficiente; para futuros estudios, considerar una sola de estas variables, por lo que se sugiere mantener como válida solamente la variable, 2; en cuanto la 1 prevé técnicas de laboratorios completamente distintas y prescindibles de las otras. Para comprobar este fenómeno se visualizó gráficamente la distribución de los datos con y sin la variable 1 sin apreciar diferencias significativas.

En el Gráfico 2. Fig. 2, se visualiza la distribución de los datos según el modelo utilizado.

Se puede observar que los grupos 1 y 2 se separan claramente de los otros grupos, mientras que no existe una verdadera separación entre los grupos 3 y 4; esto permite definir que existen diferencias significativas entre los animales criados en La Paz, los criados en Tarqui y los criados en Pili surco y Mingar, mientras que no existen diferencias entre estos 2 últimos grupos.

Desde la ubicación en el grafio se puede considerar que los animales del grupo 1 se caracterizan por valores ligeramente elevados de leucocitos totales, ligeramente bajos de linfocitos y neutrófilos, elevados de eosinófilos, mínimos de monocitos y bajos de basófilos.

Los animales del grupo 2 se caracterizan por valores máximos de leucocitos totales, mínimos de linfocitos y neutrófilos, máximos de eosinófilos, bajos en monocitos y basófilos.

Los animales de los grupos 3 y 4 se caracterizan por valores mínimos de leucocitos totales, altos de linfocitos y neutrófilos, mínimo de eosinófilos, máximos de monocitos y basófilos.

Para hacer una confrontación con los datos que se encontraron en la bibliografía se incluyeron en el modelo los valores considerados en las tablas 3 y 4, definiendo este grupo con el número 0; se puede observar cómo estos valores se distribuyen homogéneamente junto a los valores de los grupos 3 y 4.

Se realizaron también gráficos para evidenciar las eventuales diferencias en la fórmula leucocitaria entre machos y hembras, pero no se observaron diferencias significativas.

## **CONCLUSIONES**

Dentro de los factores que se querían analizar como causas de diferencias en la fórmula leucocitaria de las alpacas, lo que tiene una influencia mayor parece ser el manejo, que se compone de muchos factores interrelacionados, razón por la cual no podemos individualizar

solamente un discriminante en las diferencias observadas en los grupos, sino profundizar este tipo de trabajo, tomando en cuenta los factores de los cuales se compone el manejo, como, por ejemplo la alimentación, el cuidado, la sanidad, etc.

El elemento altura no incide significativamente en cuanto no se verifica una separación entre los animales del grupo 3 y del grupo 4, que son criados en las alturas más bajas y altas en las cuales se realizó la investigación.

Tampoco el sexo crea diferencias significativas, en cuanto el grupo 3 se compone exclusivamente de machos y no se diferencia con el grupo 4 que está compuesto principalmente de hembras.

Por lo que se refiere al manejo se debe señalar que el grupo 2 es lo que recibe un manejo peor, al cual sigue el grupo 1, mientras que los grupos 3 y 4 son manejados óptimamente y de la misma forma. Cabe señalar que estos grupos son mantenidos en abundante pasto todo el año, mientras que los grupos 1 y 2 sufren períodos más o menos marcados de sequía que influyen en su alimentación.

En el modelo, el grupo 2 ocupa la posición más aislada de los otros grupos, el grupo 1 se ubica entre el 2 y los otros mientras que los grupos 3 y 4 y los datos de la bibliografía se ubican aparte y uniformemente.

Podemos por lo tanto definir que, en el modelo utilizado, los datos que se ubican en la parte central hacia la derecha y la parte superior del cuadro indican un buen manejo de los animales.

Concluyendo, la fórmula leucocitaria puede ser considerada un medio auxiliar para evaluar la validez de] manejo de un hato de alpaca, aunque ulteriores estudios permitirán detallar más cuáles son los factores del manejo más importantes que se deben tomar en cuenta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. I. JESSUP D. A., LANCE W. R. What veterinarians should know about South American camelids, California veterinarian, N° 11, 1982, pp. 12- 18.
2. BUSTINAZA V., Los camélidos sudamericanos domésticos y el desarrollo andino, Revista de camélidos sudamericanos N° 1, junio de 1986, pp. 9-23.
3. HUISA T. et. al., Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (*Lama pacos*) en la época seca en la sierra del Perú, Revista de camélidos sudamericanos N° 3. diciembre 1986, pp. 17-21.
4. BUSTINAZA V., Rendimiento del vellón alpaca, Actas de la IV Convención Internacional sobre camélidos sudamericanos, noviembre 1981, Punta Arenas, Chile, pp. 22-27.
5. STAHL P. W., Prehistoric camelids in lowlands of western Ecuador, Journal of archaeological science, N° 15, 1988, pp. 355-356.
6. CALLE ESCOBAR R., Animal breeding and production of american camelids, Editor talleres gráficos ABRIL, Lima-Perú, 1984.
7. HAWKEY C. M., GULLAND F. M., Haematology of clinically and abnormal captive llamas and guanacoos, Veterinary Record N° 122, 1988, pp. 232-234.
8. ELLIS J., The Hematology of South American camelidae and their role in adaptation to altitude, Veterinary Medicine, Small Animal Clinician, December 1982, pp. 1796-1802.
9. TODESCHINI R., COSENTINO V., FRANK I. E., MORO G., SCAN: Software for chemometric analysis, Jerle inc., Stanford, C. A., 1991.
10. MARDIA K. V., KENT J. T. BIBBY J. M., Multivariate analysis, Academic press, London, 1988.

**NIVELES DE HORMONAS TIROIDEA EN  
ALGUNAS RAZAS BOVINAS CRIADAS EN  
DIFERENTES ALTURAS EN EL AUSTRO DEL  
ECUADOR**

**Nicola Minerva  
René Zúñiga P.**



## **NIVELES DE HORMONAS TIROIDEA EN ALGUNAS RAZAS BOVINAS CRIADAS EN DIFERENTES ALTURAS EN EL AUSTRO DEL ECUADOR**

### **SUMMARY**

*The present investigations try to find relationships between thyroid hormones. Total T<sub>3</sub>, Total T<sub>4</sub>, hypofisiarian hormone TSH geographic altitudes and race of animal in the south of Ecuador. The authors don't find statistically significative relationships between the factors, but only trends and suppose that are many other factors that influence thyroid activity. The data set was elaborated by the chemiometric program PARVUS.*

### **INTRODUCCIÓN**

En medicina humana se dedicaron muchos trabajos para evidenciar el hipotiroidismo clínico y subclínico en el hombre de la Sierra Ecuatoriana ya que, como es conocido, la altura y la distancia del mar, influyen mucho en el metabolismo del yodo y de la glándula tiroides. En medicina veterinaria muy pocos trabajos se han realizado sobre este tema, sin considerar la importancia fundamental que tiene esta glándula sobre todo tipo de producciones animales.

En el bovino la glándula tiroides está formada por 2 lóbulos triangulares, aplanados, conectados por un istmo glandular que cruza la superficie ventral de la tráquea, al nivel del primer o segundo anillo; cada lóbulo mide aproximadamente 8 cm de longitud, 5 cm de alto y pesa unos 15 gr.<sup>1</sup> Generalmente los lóbulos del tiroides están cerca de las glándulas paratiroides. El color de la glándula es rojizo pardo y la recubre una cápsula de tejido fibroso, moderadamente adherente; el tiroides está compuesto por un gran número de folículos huecos y esféricos, llenos de una sustancia llamada coloide.<sup>2</sup> Su unidad

funcional es el folículo tiroideo que consta de un anillo de células epiteliales en torno a un espacio folicular: esta glándula es única entre las estructuras endocrinas debido a que sus productos hormonales se almacenan en un espacio extracelular y no dentro de las células glandulares.<sup>3</sup>

Las células glandulares sintetizan una proteína grande, la tiroglobulina, que es secretada hacia los espacios foliculares como coloide. La tiroglobulina contiene hasta 25 residuos de tirosina, de los cuales de 6 a 20 se combinan con el yodo en los espacios foliculares. La tiroglobulina con yodo es luego captada por las células glandulares y degradada formando productos hormonales y aminoácidos libres, los mismos que se utilizarán para sintetizar nueva tiroglobulina. Las hormonas tiroideas incluyen la Tiroxina  $T_4$  y la Triyodotironina  $T_3$  (los subíndices de las abreviaturas indican el número de átomos de yodo por molécula de hormona). Puede también producirse una molécula de triyodotironina con la secuencia de aminoácidos inversa, llamada  $rT_3$  con actividad biológica superior a la normal triyodotironina. La glándula tiroides produce también otra hormona, la Calcitonina, que participa en la regulación del Calcio libre en la sangre y en los líquidos extracelulares.<sup>3</sup>

La producción de hormonas por el tiroides es regulada por el lóbulo anterior de la hipófisis, que actúa por medio de la hormona tirotrópica (TSH).<sup>4</sup> A su vez la secreción de la hipófisis está regulada por el hipotálamo por medio del TRH. La liberación en el circuito hemático de TSH depende de la cantidad de hormonas  $T_3$  y  $T_4$  que se hallan en la sangre (retroalimentación negativa): si las hormonas tiroideas se encuentran en altas cantidades en el circuito hemático, se reduce la sensibilidad de la hipófisis anterior hacia el TRH y disminuye la secreción de TSH y sucesivamente el tiroides deja de producir  $T_3$  y  $T_4$ ; si las concentraciones de las hormonas tiroideas en la sangre son muy bajas, aumenta la secreción de TSH que estimula la glándula tiroides para que produzca las hormonas en cantidades mayores.<sup>5</sup>

El componente principal de las hormonas tiroideas es el yodo, que constituye el 65% del peso de toda la molécula, por lo tanto la disponibilidad de este elemento es indispensable para la síntesis de las



hormonas.<sup>6</sup> La alimentación es la fuente más importante de yodo:<sup>7</sup> en condiciones de equilibrio metabólico, siendo no significativa la eliminación fecal, la cantidad de yodo excretada con la orina es casi igual a la cantidad introducida con la dieta. Cuando la cantidad de yodo no es suficiente, el tiroides sufre un aumento de tamaño (Bocio), que es frecuente en el hombre y posible en los animales. Esta modificación morfológica se debe a la hiperestimulación por parte del TSH.

Una vez sintetizadas las hormonas son puestas en el circuito hemático a través de un fenómeno de pinocitosis contraria que depende del TSH;<sup>5</sup> a nivel sanguíneo las hormonas se ligan a proteínas plasmáticas (alfaglobulinas y albúminas) que aumentando su peso molecular, impiden la filtración renal y alcanzan los órganos blancos donde desempeñan sus distintas funciones. En los órganos, por medio de la actividad de algunos enzimas, puede producirse la monodeyodación de la molécula del T<sub>4</sub> que se transforma en T, razón por la cual no toda la Triyodotironina que se encuentra en el circuito hemático es sintetizada por el tiroides.<sup>7</sup> Una vez cumplida su acción, las hormonas tiroideas son eliminadas a través de la orina y de la bilis: el yodo eliminado por vía biliar puede ser reabsorbido por la mucosa intestinal.<sup>6</sup>

Las funciones de las hormonas tiroideas se pueden clasificar como fisiológicas y metabólicas.

## **FUNCIONES FISIOLÓGICAS**

1. En el sistema nervioso las hormonas estimulan la multiplicación de las células y la diferenciación de las neuronas.<sup>8</sup> La carencia de hormonas tiroideas produce disfunciones neuronales no reversibles en los animales en crecimiento (cretinismo).
2. Las hormonas regulan el crecimiento, la maduración esquelética y el metabolismo del calcio y fósforo. Si las hormonas son carentes desde el nacimiento, los animales crecen con las extremidades muy reducidas en relación al cuerpo (enanos hipotiroideos). El T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> pueden influenciar

en el metabolismo del calcio y del fósforo aumentando la peristalsis intestinal y disminuyendo la absorción entérica. El tiroides además desempeña una acción hipocalcémica a través de la producción de calcitonina.<sup>5</sup>

3. En el sistema cardiovascular, las hormonas tiroideas accionan directamente en las fibras del miocardio, determinando aumento de la frecuencia y flujo cardíaco, un aumento del consumo de oxígeno y de la permeabilidad capilar.
4. El suministro de hormonas tiroideas aumenta la frecuencia respiratoria.<sup>5</sup>
5. Las hormonas tiroideas aumentan la peristalsis gastroentérica y pueden alterar la actividad de las enzimas que intervienen en el metabolismo glucídico, lipídico y proteico a nivel hepático.
6. En el sistema hemopoyético pueden aumentar la síntesis de las células sanguíneas en cuanto favorecen la absorción de Vitamina B12 y hierro a nivel intestinal.
7. Las hormonas tiroideas determinan un aumento del flujo renal, de la filtración glomerular y de la secreción tubular, determinando un aumento de la cantidad de orina eliminada durante el día.
8. En el cutis y en el tejido conectivo, las hormonas controlan el ritmo de crecimiento.

## **FUNCIONES METABÓLICAS**

1. Las hormonas tiroideas producen un aumento del consumo de oxígeno por parte de los tejidos con sucesivo aumento del metabolismo basal o sea aumento de la cuota de energía para las funciones orgánicas.<sup>9</sup>
2. Las hormonas tiroideas intervienen en la termoregulación aumentando la producción de calor y la resistencia al frío

aumentando la actividad muscular, estimulando la erección de los pelos y la vasoconstricción; también aumentan la lipólisis aumentando la cantidad de sustancias energéticas para una mayor producción de calor.<sup>10</sup>

3. En el metabolismo glucídico, las hormonas aumentan la glicemia. facilitando la absorción intestinal de glucosa y galactosa y potenciando el efecto de la insulina.<sup>11</sup>
4. En el metabolismo lipídico, las hormonas desempeñan papel lipolítico activando la división de los triglicéridos para formar ácidos grasos libres.<sup>10</sup> Estas hormonas intervienen también en el metabolismo del colesterol y de las lipoproteínas.
5. En el metabolismo proteico, en dosis bajas, las hormonas tiroideas favorecen el anabolismo, mientras que en dosis altas estimulan el catabolismo.<sup>8</sup>
6. En el aparato reproductor, las hormonas tiroideas regulan el comportamiento sexual y la fertilidad. Se ha demostrado que en las vacas con endometritis, los niveles de todas hormonas tiroideas son significativamente inferiores a los de animales sanos,<sup>12</sup> lo que hace suponer una hipofuncionalidad tiroidea durante las afecciones genitales; existen también observaciones de alteraciones en negativo de la fertilidad suministrando alimentos con tirostáticos y en positivo con la utilización de soluciones yodo-yoduradas (Lugol), que siempre han sido los productos más eficaces en el tratamiento de las infecciones genitales de los bovinos, aunque su utilización se relacionaba a la actividad antimicrobiana de los productos.

Son distintas las pruebas que se pueden utilizar para medir la funcionalidad del tiroides. Considerando la capacidad de la glándula de capturar las moléculas de yodo, el método más utilizado en medicina humana prevé el suministro de átomos radioactivos de este elemento (<sup>131</sup>I o <sup>123</sup>I); pero considerando que el yodo radioactivo es

uno de los elementos más peligrosos no se puede considerar este método en medicina veterinaria.<sup>13</sup>

Actualmente se utilizan, sobre todo, técnicas radioinmunológicas (RIA) para medir los niveles de  $T_3$  y  $T_4$  en la sangre. Estas técnicas utilizan antígenos (en este caso de la hormona que se quiere detectar) que se hace reaccionar con un anticuerpo preformado. Las pruebas de funcionalidad tiroideas pueden dividirse en pruebas básicas y pruebas dinámicas; las primeras son:

#### **$T_4$ Total**

La tiroxina es la hormona principal secretada por el tiroides; los niveles normales de esta hormonas en el ganado bovino dependen de muchos factores; si se hallan valores demasiado elevados se puede diagnosticar con seguridad hipertiroidismo, mientras que niveles muy bajos pueden significar hipotiroidismo pero también enfermedades no tiroideas, como la cetosis, o suministro de algunos fármacos como fenilbutazona, glucocorticoides, etc.<sup>14</sup>

#### **$T_3$ Total**

La evaluación de la Triyodotironina total no ofrece más informaciones de la medida de la Tiroxina, en cuanto también sube en el hipertiroidismo y baja en el hipotiroidismo, en las enfermedades no tiroideas y con el suministro de algunos fármacos.

#### **r $T_3$ Total**

La cantidad de  $T_3$  invertida, en la mayoría de las enfermedades no tiroideas, aumenta con el disminuir de la triyodotironina normal; por estas razones la determinación de esta hormona puede ayudar a confirmar, junto a las medidas de las hormonas precedentes, si los bajos niveles se deben a enfermedades tiroideas o no.

#### **$T_4$ Libre**

La medida de esta fracción de hormona garantiza una estima mejor de la funcionalidad tiroidea, en cuanto no sufre modificaciones por enfermedades no tiroideas o suministro de fármacos.

## **TSH Total**

Para evaluar los casos de hipotiroidismo primario, se utiliza la determinación de esta hormona de la hipófisis ya que se verifica un aumento de TSH cuando las hormonas tiroideas se encuentran bajas y falta la retroalimentación negativa en la hipófisis anterior. Cuando, en cambio, el hipotiroidismo es secundario los niveles de TSH se encuentran bajos. En el hipertiroidismo los niveles de TSH están tan bajos que, a veces, no se pueden medir.

Las pruebas dinámicas se utilizan para definir las causas de hipotiroidismo en sujetos enfermos y se basan en la estimulación directa del tiroides a través del suministro de TSH, que sirve para diferenciar el hipotiroidismo desde las patologías no tiroideas o el suministro de fármacos, o en la estimulación de la hipófisis a través del suministro de TRF hipotalámico que define si el hipotiroidismo observado es primario, hipofisario o hipotalámico.

Los niveles de hormonas tiroideas en el ganado bovino pueden variar según el sexo, el estadio fisiológico, la raza, y muchos otros parámetros.

La productividad de los animales parece tener una importancia fundamental en los niveles de hormonas tiroideas. Se ha observado que  $T_3$  y  $T_4$  presentan niveles superiores, cuando comienza la lactancia, en animales de baja producción que en vacas altamente productivas,<sup>15</sup> y que, con el tiempo, aumentando la producción de leche, se observa siempre una reducción de las hormonas tiroideas.<sup>16</sup> En la primera lactancia, los animales reducen aún más los niveles de hormonas en cuanto el stress que sufren es mayor.<sup>17</sup> En las lactancias sucesivas la reducción en los niveles hormonales es inferior hasta que cumplen 4 o más lactaciones, momento en el cual comienzan a reducirse progresivamente los niveles.<sup>18</sup>

Influye mucho en los niveles de hormonas el estadio fisiológico de los animales; se ha observado una baja significativa de las hormonas antes del parto, un rápido aumento en el momento del parto, una ulterior baja de 6 a 10 días después, y un gradual aumento sucesivamente.<sup>15</sup> El comportamiento del  $T_3$  y del  $T_4$  es paralelo con la excepción que mientras la tiroxina baja repentinamente solo cerca del

parto, la triyodotironina comienza una baja más gradual desde que los animales comienzan a dejar de producir para secarse.<sup>19</sup> También al comienzo de la preñez se produce una reducción de la actividad tiroidea que se puede relacionar al estado de descanso del útero necesario para la radicación y el crecimiento embrional.<sup>20</sup> Se han observado variaciones durante el ciclo estral de los animales, siendo el momento del estro lo que presenta los niveles hormonales más elevados y el diestro, los más bajos.<sup>21</sup>

En las distintas razas existen diferencias siendo, entre las lecheras, la Holstein que tiene niveles más elevados que la Brown Swiss y la Simmenthal;<sup>18</sup> en los toros Holstein se ha observado que los reproductores que mejoran genéticamente la cantidad de leche, presentan niveles hormonales superiores a los otros hasta que este parámetro puede ser utilizado como indicador de buena calidad genética.<sup>13</sup>

Los niveles de hormonas varían además según las estaciones; se ha observado que en otoño los niveles de  $T^4$  y  $T^3$  son significativamente más elevados que en las otras estaciones<sup>21</sup> y que en los meses más cálidos se produce una inhibición de actividad tiroidea.<sup>16</sup>

Existen también variaciones significativas durante el curso del mismo día; en condiciones iguales de producción, raza y manejo, los niveles de hormonas de la 5 de la mañana a la 1 de la tarde suben gradualmente, de esta hora a la 5 de la tarde bajan repentinamente, para luego subir hasta la 1 de la madrugada y luego bajar.<sup>22</sup>

En los terneros se han cumplido algunas investigaciones que muestran que desde el nacimiento hasta los 2 meses los niveles de  $T_4$  sufren un decremento, entre los 2 y los 4 meses aumentan quedándose en estos niveles hasta los 9 meses para luego disminuir.<sup>23</sup> En relación a la altitud en los terneros se, ha demostrado que los animales criados a 1100 m.s.n.m., presentan los niveles de  $T_4$  más elevados y los de  $T_3$  más bajos que los animales criados a nivel del mar.<sup>24</sup>

Los niveles de hormonas tiroideas varían también en condiciones patológicas; generalmente las afecciones más frecuentes

son el hipotiroidismo y el hipertiroidismo; este último es muy raro en los animales y se manifiesta con aumento del metabolismo basal;<sup>4</sup> el hipotiroidismo, en cambio, se presenta con frecuencias más significativas; las causas de este ' trastorno pueden ser congénitas o adquiridas, generalmente las segundas son más frecuentes y se producen, en la mayoría de los casos, por carencia de yodo. La enfermedad se manifiesta con muerte de los animales recién nacidos, alopecia y aumento visible y palpable del tamaño de la glándula tiroides (bocio); se produce también una baja en la producción y pérdida de libido en el toro y del celo en la vaca.<sup>25</sup>

La carencia simple de yodo en la dieta y agua de bebida guarda relación estrecha con circunstancias geográficas. En las regiones en que el yodo del suelo no es reemplazado por aporte cíclico de yodo marino cabe citar: las grandes masas continentales y las zonas costaneras donde prevalecen los vientos procedentes del interior. En estas regiones es más probable que ocurra la deficiencia de yodo si llueve mucho, ya que de esta manera es continua la pérdida del mismo por filtración. Es también probable la escasez relativa de yodo en terrenos ricos de calcio y que carecen de humus.<sup>25</sup> Podemos observar que estas condiciones se presentan a menudo en el Ecuador. Finalmente, cabe señalar las carencias secundarias a alimentación prolongada con vegetales del género Brassica, que contienen un tóxico bociógeno, a demasiada contaminación bacteriana en el agua de bebida o a prevalencia, en los pastizales de trébol.<sup>25</sup>

## **FINALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las variaciones de la actividad de la glándula tiroides dependen de muchos factores fisiológicos y patológicos, hablar entonces de niveles normales es muy complicado, de toda forma las cuotas hormonales que se encuentran en la sangre pueden indicar el estadio de adaptación de los animales al medio ambiente, alimentación y manejo.

En el Austro del Ecuador se encuentran condiciones geográficas muy variadas: aparte del parámetro altitud sobre el nivel del mar, también la mayor o menor cercanía al mar, la dirección de los vientos y la pluviosidad, pueden influir sobre la disponibilidad de

yodo presente en el terreno. Además, cabe añadir que las mayorías de razas lecheras o de carne son explotadas en esta parte del país, en la manera más variada posible, desde lo más rústico a lo más tecnificado.

La presente investigación se realizó para poder evidenciar diferencias significativas de  $T_3$ ,  $T_4$ , TSH en los animales criados en diferentes altitudes sobre el nivel del mar, tomando en cuenta la cercanía al mar y las otras condiciones geoclimáticas: sin embargo, se considerará también el manejo, la alimentación, la sanidad, la producción, las razas y el sexo de los animales analizados para evidenciar cuáles de estos factores tienen más influencia sobre los niveles hormonales. La evidenciación de hipotiroidismo subclínico o de grandes diferencias en los niveles hormonales podría justificar los trastornos en la producción y reproducción de los animales criados en algunas de las zonas consideradas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en el Austro del País en 4 lugares ubicados en las siguientes zonas geográficas:

1. En la zona costanera.
2. En un valle caliente con dirección a la Costa.
3. En la Sierra andina.
4. En las estribaciones de la cordillera oriental.

Se considerarán, por lo tanto, los animales divididos en cuatro grupos.



## **GRUPO 1**

Este grupo procede de una hacienda localizada en Santa Rosa, provincia de El Oro a 130 m.s.n.m., distante 20 Kilómetros del mar en la llanura que llega hasta éste. La región climática en la cual se ubica la hacienda se clasifica como muy seca tropical; existe una estación de lluvia bien marcada en los meses entre enero y abril, mientras que los otros meses son secos. La pluviosidad promedio por año es de 500 a 1000 mm, la temperatura promedio es de 23 a 26°C.<sup>26</sup> La hacienda es manejada intensivamente, se explotan animales lecheros, en la mayoría de raza Brown Swiss de alto mestizaje, con una producción promedio de 14 litros diarios; la alimentación se basa en pastos tropicales y balanceado administrado en relación a la producción de los animales. El hato se componía de 80 cabezas, de las cuales se tomaron 22 muestras: 18 vacas Brown Swiss en producción, 2 bovinas procedentes del cruce de más de 2 razas en producción, 1 muestra de un torete de 1 año, futuro reproductor de la hacienda y, considerando que el mismo dueño cría ganado Brahmam para la producción de carne, se aprovechó para tomar la muestra de 1 toro que se encontraba en el establo al momento de la investigación.

## **GRUPO 2**

La hacienda en la cual se realizó el muestreo de este grupo está localizada en Yunguilla, cantón Santa Isabel, provincia del Azuay, a una altura de 1600 m.s.n.m. Esta región se clasifica como muy seca subtropical, con temperatura promedio de 18 a 22° C. y pluviometría promedio anual de 200 a 500 mm. Los meses lluviosos van de enero a abril, mientras que los restantes son secos.<sup>26</sup> Se encuentra a una distancia del mar en línea recta de 70 Km en un valle en dirección este-oeste. El sistema de explotación de la hacienda es semiextensivo; en el día los animales pastorean libremente sobre pastos naturales de la zona, por la tarde son trasladados a un establo donde se realizan los ordeños matutino y vespertino, mientras se les suministra alfalfa y concentrado. Las razas mestizas explotadas en la propiedad son: Holstein, Brown Swiss, Jersey y cruces entre estas razas; la producción promedio es de 10 litros diarios. El muestreo se realizó en 13 vacas y 2 vaconas Holstein, 1 bovina Brown Swiss, 1 vaca Jersey, 4 hembras cruces Holstein-Brown Swiss y 2 bovinas

cruces Holstein-Jersey, sumando un total de 23 animales entre secos y productivos.

### **GRUPO 3**

Este grupo está conformado por animales procedentes de 3 propiedades contiguas, localizadas en la parroquia Cumbe, cantón Cuenca, provincia del Azuay, a una altura de 2550 m.s.n.m. La región está clasificada climáticamente como subhúmeda temperada, con temperatura promedio de 12 a 18° C. y precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm. Los únicos meses secos van de julio a septiembre, mientras que las lluvias se distribuyen homogéneamente en los meses restantes.<sup>26</sup> Se encuentra a una distancia en línea recta del mar de 95 Km ubicada en una llanura rodeada por la cordillera occidental, la misma que dificulta la acción directa de las corrientes aéreas del mar. Las propiedades de las cuales proceden las muestras son manejadas zootécnicamente de manera similar; el tipo de explotación es lechero totalmente extensivo y tradicional. Los animales de raza Holstein mestiza son mantenidos todo el tiempo amarrados sobre potreros naturales donde prevalece el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Los ordeños son practicados directamente en el lugar donde pastorean y la producción promedio diario es de 8 litros; no se administra a los animales ninguna clase de suplementación alimenticia. El muestreo se realizó de acuerdo con el número de animales que poseía cada propiedad entre vacas secas y en producción; se tomaron muestras de 4 vacas en una propiedad, 7 hembras adultas en otra hacienda y 3 vacas en la última.

### **GRUPO 4**

Este grupo de animales procede de una hacienda ubicada en el cantón Limón, provincia de Morona-Santiago, a una altura de 1050 m.s.n.m. La región se considera climáticamente como húmeda subtropical, caracterizada por temperatura promedio de 18 a 24° C. y de 1500 a 2000 mm de precipitación promedio anual, distribuida durante todo el año.<sup>26</sup> Se encuentra a 150 Km de distancia en línea directa del mar separada de este por la cordillera de los Andes y ubicada en las estribaciones orientales de la misma. La propiedad en la cual se realizó la investigación es manejada extensivamente. Los

animales son criados para doble propósito, carne y leche, de manera totalmente rústica. La mantención se realiza amarrando a los animales sobre el pastizal compuesto prevalentemente de gramalote, pasto elefante y otras especies nativas. No se administra a los animales ningún tipo de suplemento alimenticio ni cuidado sanitario. La producción láctea es mínima, suficiente para abastecer el consumo familiar. Las razas criadas en la propiedad van de acuerdo con el tipo de explotación. El muestreo se realizó en 1 toro de carne mestizo; 1 vacona y 2 vacas Brown Swiss mestizas; 2 vacas Holstein mestizas; 1 ternera y 1 vaca cruces Browns Swiss-Holstein; 1 hembra adulta Brown Swiss-Brahamam.

Para el muestreo, que se realizó la segunda mitad del mes de junio, siempre entre las 9 y las 12 de la mañana, se tomaron en cuenta, en cada lugar, solamente animales clínicamente sanos. Las muestras se obtuvieron directamente de la vena yugular mediante aguja hipodérmica N° 14 larga; la sangre fue recolectada en tubos de ensayo estériles de 10 ml, en los cuales se realizó la coagulación. Una vez coagulada la sangre se trasladó lo más pronto al laboratorio de sanidad animal de la Universidad del Azuay donde se procedió a centrifugar la sangre para obtener el suero que se guardó en refrigeración de 2 a 4° C. por un máximo de 15 días. Una vez recolectadas todas las muestras, estas fueron enviadas bajo refrigeración al laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

En el laboratorio mencionado se realizaron los exámenes R.I.A. para detectar el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> totales y I.R.M.A. para el TSH por medio de un Kit producido por la casa D.P.C. de Estados Unidos.

## **ELABORACIÓN ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS**

Para establecer diferencias significativas dentro de los distintos grupos de animales se utilizó el programa de quimiometría PARVUS.

La primera operación que se efectuó fue utilizar la estadística clásica para verificar si se podían observar diferencias significativas a simple vista.

Considerando todo los datos obtenidos se encontraron los resultados expuestos en la Tabla 1.

**TABLA 1**  
**ESTADÍSTICA DE TODOS LOS DATOS**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	81.41	51.13	5.00	204.07
T4 $\mu$ //g/dL	3.37	1.21	1.12	6.09
TSH $\mu$ IU//mL.	0.48	0.12	0.30	0.90

En el grupo de animales criados en Santa Rosa, se obtuvieron los valores detallados en la Tabla 2.

**TABLA 2**  
**ESTADÍSTICA DEL GRUPO 1**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	56.80	50.66	5.00	176.83
T4 $\mu$ //g/dL	3.09	1.13	1.12	5.14
TSH $\mu$ IU//mL.	0.45	0.08	0.30	0.60

En el grupo de Yunguilla se obtuvieron los valores expuestos en la Tabla 3.

**TABLA 3**  
**ESTADÍSTICA DEL GRUPO 2**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	95.56	48.33	19.71	197.18
T4 $\mu$ //g/dL	4.03	0.97	2.26	6.09
TSH $\mu$ IU//mL	0.50	0.13	0.37	0.80

La Tabla 4 indica los valores obtenidos en el grupo procedente de Cumbe

**TABLA 4**  
**ESTADÍSTICA DEL GRUPO 3**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	96.38	58.47	18.70	204.07
T4 $\mu$ /g/dL	2.71	0.98	1.54	5.27
TSH $\mu$ IU//mL	0.46	0.17	0.30	0.90

Considerando el último grupo de animales, procedentes de Limón, se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla 5.

**TABLA 5**  
**ESTADÍSTICA DEL GRUPO 4**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	82.16	23.43	43.90	112.69
T4 $\mu$ /g/dL	3.35	1.60	1.38	5.99
TSH $\mu$ IU//mL	0.52	0.05	0.47	0.60

La revisión de los datos promedios, a simple vista, indica que el Grupo 1, representados por los animales criados a menor altitud sobre el nivel del mar, presenta los niveles de T<sub>3</sub> más bajos; mientras que el Grupo 3, representado por los animales mantenidos a mayor altitud, tiene el valor promedio más bajo de T<sub>4</sub>; observando los valores promedios de TSH, el conjunto de animales más cercanos el mar, Grupo 1, es el que presenta los valores más bajos, aunque las diferencias con el Grupo 3 son mínimas.

La simple evaluación de los promedios, pero no permite una completa visualización de los datos y no puede indicar si existen diferencias significativas entre los valores procedentes de animales pertenecientes a distintos grupos. Siendo el sistema compuesto por 3 variables, para obtener una visualización de los datos se efectuó el estudio de los Componentes Principales (PCA) que resumen la máxima variabilidad del sistema en cada componente, pudiendo ser combinados de 2 en 2 como ejes ortogonales.

Para poder efectuar este procedimiento y considerando qué las variables fluctúan entre niveles muy distintos por cada una de las

mismas, se procedió a realizar la normalización de todos los datos con el método del Autoscaling o sea restando a cada dato el valor promedio y dividiendo por la desviación estándar.

Sucesivamente se procedió, con estos datos, a visualizar la matriz de correlación entre las variables para evidenciar si éstas podían expresar la misma información y por ende eliminar una de estas. Cabe señalar que los valores más próximos a 1 son los que indican la máxima correlación entre las variables y, lógicamente, cada variable es relacionada máximamente consigo misma, como se observa en la diagonal de la matriz. La Tabla 6 detalla la matriz de correlación.

**TABLA 6**  
**MATRIZ DE CORRELACIÓN**

<b>VARIABLES</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>TSH</b>
T3	1.000	0.253	-0.172
T4	0.253	1.000	-0.040
TSH	-0.172	-0.040	1.000

En la Tabla 6 se puede observar cómo las variables no son relacionadas entre ellas y cada una lleva a una información específica en el sistema.

Para efectuar el análisis de los componentes, principales se procedió al cálculo de los autovalores y autovectores, buscando los coeficientes o loadings que explican la máxima variabilidad del sistema. La Tabla 7 indica los valores de los componentes principales (P.C.), coeficientes de los autovectores (loadings) por medio de los cuales se construirán los planes ortogonales para la proyección de los datos. Considerando que existen 3 variables, existen máximo 3 componentes principales. Cada autovector expresa el porcentaje de variabilidad de cada variable en el componente principal (expresa en las primeras tres columnas de la tabla) y el porcentaje de variabilidad de todo el sistema (última columna de la tabla).

**TABLA 7**  
**COEFICIENTES DE LOS AUTOVECTORES**

	T3	T4	TSH	%VAR.
P.C.1	-0.6845	-0.5861	0.4333	(44..20)
P.C.2	-0.0498	-0.5547	-0.8305	(32.08)
P.C.3	-0.7272	0.5905	-0.3499	(23.72)

Se puede observar como el primer componente resume casi totalmente la varianza de T<sub>3</sub>, la mitad de la del T<sub>4</sub> y el 43% de la del TSH. El segundo componente se basa casi totalmente en la varianza del TSH, parcialmente del T<sub>4</sub> y muy poco del T<sub>3</sub>. El tercer componente recoge la mayoría de la varianza del T<sub>3</sub> parte del T<sub>4</sub> y muy poco del TSH.

Proyectando los primeros 2 componentes principales en un plan ortogonal se explica el 76,28% de la variabilidad de todo el sistema, si se forman los ejes con el primer y el tercer componente se justifica el 67,92% de la varianza total, si se proyecta el segundo y el tercer componente, se analiza el 55,80% de la variabilidad; en todos los casos posibles, en dos planes se observa el comportamiento de los autovalores considerando más de la mitad de la variabilidad total.

En el Gráfico 1 se proyectan en los primeros 2 componentes principales los coeficientes (loadings) de las variables; el número 1 corresponde a los valores de T<sub>3</sub>, el número 2 al T<sub>4</sub> y el número 3 al TSH. Los autovalores que se ubicarán hacia la esquina izquierda superior serán caracterizados por altos valores de triyodotironina y bajos de TSH, contrariamente a los datos que se ubicarán en la esquina derecha inferior, los valores que se aproximarán a la parte central izquierda serán caracterizados por altos valores de Tiroxina.

En el Gráfico 2 observamos los autovalores (scores) proyectados en los primeros 2 componentes principales; a cada número corresponde un autovalor de un dato procedente de un distinto grupo; se puede observar que no se reconocen claramente agrupamientos entre las distintas clases, razón por la cual se puede afirmar que en esta proyección no existen diferencias significativas entre los sujetos procedentes de lugares con diferente altitud; sin

embargo, podemos observar que los sujetos del Grupo 1 tienden a ubicarse en la parte central hacia la esquina derecha superior y hacia el centro izquierda, lo que caracteriza bajos niveles en general de TSH y  $T_4$  y niveles relativamente elevado de  $T_3$ ; el Grupo 2 tiende a ubicarse centralmente con dirección hacia la esquina derecha inferior confirmando los altos niveles de TSH y de  $T_3$ ; los datos del Grupo 3 se ubican prevalentemente hacia la derecha, confirmando sus tendencias a presentar altos niveles de TSH, con dirección hacia la esquina izquierda, característico de los altos valores de  $T_4$ ; los datos del Grupo 4 se confunden completamente con los otros en la parte central del gráfico con ligera tendencia hacia la esquina derecha, es decir, a los altos niveles de TSH.

En el Gráfico 3 se proyectan los coeficientes (loadings) de las variables en los planes ortogonales formados por el primero y tercer componente principal. Sin embargo, aunque justificando una menor variabilidad total del sistema, esta proyección separa de mejor manera las tres variables; los datos que se ubicarán hacia la esquina inferior izquierda tendrán altos niveles de T, y bajos de las otras variables, los que se localizarán hacia la esquina superior izquierda presentarán altos niveles de  $T_4$  y bajos de las otras hormonas y los que se quedarán hacia la parte derecha inferior tendrán al los valores de TSH y bajos de las otras variables. En el Gráfico 4 de los autovalores se puede observar como también en esta proyección los datos se confunden sin mostrar diferencias significativas, aunque confirmando las tendencias antes mencionadas.

En el Gráfico 5 se proyectan en los últimos componentes principales los coeficientes de las tres variables y en el Gráfico 6 los autovalores en los mismos componentes; tampoco en esta proyección se pueden observar separaciones precisas de los grupos, sino ligeras tendencias.



LOADINGS

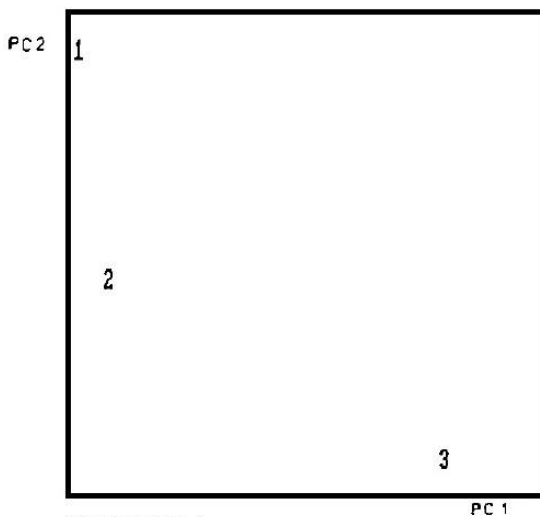


GRAFICO 1

SCORES

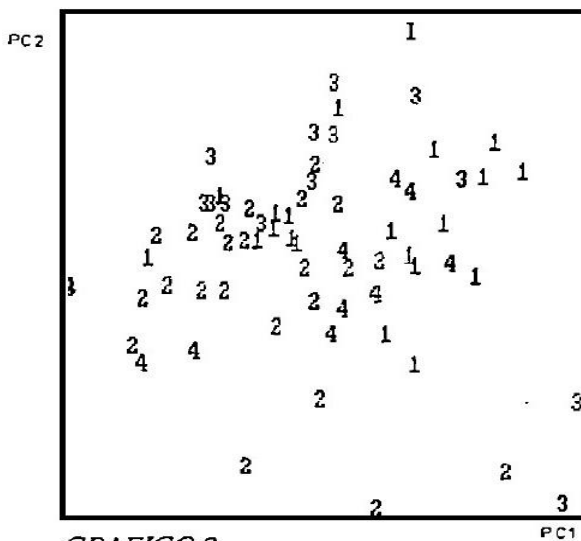


GRAFICO 2

LOADINGS

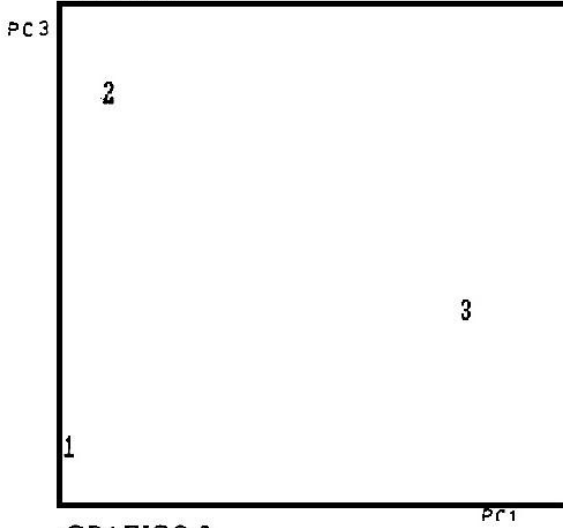


GRAFICO 3  
SCORES

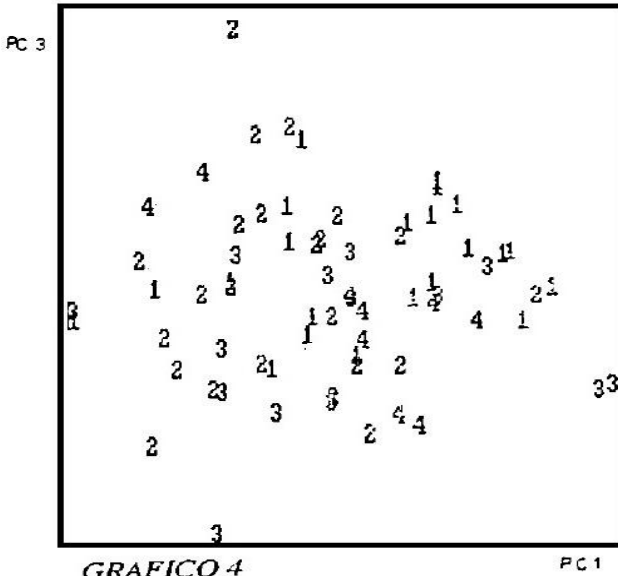
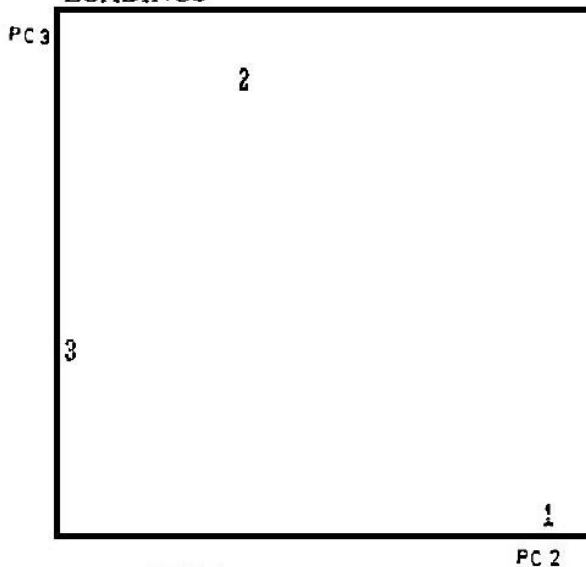


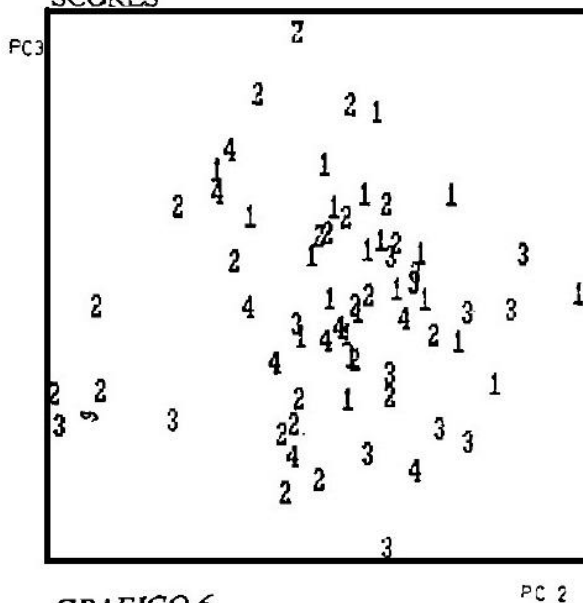
GRAFICO 4

### LOADINGS



### GRAFICO 5

### SCORES



### GRAFICO 6

Para verificar matemáticamente que no existían diferencias significativas entre los grupos, sucesivamente se utilizó como método de clasificación la LDA (análisis estadístico discriminante lineal) y para averiguar si era posible hacer una modelización se utilizó también este método en previsión, es decir, sacando un dato a la vez, haciendo el modelo sin este y observando en cuál categoría se ubicaba sucesivamente. Los resultados obtenidos a través de este análisis son que este método clasifica correctamente el 59.09% de los datos del grupo 1, el 56.52% de los datos del Grupo 2, el 35.71 % de los datos del Grupo 3 y el 44.44% de los datos del Grupo 4. El mismo método en predicción clasifica correctamente el 54.55% de los datos del Grupo 1, el 47.83% de los datos del Grupo 2, el 35.71 % de los datos del Grupo 3 y el 22.22% de los datos del Grupo 4. Esto significa que no existe una buena diferenciación de los grupos y no se puede realizar un modelo con estos datos aunque, a pesar de esto, en el Grupo 1 y 2 existen núcleos que pueden hacer suponer diferencias que caracterizan estos datos de los otros.

Considerando que la clasificación por lugares geográficos no daba los resultados esperados, se consideró que otros factores podían influir sobre los niveles de hormonas. Ya que se tenía una buena información solamente sobre las distintas razas a las cuales se había tomado la muestra se procedió, con la misma metodología, a analizar si existían diferencias significativas entre las diferentes razas. Para reducir la confusión causada por los cruces, las razas representadas por pocos sujetos y las puras bien representadas, se tomaron en cuenta solamente los animales Brown Swiss y los Holstein.

El análisis estadístico se realizó sobre 52 sujetos, de los cuales 23 Brown Swiss y 29 Holstein. Los animales Brown Swiss provenían: 19 de la hacienda de Santa Rosa, 1 de la hacienda de Yunguilla y 3 de la propiedad de Limón. Los Holstein procedían: 15 de Yunguilla, 1 de Limón y 13 de Cumbe.

Considerando a todos los animales, la estadística clásica dio los resultados expuestos en la Tabla 8.

**TABLA 8**  
**ESTADÍSTICA DE TODOS LOS DATOS**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	82.96	54.61	5.00	204.07
T4 $\mu$ //g/dL	3.28	1.20	1.12	6.09
TSH $\mu$ IU//mL	0.47	0.12	0.30	0.90

En la Tabla 9 se considera la estadística clásica de los animales Brown Swiss.

**TABLA 9**  
**ESTADÍSTICA DE LOS ANIMALES BROWN SWISS**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	63.57	48.82	5.00	176.83
T4 $\mu$ //g/dL	3.15	1.21	1.12	5.79
TSH $\mu$ IU//mL	0.46	0.07	0.30	0.60

En la tabla 10 se detalla la estadística de los animales Holstein.

**TABLA 10**  
**ESTADÍSTICA DE LOS ANIMALES HOLSTEIN**

VARIABLE	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
T3 ng/dL	98.34	54.82	18.70	204.07
T4 $\mu$ //g/dL	3.38	1.21	1.54	6.09
TSH $\mu$ IU//mL	0.49	0.14	0.30	0.90

Comparando los valores medio de las 2 razas podemos observar que existen diferencias marcadas en los promedios de los niveles de hormonas tiroideas, mientras que en lo que se refiere a la hormona hipofisiaria, las diferencias son mínimas. Como sugerido por la literatura, los animales Holstein mantienen los niveles totales de Tiroxina y Triyodotironina superiores a los animales Brown Swiss; cabe añadir que los sujetos procedentes de Santa Rosa, que representan la mayoría de los animales Brown Swiss analizados, producen una cantidad de leche superior a los otros, razón por la cual sus niveles tiroideos son inferiores;

Siguiendo con la metodología aplicada anteriormente se normalizaron los datos con el método del Autoscaling y se procedió a calcular la matriz de correlación para evidenciar relaciones entre las 3 variables como detalladas en la tabla 11.

**TABLA 11**  
**MATRÍZ DE CORRELACIÓN**

VARIABLES	T3	T4	TSH
T3	1.000	0.252	-0.190
T4	0.252	1.000	-0.000
TSH	0.190	-0.000	1.000

Se puede observar que la correlación es mínima, 25,2% entre las hormonas tiroideas y casi ausente entre estas y la TSH.

Para efectuar el análisis de los componentes principales (PCA), se realizó el cálculo de los autovectores y autovalores, cuyos resultados se exponen en la Tabla 12.

**TABLA 12**  
**COEFICIENTES DE LOS AUTOVECTORES**

	T3	T4	TSH	% VAR.
P.C.1	0.7071	0.5658	-0.4239	(43.48)
P.C.2	-0.0010	0.5996	0.8002	(33.33)
P.C.3	0.7070	-0.5658	0.4242	(22.83)

Se puede observar como el primero y tercer componentes recogen la mayoría de la variabilidad del T<sub>3</sub>, la mitad del T<sub>4</sub>, y una pequeña parte del TSH, el cual constituye principalmente el segundo componente. Siendo la variabilidad del sistema expresada en las tres combinaciones de 2 componentes en cantidad superior a la mitad de la variabilidad total, para la proyección de los autovalores se tomaron en cuenta todas las combinaciones posibles.

En el Gráfico 7 se exponen los coeficientes de las variables proyectadas en los primeros 2 componentes principales; los autovalores que se proyectarán hacia la parte central derecha, presentarán altos niveles de triyodotironina, los que se ubicarán hacia la esquina superior derecha tendrán altos los valores de tiroxina y,

finalmente, los que quedarán hacia la esquina superior izquierda presentarán altos valores de TSH.

Observando la proyección de los autovalores en el Gráfico 8 los números 1 indican los animales Brown Swiss, mientras que los números 2 los Holstein. Se puede llegar a la conclusión que no se produce una separación precisa entre las 2 razas consideradas, aunque existe la tendencia de todos los animales Brown Swiss a ubicarse en la parte inferior del gráfico, como a confirmar sus tejos niveles de hormonas tiroideas, y las tendencias de los animales Holstein a ubicarse en dos conjuntos una hacia la esquina izquierda, altos valores de  $T_3$ , el otro hacia la parte central derecha del gráfico, altos niveles de TSH.

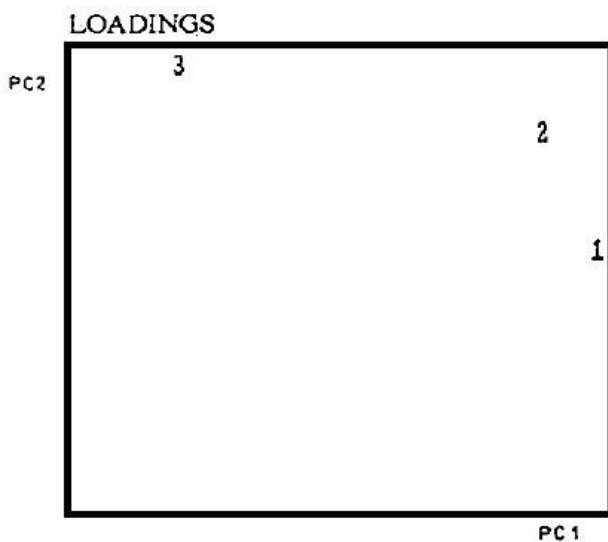
Considerando el primer y el tercer componente principal, en el Gráfico 9 se puede observar que los autovalores con altos niveles de  $T_3$  se ubicarán hacia la esquina derecha superior, los que se caracterizan por altos valores de  $T_4$  en la esquina derecha inferior y los con alto TSH en la parte superior izquierda.

La proyección de los autovalores en el gráfico 10, aunque sin separar claramente los grupos, evidencia mayormente la tendencia de los animales Brown Swiss al ubicarse en la parte central hacia la esquina izquierda inferior del gráfico, como a confirmar las consideraciones antes mencionadas, y las tendencias de los animales Holstein a ubicarse hacia los valores máximos de las 3 variables.

Considerando los últimos 2 componentes principales en la proyección de los coeficientes de las variables, en el Gráfico 11, y de los autovalores en el Gráfico 12 se pueden confirmar las mismas conclusiones, respectivamente bajos valores de  $T_3$ ,  $T_4$  y TSH para los animales Brown Swiss y altos para los Holstein.

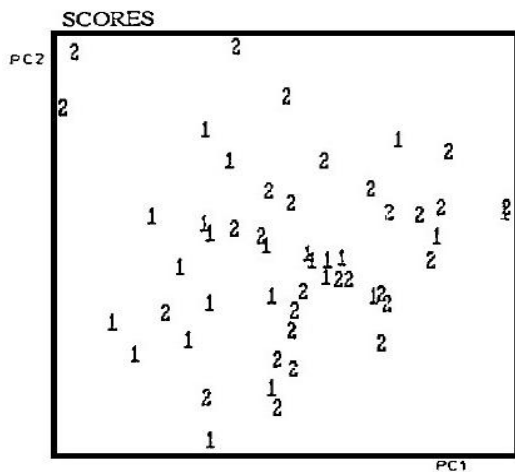
Para confirmar si existía la posibilidad de hacer modelos de clasificación y de predicción se aplicó el análisis LDA, considerando las 2 razas. Los resultados obtenidos son que el método clasifica correctamente el 60.87% de los animales Brown Swiss y el 62.07% de los animales Holstein. En predicción el método clasifica correctamente el mismo porcentaje de animales Brown Swiss,

mientras que reduce la clasificación correcta al 55.17% en los Holstein; por lo tanto ,si existe un buen núcleo de animales Brown Swiss que presenta características hormonales bien definidas que se confirman en la predicción, este núcleo, aunque existiendo, es inferior por los animales de raza Holstein. Observando cuales animales eran clasificados no correctamente en ambos grupos no se pudieron sacar conclusiones ya que estos procedían homogéneamente de distintos lugares y poseían diferentes sexos.

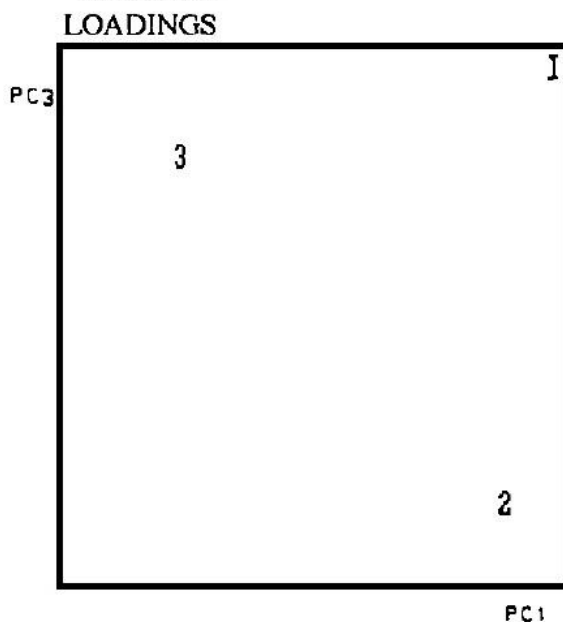


**GRAFICO 7**

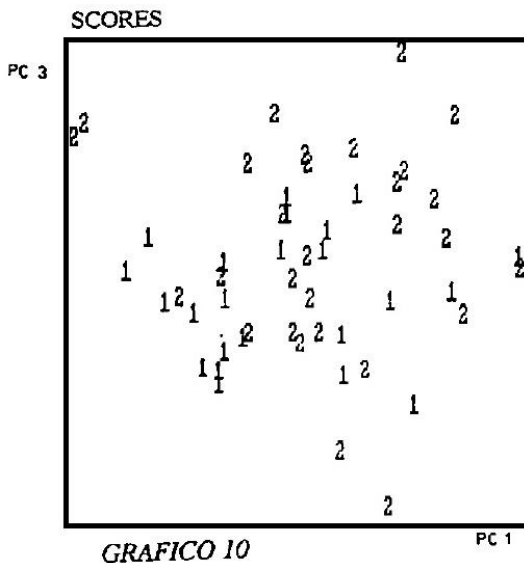




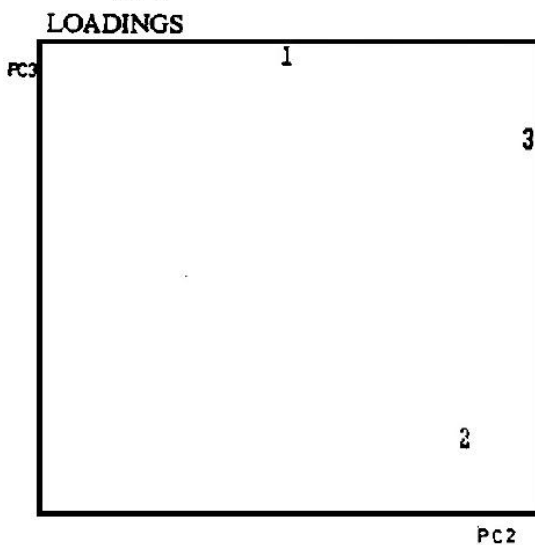
*GRAFICO 8*



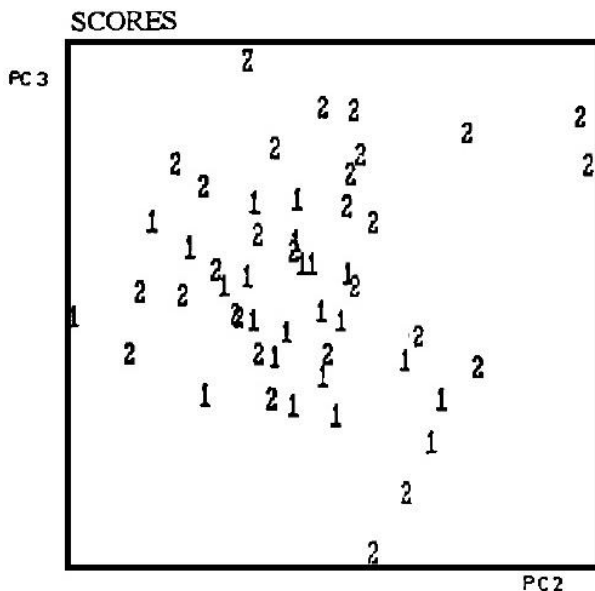
*GRAFICO 9*



*GRAFICO 10*



*GRAFICO 11*



## CONCLUSIONES

Los niveles de hormonas tiroideas y de TSH en los bovinos criados en el sur del Ecuador no presentan diferencias significativas si se considera solamente el parámetro altitud sobre el nivel del mar como discriminante, aunque se observan tendencias de los animales a presentar grupos casi homogéneos: los animales de la zona costanera tienden a presentar bajos niveles de todas las hormonas consideradas; los bovinos del valle caliente tienden a mantener altos los niveles de  $T_4$  y TSH y bajos los de  $T_3$ ; los animales de la Sierra tienden a presentar altos niveles de  $T_3$  y de TSH; los animales del oriente son los que más se confunden con los otros, aunque tendencialmente presentan niveles mayores de  $T_3$  y TSH.

Si se considera solamente el parámetro raza, aunque las diferencias no son tan marcadas, la separación en grupos es más definida. Los Brown Swiss tienden a mantener bajos niveles de todas las hormonas, mientras que los Holstein presentan los valores más altos.

Como precedentemente se detalló, los factores que influyen en los niveles de las hormonas tiroideas son muchos y muy variados, mientras que los datos que se analizaron en este trabajo poseen solamente una pequeña información sobre el estado general de los animales tomados como muestra. Probablemente, los factores no considerados en esta investigación, como el estado de preñez, la producción por cada animal en el momento del muestreo, la edad del animal, etc. y la combinación de estos, poseen una influencia mayor sobre el funcionamiento de la glándula tiroidea de los animales que los parámetros tomados en cuenta.

Sin embargo, es de importancia fundamental dar un seguimiento a este tipo de trabajo tomando en cuenta también otros factores que pueden condicionar los niveles hormonales, para llegar a determinar cuáles son los niveles óptimos de estas hormonas en relación a los distintos factores que condicionan el funcionamiento de la glándula y utilizar estos datos en la clínica y en la selección genética de los animales ya que las hormonas tiroideas pueden ser consideradas como indicadores del buen funcionamiento fisiológico del animal y de la potencialidad productiva.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. SISSON S., GROSSMAN J. D., Anatomía de los animales domésticos, Tomo 1, Quinta Edición, Salvat Editores S. A., Barcelona, 1982.
2. BONE J. F., Fisiología y anatomía animal, Editorial El Manual Moderno Sade CV., México D.F.
3. WILSON J. A., Fundamentos de fisiología animal, Volumen 3, Ediciones Orientación S. A., México, 1991.
4. HUTYRA E, MAREK J., MANNIGER R, Patología terapéutica especiales de los animales domésticos, Tomo 3, Editorial Labor S. A., Barcelona, 1973.

5. MARTINI E., Fisiología degli animali domestici, Volume 2, Seconda Edizione, Librería Universitaria Tinarcelli, Bologna, 1981.
6. MARIOTTIS., VITOP., PINCHERA A., Fisiología e biochimica degli ormoni tiroidei, In Enciclopedia Medica, Volume 2, Edizione USES, Tomo 14, Firenze 1984, pp. 2271-2279.
7. FONDEUR S., MICHAUX J. M. ARDILLIER B., MOUTHON G., Immuno Enzymologie et exploration thyroïdienne chez les mammifères domestiques, Rec. Med. Vet, 1982, 3, pp. 273-282.
8. MC DONALD L. E., Veterinary endocrinology and reproduction, Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1980.
9. OPPENHEIMER J. H., Thyroid hormone action at the cellular level, Science N° 203, 1979, pp. 971-979.
10. ROSYCHUCK R. A. W., Thyroid hormone and antithyroid drugs, Vet. Clin. North America, 12,1982, pp. 111-148.
11. ANDREOLI, M., La tiroide: fisiología clínica e terapia, Edizione II Pensiero Scientifico, 1974.
12. LACALANDRA G. M., ZARILLI A., PETAZZI F., SCIORSCI R. L., Livelli ematici di ormoni tiroidei T3, T4, FT3, FT4. Ricerche pre-liminari, Atti della Societa' Italiana di Buiatria, XVIII, 1986, pp. 521-526.
13. OSMOND T. J. CARR W. R., HINKS M. J., LAÑD R. B. Physiological attributes as possible selection criteria for milk production, Anim. Prod. N° 32, 1981, pp. 159- 163.
14. BELSHAW B., RINJBERK A. Hypothyroidism, en Current Veterinary Therapy VI, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1977.
15. BERTONI G., PALLAVICINIG., LOMBARDELLI R. Considerazioni e ricerche sui rapporti fra lattazione, metabolismo

energetico ed attivita' tiroidea, Zoot. Nutr. Anim. N° 9, 1983, pp. 19-30.

16. HART I. C., BINES J. A., MORANT S. V., Endocrine control of energy metabolism in the cow: correlations of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stages of lactation, J. Dairy Sci. N° 62, 1979, pp. 270-277.

17. ACEVES C., RUIZ A., ROMERO C., VALVERDE C. Homeorhesis during early lactation. Euthyroid sick-like syndrome in lactating cows, Acta endocrinológica N° 110, 1985, pp. 505-509.

18. BLUM J. W., KUNZ P., LEUENBERGER R., Thyroid hormones, blood plasma metabolites and hematological parameters in relationship to milky yield in dairy cows. Anim Prod. N° 36, 1983, pp. 93-104.

19. CHIESA F., GAIANI R., FORMIGONI A., ACCORSI P. A., Modificazioni del quadro endocrino e metabolico in bovine da latte ad elevata potenzialita' produttiva durante l'asciutta e la lattazione, Archivio Veterinario Italiano, Vol. 42, N° 4, 1991, pp. 157-179.

20. LACALANDRA G. M., SCIORSCI R. L., Osservazioni sull'attivita' tiroidea in gravidanza fisiologica nella bovina, Atti della Societa' Italiana di Buiatria, XIX, 1987, pp. 373-384.

21. NIXOND. A., AKASHA M. A., ANDERSON R. R., Free and total thyroid hormones in serum of Holstein cows, J. Dairy Sci. N° 71, 1988, pp. 1152-1160.

22. FERLAZZO A., FAZIO E., D'AURA G., PANZERA M., Variazioni diurne dei parametri della funzionalita' tiroidea nella bovina gravida, Atti SISVET 1989, pp. 277-281.

23. FABRY J., Thyroid hormones and daily gain in cattle, Anim. Prod. N° 36, 1983, pp. 355-361.

24. PICCIONE G., FAZIO E, PANZERA M., FERLAZZO A. Parametri sierici della funzionalita' tiroidea in vitelli allevati a differente altitudine, Atti della Societa' Italiana di Buiatria, Volume XXIV, 1992, pp. 95-99.

25. BLOOD D. C., HENDERSON J. A., RADOSTITS O. M., Medicina Veterinaria, Sexta Edición, Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V., México, D. F., 1988.

26. CAÑADAS I., El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Editores Asociados Cía. Ltda. Quito- Ecuador. 1983





# **ADITIVOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA**

**Miriam Briones García**



# ADITIVOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

## RESUMEN

*Considerando que en la industria del procesamiento de la carne, uno de los aspectos más importantes es la utilización de aditivos, se ha efectuado un estudio bibliográfico y experimentos prácticos en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay (UDA) en base a lo cual se presenta este trabajo en el que se analizan los aditivos más utilizados, métodos de aplicación, acción, dosis permisibles y efectos adversos en caso de existirías.*

## 1. INTRODUCCION

La mayoría de nosotros, tal vez todos, preferiríamos vivir en un mundo en donde los alimentos producidos por la tierra se pudieran cosechar y mantener en su estado natural, que se consumieran inmediatamente y que nunca hubiera que recurrir a aditivos como conservantes, emulsionantes artificiales, estabilizadores, ablandadores, antioxidantes, colorantes permitidos, etc. Pero desgraciadamente no es así. La tecnología en la producción de alimentos y las grandes cadenas de distribución de los mismos han creado una situación en la que son necesarios los aditivos.

Muchos de los aditivos son sustancias inofensivas, y algunos imprescindibles, como los conservantes, sin los cuales los alimentos que consumimos serían peligrosos, así por ejemplo, su utilización en los productos cárnicos es más importante que correr riesgos de posibles envenenamientos por consumir carne en mal estado. Otro ejemplo de aditivos muy comunes y muy importantes en la conservación de alimentos son la sal y el azúcar, pero su consumo en exceso no es saludable; existe una estrecha relación entre el exceso de sal y la hipertensión y entre el exceso de azúcar y la caries dental así como con la obesidad. Por tanto, su utilización es valiosa pero su

consumo ha de ser moderado, siendo necesario estar bien informados acerca de los aditivos y las posibles implicaciones de su inclusión en nuestra dieta diaria.

Como un mecanismo de regulación en la utilización de aditivos, la Comunidad Económica Europea (CEE) ha introducido una lista de aditivos permitidos que van numerados bajo el código "E" los mismos que, deben constar en los productos alimenticios que circulan de un país a otro dentro del Mercado Común.

Por ejemplo:

### ***SALCHICHAS TÍPICAS DE CARNE DE CERDO***

*INGREDIENTES: carne de cerdo, agua, galletas, almidón, carne de pavo, sal, especias, concentrado de proteína de soja, poli fosfatos de sodio, hierbas, dextrosa, potenciador de sabor (glutunato monosódico), antioxidantes (E301, E304, E307), azúcar, conservante (E223), saborizante, colorante (E128).*

*E301: L-ascorbato sódico.*

*E304: Acido Pabnitoil-6-L-ascórbico.*

*E307: Alfa-tocoferol sintético.*

*E223: Metabisulfito sódico.*

*E128: Rojo 2G (HANSSEN, 1986, p. 61).*

Este sería un método digno de seguir en nuestro país, dictando normas precisas sobre la utilización de aditivos a fin de eliminar de las etiquetas información ambigua como por ejemplo "colorante permitido".

## **2. ADITIVO**

*"Sustancia química que es añadida a un alimento durante su elaboración para cumplir con una función tecnológica específica, impartiendo al alimento características que sin el aditivo no es posible darle " (Gartz, 1987).*

## **2.1. CONDICIONES**

Un aditivo debe utilizarse únicamente cuando cumpla las siguientes condiciones:

- El aditivo debe ser inocuo para la salud del consumidor.
- No es posible darle al alimento las características requeridas sin el suministro del aditivo.
- El uso del aditivo no debe inducir a un engaño al consumidor.
- Las cantidades utilizadas no deben exceder las mínimas para producir el efecto deseado ni las máximas permitidas por la legislación vigente.
- El uso del aditivo no debe enmascarar procesamientos deficientes.
- No debe atentar contra el valor nutritivo del alimento.
- El aditivo debe ser legalmente de uso permitido.

## **3. CONSERVANTES**

Son sustancias que impiden el crecimiento de bacterias, hongos y virus en los alimentos, evitando así que se deterioren. Solo se deberá prescindir de los conservantes cuando exista la seguridad de poder consumir los alimentos frescos.

Desde el punto de vista de proporcionar alimentos inocuos a los consumidores que están distantes del lugar de fabricación, constituyen un grupo de sustancias que, en general, proporcionan mucho más seguridad que consumir alimentos enmohecidos sin estos conservantes.

En la industria cárnica se utilizan como principales conservantes las siguientes sustancias: cloruro de sodio y sales nítricas.

### 3.1. CLORURO DE SODIO

El cloruro de sodio o sal común es el principal aditivo utilizado en todos los productos cárnicos procesados.

#### 3.1.1. Aplicación

En seco:

- frotación
- apilonamiento de la carne entre capas de sal.
- adición directa durante el molido de la carne; por las obvias propiedades saborizantes de la sal, no es posible adicionar cantidades superiores al 2,5%

En húmedo:

- inmersión: sumergir las piezas de carne en soluciones del 15% - 20%
- inyección: inyectar soluciones del 10%- 15% en peso en arterias o en diferentes partes del tejido muscular, empleando inyectores manuales o automáticos.
- inyección - inmersión.

#### 3.1.2. Acción

- 1) Reducción de la actividad del agua  $a_w$ .
- 2) Inhibición del desarrollo microbiano (acción conservante):
- 3) Con valores bajos de  $a_w$  se facilitan las reacciones físicas, bioquímicas y enzimáticas que ocurren durante la maduración de embutidos crudos.
- 4) Incrementa el poder emulsificante de las proteínas.
- 5) Facilita la extracción de las proteínas solubles de la carne.
- 6) El sabor y el olor se ven favorecidos sobremanera;

### 3.1.3. Efectos adversos

No se presentan problemas cuando se utiliza en dosis normales.

## 3.2. SALES NÍTRICAS

La nitrificación de la carne o curado persigue prolongar la capacidad de conservación de la carne mediante el empleo de sales nítricas que detienen el crecimiento microbiano e inhiben la acción enzimática.

Las sales nítricas utilizadas son: nitrito de sodio ( $\text{NO}_2\text{Na}$ ), nitrito de potasio ( $\text{NO}_2\text{K}$ ), nitrato de sodio ( $\text{NO}_3\text{Na}$ ), nitrato de potasio ( $\text{NO}_3\text{K}$ ), las mismas que por su poder de acumulación en el organismo no debe emplearse más de 200 ppm con relación a la masa del producto a elaborar.

### 3.2.1. Aplicación

Para una mejor aplicación de las sustancias curantes, es necesario preparar la sal curante o sal de Praga que consiste en una mezcla de sal común, azúcar y sal nítrica.

Curado seco:

- frotación
- apilonamiento de la carne en tinas y separada por capas de sal curante de 5 mm de espesor.
- adición directa de sal curante al triturar la carne en la cutter.

Curado húmedo:

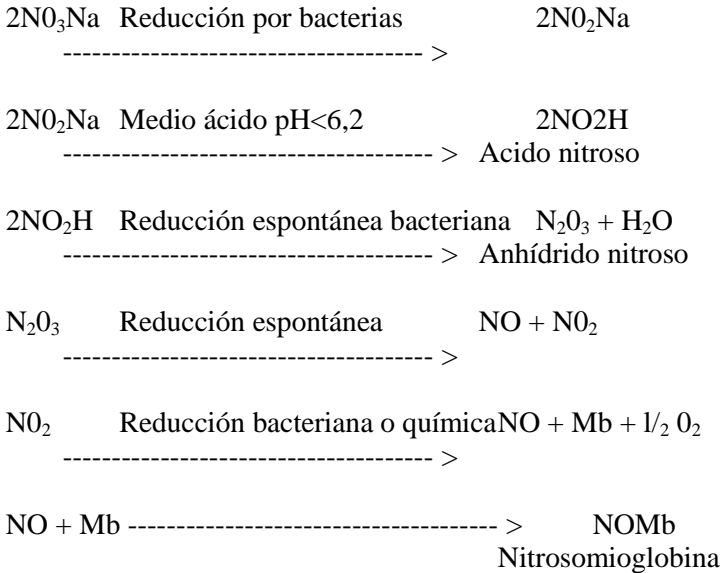
- inmersión: sumergir las piezas de carne en salmueras curantes con 15 ° Bé-20° Bé.
- inyección: inyectar la salmuera curante a 18° Bé, en arterias o diferentes partes del músculo.
- inyección - inmersión

- centrifugación: consiste en impregnar la salmuera curante por efecto de la velocidad centrífuga.

### 3.2.2. Acción

1. Con la mioglobina (Mb) produce la nitrosomioglobina, pigmento termoresistente que da el color característico del curado.

#### PROCESO QUIMICO DEL CURADO



2. Efecto bacteriostático; inhibe el crecimiento del clostridium botulinum.

3. Reduce la velocidad de enranciamiento durante el almacenamiento.

4. Contribuye a la formación de aroma.

El producto terminado no debe tener más de **50 - 125 ppm** de nitrito residual.



### 3.2.3. Efectos adversos

El nitrato potásico puede producir gastroenteritis con gran dolor abdominal, vómitos, vértigo, debilidad muscular y pulso irregular. Se puede convertir en nitrito potásico en los intestinos mediante la acción bacteriana (especialmente en bebés) y este nitrito después de ser absorbido puede afectar a la hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre impidiendo que estos transporten oxígeno. Los nitritos forman diminutos restos de nitrosaminas en el estómago y se ha demostrado que son carcinógenas en los animales pero aún no se ha podido demostrar en los humanos. Está prohibida la venta de alimentos para bebés y niños que contengan estos aditivos. Sin embargo, sin los nitratos y los nitritos se producirían muchas muertes debido al crecimiento de microorganismos tóxicos de la carne.

## 4. ANTIOXIDANTES

En circunstancias normales las grasas y los aceites se oxidan al estar en contacto con el oxígeno ambiental. Durante este proceso adquieren un sabor rancio y si se ingieren en este estado pueden ocasionar enfermedades. Los antioxidantes se añaden también a otros productos no grasos tales como frutas cortadas en pedacitos con el fin de evitar la decoloración producida por la oxidación.

Existe una gran variedad de productos químicos que cumplen la función de antioxidantes, entre ellos el ácido ascórbico o vitamina C, que a más de evitar la oxidación, mejora la coloración de los embutidos.

### 4.1. ÁCIDO ASCÓRBICO - ASCORBATOS

El ácido ascórbico o vitamina C, se encuentra en estado natural en muchas frutas y hortalizas frescas; se fabrica también mediante síntesis biológica.

#### 4.1.1 Aplicación

En productos cárnicos curados.

#### 4.1.2 Acción

1. Evita la formación de metamioglobina.
2. Acelera la formación de nitrosomioglobina (por su acción reductora).
3. Protege la salud del consumidor al actuar como catalizador en las reacciones de curado.

Cantidad permitida: 50 g/100 Kg de masa.

#### 4.1.3. Efectos adversos

Generalmente es bien tolerado; dosis elevadas pueden producir diarrea y erosión dental; más de 10 gr por día puede producir cálculos a los riñones en personas sensibles a esto.

### 5. EMULSIONANTES Y ESTABILIZADORES

Los emulsionantes pueden unir dos sustancias inmiscibles de forma que no se separen originando una mezcla homogénea (emulsión).

Los estabilizadores tienen una función similar a la de los emulsionantes, aumentan la viscosidad del medio con lo que evitan que las gotitas de una emulsión choquen y se desintegren o forman coloides protectores para minimizar la frecuencia y la energía de los choques.

Estas sustancias pueden ser de origen animal, vegetal o químico.

#### 5.1. ORIGEN ANIMAL

**Plasma sanguíneo:** es la fracción líquida de la sangre obtenida por centrifugación. Debido a su alto contenido proteico puede absorber hasta doce veces su peso en agua.

*"...puede ser utilizado en la elaboración de productos como salchichas, mortadelas y palés, mejorando la textura, la apariencia y el valor nutricional siempre y cuando se emplee hasta un 2% como plasma deshidratado o un 5% como plasma líquido congelado, evitando de esta manera la aparición de olores, sabores y colores anormales. Uno de los limitantes para su empleo es que le confiere al producto terminado un color pardo violáceo desagradable para los consumidores" (PIÑEROS, 1988: 12).*

**Caseinato de sodio:** se obtiene de una cuajada o de una caseína ácida deshidratada. Es empleado en la elaboración de productos cárnicos con el objeto de emulsificar las grasas y permitir de esta manera que la carne magra empleada en la formulación desarrolle al máximo su capacidad de retención de agua. En pre-emulsiones se utiliza una parte de caseinato por siete partes de agua mejorando la incorporación de estas sustancias y contribuyendo a incrementar la textura, jugosidad y rendimientos reduciendo los costos de producción. También puede utilizarse como agente gelificante en la elaboración de la emulsión de cueros.

La cantidad máxima permitida de caseinato es del 2,5% en el producto terminado.

**Leche en polvo:** posee una escasa capacidad emulsificante debido a que la caseína está asociada al calcio formando el caseinato de calcio, compuesto bastante insoluble en agua y con bajo poder de dispersión, dificultándose de esta manera la emulsificación de las grasas. *"La leche en polvo contribuye a mejorar la capacidad de retención de agua y el valor nutricional en productos cárnicos, especialmente patés, permitiendo su empleo en una proporción de hasta del 3.5%" (CARDONA, 1991).*

**Suero deshidratado:** se obtiene por precipitación de la caseína. Es un producto con buenas propiedades emulsificantes debido a la adecuada dispersión y solubilidad de sus proteínas

constituyentes (lactoalbúmina y lactoglobulina). Se caracteriza además por su contenido de lisina.

Cantidad máxima permisible: 3,5% del total.

## 5.2. ORÍGEN VEGETAL

**Harina de soya:** puede ser empleada en forma sólida o como gel (una parte de soya por tres partes de agua tibia) proporcionando una aceptable propiedad emulsificante, una adecuada solubilidad en agua y una buena capacidad de retención de agua.

En forma sólida puede emplearse en una proporción de hasta un 5% del total y como gel hasta un 12%.

**Proteína aislada de soya:** posee un contenido proteico de un 90%, proporciona a los productos cárnicos un efecto estabilizador lo cual les permite soportar tratamientos a altas temperaturas sin afectar su textura y jugosidad.

Se utiliza en forma de gel hasta el 2,5% de la composición total de producto terminado.

## 5.3. ORÍGEN QUÍMICO

**Fosfatos:** En determinados países no son permitidos ya que no se les considera indispensables para la elaboración de embutidos. Se conoce que la carne en su punto isoeléctrico (pH=5.5) pierde agua y sustancias hidrosolubles, pero al ajustar el pH con la adición de fosfatos (Ph=7), las fibras musculares y en especial las proteínas mantienen su contenido hídrico normal.

Se emplean los monofosfatos y polifosfatos en forma de sales de calcio, potasio y sodio, como orto, piro y metafosfatos en una proporción de 2,5 g por Kg de carne.

**Efectos adversos:** en Francia se ha sugerido que los polifosfatos pueden causar trastornos digestivos mediante el bloqueo de cierta cantidad de enzimas.

## **5.4. ACCIÓN**

1. Alto contenido proteico
2. Capacidad para emulsificar grasas.
3. Capacidad para retener agua.
4. Incrementar la estabilidad de las emulsiones cárnicas.
5. Reducir las mermas durante la cocción y almacenamiento.
6. Aumentar rendimientos.
7. Disminuir los costos de formulación.

## **6. ABLANDADORES**

Son sustancias químicas o naturales que desdoblan los almidones presentes en la masa. Entre los de origen químico tenemos el bicarbonato de sodio, pero su utilización no es recomendable porque altera al acidez de la carne y; entre los de origen natural están: la bromelina, enzima extraída de la corteza de la pina; la papaína, enzima que se obtiene de la papaya o de su corteza y la ficina, enzima obtenida del higo; estas sustancias no alteran el sabor ni olor de los embutidos y pueden utilizarse en una proporción del 1%.

El incremento de la blandura de la carne que se produce durante su maduración, se le atribuye en gran parte a las enzimas proteolíticas que posee la carne denominadas catepsinas.

## **7. COLORANTES**

Debido a que el consumidor busca instintivamente los alimentos que poseen características agradables, la mayoría de los colorantes se utilizan para hacer que los productos sean más atractivos. A veces el colorante se permite solo en la parte exterior de los alimentos (confitería), pero generalmente se emplean también en el interior.

Dentro de los colorantes naturales utilizados en la industria cárnica tenemos: el azafrán, utilizado en una proporción del 0,3%; los achiotes que deben ser utilizados con precaución por su sabor amargo;

paprika que se la puede emplear hasta un 5%; además se puede emplear ácido ascórbico, cúrcuma, sangre de animales, estrados de remolacha, etc.

En cuanto a los colorantes de origen químico, estos se utilizan en forma indiscriminada en nuestro país, debido a que enmascaran la blancura de la fécula, sirviendo como elementos de adulteración de productos.

## **8. POTENCIADORES DE SABOR**

Estos aditivos resaltan ciertos aromas naturales de los alimentos y reducen el sabor molesto que se origina durante el tratamiento.

### **8.1. GLUTAMATO MONOSÓDICO**

Uno de los potenciadores de sabor más conocido es el glutamato monosódico (MSG). Sustancia de aspecto cristalino, se encuentra en estado natural en las algas llamadas Seatango que crecen en el Japón; comercialmente se extrae de la soya, pulpa de remolacha azucarera o gluten de trigo.

#### **8.1.1. Acción**

Potenciador de sabor de los alimentos proteínicos, ya sea incrementando la cantidad de saliva producida en la boca o bien estimulando las papilas gustativas.

Para su empleo en carnes curadas se lo utiliza disolviendo en la salmuera; en los embutidos de pasta fina la adición es directa.

#### **8.1.2. Efectos adversos**

Su empleo en la actualidad está cuestionado, al parecer ocasiona enfermedades gástricas. Se prohíbe en los alimentos destinados a los bebés y a los niños.

## **9. SUSTANCIAS DE RELLENO**

Son sustancias ricas en carbohidratos y con un bajo contenido de proteínas. Las más utilizadas en cárnicos son:

- Harinas de cereales como el trigo, maíz, centeno.
- Almidón de yuca, papa, trigo, maíz.

### **9.1. APLICACIÓN**

Deben ser adicionadas en el cutter al final del proceso permitiendo de esta manera la liberación de la proteína hidrosoluble a más de evitar ascensos bruscos en la temperatura de la masa lo cual podría dañar la emulsión.

Durante la cocción del embutido, se deben alcanzar temperaturas cercanas a los 80°C a fin de inactivar las amilasas de la carne que degradan el almidón.

### **9.2. ACCIÓN**

1. Incrementan la capacidad de retención de agua.
2. Disminuyen mermas durante la cocción y almacenamiento.
3. Mayores rendimientos.
4. Reducen costos de formulación.

## **10. AZÚCARES**

### **10.1. ACCIÓN**

1. Contribuyen en el sabor y aroma.
2. Enmascaran el sabor amargo de las sales.
3. Donantes de energía para los microorganismos presentes en la masa o pasta.
4. Potente acción reductora.

## **11. CONCLUSIONES**

Los aditivos deben utilizarse con la finalidad primordial de hacer llegar al consumidor alimentos con mejor sabor y en buenas condiciones, más no como beneficio para el fabricante permitiéndole utilizar materias primas de mala calidad o enmascarar procesos defectuosos.

Siendo Cuenca una ciudad en la que existen numerosas fábricas de embutidos, algunas legales y otras clandestinas, es imprescindible realizar un seguimiento y control de estos productos a fin de salvaguardar la salud de los consumidores.



## **BIBLIOGRAFÍA**

CARDONA, Aurelio., Memorias del Seminario "Tecnología de la Carne", ESPOCH, Riobamba, Ecuador, 1991.

GARTZ, E., Las carnes y su procesamiento, Medellín, Colombia, 1987.

HANSSEN, Maurice, Guía de los números "E"., Editorial Edaf, S.A. Madrid, España, 1986.

PIÑEROS, G., Empleo de sustancias ligantes y de relleno en la elaboración de productos cárnicos ICTA. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia, 1988.

POTTER, Norman, La Ciencia de los Alimentos, Editorial Edutex, S.A. México D.F., 1973.

SANZ, EGAÑA, Enciclopedia de la Carne, Editorial Espasa-Calpe, S.A., Madrid- España, 1967.

SECAP, Memorias del curso "Procesamiento de la Carne", Secap., Cuenca, 1989.



**EXTRACCIÓN DE ACEITE DE NOGAL POR  
SOLVENTE**  
**(Trabajo presentado en las  
V Jornadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
Octubre de 1990)**

**Miguel Carrión Calderón**



# EXTRACCIÓN DE ACEITE DE NOGAL POR SOLVENTE

## RESUMEN

*Pese a su elevado valor nutritivo, no se ha intentado la obtención (del aceite de nogal) por la dificultad de ruptura del pericarpio leñoso, tradicionalmente realizado en forma manual. Al usar un molino de martillos, la operación se simplifica; mas el molido no puede ser sometido a presión, por la textura muy dura del pericarpio triturado, y la extracción de aceite se realiza finalmente con solvente.*

*De todos los reductores de tamaño, el molino de martillos es el que da mejores resultados, obteniéndose un polvillo muy fino que puede separarse del triturado grueso, por tamizado; la concentración de aceite en ese polvillo es de cerca del 25%; el proceso siguiente es el de tratar esta pulpa con hexano, en digestiones sucesivas, y aplicando los resultados al método de Ravenscroft, se concluye que en un total de 9 etapas en serie, se alcanza una extracción suficientemente alta, como para obtener una miscela con 30 a 35% de aceite, lista para finalmente por evaporación del solvente dejarnos el aceite crudo. Según los sistemas aplicados, se obtiene un 80% de eficiencia en la extracción. La concentración, necesaria para el seguimiento del proceso, se determina fácilmente a través del índice de refracción de las soluciones.*

## INTRODUCCIÓN

El nogal es indígena de los países submediterráneos, al norte de los Alpes suele resentirse de las heladas. Se llama así también a la variedad autóctona americana Junglans Neoprótica, a la cual se la conoce vulgarmente como "tocte". Su fruto es rico en sustancias amargas y taninos; las semillas producen un muy buen aceite; se

utilizan el aceite y la semilla como comestibles muy apreciados, aunque los sistemas de extracción actuales no sean los más adecuados.

Posee una proteína llamada juglansina (del tipo de las globulinas). El aceite contiene un 53,9% de ácidos saturados y el 44,6% de insaturados. Los ácidos grasos son: oleico (35,6%), linoleico (44,6%), linolénico (7,4%), mirístico (0,4%), palmítico (3,4%), esteárico (1,8%) y lignocérico (0,04%).

La variedad Juglans Neoprótica alcanza unos 20 a 25 metros de altura; de copa amplia y frondosa; se la cultiva en toda la Sierra ecuatoriana; y cada árbol puede producir entre 2000 y 3000 frutas por año, que darían un peso de drupas entre 60 y 70 kg (mejor aún: 0,25 m<sup>3</sup> de nueces, alrededor de 7 kg de almendras con 3 a 3,5 kg de aceite); con un máximo de 100.000 plantas por km<sup>2</sup>. Las semillas grandes no siempre son las mejores; la almendra apenas ocupa la mitad de la cavidad del cuesco y además tiene poco aceite.

## **PRUEBAS PRELIMINARES**

Se usó un molino de martillos oscilantes tipo laboratorio, con las características siguientes:

- Potencia 2,029 HP( 1,5 kw)
- Velocidad 600 a 800 rpm (63 a 83 seg')
- longitud de eje 0394 m
- diámetro del eje 0,0254 m
- masa de martillos 0,236 kg.

El acero usado para los martillos es el boheler DF2 con C, Mn, Cr, Si, V.

Más datos acerca de él pueden obtenerse en la monografía DISEÑO DE UN MOLINO DE MARTILLOS, citada al final.

Aún cuando fue diseñado para arcillas refractarias y ciertas calizas, trabajó con buen suceso al aplicarle a las drupas del nogal. Así, de las pruebas de reducción de tamaño se obtuvo:

Peso Inicial (kg)	Fino Primario (kg)	Grueso Primario (kg)	Fino a N. 20 (kg)*	Grueso Ultimo (kg)
10.34	6.65	3.69	2.09	8.25
5.50	3.50	2.00	1.10	4.40
4.21	2.71	1.50	0.78	3.43
10.32	6.21	4.11	2.55	7.77
7.59	4.77	2.82	1.63	5.96
100.00%	62.80%	37.20%	21.48%	78.52%

\* Masa que atravesó el tamiz 20

El material fino último posee, según los análisis, un 25% de aceite, aproximadamente.

Luego, tomando diez muestras de 0,050 kg. de material fino se trataron, las cinco con 0,150 dm<sup>3</sup> de ciclohexano, cada una, y las otras cinco, en igual forma, con 0,150 dm<sup>3</sup> de hexano. Igual se hizo con el material grueso. Se mantuvieron los sistemas por 3 días y se filtraron las soluciones por algodón y por papel filtro sucesivamente. Estos filtrados (MISCELAS), se destilaron en un recuperador de Solventes, resultando los promedios:

Mat. Fino (kg)	Solvente	Cantidad dm <sup>3</sup>	Solv. Recup. prom. (dm <sup>3</sup> )	Aceite (kg)
0.050	ciclohex.	0,150	0,0735	0,004894
0,050	hexano	0,150	0,0920	0,004753

Otra prueba que se realizó es la determinación de la cantidad de aceite en el material. Para ello se tomaron 100 unidades de nogal y se obtuvo lo siguiente:

N.	Peso total	Peso-cuesco	Peso-almendra	% almendra
100	2,050 kg	1,850 kg	0.200 kg	9,76

Como el porcentaje promedio en peso de aceite en la almendra es de 56%, se tiene un 5.47% de aceite por semilla.

## TIEMPO DE EXTRACCIÓN MÍNIMO

Partiendo de 0,100 kg de molido fino, tratándolos con n-hexano comercial [con agitación constante del medio], y midiendo los índices de refracción a diferentes tiempos de contacto, sabiendo que el índice de refracción del n-hexano es de 1,38 y el del aceite de nogal puro es de 1,475, se obtuvo:

9 (Min)	N (Indic. Refrac.)
0	1.38
2	1.39
4	1.3915
8	1.3915
10	1.391
15	1.3916
30	1.3915

Esta prueba nos indica un tiempo de extracción de unos 2 a 3 minutos

## FUNCIÓN: ÍNDICE DE REFRACCIÓN vs CONCENTRACIÓN

Preparando tres soluciones del 70% en peso de aceite y luego diluyendo con n-hexano, se tiene la siguiente gráfica; como se desprende de ella (figura N° 1), es posible obtener, con bastante precisión el índice de refracción en función de la concentración, que constituyó una herramienta analítica para la determinación de las etapas de extracción. A continuación también se hace constar la tabla de valores de esta función para las tres pruebas.



## SOLUCIONES DE ACEITE DE NOGAL EN HEXANO

### SOLUCIONES DE ACEITE DE NOGAL EN HEXANO

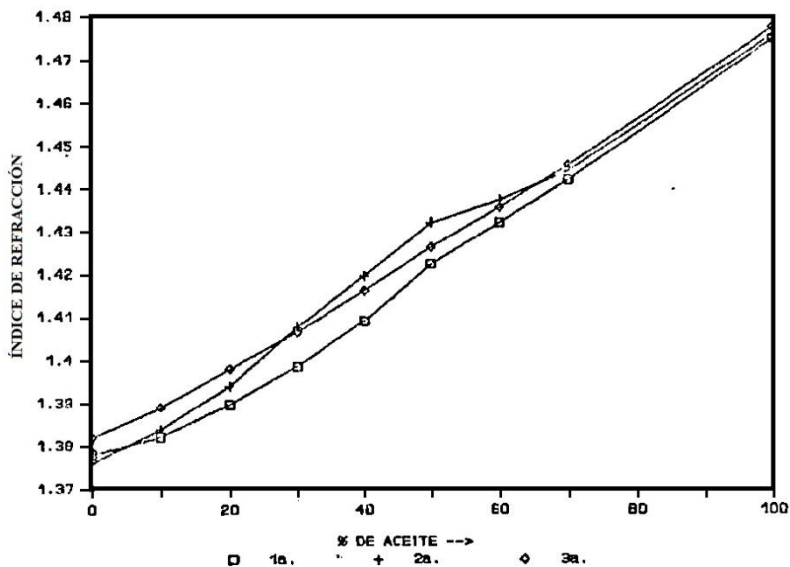


Figura N° 1

Porcent. de aceite	1 <sup>a</sup> . Ind. Refrc.	2 <sup>a</sup> . Ind. Refrc.	3 <sup>a</sup> . Ind. Refrc.
100.00	1.4750	1.4760	1.4775
70.00	1.4420	1.4441	1.4453
60.00	1.4320	1.4372	1.4355
50.00	1.4223	1.4319	1.4262
40.00	1.4090	1.4196	1.4162
30.00	1.3985	1.4074	1.4065
20.00	1.3896	1.3940	1.3979
10.00	1.3821	1.3838	1.3890
0.00	1.3780	1.3760	1.3820

## DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS DE EXTRACCIÓN

Se partió para esto de sendos digestores, conteniendo cada uno 50 gr. de muestra (molido fino de nogal), y se realizaron sucesivos procesos de extracción, iniciando con disolvente puro (hexano), y en los tratamientos posteriores, con soluciones de aceite de nogal en

hexano. Los resultados de tales trabajos, con SIETE muestras originales, en un total de 33 procesos de extracción por etapas, se exponen a continuación.

Del cuadro, las dos últimas columnas, que corresponden a los porcentajes de solvente/ [sólidos insolubles + solvente] + % de solvente retenido en la torta, y de aceite/ [sólidos insolubles + aceite] = % de aceite contenido en la torta, son los que interesan en miras a calcular el número de etapas de extracción, como valores de ordenada y abscisa respectivamente.

Sus valores puntuales de dispersión constan en las figuras 2 y 3, así como los que corresponden a su curva de regresión polinómica (Fig. 4).

Aunque el coeficiente de correlación es ligeramente superior al realizar la regresión por las técnicas PCS<sup>(1)</sup>, coeficiente de correlación de 0,9 aproximadamente, para la función de regresión  $Y=PO + P1.X+P2.X^2+P3.X^3$ . La regresión  $Y^2=h+mX^2$ , usando el programa LOTUS 1.2.3. <sup>(2)</sup> con coeficiente de correlación de 0.88, es más aplicable para los cálculos prácticos, por lo que para obtener el número de etapas de extracción nos basamos en esta función, y usando el procedimiento debido a RAVENSCROFT, gráficamente se lo determina como se aprecia en la figura N° 5.

<sup>(1)</sup> Personal Computer Statics, T&T Soft de IBM; los parámetros son  $PO = 61,13637$ ;  $P1 = -0,30833$ ;  $P2 = 0,02646$ ;  $p3 = -0,00089$ .

<sup>(2)</sup> Hoja de cálculo electrónica de la IBM, versión 2.2. Los valores de  $h = 3803,449$ ;  $m=-1,35076$ .

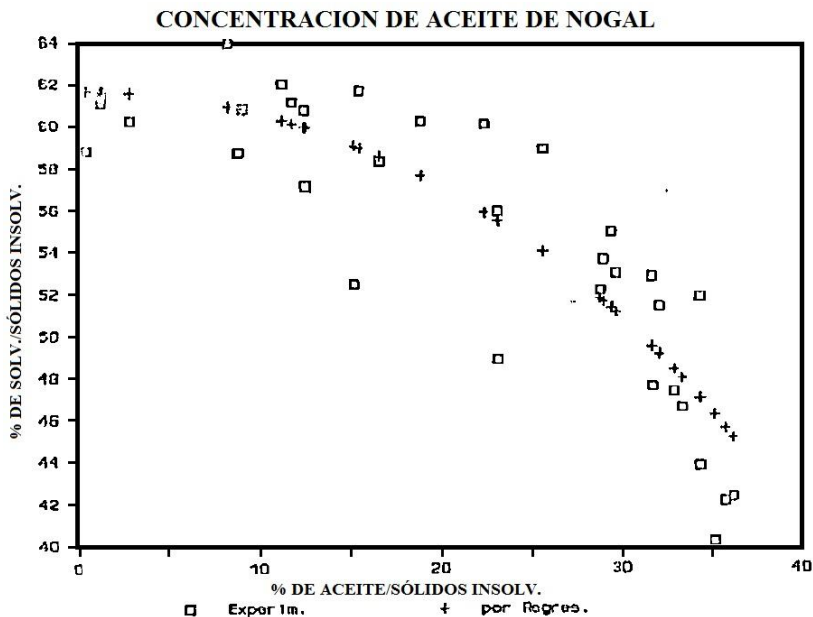
No. Mué. INIC.	SOLD. INS	ACETIE A EXT.	SOLV. ADIC.	ACELEN SOLVED	SOLV. TOTAL	ACETIE TOTAL	SOLV. EXT.	% AGEN SOLV.EXT.	ACEITE EXT.	ACEITE NO EXT.	SOLV. RET.	00 %S/SD	(X) %AC/SD
1	37,50	12,50	66,00	0,00	66,00	12,50	2449	19,01	5,77	6,73	41,41	52,48	15,22
1	37,50	6,73	66,00	0,00	107,41	6,73	50,49	10,00	5,61	1,12	56,92	60,28	2,90
1	37,50	1,12	66,00	0,00	122,92	1,12	64,03	0,99	0,64	0,48	58,89	61,10	1,26
2	37,50	12,50	75,22	11,24	75,22	23,74	39,37	24,00	12,43	11,31	35,85	48,88	23,17
2	37,50	11,31	64,68	0,00	10043	11,31	47,11	14,00	7,67	3,64	53,42	58,75	8,85
2	3740	3,64	66,00	0,00	119,42	3,64	65,83	5,01	3,47	0,17	53,59	58,83	0,45
3	3740	12,50	82,22	18,76	82,22	31,26	41,34	28,00	16,08	15,18	40,88	52,16	28,82
3	3740	15,18	65,83	3,47	106,71	18,65	56,67	19,00	13,29	5,36	50,04	57,16	1241
3	3740	5,36	4942	4,60	99,56	9,96	41,34	13,01	6,18	3,78	58,22	60,82	9,16
3	3740	3,78	61,45	1,25	119,67	5,03	60,15	7,00	443	040	59,52	61,35	1,32
4	3740	12,50	41,34	16,08	41,34	2848	14,05	35,49	7,73	20,85	27,29	42,12	35,73
4	3740	20,85	56,67	13,29	83,96	34,14	4346	25,00	1442	19,62	40,40	51,86	34,35
4	3740	19,62	41,34	6,18	81,74	25,80	38,34	21,50	1040	15,30	43,40	53,65	28,98
4	3740	15,30	60,15	4,53	10345	19,83	51,00	19,51	12,36	7,47	52,55	58,36	16,61
4	3740	7,47	59,88	3,48	112,43	10,95	53,46	10,00	5,94	5,01	58,97	61,13	11,79
4	37 40	5,01	59,88	2,82	118,85	7,83	60,83	3,95	240	5,33	58,02	60,74	12,44
4	37 40	5,33	62,01	0,63	120,03	5,96	58,86	2,00	1,20	4,76	61,17	61,99	11,26
5	3740	12,50	4346	1442	43,56	27,02	14,37	33,99	7,40	19,62	29,19	43,77	34,35
5	3740	19,62	38,34	1040	67,53	30,12	3340	27,50	12,71	17,41	34,03	4747	31,71
5	3740	17,41	51,00	12,36	85,03	29,77	45,36	21,00	12,06	17,71	39,67	51,41	32,08
5	3740	17,71	53,46	5,94	93,13	23,65	47,40	14,50	8,04	15,61	45,73	54,94	29,39
5	3740	15,61	60,83	243	10646	18,14	52,85	9,00	5,23	12,91	53,71	58,89	25,61
5	3740	12,91	58,86	1,20	11247	14,11	56,13	541	3,27	10,84	56,44	60,08	22,42
5	3740	10,84	66,00	0,00	122,44	10,84	62,04	6,00	3,96	6,88	60,40	61,70	1540
5	3740	6,88	66,00	0,00	126,40	6,88	59,88	5,49	3,48	3,40	66,52	63,95	8,31
6	3740	12,50	33,50	12,71	33,50	25,21	8,32	37,00	4,88	20,33	25,18	40,18	35,15
6	3740	20,33	45,36	12,06	70,54	32,39	36,84	27,51	13,98	18,41	33,70	47,33	32,92
6	3740	18,41	47,40	8,04	81,10	26,45	38,86	21,49	10,64	15,81	42,24	52,97	29,65
6	3740	15,81	52,85	5,23	95,09	21,04	47,46	17,06	9,76	11,28	47,63	55,95	23,12
6	37 40	11,28	56,13	3,27	103,76	14,55	47,00	11,00	5,81	8,74	56,76	60,22	18,89
7	37,50	12,50	36,84	13,98	36,84	26,48	9,29	36,02	5,23	21,25	27,55	42,35	36,17
7	3740	21,25	38,86	10,64	66,41	31,89	33,74	28,00	13,12	18,77	32,67	4646	33,36
7	3740	18,77	47,66	9,76	80,33	2843	38,36	22,51	11,14	17,39	41,97	52,81	31,68

SOLD. y SD = SÓLIDOS  
EXT. = EXTRAÍDO

ACEL y AC = ACEITE  
INIC. = INICIAL

SOLV. y S V = SOLVENTE INS. = INSOLUBLE  
Mue. = MUESTRA  
RET. = RETENIDO

ADIC. y AD = ADICIONADO



## CONCLUSIONES

Se ha considerado como concentración máxima de la mezcla final la de 40% de aceite; y como valores de la harina inicial y de la torta agotada 2470 y 570 respectivamente; dando un total de NUEVE ETAPAS, que casi coincide con el tratamiento al que se sometió a la muestra N° 5 (ocho etapas con 34% de aceite en la mezcla final, y menos de 6% en la torta agotada), la que curiosamente nos da una excelente correlación (COEFICIENTE DE CORRELACIÓN = 0,968 y COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN = 0,937); la misma que se obtiene también por regresión con la técnica de PCS.

El rendimiento alcanzado, bajo estas condiciones, entre molienda y extracción es ligeramente inferior al 80%; ya que partiendo de una concentración inicial en la almendra de un 56% de aceite, y en el molido fino de un 25% según los datos del laboratorio, la eficiencia estará en un 79%.

### CONCENTRACIÓN DE ACEITE DE NOGAL

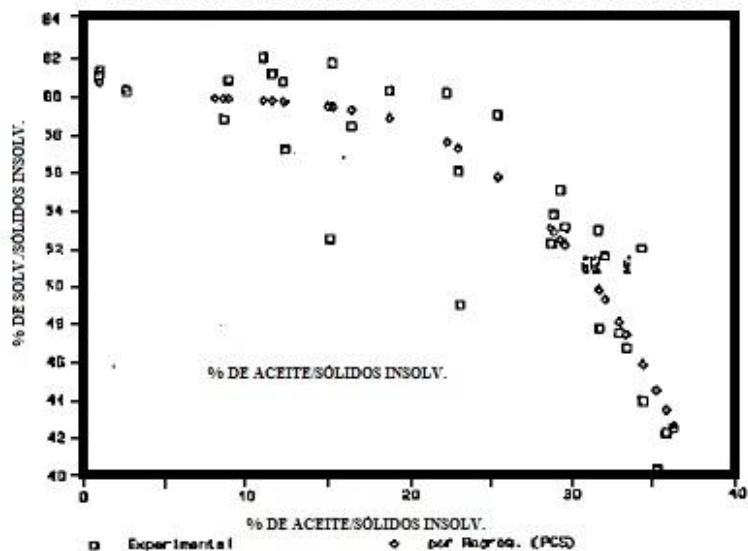


Figura N° 3 (PCS)

### CONCENTRACION DE ACEITE DE NOGAL

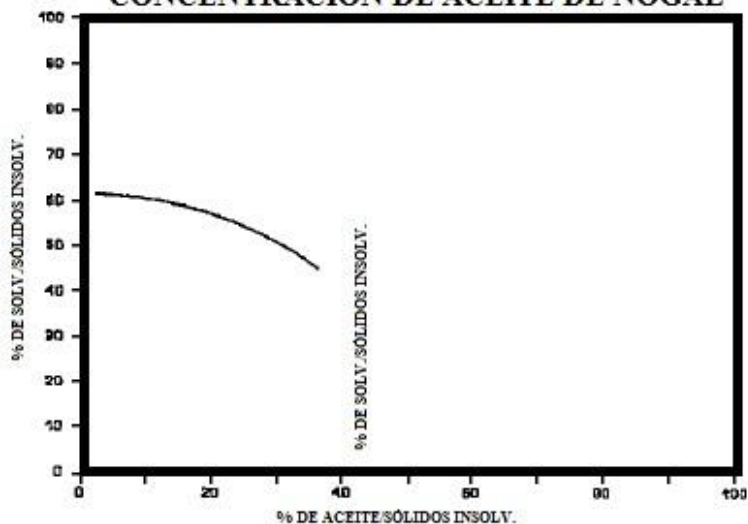


Figura N° 4 — por Regres. (LOTUS)

El tiempo de extracción no es una variable principal, sino en todo caso lo es la agitación del medio,

Aunque el método de Ravenscroft aporta un tratamiento gráfico teórico, se aproxima a los resultados prácticos experimentales.

Al utilizar un extractor como el Gressler, el Hildebrant o el Kennedy, que son de flujo continuo en contracorriente, y con agitación, se obtendría una alta eficiencia, pudiendo realizarse las nueve etapas en un espacio relativamente reducido. Por otro lado, el molino de martillos resulta excelente para la obtención del polvillo fino que se someterá a extracción con solvente.

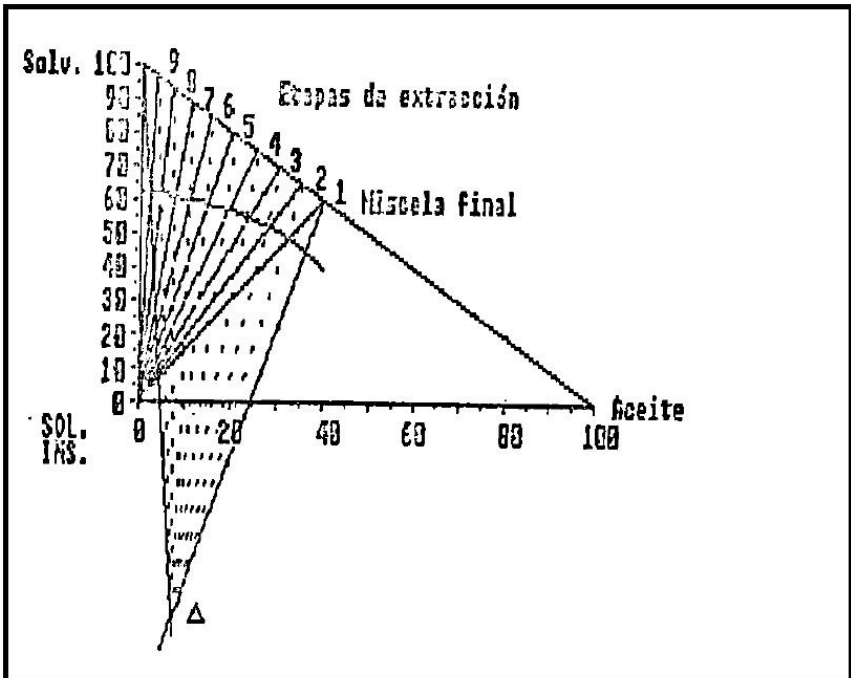


Figura N° 5

## **BIBLIOGRAFÍA**

RODOLFO, Rohr, Tecnología dos oleos vegetais, 1<sup>a</sup>. Ed., ITAL, Campinas, Brasil, 1969.

VIAN, A., y OCON, J., Elementos de Ingeniería Química, 4<sup>a</sup>. Ed., Editorial Aguilar, Madrid-España, 1964.

MONTES, A. L., Bromatología, II tomo, Edición Previa, Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina, 1969.

SPIEGEL, M. R., Estadística, 1<sup>a</sup>. Ed., McGraw Hill, México D. F., 1985.

SHARAF, M., ILLMAN, D., y KOWALSKI, B., Chemometrics, 1<sup>a</sup> edition, John Wiley & Sons, New York-USA, 1986.

FEIJOO, L. y SÁNCHEZ, J. M., Diseño de un molino de martillos, Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Químico, Universidad de Cuenca, 1981-82.

ZALAMEA, Jorge, Obtención del Aceite Nogal, Tesis previa a la obtención del título de Doctor en Bioquímica y Farmacia, Universidad de Cuenca, 1987.





**¿UN VASO DE "LECHITA" PARA LA SED?**

**Fausto Parra P.**



## ¿UN VASO DE "LECHITA" PARA LA SED?

### RESUMEN

*El presente comentario trata de enfocar principalmente dos tópicos relacionados con la alimentación: la importancia de la leche para una nutrición integral y las ventajas de consumir un producto pasteurizado. En ningún momento ha estado de por medio afán propagandístico alguno en cuanto a las marcas locales de leches procesadas.*

*Los diferentes análisis han sido realizados en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, gracias a la gentil colaboración de la Dra. en Bioquímica y Farmacia, Diana Chalco Quezada.*

### INTRODUCCION

Si se tratara estimado lector, de un día muy caluroso, deportivo y sudoroso, ¿cuál sería el líquido de su preferencia para mitigar su sed?... ¿Tal vez un vaso de cola con unos cuantos cubitos de hielo?... ¿O quizá un jarrón de cervécita helada?... ¿A lo mejor un Cuba libre bien puesto quede excelente? Puede ser, ya que "En gustos y sabores, no discuten los doctores". ¿Pero por qué no pensar en un vaso de leche fría? Por supuesto que nos referimos a la leche pasteurizada, ya que en el caso de la "otra", allí sí tendríamos que pronunciar el muy decidor monosílabo "Puff".

Estamos casi seguros que usted también repetirá frases tales como "Puff...leche fría...qué va ", o " La leche es para los niños", quizá..." No, la leche me hace daño", etc. Pues bien, le diremos que usted tiene la mayor parte de la razón, aunque si le recomendamos ingerir de vez en cuando y para estos casos el vaso de "lechita" mencionado, ya que al tiempo que aplaca su sed estará también

defendiendo la economía de su bolsillo y corporalmente abasteciéndose de un gran contenido alimenticio, el mismo que hará desarrollar mejor sus huesos y músculos, de tal manera que en poco tiempo se parezca a un gladiador romano descendiente de Rómulo y Remo, quienes según la leyenda consumieron mucha leche de loba allá por los años 730 o 720 a. C.

En la actualidad ya no disponemos de leche de loba (salvo que después con esto de las modernizaciones), pero sí contamos con la vaquita que nos brinda en cualquier momento una funda de su sabroso producto.

Pero mucho ojo, el presente artículo no se trata de una cuña comercial en favor de la leche, peor de la vaca, pues está plenamente comprobado por la ciencia, que todo mamífero, especialmente recién nacido, no necesita de propagandas para alimentarse de leche. Es más, este producto fue creado con este solo objetivo.

### **¿ES NECESARIO PASTEURIZAR LA LECHE?**

La vaquita, a más de ser la esposa del toro, es una verdadera fábrica de leche, que constantemente se preocupa de que su "producto terminado" sea de la mejor calidad, que contenga al menos un 4,7 % de hidratos de carbono, un 3,5 % de grasa, un 3,4 % de proteínas y un 0,9 % de sales minerales.

También cuida de no infectar su blanquecino jugo con microbios de ciertas enfermedades, tales como la Tifoidea, Tuberculosis, Cólera, etc., aunque a veces le falla. Pero la contaminación mayor se produce después de salida la mercadería de aquella pequeña bodega llamada "ubre". ¿Pero por qué se contamina la leche tan pronto y apenas ha salido de la ubre? Las causas son muy sencillas de enumerar, y se podrían resumir con el siguiente relato:

*"La vaquita, que no gusta de dormir boca-arriba, sino con la libre en el suelo, y a veces sin querer, rodeada de excrementos, es sorprendida muy temprano por un malencarado ordeñador, el cual sin lavarse las manos, peor la ubre de la vaca, y en un balde enjuagado con agua de acequia, procede a extraer el limpio líquido*

*en el mismo corral donde la fabricante pasó la noche. De cuando en vez, algunas moscas la molestan y ella tiene que "disuadirlas" lanzando su cola de "derecha" a "izquierda". Pero un colazo de estos logra acertar en la oreja de su acompañante y hace caer su sombrero. Este se rasca la cabeza con tantas rabias, a tal punto que sus pelos, pelillos y polvillos van a caer justo en el balde de leche. Toma luego su sombrero con la mano derecha, golpea la prenda contra la mano izquierda, se lo coloca en la cabeza y continúa la tarea. Después levanta la mirada y observa que el sol "ya está alto", entonces apuradamente reúne la leche en una cantarilla, introduce en ella unas hojas de achira recién arrancadas "para que no caliche cubre la boca del recipiente con un plástico que alguna vez fue transparente, lo amarra con un torzal, y lo envía con su mujer a venderlo por jarros, medios baldes, cuartos de balde, etc., "bautizando bautizando con agüita y en la ciudad".*

El consumir la leche en estas condiciones no podemos recomendarlo ni al peor enemigo, pero sí está a nuestro alcance el mejorarla por medio de una correcta pasteurización.

Mediante la pasteurización se destruyen la totalidad de microbios presentes en la leche. Aunque muchas amas de casa dirán con seguridad: "Pero... la leche pasteurizada no hace nata", y tienen toda la razón. No hace nata por cuanto la grasa se encuentra dispersa en toda la leche y no solo en la superficie, como en el caso de las leches de "balde", lo que permite que "el más sapo" y madrugador se la coma, y deje para el resto un producto casi sin grasa, por tanto con muy poco valor alimenticio.

Por ventaja nuestra gente va cambiando poco a poco su manera de pensar y se habitúa a consumir leche pasteurizada, lo cual es muy saludable. Pero veamos,... ¿Qué leche pasteurizada consumimos?... ¿Están las leches pasteurizadas de nuestro medio cumpliendo con las normas sanitarias mínimas?... Las respuestas a estas interrogantes, en el siguiente subtítulo.

## LAS LECHES PASTEURIZADAS

En la ciudad de Cuenca, cuatro son las marcas de mayor consumo en cuanto a leche pasteurizada se refiere, a saber: La Europea, Prolacem, Nutri leche y Blanca Aurora. De estas, las dos primeras son envasadas en nuestra ciudad, la tercera en San Antonio del Tambo (Cañar) y la última en Biblián (Cañar).

En cuanto a la tecnología que emplean, diremos que en el caso de la leche "La Europea" la desconocemos, dado que sus empresarios no permiten la entrada a particulares, peor de visitas de observación didáctica, pues se han propuesto guardar celosamente su secreto de producción (como si a las puertas del siglo XXI aún existieran secretos).

La empresa "Prolacem" en tanto, presenta una tecnología adecuada, una limpieza acorde con el producto que está procesando, y (sin querer con esto cepillar a nadie) un personal técnico muy capaz.

La procesadora de Nutri Leche se encuentra muy bien ubicada, por cuanto está en el centro mismo de una magnífica zona productora de leche; su infraestructura es aceptable, y sus empresarios también algo "celosos" de que sus "íntimos secretos" sean descubiertos.

La marca Blanca Aurora presenta un producto con grumosidades grasas, lo cual demuestra que no cuentan aún con un homogeneizador, pero en todo caso es una leche pasteurizada.

Todas las fábricas distribuyen su producto en fundas de polietileno transparente con letras azules, no pudiendo hacerlo como en tiempos atrás, y debido a su costo, en fundas oscuras que son las recomendadas a fin de evitar el deterioro del producto por la acción de la luz. En todas ellas se lee claramente que su contenido es de 1 litro.

Pero... ¿realmente contienen 1 litro las fundas de leche? Lo vamos a averiguar a continuación.

## ¿UN LITRO DE LECHE?

Hace muchísimo tiempo, allá por diciembre de 1799, nuestros revolucionarios amigos franceses dieron nacimiento al Sistema Métrico, promulgando una ley por la que se establecía un nuevo sistema de medidas, ley que quedó refrendada por la famosa Primera Conferencia del Bureau International des Poids et Mesures en 1889. El Sistema Métrico luego, un poco modernizado, fue tomado por la Segunda Conferencia Internacional de Unidades de 1960, y en la actualidad se encuentra adoptado oficialmente por el 80% de países del mundo.

En nuestro país fue adoptado mediante la llamada Ley de Pesas y Medidas dictada el 28 de Diciembre de 1973, publicada en el Registro Oficial N° 468 de 9 de enero de 1974, y posteriormente con el Reglamento a la Ley de Pesas y Medidas dictada mediante Decreto N° 628 el 16 de marzo de 1977 y publicada en el Registro Oficial N° 359 de 16 de junio de 1977.

El mencionado Sistema Internacional de Unidades define al litro así: *"Litro, símbolo l. Unidad de volumen que se define como  $10^{-3}m^3$ , esto es 1000 centímetros cúbicos"*.

Un patrón de este litro se conserva en el pabellón BRETEVIL de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de París.

Con estos antecedentes, le podemos garantizar distinguido lector que usted no va a encontrar jamás otra definición de litro, peor aún litros de 950, 980, 999... o cualquier otro número de centímetros cúbicos. Sin embargo (manteniendo las excepciones por supuesto), las fundas de leche que consumimos y que dicen contener 1 LITRO, es decir 1000 centímetros cúbicos, en la realidad contienen las siguientes cantidades promedio:

Marca	VOLUMEN en cm <sup>3</sup>
LA EUROPEA	978
PROLACEM	998
NUTRI LECHE	980
BLANCA AURORA	980

Como usted podrá darse cuenta estimado lector (no es cuña comercial) solo hay una marca que se acerca a los 1000 cm<sup>3</sup>, pero en todo caso ninguna funda responde al nombre de "LITRO DE LECHE".

Y que conste que las mediciones no se han realizado en una sola funda de leche, para decir que tal vez se escogió la menos llena. Los valores anotados en el cuadro anterior, representan el promedio de muchas mediciones, realizadas en diferentes días, adquiridas en diferentes lugares, etc.

Por ventaja (para los empresarios) las amas de casa, muy rara vez tienen la acuosidad de medir el volumen que verdaderamente trae la fundita de leche (peor después de hacer hervir y regar), de lo contrario harían escuchar y muy fuerte su voz de protesta, aunque a veces sí se les escucha frases como esta: "La leche está muy aguada"...Pero...esto quiere decir que se duda que el producto a más del agua que normalmente contiene, a lo mejor fue adicionado de más agua. ¿Será posible aquello? Salgamos de dudas a continuación.

### **¿CONTIENEN NUESTRAS LECHEMAS AGUA QUE LA NORMAL?**

No cabe la menor duda que la leche sin pasteurizar que se expende en mercados y en camionetas repartidoras, contiene más agua que la normal (con pocas excepciones), y si usted es algo observador notará que en la mayoría de vehículos repartidores, se lleva siempre una cantarilla u otro recipiente con agua, con la que van "enjuagando" los envases que paulatinamente se van desocupando. ¿Será tanto el aseo practicado por estas personas?...Puede ser...Pero la verdad que los análisis de laboratorio demuestran lo contrario. Es más, las muestras tomadas después de las 11:00 horas contienen más agua que las tomadas antes.

¿Pero cómo se determina la cantidad de agua añadida a la leche? En primer lugar midiendo su densidad específica y luego su punto de congelación.



La densidad específica, es decir el peso de 1 cm<sup>3</sup> de leche expresado en gramos, debe ser al menos de 1,028 g/ml. Valores menores podrían denotar la presencia de agua "extra".

El punto de congelación de la leche se encuentra en -0,54 grados centígrados. Valores superiores ratificarán la presencia de agua añadida.

Las leches pasteurizadas también contienen agua, aunque en menores cantidades, agua que puede introducirse durante los procesos, pero que en todo caso no representa mayor adulteración.

En el cuadro a continuación, se indican los diferentes promedios de densidad específica, punto de congelación y porcentaje de agua añadida. Cabe indicar que no se anotan las mediciones efectuadas en "leches callejeras", dado que las mismas han rebasado ya todo lo permitido no solo por las normas, sino también por la paciencia.

MARCA	DENSIDAD	P. CONG.	% AGUA
LA EUROPEA	1,027	-0,50	7
PROLACEM	1,029	- 0,50	7
NUTRI LECHE	1,028	- 0,49	10
BLANCA AURORA	1,026	- 0,47	13

## ¿CUANDO SE CORTAN LAS LECHE?

La rabiosa exclamación "Ya se me cortó la leche" es muy común en nuestros hogares. Incluso en algunos se escucha frases como esta: "La fulana tiene mala mano para hacer hervir la leche, siempre se le corta", u otra como: "Cruza los dedos ñañita para que la leche no se corte". La verdad del asunto es que ni los dedos, peor la mano, tienen nada que ver con la leche cortada.

La leche contiene LACTOSA, que conforme pasa el tiempo se transforma en ÁCIDO LÁCTICO. Esta transformación será rápida si el producto no es mantenido a bajas temperaturas, y más aún en el caso de las leches soleadas. Como todo ácido (compruébelo con unas

gotas de limón) puede coagular la leche, por tanto lo hará también el exceso de ácido láctico.

Entonces usted se preguntará: ¿Y por qué no se cortan todas las leches soleadas y sin pasteurizar, que se comercializan libremente en la calle, en camionetas repartidoras, etc? Pues llana y simplemente por que se ha agregado un neutralizante para la acidez, por lo general "un puñado" de bicarbonato de sodio.

Los límites normales de ácido láctico que debe contener una leche fresca se encuentran entre 0,14 % y 0,18 %. Muchas determinaciones de la acidez de la leche (efectuadas en el Laboratorio de Alimentos de la UDA), han presentado valores que oscilan entre 0,23 % y 0,24 %. Nos referimos por supuesto a muestras de leche sin pasteurizar.

Los porcentajes promedios de las leches pasteurizadas en cuanto a acidez se refiere, han sido los siguientes:

MARCA	% DE ACIDEZ
LA EUROPEA	0,14
PROLACEM	0,15
NUTRI LECHE	0,15
BLANCA AURORA	0,17

### **¡A MI LA LECHE ME HACE DAÑO!**

De seguro que muchas personas se sentirán mal por el solo hecho de tomar leche (aún cuando esta sea recién ordeñada y sin contaminación, es decir "de la teta a la boca"), dado que el producto fue fabricado por la vaca con características nutritivas para el ternero, y si la queremos consumir los humanos, debemos hacer ciertas transformaciones tales como la reducción del contenido de grasa y la homogeneización.

De ordinario las leches sin pasteurizar contienen porcentajes de grasa que van desde el 3,5 % al 4,2 % y a veces más, pero como para el ser humano es recomendable un 3 %, entonces durante el proceso de higienización del producto, habrá que retirar el excedente.

Además, dado que los glóbulos grasos son demasiado grandes, lo cual hace muy difícil el digerirlos por parte de algunas personas, entonces será necesario dividirlos en glóbulos pequeñísimos, a fin de que la mayor cantidad de la población lo pueda digerir con facilidad, y logre por tanto alimentarse con "mucho leche"

La redacción del tamaño de los glóbulos grasos se logra con la operación denominada HOMOGENEIZACIÓN, que no es más que el sometimiento de la leche a elevadas presiones (200 atmósferas).

En el cuadro adjunto se puede observar los contenidos promedios de grasa de las leches pasteurizadas que se expenden en nuestro medio.

MARCA	% DE GRASA
LA EUROPEA	2,9
PROLACEM	3,1
NUTRI LECHE	3,3
BLANCA AURORA	3,5

### **¿ES EN VERDAD LA LECHE UN GRAN ALIMENTO?**

Naturalmente que "SÍ", dado que contribuye con elevados porcentajes a la necesidad diaria de nutrientes tales como PROTEINAS, GRASAS, VITAMINAS Y MINERALES.

Todos los nutrientes son importantes, pero un poco más lo son las proteínas, por algo su nombre, que quiere decir "LO PRIMERO" para la vida.

Las proteínas están constituidas por AMINOÁCIDOS, los cuales son alrededor de veinte. De estos, nuestro organismo mediante la alimentación puede sintetizar la mayoría, no así unos nueve de ellos que necesariamente tienen que ingresar con los alimentos, razón por la cual se llaman ESENCIALES. Los diferentes alimentos contienen unos u otros aminoácidos esenciales, pero que grata sorpresa, ¡LA LECHE LOS CONTIENE TODOS!

De allí se tiene que consumiendo un par de vasos normales (no cerveceros) de leche por día, se está contribuyendo con un 25 % al 30 % de las proteínas que en ese lapso de tiempo requiere su organismo.

Además de las proteínas, la leche contiene las vitaminas A, B-1, B-2, C, D, y minerales como Calcio, Hierro, Yodo, y muchos más.

Análisis realizados en el Laboratorio de Alimentos (U. del Azuay) demuestran que las leches pasteurizadas que consumimos, contienen las siguientes cantidades promedio en cuanto a proteínas:

MARCA	% DE PROTEÍNAS
LA EUROPEA	2,52
PROLACEM	2,50
NUTRI LECHE	2,42
BLANCA AURORA	2,20

### **A MANERA DE CONCLUSIÓN**

Con todos los antecedentes mencionados, ¿dudaría usted que la leche constituye un alimento íntegro? Creemos que no, pero en todo caso haga la prueba consumiéndola por un tiempo, y se sentirá **REQUETE BIEN**; pero eso sí, con la leche pasteurizada.

Por otro lado, cuando al sentir mucha sed, se acerque usted a una tienda y saque su billetera, **RECUERDE**: 1 litro de cola cuesta \$ 1.000...y 1 litro de leche cuesta \$ 650.

Por fin, ilustre lector, esperamos no haberle cansado con la lectura de este artículo, pero sí haberle aclarado al menos en parte algunos puntos sobre las ventajas del consumo de leche pasteurizada, dado que, como dice el Dr. Plutarco Naranjo (y fuera de toda politiquería): "Que bien hará el hombre intelectual en tratar de ilustrarse cuanto sea posible acerca de las condiciones de una buena alimentación y acerca del poder nutritivo de los alimentos".

**ANÁLISIS MINERALÓGICO Y  
PETROGRÁFICO DE LA FORMACIÓN  
TARQUI**

**Federico Anguilla Terán**



# ANÁLISIS MINERALÓGICO Y PETROGRÁFICO DE LA FORMACIÓN TARQUI

## RESUMEN

*El análisis mineralógico de láminas delgadas es uno de los métodos por medio del cual se puede llegar al reconocimiento de minerales que se encuentran en rocas, gracias a los resultados obtenidos de este análisis, se define la clasificación petrográfica e identifica los diferentes niveles de coladas volcánicas del área escogida para el estudio.*

*Los resultados obtenidos nos mostraron variaciones de textura, masa de fondo, porcentajes de fenocristales y variación de la composición mineralógica de los fenocristales, coincidían en el tipo de roca, andesitas, unas más alteradas que otras.*

*Esto nos lleva a exponer que, en el área de estudio se produjo una emanación de magma, en varias etapas cada una con diferentes cantidades de gases, que se depositaron sucesivamente una encima de la otra, dando una repetición intercalada de capas con similares características.*

## UBICACIÓN

La zona está ubicada en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, se localiza en la hoja topográfica de Gualaceo CT-ÑV E3 3885-III, a escala 1: 50.000, al sureste de la ciudad de Cuenca, entre las coordenadas: latitud 2° 55' a 3° sur y longitud 78° 55' a 78° 50' oeste, cubriendo una superficie de 85,56 km<sup>2</sup>.

## GEOLOGÍA REGIONAL

En la hoja geológica de Gualaceo, se puede observar las siguientes formaciones geológicas:

GRUPO PAUTE (Cretáceo).

FORMACIÓN YUNGUILLA (Cret. Sup. (Maestrichtiano)).  
FORMACIÓN BIBLIÁN (Mioceno Inf.).

GRUPO AZOGUES: Constituido por:

- Formación Loyola (Mioceno Inf. ?).
- Formación Azogues (Mioceno Medio).

GRUPO AYANCAY: Constituido por:

- Formación Mangán (Mioceno Sup.)
- Formación Santa Rosa (Plioceno?).

FORMACIÓN TURI (Pleistoceno?).

FORMACIÓN TARQUI (Pleistoceno).

## **GEOLOGÍA LOCAL**

En la zona de estudio afloran las siguientes formaciones geológicas:

### **FORMACIÓN BIBLIÁN**

Descansa discordantemente sobre la Yunguilla. Su composición litológica es de areniscas guijarrosas, areniscas tobáceas, arcillas arenáceas rojas; en ciertas localidades existen lavas y también yeso. La potencia calculada es de más 1.000 m.

### **FORMACIÓN TARQUI**

Se encuentra discordante sobre las formaciones antiguas, está constituida de rocas piroclásticas ácidas aunque también de lavas. Por acción hidrotermal en ciertos lugares se ha alterado a caolín. La potencia calculada es de 1.000 m.

## **GEOMORFOLOGÍA**

Se observa básicamente dos estructuras geomorfológicas predominantes en la zona de estudio.

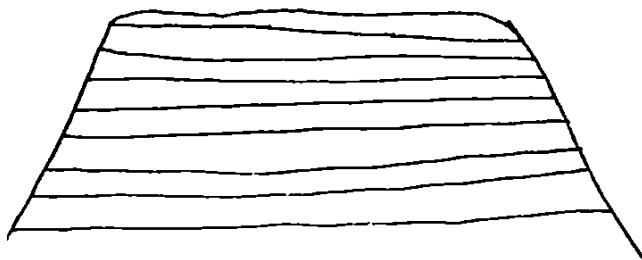


La primera está relacionada con los afloramientos de las formaciones sedimentarias. La topografía característica de estas formaciones sigue la inclinación de las capas sedimentarias y esto hace que se formen salientes en el relieve. Se reconoce básicamente dos tipos de declive; el primero, tiene buzamiento contrario al de las capas y produce declives abruptos con pendientes muy altas; el segundo, sigue el buzamiento de las capas y produce declives menos pronunciados. Esta estructura geomorfológica produce valles amplios en forma de V abierta.

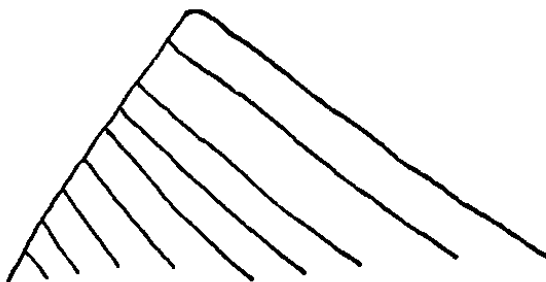
El contacto tectónico entre la F. Biblián (sedimentaria) y la F. Tarqui (volcánica), se reconoce en la quebrada de Disha que corre a lo largo de una falla de dirección en NE-SW. La F. Tarqui parece hundirse y la F. Biblián, levantarse según una falla que parece subvertical.

La segunda estructura geomorfológica está relacionada a las rocas volcánicas. Esta clase de morfología se observa claramente en la F. Tarqui, debido a la sobre posición de las coladas volcánicas. Topográficamente, este tipo de estructura ocupa las partes altas, en donde se puede observar que son aplanadas. Se puede apreciar una pseudo estratificación subhorizontal. Se reconoce dos tipos de declives; el uno con pendiente más suave sigue el buzamiento de las coladas volcánicas sobrepuestas; los otros, tienen buzamiento contrario al de las capas con pendientes más pronunciadas. Este tipo de morfología produce valles profundos y angostos.

### **MORFOLOGÍA PLANO HORIZONTAL**



## **MORFOLOGÍA PLANO INCLINADO**



### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **RECOLECCIÓN DE MUESTRAS**

Una vez escogida el área de interés y luego de haber hecho el estudio de los mapas topográficos de la zona, se procedió a la recolección de las muestras según una red de muestreo de 2 muestras por  $\text{km}^2$ , de las cuales se escogerían las más adecuadas para la elaboración de las láminas delgadas. Se tomaron un total de 130 muestras, las cuales fueron ubicadas en el mapa topográfico de la zona, según se lo indica en el mapa de muestreo 1.

#### **TRABAJO DE CONSTRUCCIÓN DE LÁMINAS DELGADAS**

Terminado el trabajo de recolección de muestras se procedió a realizar el estudio macroscópico de las muestras y selección de las mismas para la elaboración de las láminas delgadas, tomando en consideración que el grado de alteración no sea muy alto, para que resista el trabajo de construcción de las secciones delgadas y que su ubicación dentro del área representen a toda la zona de estudio. Al final se seleccionaron 15 muestras, las mismas que se observan en el mapa 2.

## ANÁLISIS AL MICROSCOPIO DE LUZ POLARIZADA

Constituye la parte más importante de todo el trabajo, ya que de dicho análisis se obtendrán los resultados que nos permitirán observar los diferentes episodios volcánicos que se produjeron.

Para la recolección de esta información se elaboró una ficha en la cual se ordena todos los datos obtenidos de la siguiente manera:

1. Número de la lámina delgada.
2. Ubicación.
3. Presencia de fenocristales, con todas las características.
4. Porcentaje relativo de fenocristales.
5. Descripción de la masa de fondo.
6. Textura.
7. Nombre.
8. Dibujo de los más representativos de la sección delgada.

Para mayor ilustración a continuación se expone una de las fichas elaboradas.

### FICHA DE ANÁLISIS DE LÁMINAS DELGADAS FICHA 7

LÁMINA 038

UBICACIÓN: Paralelos: 72 – 73  
Meridianos: 34 - 35

#### FENOCRISTALES

Especies Mineralógicas.

Siállicos:

**-PI:** Plagioclasa

**Pol:** incoloro, turbio, idiomorfo.

**Nic x:** Colores de interferencia bajos, entre el blanco y el gris. Se distinguen las maclas polisintéticas, los dos grupos de cristales maclados van en obscuridad en posiciones distintas. Algunos están alterados y otros zonados.

**Extinción:** se distingue una extinción total.

Se observa la presencia de  $\text{SiO}_2$ , relleno de cavidades formando vacuolas.

**Otros:** minerales opacos.

## **PORCENTAJE RELATIVO A LOS FENOCRISTALES**

La Pl es el principal constituyente entre los fenocristales de la roca, con el, 95%, el 5% restante corresponde a los minerales opacos.

## **DESCRIPCIÓN DE LA MASA DE FONDO**

Está constituida por microcristales que no pueden ser distinguidos con el microscopio, constituyéndose en una masa afanítica, color gris. Presenta un bajo desarrollo de la fase de cristalización de agujas de Pl, sobresaliendo la fase afanítica. En algunas partes sobresale la fase de agujas, pero no son muy representativas dentro de toda la sección de la lámina.

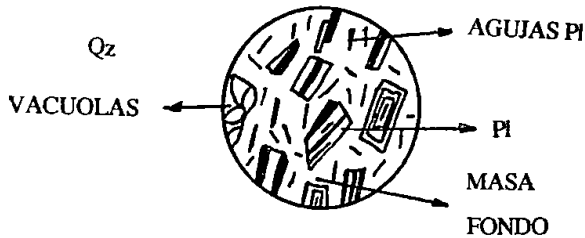
## **TEXTURA COMPLETA DE LA ROCA**

Se observa fenocristales idiomorfos dentro de una masa de fondo afanítica, y vacuolas rellenas por el Qz en una fase posterior a la formación de la roca, lo cual nos indica que se trata de una textura Porfírico-Vacuolar.

## **NOMBRE DE LA ROCA**

Según los porcentajes de fenocristales y las demás características antes mencionadas, y siguiendo el esquema de Streckeisen, esta roca es una andesita.

## DIBUJO



Una vez acabado con el estudio de las láminas delgadas y tomando en consideración que la plagioclasa es el fenocristal más abundante, se hizo un análisis de la composición mineralógica de la plagioclasa aplicando la ley de la Albita de la Extinción Simétrica.

## FICHA DE LA EXTINCIÓN SIMÉTRICA

PORCENTAJE DE PIZONADOS 10%

Entre las P1 sin zonación se ha efectuado 4 observaciones, aplicando la Ley de la Albita de la Extinción Simétrica.

- |                     |               |
|---------------------|---------------|
| 1. Porcentaje de Ca | 47% Andesina. |
| 2. Porcentaje de Ca | 40% Andesina. |
| 3. Porcentaje de Ca | 47% Andesina. |
| 4. Porcentaje de Ca | 42% Andesina. |

## CONCLUSIONES

Luego de terminada la observación al microscopio de las láminas delgadas y analizando detalladamente los datos analíticos de las fichas técnicas, nos permite agrupar las láminas en grupos fundamentales, en base a las siguientes características petrográficas:

- A. Variaciones del tipo de textura.
- B. Variaciones de la masa de fondo.
- C. Variaciones de los porcentajes de fenocristales.

#### D. Variaciones de la composición mineralógica de las plagioclasas.

Para dar un sentido geológico a todos los datos, estos han sido recolectados en escala vertical para reconstruir la sucesión estratigráfica temporal de los distintos episodios volcánicos (Tabla 1).

En la primera columna está la cota; en la segunda, el número de la muestra; en la tercera, la ubicación de la muestra dentro de la zona; en la cuarta; las características más sobresalientes; en la quinta, un dibujo ilustrativo de la fase; en la sexta, consta los resultados de la aplicación de la ley de la Albita.

Para respaldar lo dicho anteriormente se realizó un corte geológico que se indica en la figura 1.

Como se puede ver la textura Porfírico-Vacuolar está siempre asociada a la fase áfanítica, siendo un testigo de la emanación de un piromagma rico en gases, que subió con gran velocidad, enfriándose rápidamente, no permitiendo la formación y cristalización de muchos fehocrístales; las vacuolas se constituyeron por las burbujas de gases, formando cavidades que luego fueron rellenadas en una fase posterior por principales no originarios de la roca como el cuarzo y por soluciones hidrotermales ricas en  $\text{SiO}_2$ .

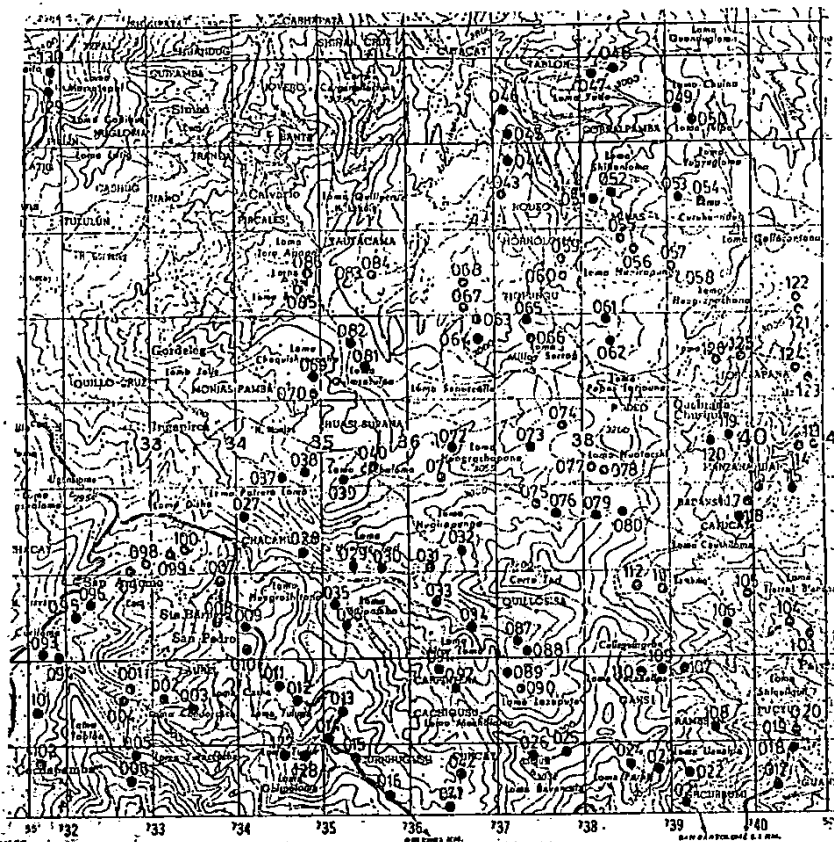
En la sucesión de fases efusivas, parece haberse dibujado en las pulsaciones magmáticas el contenido de gases del piromagma, esto queda respaldado por la alternancia de las texturas porfírico-vacuolar y textura porfírica.

La textura porfírica con estructura fluidal es el resultado de un magma que no desarrolla burbujas, permitiendo una fase regular de enfriamiento y escape de las fases gaseosas, el epimagma en la superficie fluyó con menor grado de viscosidad.

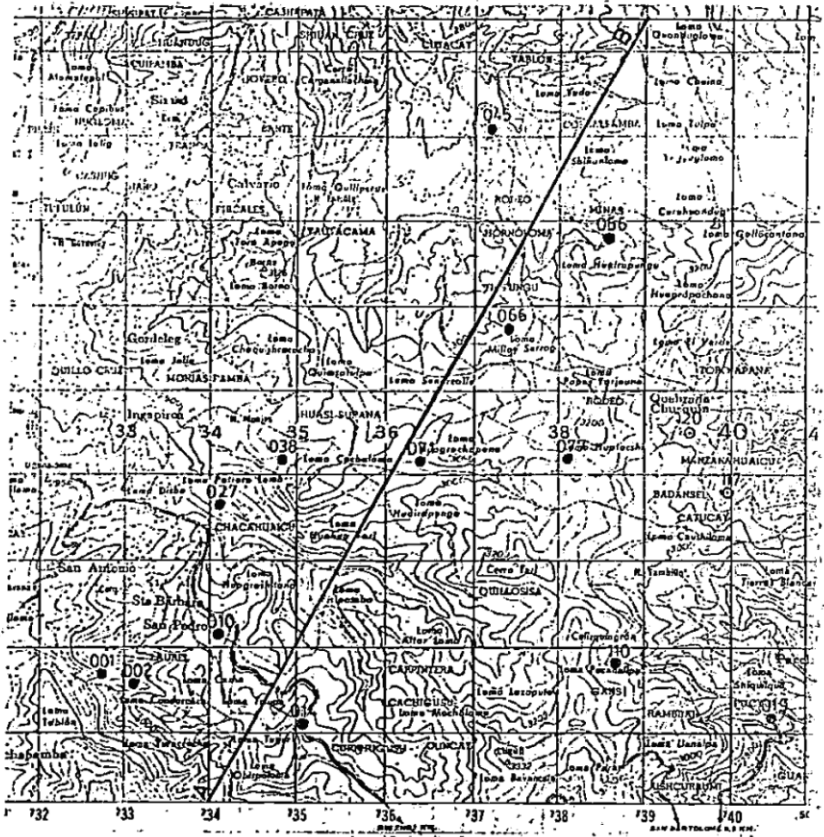
En resumen, los cambios de textura son un testigo fiel de los cambios ocurridos en la actividad magmática, en la superficie y en la chimenea volcánica, que varía desde explosiones hasta movimientos fluidos.

En último análisis, el estudio hecho en el presente trabajo nos permite aclarar las distintas etapas de evolución geoquímica del magma que generó la F. Tarqui.

MAPA 1



# MAPA 2





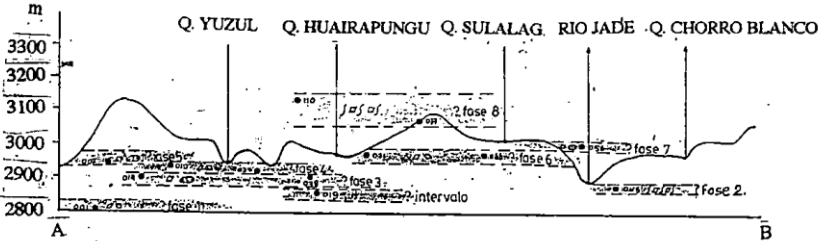
## SENTIDO GEOLÓGICO EN ESCALA VERTICAL

- 3120	# 1110)	SE	<u>TEXTURA PORFÍRICA CON E. FLUIDAL.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA. PI.	<u>[07A]</u>	FASE 8.	
- 3080	# 1077)	C	<u>TEXTURA PORFÍRICA CON E. FLUIDAL.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA PI-PA.			
- 3040	#	SIN MUESTRA,				
- 3000	# 1056)	NE	<u>TEXTURA PORFÍRICO-VACUOLAR.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA. PI.	<u>[07B]</u>	FASE 7.	Lab.
- 2760	# 1071)	CR	<u>TEXTURA PORFÍRICA.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA PL-PE			
- 2550	# 1066)	M	<u>TEXTURA PORFÍRICA.</u> SORDENALE FASE DE AGUJAS. PI-SI.	<u>[07C]</u>	FASE 6.	An.
- 2920	# 1002)	SW	<u>TEXTURA PORFÍRICO-VACUOLAR.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA. PI-PA.	<u>[07D]</u>	FASE 5.	An.
- 2910	# 1010)	SW	<u>TEXTURA PORFÍRICA.</u> SORDENALE FASE DE AGUJAS. PI.	<u>[07E]</u>	FASE 4.	
- 2900	# 1027)	M	<u>TEXTURA PORFÍRICA.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA. PI-SI.			
- 2690	# 1014) 1039)	SW W	<u>TEXTURA PORFÍRICO-VACUOLAR.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA. PI(SI) Y PI-SI(SI).	<u>[07F]</u>	FASE 3.	An-Lab.
- 2670	# 1045)	NW	<u>TEXTURA PORFÍRICA CON E. FLUIDALES.</u> SORDENALE FASE DE AGUJAS. PI-PA.	<u>[07G]</u>	FASE 2.	An-Lab.
- 2240	# 1019)	SE	<u>TEXTURA OBTUSITICA.</u> PEDAZOS DE POC.	<u>[07H]</u>	INTERVALO ENTRE FASES.	
- 2600	# 1001)	SE	<u>TEXTURA PORFÍRICA.</u> SORDENALE FASE AFANÍTICA PI.	<u>[07I]</u>	FASE 1.	An.

TAB. A 1.

## CORTE ESTRATIGRAFICO

RECONSTRUCCION DE LA POSIBLE SUCCESION ESTRATIGRAFICA  
DE LOS EPISODIOS (FASES) VOLCANICOS



## BIBLIOGRAFÍA

BALDOCK, J. W., Geología del Ecuador. División de Investigación Geológica - Minera, Quito, 1982.

BIANCHI A., "Corso de Mineralogía con Elementi di Petrología", Ed. Cedan, Padova, 1988.

BRIAN BAYLY, Introducción a la Petrografía, Ed. Paraninfo, Madrid, 1971.

BRISTOW, C. R., HOFFSTETTER R., Léxico Estratigráfico, París, Francia, 1977.

CORNELIUS S., HUURLBUT J. R., CORNELIUS KLEIN., Manual de Mineralogía de Dana, Ed. Reverte, Barcelona, 1985.

HEINRICH E. WM., Petrografía Microscópica, Ed. Omega, S. A., Barcelona, 1972.

TURNER FRANCIS J., VERHOOGEN JOHN., Petrografía Ígnea y Metamórfica, Ed. Omega, S. A., Barcelona, 1975.

**APLICACIÓN DEL SONDEO ELÉCTRICO  
VERTICAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN  
PALEOGEOLÓGICA-PALEOGEOGRÁFICA  
DE LA ZONA DE PICHACAY  
PROVINCIA DEL AZUAY - ECUADOR**

**Patricio Feijoo C.**



# **APLICACIÓN DEL SONDEO ELÉCTRICO VERTICAL PARA LA RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOLÓGICA-PALEO GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE PICHACAY-PROVINCIA DEL AZUAY - ECUADOR**

## **RESUMEN**

*El sondeo eléctrico vertical (SEV) es un método de levantamiento geoelectrico que, en base a medidas de las resistividades de las rocas y cálculos de las respectivas profundidades, lleva a la determinación de cortes geoelectricos; los mismos, complementados con datos geológicos, permiten obtener la reconstrucción paleogeológica-paleogeográfica del área de estudio.*

*En el presente trabajo la interpretación de los datos determinó que el área estudiada fue posiblemente un paleolago en el cual por un levantamiento generalizado del área, fue evacuada el agua permitiendo la creación del valle actual.*

## **ASPECTOS GENERALES**

### **UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

El área de estudio se encuentra ubicada al sur del país, en la provincia del Azuay, a 13 km lineales al sur-este de la ciudad de Cuenca y se la puede encontrar en la hoja Gualaceo CT-ÑV-E33885-III del mapa topográfico a escala 1: 50.000 del Instituto Geográfico Militar.

La principal vía de acceso es la carretera que va desde Cuenca hasta Quingeo, pasando por el Valle y Santa Ana. Luego de llegar al caserío de San Antonio se encuentra el área de trabajo. Esta carretera permanece todo el año en condiciones aceptables.

## **GEOLOGÍA REGIONAL**

La hoja geológica Gualaceo evidencia la presencia de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas de edad cretácea hasta el cuaternario, siendo las de mayor importancia las siguientes: Grupo Paute, Formación Yunguilla, Formación Biblián, Formación Loyola, Formación Azogues, Formación Mangán, Formación Santa Rosa, Formación Turi y Formación Tarqui.

## **GEOLOGÍA LOCAL**

Las rocas terciaras que afloran en la zona de estudio pertenecen a la Formación Biblián y las cuaternarias a la Tarqui.

**Formación Biblián** (Mioceno inf.): La Formación Biblián descansa en discordancia con la Formación Yunguilla. El depósito basal es usualmente de guijarro medianamente grueso, a menudo con guijarros de la Formación Yunguilla. Esta litología se repite en muchos niveles dentro de arcillas limosas, arenosas, finas en bloques, predominantemente café rojizas y areniscas tobáceas gruesas.

**Formación de Tarqui** (Cuaternario): Hay una discordancia entre la Tarqui y las capas antiguas. Las rocas constituyentes son piroclásticas ácidas aunque ocasionalmente se observan lavas. En algunos lugares no reportados en la hoja Gualaceo, por la alteración hidrotermal se ha alterado completamente la roca original en caolín. (Mapa Geológico).

## **GEOMORFOLOGÍA**

Se observan básicamente dos estructuras geomorfológicas predominantes en la zona.

La primera está relacionada con los afloramientos de las formaciones sedimentarias. Esta clase de morfología se observa claramente en la Formación Biblián que se encuentra al contacto occidental de la Formación Tarqui.

La topografía característica de estas formaciones sigue la inclinación de las capas sedimentarias y esto hace que se formen salientes en el relieve.

Se reconoce dos tipos de declives: el primero tiene buzamiento contrario al de las capas y produce declives abruptos, el segundo sigue el buzamiento de las capas y produce un declive con menor pendiente.

El contacto tectónico entre la Formación Biblián y la Formación Tarqui se reconoce a lo largo de la quebrada de Disha.

La segunda estructura geomorfológica está relacionada a la Formación Tarqui; topográficamente este tipo de estructura es aplanada y ocupa las partes altas de la zona; la espesa vegetación no impide observar los afloramientos.

## **MÉTODO GEOELÉCTRICO**

La Geoelectrica abarca una variedad muy amplia de métodos de prospección, es decir, mayor que en los otros métodos geofísicos. Los métodos eléctricos se los puede clasificar de acuerdo a la génesis del campo eléctrico que en ellos se estudia: natural o artificial.

El Sondeo Eléctrico Vertical, que es un método con campo eléctrico artificial, consiste en una sucesión de medidas de resistividad aparente con un progresivo aumento en la separación de los electrodos mientras que en el centro de la configuración y la orientación permanecen fijos.

Con esta técnica se investigan las variaciones de la resistividad con la profundidad bajo el centro de la configuración.

El procedimiento se basa en el hecho que la porción de corriente que penetra bajo una cierta profundidad aumenta si aumentamos la distancia entre los electrodos de corriente. Si la resistividad del terreno alrededor de los electrodos de comente no varía entre una medida y otra las variaciones de resistividad aparente serán debidas al aumento de la penetración de la corriente en el

terreno, por eso la distribución de la corriente será influenciada por capas que se encuentran siempre más profundas.

Para este estudio se utilizó un Georesistivímetro de compensación manual GRM-1000, que cuenta con un circuito de emisión el cual consta de una fuente de alimentación, un miliamperímetro, cables y electrodos, y un circuito de recepción el cual consta de un mil i voltímetro, cables y electrodos.

Los sondeos realizados en el área y los cortes geoelectricos deducidos se encuentran marcados en el mapa de ubicación de sondeos.

## **RECONSTRUCCIÓN PALEOGEOLOGICA- PALEOGEOGRAFICA DE LA ZONA**

En base a los SEV realizados se han podido determinar los siguientes litotipos geológicos: la Formación Biblián está representada por depósitos continentales constituidos por limos, arenisca y conglomerados alternados.

En las capas de limo y arenisca se encuentra a veces estratificación entrecruzada, mientras que el color pasa del gris al amarillo o rojo.

El espesor de las capas es variable y pasa de unos pocos centímetros hasta el metro en los conglomerados.

La Formación Biblián tiene por toda el área un rumbo general noreste-suroeste con buzamiento noroeste; el buzamiento tiene valores elevados de hasta 70 grados en la parte noreste del área y disminuye hasta 45 grados en la parte suroccidental.

La Formación Tarqui está constituida por brechas de explosión con clastos subangulosos de dimensiones decimétricas, seguidas por tobas volcánicas bien cementadas, encima de las cuales se encuentran lavas andesíticas. La Formación Tarqui parece tener una ubicación subhorizontal.



El contacto entre las dos formaciones se encuentra a lo largo de la quebrada de Disha y probablemente por esta quebrada pasa una falla subvertical. (Cortes Geológicos).

Los depósitos aluvionales encontrados en el área están constituidos por guijarros muy redondeados, gruesos mezclados con material más fino. Existe un afloramiento en correspondencia a una depresión en la parte baja de la Curiloma (2720 m). Otro afloramiento de depósitos aluvionales se encuentra en la parte meridional de la misma loma suspendido en la proximidad del cauce actual de la quebrada El Carnero.

Un posible depósito lacustre se encuentra en la parte plana del fondo del valle en correspondencia de la confluencia de la quebrada El Carnero, con una quebrada que llega del occidente. Este depósito está constituido por material fino, limo arenoso, con niveles de turba, como se puede observar en el corte geoelectrico. (Cortes Geoelectricos-Geológicos).

Los depósitos de ladera se encuentran al pie de las vertientes rocosas y son representados por materiales derivados por la erosión de la Formación Biblián.

Un evidente derrumbe o deslizamiento se extiende al noreste del área al pie de la Ugshaloma; el deslizamiento integra una masa extendida por más de un kilómetro. El desbaratamiento de la masa de roca justificaría los fenómenos de fuerte erosión que se encuentran exclusivamente en este sector.

La causa que ha producido este fenómeno de deslizamiento puede ser una erosión a la base producida por el río Quingeo.

En base a todos estos datos (geoelectricos y geológicos) se ha reconstruido un modelo geológico para explicar la evolución cuaternaria del área. Este modelo prevé un paleorío formado por el río El Camero y el río Quingeo que atraviesan la zona.

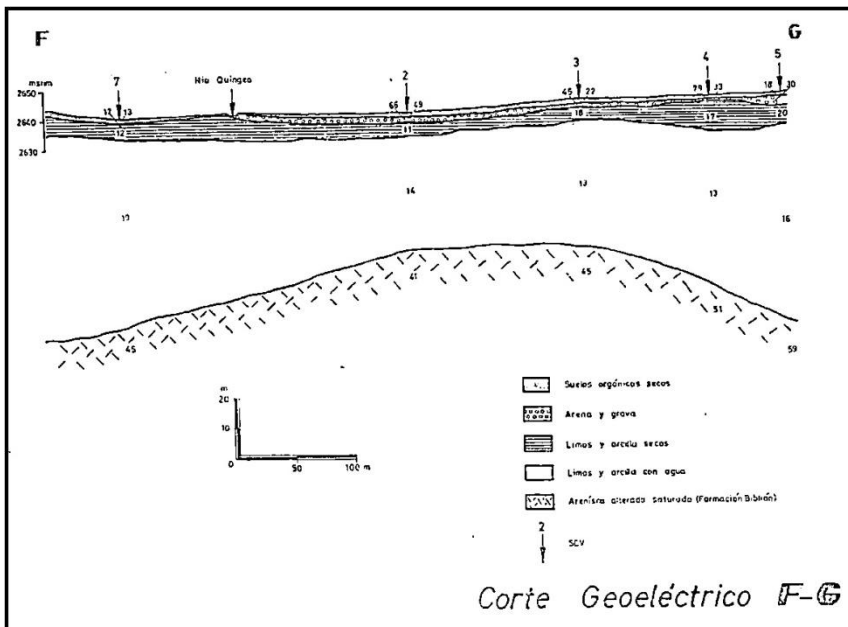
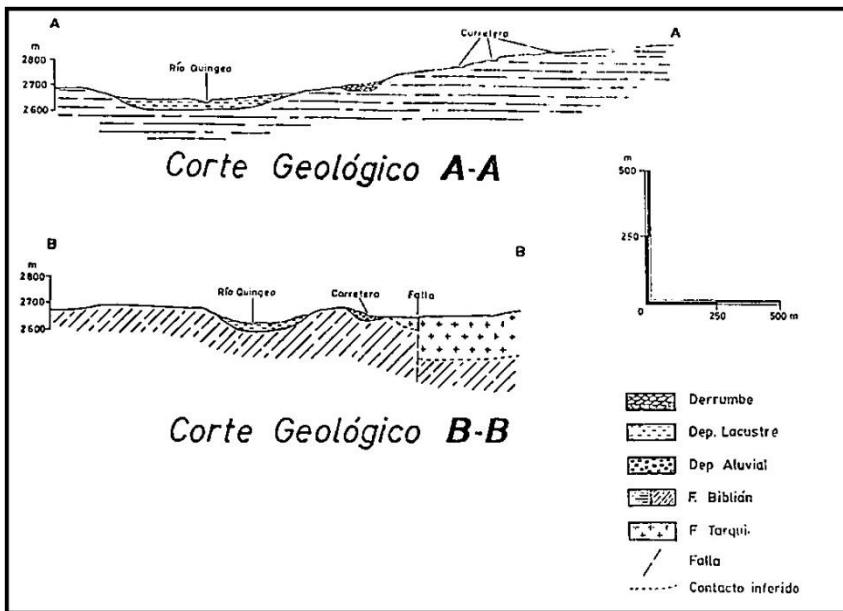
Un consistente derrumbe o deslizamiento proveniente de la Ugshaloma interrumpió el curso del paleorío Quingeo. Esto provocó la creación de un embalse lacustre, cuya antigua existencia es testimoniada por la morfología plana del fondo del valle y por la presencia de afloramientos significativos.

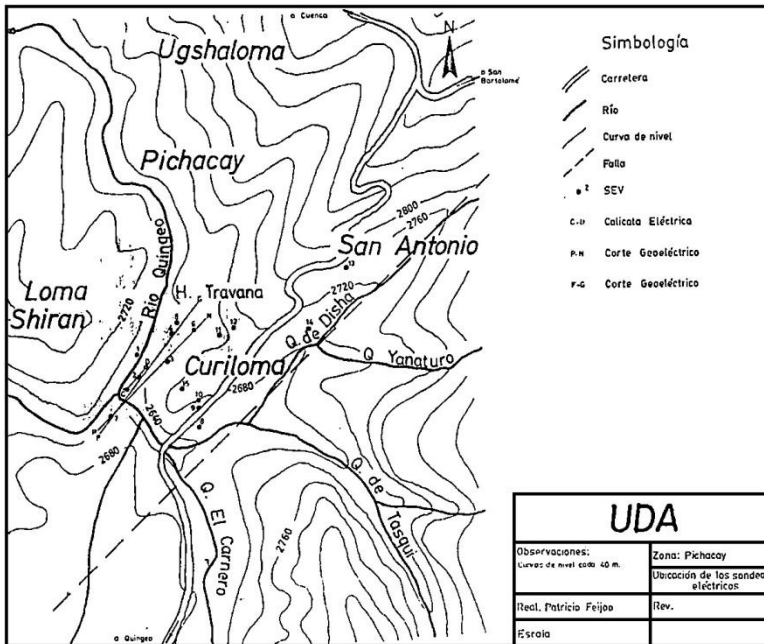
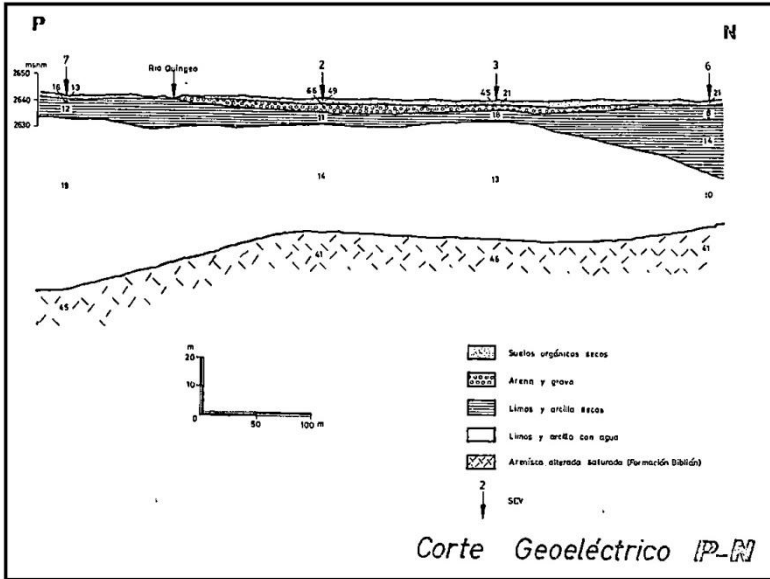
A causa de un levantamiento generalizado del área, el paleorío El Carnero erosionó la Curiloma dejando los sedimentos gruesos (conglomerados antiguamente depositados) a una cota más alta con escasísima presencia de depósitos aluvionales.

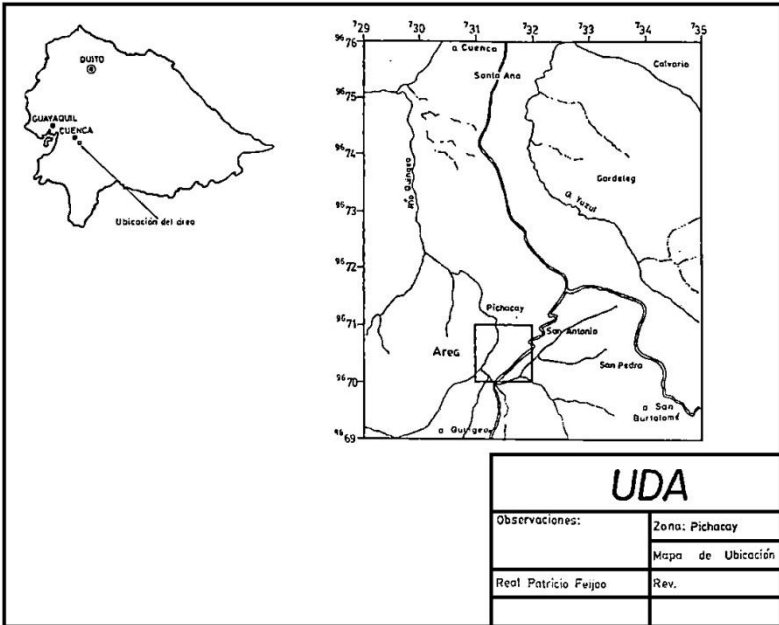
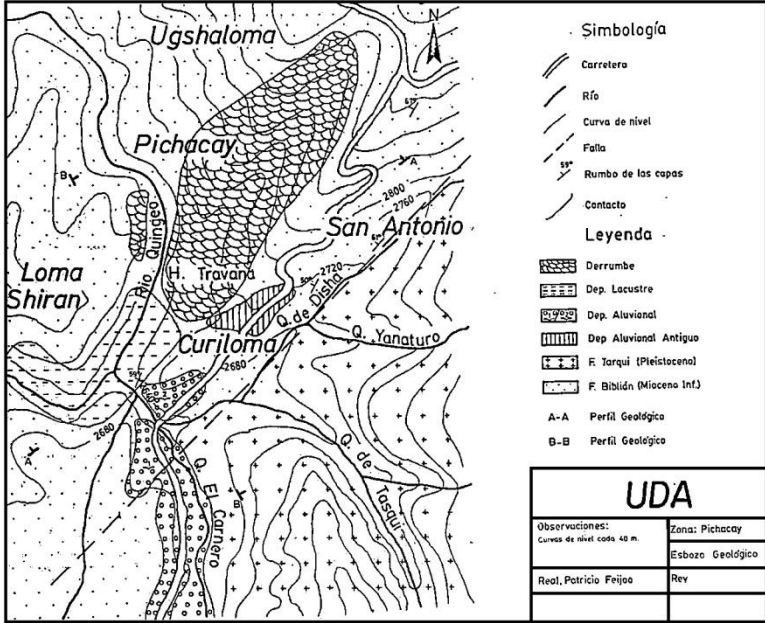
La mayor fuerza adquirida por el río erosionó parte del material derrumbado, permitiendo así el vaciamiento del embalse y la formación del valle actual.

## **CONCLUSIONES**

- El método es válido para poder definir el paleorelieve de una zona. (Cortes Geológicos).
- En base a los resultados del estudio realizado se evidencia que la zona es potencialmente rica en agua subterránea.
- El estudio determinó muy claramente la presencia y la naturaleza de las diferentes capas presentes en el valle. (Cortes Geoelectrónicos).







## **BIBLIOGRAFÍA**

ASTIER, J. L. Geofísica Aplicada a la Hidrogeología, Paraninfo, Madrid, España, 1982, pp. 57-105.

BRISTOW, C. R., Hoffstetter R., Léxico Estratigráfico: París, Francia, 1977, pp. 56,326-327.

DOBRIN. M. B. Introducción a la Prospección Geofísica, Omega, Barcelona, España, 1975, pp. 376-412.

ESCUELA DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL, Tecnología Eléctrica: C. T. S., Cuenca, Ecuador, 1980, pp. 46-78.

KUNETZ, G., Principles of Direct Current Resistivity Prospecting Geoexploration Monographs Series 1 - N° 1, Gebruder Borntraeger, Berlín, Alemania, 1966, pp. 13-59.

LAKUBOVSKII IU, V., LIAJOV, L. L., Exploración Eléctrica, Reverté, Barcelona, España, 1980, pp. 1-9,43-190.

ORELLANA, E., Prospección Eléctrica en Corriente Continua, Paraninfo, Madrid, España, 1982.

PARASNIS, D. S., Principios de Geofísica Aplicada, Paraninfo, Madrid, España, 1970, pp. 185-195.

PARASNIS, D. S., Geofísica Minera, Paraninfo, Madrid, España, 1971, pp. 165-204.

RIJKSWATERSTAAT., Standard Graphs for Resistivity Prospecting, Swets & Zeitlinger B. V., The Netherlands, 1975.

**ANÁLISIS DOCUMENTAL COMPARATIVO  
PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE ANTIGUOS  
CAMINOS: EL CASO DE LA REGIO-CAPUAM  
(ITALIA DEL SUR)**

**Riccardo Friolo**





# **ANÁLISIS DOCUMENTAL COMPARATIVO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE ANTIGUOS CAMINOS: EL CASO DE LA REGIÓN - CAPUAM (ITALIA DEL SUR)**

## **ABSTRACT**

*Aerial photos, cartographic materials, archaeological data and historical documents are here organized in order to define methodological, comparative criteria fit for reconstructing ancient itineraries.*

*A case history is provided: the roman road leading from Reggio Calabria to Capua (Southern Italy).*

## **INTRODUCCIÓN**

La reconstrucción de antiguos trazados históricos y protohistóricos constituye una clásica investigación de tipo comparativo e interdisciplinario porque implica muchos campos de estudio como la arqueología, la historia, la geografía, las ciencias del territorio y además requiere la confrontación de materiales distintos en el marco de una rica y detallada documentación.

Queda así definido un sector de investigación científica llamado Topografía Antigua, cuya importancia se manifiesta en seguida en base a la consideración que siempre recorridos y trazados han permitido no solamente el paso de mercancías y personas, sino también la difusión de ideas y movimientos culturales, constituyendo así en épocas de difíciles obstáculos geográficos, valiosos puentes de enlace entre pueblos y civilizaciones.

Pueden ser proporcionados muchos ejemplos de vías que han desarrollado en sede histórica este doble papel comercial-cultural.

Primero entre todos está el de la "Vía de la Seda" que enlazaba el Imperio Chino con la cuenca del Mediterráneo, recorriendo distancias enormes de miles de kilómetros y superando las barreras geográficas de los áridos desiertos interiores de Asia, de las amuralladas cordilleras que se separan desde el nudo del Pamir y de las extensas estepas de la región del lago de Aral y del Mar Caspio.

La reconstrucción del trazado es posible en base al hecho que existen aún florecientes ciudades que fueron construidas como etapas y sitios de descanso para las caravanas.

Algunas, por ejemplo, Bukhara, Samarcanda, Turpan y Dunhuang, desde hace tiempo ingresaron en la historia y en la leyenda.

Lastimosamente ya no funciona como antes la espesa entretrelazadura de canalizaciones subterráneas (Foggara; Qanat) que permitía el abastecimiento hídrico de los oasis de los desiertos; pero su persistencia en calidad de material arqueológico es una útil evidencia documental que testifica el paso de la Vía.

Otro ejemplo de ruta comercial, citado aún en la Biblia, está constituido por la Vía del Incensó que iniciaba desde lo que hoy es Yemen, se desanudaba a lo largo de las estribaciones occidentales de la Península Arábiga y alcanzaba la monumental ciudad de Petra, auténtico nudo obligado de intercambio para todos los flujos que llegaban al Mediterráneo oriental, a Egipto y al mundo helenístico romano.

Refiriéndose al continente africano, el mismo papel de Petra fue desarrollado en mitad del Sahara por Timbuctú como perno de la Ruta de las Especies desde el golfo de Guinea hacia Marruecos con sus ciudades imperiales y el Mediterráneo occidental.

Una función peculiarmente estratégica como base del mantenimiento del poder imperial y regla para la organización territorial administrativa fue desarrollada por los caminos romanos en Europa y el Camino Real Incaico en los Andes.

En estos dos últimos casos es posible utilizar una gran cantidad de material documental histórico y geográfico para reconstruir las directrices principales y secundarias.

El presente trabajo, que proporciona el ejemplo romano de la Vía REGIO - CAPUAM, se inserta también como una propuesta metodológica flexible para presentar útiles criterios operativos de confrontación, coordinación y dirección de aquella gran cantidad de material documental de distinta naturaleza, necesarios como apoyo al proceso reconstructivo de los antiguos trazados.

## **EL MATERIAL DOCUMENTAL**

En el intento de determinar lo más exactamente posible el recorrido de la vía romana, que desde Capua llegaba a Reggio Calabria a las orillas del Estrecho de Mesina cruzando tres regiones de Italia del Sur (Campania, Basilicata. Calabria), el autor ha recolectado una amplia documentación fotográfica y cartográfica antigua y moderna cuando era oficial del "Servizio Técnico Geográfico" en el Instituto Geográfico Militar Italiano (Florencia).

La colaboración con investigadores de la Universidad de Milán ha permitido confrontar este material con una gran masa de informaciones históricas, literarias y arqueológicas.

La comparación continua y coordinada de estos datos de fuente y naturaleza distintas, ha sido útil para desarrollar, en una serie de trechos de caminos significativos, una cuidadosa reconstrucción topográfica del trazado de la REGIO-CAPUAM.

La operación sobredicha ha sido realizada solo en áreas y trechos preelegidos porque un análisis de este tipo, aplicado a todo el trazado de la vía habría requerido muchos años de trabajo; por lo tanto la presente propuesta tiene un carácter de indagación preliminar de orientación.

La solución, aunque parcial, del problema topográfico de la vía quiere proporcionar una especial contribución en relación a una serie de aplicaciones sucesivas que resultarán posibles o más fáciles

como: la planificación, el encuadramiento y la mejor comprensión de la investigación arqueológica futura.

Todo esto podrá proporcionar un estímulo innovador a los estudios globales sobre la penetración romana en las regiones antedichas y sobre la historia económica de todo el sur de Italia.

A continuación se proporciona el listado de los materiales y documentos recolectados, con las pertinentes modalidades de empleo y las direcciones aplicativas.

Esta reseña desempeña un carácter metodológico general aplicable en cualquier marco histórico y geográfico donde haya que desarrollar una reconstrucción topográfica de redes viales.

- Material aero fotográfico.
- Material cartográfico moderno (con tres escalas: al 100.000, al 25.000, al 10.000)
- Cartografía histórica
- Datos arqueológicos
- Fuentes histórico-literarias

## **MATERIAL AEROFOTOGRAFICO**

Constituye la necesaria base de iniciación en investigaciones de este tipo donde los asentamientos y las obras antrópicas están estrechamente condicionadas por los factores del ambiente y del territorio.

En primer lugar permite un claro encuadramiento geográfico de los centros poblados que están citados en sede histórica en relación al eje vial: de particular importancia es por lo tanto el esquema de las relaciones entre el asentamiento y la conformación oro-hidrográfica de los alrededores.

Interviene aquí el estudio geomorfológico dirigido a reconocer y definir una serie de situaciones seriamente condicionantes sea en sentido negativo como barreras geográficas, sea en sentido positivo como elementos de facilitación: retículos fluviales, gargantas

de incisión torrenticia, conoides de deyección, confluencias hidrográficas, estrechamientos fluviales, tipo y evolución de los cauces.

Terminado el encuadramiento preliminar será posible compilar un listado de las áreas más prometedoras desde el punto de vista de la búsqueda de los alineamientos referibles al trazado.

## **MATERIAL CARTOGRÁFICO MODERNO**

Constituye el sistema de referencia privilegiado para encuadrar y anotar cualquier tipo de consideración y de evidencia resaltada a lo largo de la investigación.

Conviene utilizar básicamente las escalas al 100.000 y al 25.000, pero es posible llegar hasta 10.000.

La escala al 100.000 permite levantar las situaciones morfológicas de mayor extensión como: puertos de montaña, sistemas colinares, llanuras aluviales y fajas costeras; además la anotación de puntos y trechos seguros del trazado a esta escala permitirá el rápido encuadramiento de los mismos en una espesa red de relaciones geográfico-espaciales emergentes desde el territorio bajo examen.

En esta fase, por ejemplo, es útil insertar los ramales del itinerario principal.

Con la escala al 25.000 es posible definir las situaciones morfológicas de detalle utilizando el desarrollo claramente articulado de las curvas de nivel: principales, intermedias y auxiliares.

Es posible también determinar directrices caracterizadas por graduales cambios de cota.

A continuación comienza la sistemática búsqueda de los alineamientos actuales que pueden ser referidos a la vía y a la antigua organización territorial basada en la vía, y que además pueden ser materializados por veredas, senderos campestres, hileras de árboles, canalizaciones, muros rurales, etc.

Resulta ahora particularmente importante verificar la continuidad espacial y la homogeneidad direccional de los alineamientos encontrados.

Será necesario también controlar su marcha sin abruptos cambios de cota, es decir, el conjunto de relaciones con la orografía general de la zona.

También la escala al 25.000 permite verificar si los alineamientos elegidos satisfacen el requisito de estar en estrecha relación geográfica con áreas de descubrimientos arqueológicos, de abundancia de obras y de continuidad de frecuencia histórica.

Además fuentes de agua y caldas serán adecuadamente ubicadas con esta escala.

En el caso de áreas con alta densidad de hallazgos arqueológicos podrá ser útil llegar hasta la escala 10.000 para relacionar entre ellos los alineamientos y los lugares de descubrimiento.

## **CARTOGRAFÍA HISTÓRICA**

Se utiliza básicamente para las correlaciones entre los ejes viales modernos y los históricos: es posible, así, verificar sea la continuidad en el tiempo de algunas directrices, como las modificaciones eventuales.

Además quedan patentes los distintos criterios de desarrollo y adherencia topográfica adoptados por la vialidad en épocas históricas sucesivas.

La cartografía histórica puede también proporcionar útiles indicaciones sobre recorridos menores desactivados, obras antiguas de difícil acceso, centros históricos decaídos.

De sobresaliente importancia para este trabajo ha sido el "Atlante Geográfico del Regno di Napoli" redactado en Nápoles por G

A. Rizzi Zannoni al comienzo del siglo pasado utilizando rigurosos métodos de levantamiento geodético-topográfico.

Fuentes más antiguas tomadas en consideración han proporcionado escasos elementos porque cubren un carácter erudito y se ocupan más de los centros que de los enlazamientos viales.

## **DATOS ARQUEOLÓGICOS**

La cantidad de material documental que se puede encontrar y que es significativo en relación al problema bajo examen puede ser verdaderamente imponente: piedras millares, piedras labradas, señales para la organización agraria del territorio, trozos pavimentados, puentes, muros de contención, termas, canalizaciones superficiales y subterráneas, pozos de ventilación, áreas de necrópolis.

La concentración de zonas de importancia arqueológica conduce a áreas con fuerte presencia antrópica y por lo tanto a la necesidad de eficientes infraestructuras viales.

## **FUENTES HISTÓRICO-LITERARIAS**

Como ya hemos visto en el comienzo de este capítulo, son particularmente valiosas desde las primeras fases del encuadramiento fotográfico porque indican los centros principales presentes a lo largo del recorrido.

Con referencia a las vías romanas existen verdaderos Itinerarios en sede literaria: estos indicaban localidades y distancias parciales.

Sucesivamente las mismas fuentes pueden proporcionar los movimientos y los hechos a lo largo de la vía y en los territorios involucrados.

Por ejemplo el historiador Sallustio habla de movimientos de tropas hacia África a lo largo de la vía examinada, mientras el poeta Lucilio y el orador Cicerón se quejan por su viaje incómodo a lo largo de un recorrido de montaña con mucho lodo: esto testifica con mucha

evidencia que la Regio-Capuum estaba diseñada como un sencillo camino de tierra.

Pero una importante inscripción del 214 d. C. nos indica que la vía se llamaba Annia, tenía muchos ramales y constituía una de las tres más importantes directrices viales de Italia del sur.

Además, otras testimonios nos dicen que a menudo los gobernadores de Sicilia utilizaron la vía para hacer embajadas o alistar hombres en el continente bajo la autorización del gobierno central de Roma.

Otros autores indican claramente que a lo largo de la fase republicana de Roma muchos trechos de la vía fueron utilizados para desarrollar las divisiones y las asignaciones agrarias a lo largo de las zonas cruzadas.

De esta forma desde las fuentes emerge otro dato de importancia vital en la economía de investigaciones de este tipo: es decir el papel desempeñado por el camino bajo examen.

La Regio Capuum cumplía una función de importancia sea como eje militar-estratégico dirigido desde Roma hacia Sicilia, África y Mediterráneo occidental, sea como perno de la organización económico- administrativa de los territorios que gravitaban sobre ella.

## **CRITERIOS METODOLÓGICOS**

El material documental examinado en el precedente capítulo permite ahora reconocer y organizar una serie de intervenciones operativas que podrán reconducir a un preciso esquema metodológico.

1. Búsqueda de situaciones geomorfológicas favorables al paso de la vía.

Se puede desarrollar coordinando las fotos aéreas y los mapas modernos para reconocer básicamente los siguientes morfotipos: puertos de montaña, mesetas, terrazas fluviales, valles interiores, antiguas cuencas lacustres, estrechamientos fluviales, sistemas



colmares al pie de las montañas, valles aluvionales, llanuras costeras, fuentes termales.

2. Búsqueda de situaciones geomorfológicas desfavorables. Se realiza con el mismo criterio indicado en el punto 1, individuando toda una serie de obstáculos geográficos: gargantas torrenticias, quebradas incisas áreas de derrumbes, meandros fluviales, pantanos, terrenos sujetos a inundaciones periódicas o de intensas lixiviación y erosión de las vertientes.

3. Reconocimiento de vertientes estables con alineamientos sujetos a cambios regulares-progresivos de cota.

4. Reconocimiento de alineamientos actuales con comportamiento en lo posible rectilíneo y continuo.

5. Análisis de las áreas de intensa frecuencia antrópica, histórica y proto-histórica.

La organización de estas actividades en una serie de intervenciones lógica y temporalmente distribuidas permite la definición de una metodología global aplicable siempre y cuando se propongan investigaciones de Topografía Antigua dirigidas a la reconstrucción de itinerarios y redes de comunicación. Básicamente se pueden reconocer cuatro fases.

**Fase A:** Búsqueda en la sede histórico-literaria de los antiguos centros localizados a lo largo del recorrido. Pueden ser: paradas para el descanso y el aprovisionamiento, caravanserrallos, oasis, ciudades. Resulta muy importante determinar su ubicación geográfica (con la máxima precisión posible) y las relativas distancias.

**Fase B:** Estudio de la conformación oro-hidrográfica del territorio circundante a los distintos centros, de manera de poder determinar las situaciones geomorfológicas favorables y las desfavorables al desarrollo de los tramos viales.

**Fase C:** Se define una propuesta orgánica de posibles colegamientos entre centro y centro, organizando una verificación

sistemática de los alineamientos que se pueden encontrar en la conformación física y en la organización antrópica del territorio.

La naturaleza de estos alineamientos ha sido ya discutida en el capítulo dedicado al material documental.

**Fase D:** Propone la selección y reducción de los trazados precedentemente propuestos, confirmando y convalidando aquellos que presentan más estrechas relaciones espaciales con áreas de mayor abundancia de descubrimientos arqueológicos y de más intensa frecuencia histórica.

Prácticamente es la fase conclusiva porque en este punto la reconstrucción del antiguo itinerario se dimensiona como una cadena de centros históricamente documentados, geográficamente ubicados y enlazados por un desarrollo de líneas elegidas y apoyadas en base a una serie de consideraciones geomorfológicas, arqueológicas e histórico-literarias.

En el presente trabajo la restitución del trazado de la Regio Capuam ha presentado algunos aspectos particulares respecto a aquellos ya citados.

Primero, ha sido necesario tomar en consideración el hecho que a lo largo del itinerario estudiado se han sobrepuesto en sede histórica tres distintas obras viales: el camino romano, la vía regia borbónica testificada por el Atlas de Rizzi Zannoni y la moderna carretera estatal 19 de las Calabrias, con complejas y recíprocas interacciones de sobre posición-diversificación en relación a los distintos tramos.

Segundo, ha sido necesario eliminar algunos prejuicios precedentes, como la convicción que la vía regia hubiese completamente calcado a la romana, y el temor que las intensas lixiviaciones y erosión de los suelos y de las vertientes hubiera borrado totalmente toda traza del paso de la vía.

No existe duda de todas formas que en el contexto de una cordillera apenínica afectada por un éxodo histórico y por una intensa

degradación ambiental, la parte más problemática del trabajo ha sido justamente aquella relativa a la restitución de los tramos montañosos.

## **RECONSTRUCCIÓN DE LA VÍA REGIO CAPUAM**

De acuerdo a los numerosos testimonios históricos la vía fue construida en la segunda mitad del II siglo a. C.

La datación precisa, así como la identidad del constructor son todavía motivo de debate entre los investigadores.

Su importancia estratégica (eje rápido dirigido desde Roma hacia Sicilia y África) y su papel económico (colegamiento de fértiles regiones como la Campania y las llanuras costeras tirrénico-caláblicas) están de todas formas fuera de discusión.

Desarrollándose desde Capuaa, en Campania, hasta Reggio, sobre el estrecho de Mesina, la vía cubría una longitud superior a 400 kilómetros con un recorrido morfológicamente complejo que alternaba tramos de llanura y de montaña. (Ver Fig. 1).

Todas estas consideraciones explican por qué el presente trabajo, como ya se ha señalado, ha considerado solo algunos tramos donde el trazado podía ser reconocido en base de una clara convergencia de evidencias emergidas desde el material documental.

Los tramos considerados son:

Las "Nares Lucanae".

El "Vallo di Diano".

Los Apenines calabreses.

La llanura de Lamezia Terme.

### **LAS "NARES LUCANAE"**

El estudio de este tramo se apoya en el siguiente material documental:

1 fotografía aérea (N° 25751);

1 hoja en escala al 100.000 (F° 198 Eboli, IGM);  
1 hoja en escala al 25.000 (F° 1981 SE, Auletta, IGM);  
Hoja 19 del Atlas de G. A. Rizzi Zannoni.

Las "Nares Lucanac (Narices de la Región Basilicata), constituyen un puerto de montaña ubicado a 40° 36' de latitud norte y 15° 15' de longitud este, entre dos relieves, el primero al norte alto 676 metros, el segundo al sur alto 1452 metros. (Ver Fig. 2).

Este puerto de montaña constituye la desembocadura natural de la Basilicata (o Lucanía, región accidentada y montañosa) hacia la llanura campana y el Mar Tirreno.

La situación morfológica determina entonces un punto de paso obligado para toda directriz costa-interior.

Aquí los trazados de las tres vías: la romana, la regia y la moderna, coinciden necesariamente, como se observa desde los mapas.

Los antiguos itinerarios indican que aquí existía un paradero conocido con el nombre de "Stafio Nares Lucanae"; el mismo Cicerón habla de esto.

La abundancia del material arqueológico presente apoya y confirma las precedentes evidencias: un puente romano, un trozo de vía pavimentado con un muro romano anexo, abundancia de monedas de edad republicana.

## EL "VALLO DI DIANO"

Material de apoyo:

1 hoja al 100.000 (F° 199 Potenza, IGM);  
1 hoja al 25.000 (F° 199 SO, Polla, IGM);  
Hoja 19 del Atlas de G. A. Rizzi Zannoni.

El "Vallo di Diano" constituye una amplia cuenca interior de relleno aluvional ubicada entre las montañas de Lucanía a 40° 30' de latitud norte y 15° 28' de longitud este.

Presenta una pendiente muy débil desde el sur-este (462 m) hacia norte-oeste (446 m).

Hacia él confluyen los valles altos de muchas "Ramblas" que desembocan en el golfo de Taranto.

Desde la edad prehistórica, p roto histórica y griega ha sido utilizado como rápida directriz vial entre el Mar Jónico y el Mar Tirreno.

Como en el tramo precedente los tres trazados bajo examen convergen pero no necesariamente en todos los sitios.

La carretera moderna y la vía borbónica están relacionadas con el eje del valle, mientras el recorrido romano tenía que elegir otro criterio de adherencia al terreno porque en esa época la zona estaba sujeta a frecuentes inundaciones y por lo tanto se hacía obligatoria una localización al pie de las colinas en la derecha orográfica respecto al río Tanagro que recorre el valle con rumbo noroeste.

La búsqueda en esta posición ha conducido al descubrimiento de un alineamiento rectilíneo que se desarrolla longitudinalmente por varios kilómetros desde Atena Lucana hacia Sala Consilina y que sobre el terreno corresponde a una vía campestre en buen estado de conservación (Ver Fig. 3).

Otros senderos lo cortan a 90° con dirección transversal respecto al valle.

Estas evidencias topográficas junto con el descubrimiento en los alrededores de tres señales de organización agraria, indican que la vía romana fungía de "Decumanus maximus" del sistema de distribución por centurias.

Siempre en el marco del material arqueológico no faltan ruinas de puentes y señalamientos de trozos de camino desenterrados en el marco de las obras de mejoramiento civil.

Pero el descubrimiento más significativo es el "Lapis Pollae" (La piedra de Polla, un centro poblado del valle), una inscripción romana que lleva una declaración del constructor de la vía: "Viam fecei ab Regio ad Capuam" (Yo hice desde Reggio hacia Capua). Sobre esta es muy importante la indicación de muchos centros del recorrido con las relativas distancias en millas romanas.

No falta una clara referencia a las intervenciones de organización agraria del territorio interesado.

## **LOS APENINES CALABRESSES**

Material de apoyo:

- 3 fotografías aéreas (N° 20362 Morano); N° 20644 Castrovillari, N° 20507 Rogliano);
- 2 hojas al 100.000 (F° 221 Castrovillari, IGM; F° 236 Cosenza, IGM);
- 2 hojas al 25.000 (F° 222 II NO, Castrovillari, IGM; F° 236 II NO, Malito, IGM);

Hojas 25, 26, 28 del Atlas de G. A. Rizzi Zannoni.

Este tramo es completamente montañoso y entre todos es aquel que ha encontrado las mayores dificultades de reconstrucción a causa de la morfología compleja y accidentada de la región.

Además, es evidente que a menudo los tres trazados se diversifican porque son distintas las soluciones técnicas adoptadas frente a los problemas de naturaleza topográfica.

Empezamos el análisis partiendo desde el centro calabrese de Castrovillari (latitud 39° 49' norte, longitud 16° 12' este), ubicado a 362 metros de cota.

Al sureste del poblado la confluencia del río Coscile y del río Fiumicello (dos ríos con régimen torrenticio estacional) crea una

incisión profunda que la vía romana tenía que evitar moviéndose al este, hacia una superficie estructural ligeramente pendiente desde el noreste (macizos del monte Pollino, 2248 m, y de la Siena Dolcedorme 2267 m) hacia el suroeste (garganta del Coscile).

En relación a esta favorable situación morfológica ha sido posible encontrar una serie de alineamientos con rumbo NNO-SSE (senderos campestres) cuya significación es testificada por la existencia de muchas áreas de descubrimientos arqueológicos ubicadas sobre ambos lados del eje: necrópolis, villas romanas, trozos de la vía y un ramal hacia la mina de sal de Lungro.

Más al sur la superficie inclinada bajo examen se enlaza con el amplio "Piano di Camerata", una estructura que tiene una morfología muy suave y plana y cruzada por numerosos nos que han hecho de ella un importante nudo de colegamiento entre la costa y el interior.

Aquí el Atlas Napolitano revela una significativa desviación: la vía regia cumpliendo un amplio arco se coloca en el fondo del valle del río Coscile, mientras un ramal secundario baja de norte a sur, con un recorrido rectilíneo quedándose en cota sobre la meseta. (Ver Fig. 4).

Numerosos descubrimientos arqueológicos (necrópolis, villas, estructuras murales antiguas) más las testificaciones históricas de una zona de intensa presencia romana que indican una etapa del recorrido, es decir, la "Stattio Interamnium" (Entre los ríos), apoyan la hipótesis que este ramal sea efectivamente la sobrevivencia del camino romano en la edad borbónica.

La vía seguía después hasta la ciudad de Cosenza (latitud 39° 18' norte, longitud 16° 15' este) ubicada al oeste del macizo de la Sila.

El descubrimiento de un puente de origen romano sobre el Torrente Savuto (latitud 39° 09' 47" norte, longitud 16° 20' 08" este) ha permitido encontrar el antiguo trazado también en esta zona de difícil conformación orográfica.

En el campo ha sido posible seguir una vereda que desde el puente retoma cota muy gradualmente, se adhiere a la morfología del terreno desarrollando una débil pendiente y quedándose después en cota en la mitad de la vertiente.

El Atlas de Rizzi Zannoni reporta este recorrido distinto de la vía regia.

El tramo examinado nos permite entonces verificar las técnicas romanas de adaptación a la topografía, que privilegiaban la búsqueda de las situaciones menos problemáticas y capaces de facilitar un desarrollo de líneas rectas sin abruptas excursiones altimétricas.

## **LAMEZIA TERME**

Material de apoyo:

1 hoja al 100.000 (F° 241 Nicastro, IGM);

1 hoja al 10.000 (F° 241 I SO, sez. C., IGM);

Hoja 30 del Atlas de G. A. Rizzi Zannoni.

En un contexto morfológico de llanura aluvional costera el problema topográfico se hace menos complejo y el análisis más ágil.

Los numerosos alineamientos que se pueden encontrar y que son caracterizados por un rumbo paralelo a la costa tienen una inmediata verificación en la abundancia del material arqueológico para testificar una zona de intensa frecuencia, primero, griega, luego romana.

Especial relevancia presentan aquí imponentes restos de termas romanas localizadas en Acconia. (Ver Fig. 5).

Más al norte cerca de la fuente Candiano Lugar "II Ralazzo" obras de excavación han evidenciado otras ruinas de instalaciones termales y de una villa.

En esta área ha sido necesario el examen del mapa en escala al 10.000, utilizado para encuadrar con mayor detalle y precisión una



abundancia de los testimonios desarrollada gracias a una situación topográfica extremadamente favorable.



Figura 1:  
El Trazado  
de la Vía

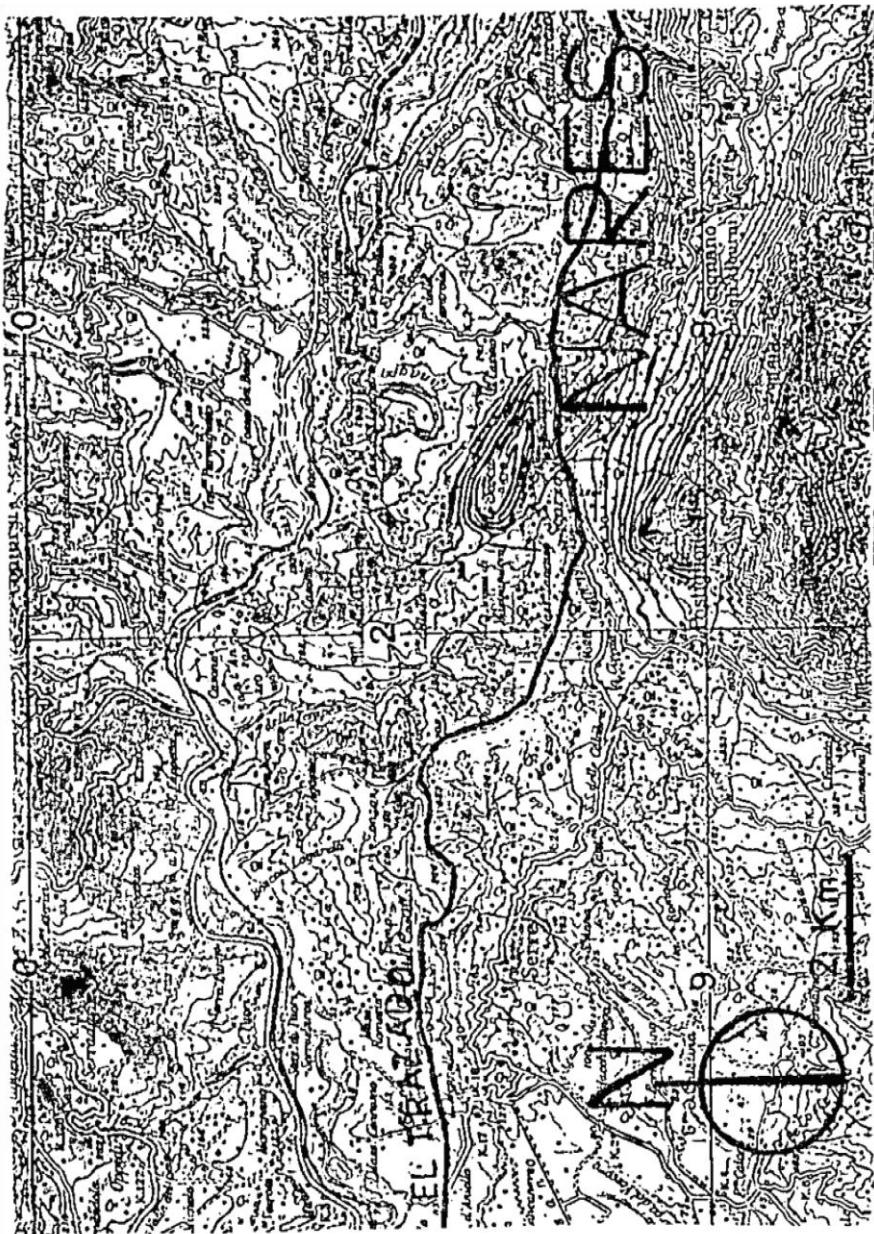


Figura 2: F ° 198 Eboli, I. G. M.

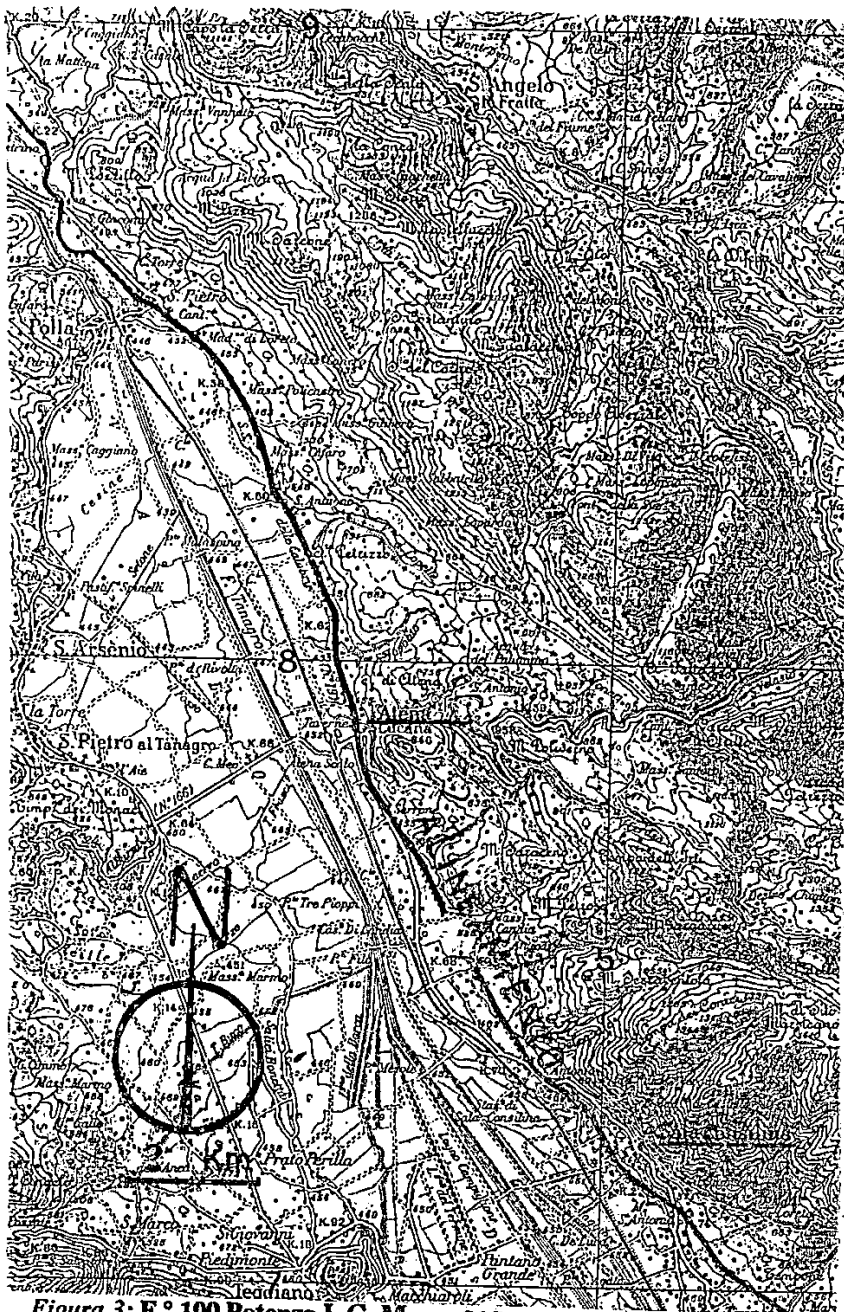


Figura 3: F° 199 Potenza I. G. M. 215

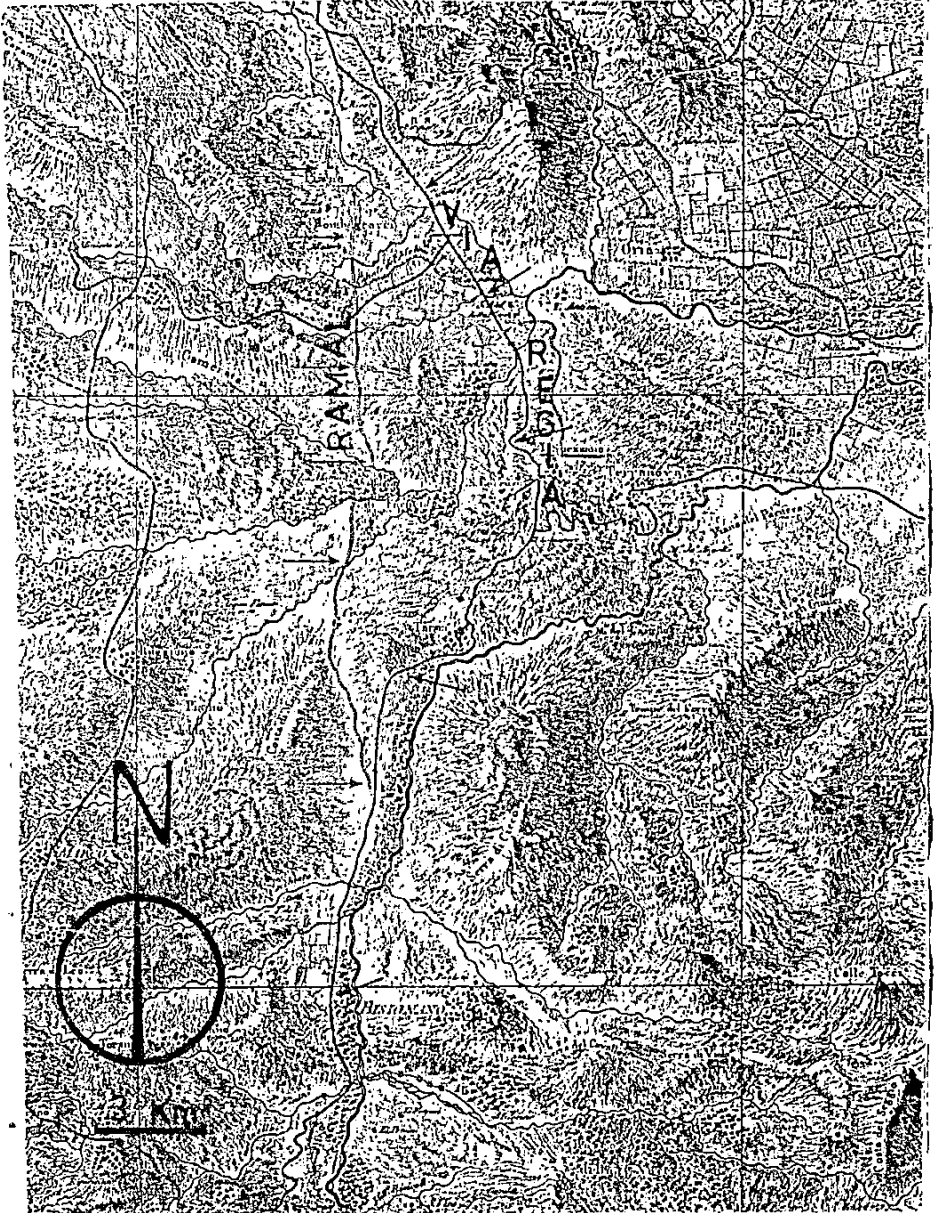


Figura 4: F ° 26 (Atlas de G. A. Rizzi Zannoni)

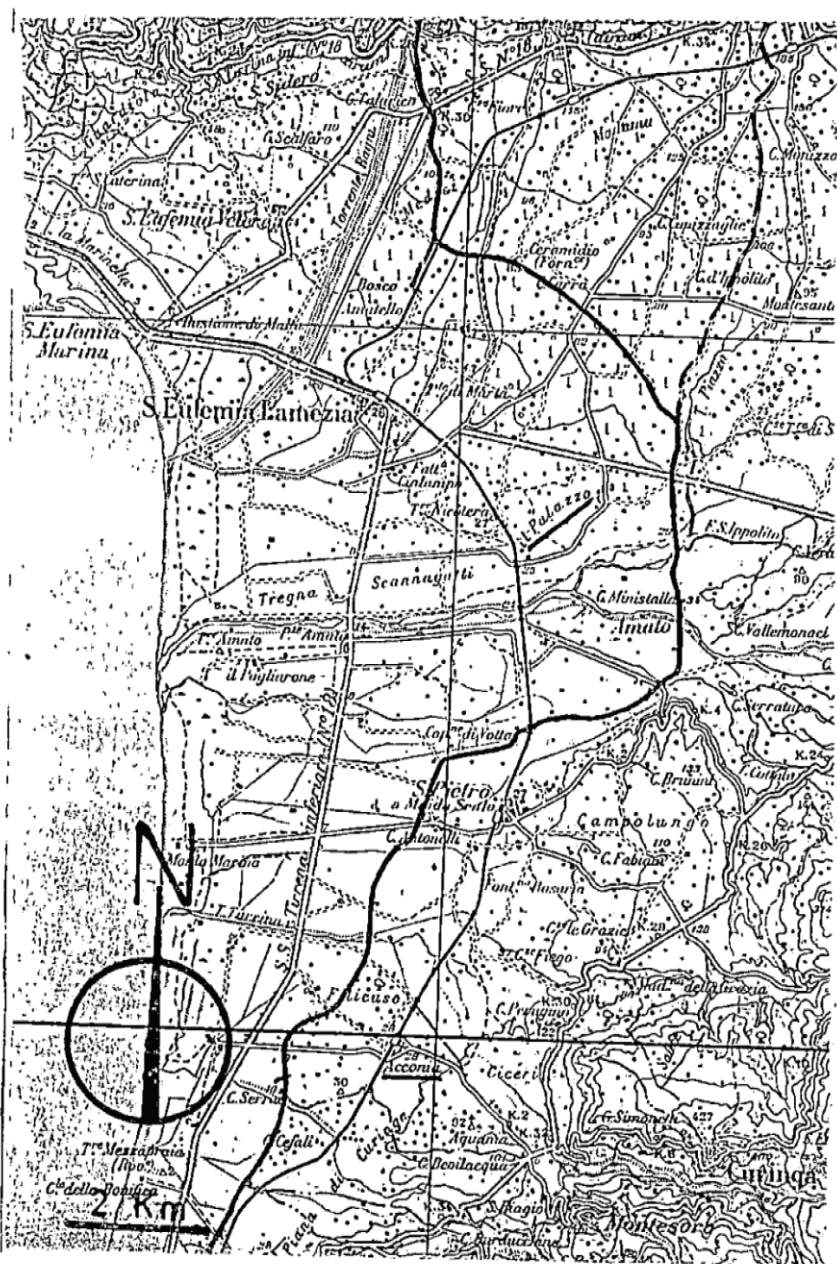


Figura 5: F° 241 Nicastro, I. C. M.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AMADESIE., Fotointerpretazione e Aerofotogrammetria, Ed. Pitagora, Bologna, 1977.

CANTARELLI, F., La via Regio Capuam: problemi storici e topografici, Istituto Geográfico Militare, Firenze, 1981.

CASTIGLIONI, G.B., Geomorfologia, ed UTET, Torino, 1986.

DEGRASSI, A., Inscriptiones Latinae Liberae Rei Publicae, firenze, 1957, Vol. I, p. 253 sgg.

LUEDER D. R., Aerial Photographic Interpretation, Me. Graw Hill, series in Civil Engineering, New York, 1959.

RIZZI ZANNONI. G. A., Atlante Geográfico del Regno di Napoli. Napoli, 1808.

SCHMIEDT, G., Atlante Aerofotografico delle sedi umane in Italia, IGM, Firenze, 1970, tavv. 143, nota introduttiva pp. 163.

SERENI, E., Storia del paesaggio agrario Italiano, Ed. Laterza, Bari, 1984.

WISEMAN, T. P. Viae Anniae, in: "Papers British School at Rome", XIX, (1964), pp. 21-37.

**ENCUADRAMIENTO GEOGRÁFICO DEL  
ÁREA MONUMENTAL DE INGAPIRCA  
(PROVINCIA DEL CAÑAR, ANDES  
ECUATORIANOS)**

**Riccardo Friolo**





## **ENCUADRAMIENTO GEOGRÁFICO DEL ÁREA MONUMENTAL DE INGAPIRCA**

### **ABSTRACT**

*A geographical preliminary study is carried out in the archaeological arc of Ingapirca (Ecuadorian Andes) in order to provide useful data for the restoration of the main histories monuments.*

*Geological climatic and astronomical aspects are discussed.*

### **INTRODUCCIÓN**

El área arqueológica de Ingapirca se encuentra a 2° 32' de latitud sur y 78° 52' de longitud oeste entre los meridianos 736-737 y los paralelos 9720-9721 de la cuadrícula de la Hoja: Cañar CT-ÑV-C3-3886-III del Instituto Geográfico Militar.

La Elipse que constituye el principal monumento del área tiene una cota de 3120 metros y se localiza sobre una cresta morfológica de rocas sedimentarias: conglomerados y areniscas muy poco cementadas. Pocas decenas de metros más al norte, otra cresta paralela y de la misma naturaleza litológica contiene la "Cara" y el "Baño" del Inca. Debido al rumbo este- oeste de las dos crestas, las vertientes tienen una exposición hacia el sur (el poblado de Ingapirca) y hacia el norte (el cauce del río Silante).

Dos fallas importantes afectan el área bajo examen y los alrededores: la falla de Ingapirca muy reciente porque pone en contacto formaciones del Mioceno y del Pleistoceno, y más al este la falla Huarapungu en el cauce del río homónimo.

El presente trabajo propone un encuadramiento geográfico preliminar de los fenómenos geológicos, climáticos y astronómicos que afectan al área monumental y constituyen fuente de peligro y amenaza para la conservación de la Elipse y de los demás restos arqueológicos del sector.

Las evidencias resultantes podrán ser utilizadas para un mejor enrumbamiento y planificación de las obras de restauración.

## **EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA**

En el sector de Ingapirca-Tambo-Cañar la situación geomorfológica presenta un retículo hidrográfico con características desde el subdendrítico hasta el angular.

Muchos ríos y quebradas tienen un rumbo paralelo al de las principales fallas del área y son frecuentes los bruscos cambios de rumbo con ángulos de 90°.

Todos estos son claros indicios de un control hidrográfico de tipo tectónico.

Justamente al norte del monumento de Ingapirca, el valle más importante es el del río Silante, ancho y profundizado (ver mapa topográfico: Cañar). Se trata de un típico valle de origen glaciar con perfil transversal en U, inciso por el actual cauce del río.

El paleo-fondo de la cubeta glaciar está constituido al norte por la terraza de Sisid, al sur por la terraza de la loma Ganabug.

En el medio la erosión vertical post-glaciar ha desarrollado un cauce profundo debido a la abundancia de aguas de deshielo y a la fuerte energía de relieve presente en la cuenca del río Silante (más de 1.000 metros de desnivel entre la cabecera del río a la laguna Cojitambo y el fondo actual a 2920 metros de cota antes de la desembocadura en el río Cañar).

Las quebradas afluentes presentan una sección transversal con V estrecha y profundizada, mientras el perfil longitudinal se hace muy

accidentado con rápidos frecuentes; esto indica una intensa acción de erosión e incisión vertical en relación a la fuerte pendiente de los cauces.

Como ya se ha visto, las principales quebradas presentan estrechas relaciones con las directrices tectónicas del área.

Más en detalle la Quebrada Gulansa (un kilómetro al norte de la Elipse) presenta un rumbo N. 30°E, debido a la presencia de la falla de Ingapirca, paralela a la importante falla regional de Fallatanga. El río Cebadas (8 kilómetros al noreste del monumento) se desarrolla con rumbo N-S. coincidiendo con la prosecución hacia el norte de la falla de Ingapirca.

El control tectónico se hace muy evidente 3 kilómetros al oeste de Sisid, donde el cauce del río Cañar tiene un cambio de rumbo de 90° (desde sur-norte a este-oeste).

El mismo río Silante corre paralelo a una falla inferida al sur del sector. Cerro Tablillas-Cochapamba-Pucupala.

Los efectos de las numerosas líneas tectónicas se hacen patentes en las terrazas fluviales presentes en el área en relación al paleo-valle glaciar del río Silante.

Un estudio detallado de los desniveles que se encuentran entre distintas secciones de terraza, ha permitido reconstruir a través de perfiles altimétricos la presencia y el papel de las fallas activas en el área.

La primera terraza en consideración es la cortada por la quebrada Gulansa y señalada en la Hoja Geológica 72: Cañar entre los meridianos 736-738 y los paralelos 9720-9721 de la cuadrícula.

El perfil altimétrico N° 1: AB (Fig. 1) permite observar que la tenaza Molopud-Cajontambo está cortada en dos partes, una al N.O. con cota media 3.250 metros y una al S.E. a cota 3.160 m.

El desnivel correspondiente es de 90 metros y se interpreta como debido a la acción de la falla Ingapirca que afecta a la quebrada Gulansa: el bloque al S.E. resulta rebajado y el bloque al N.O., levantado.

La segunda tenaza examinada se encuentra entre los meridianos 738- 741 y los paralelos 9721-9722 de la cuadrícula en la confluencia entre el río Silante y el Río Cebadas y la quebrada de Turches.

El perfil altimétrico N° 2: CD (Fig. 2) evidencia que la terraza desde el cerro Tablillas al S.O. hasta la loma Lilla al N.E. está dividida en dos secciones por el río Cebadas: la del S.O. tiene una cota de 3.280 metros, la del N.E. manifiesta una ligera pendiente hacia el río y su cota media se puede fijar alrededor de los 3.380 metros. Resulta así un desnivel de 100 m provocado por la falla que se desarrolla en el cauce del río Cebadas; el bloque levantado es el del N.E. el rebajado es el del S.O.

La tercera terraza ha sido reconocida a lo largo de la línea Pucarsol- Sisid (meridianos 732-735 y paralelos 9718-9720 de la cuadrícula) cortada por el tramo tectónico donde el río Cañar dibuja un codo morfológico.

En el perfil altimétrico N° 3: EF (Fig. 3) se observan al S.O. la sección Pucarsol de la terraza con cota 3.120 y al N.E. la sección Sidsid con cota media 3.070 metros: el desnivel resultante es de 50 metros.

La interpretación coloca el accidente tectónico en el cauce del río Cañar bajando el bloque de N.E. y levantando el del S.O.

El perfil altimétrico N° 4: GH (Fig. 4) cruza un poco más al este el cauce del río Silante (meridianos 734-735 y paralelos 9718-9720 de la cuadrícula) para evidenciar su papel tectónico que desplaza las terrazas laterales de 90 metros. Estas son: la terraza Sisid al norte con ligera pendiente hacia el río y cota medía de 3.050 metros y, hacia el sur, la tenaza entre los ríos Cañar y Silante a cota de 2.960 metros. Resulta rebajado el bloque sur, levantado el bloque norte.

En relación a los desplazamientos son frecuentes los fenómenos de derrumbes, deslizamientos de masas de suelo y de desgaste de los bordes de las terrazas.

## **DATOS GEOLÓGICOS**

Para proporcionar información más detallada sobre la naturaleza geológica y petrográfica de las terrazas, ha sido efectuado un levantamiento con corte estratigráfico a la confluencia entre el río Silante y la quebrada Gulansa, 700 metros al norte del área arqueológica.

Desde el fondo del río Silante en derecha orográfica se levanta un poderoso afloramiento de tobas verdes que tienen la misma textura observada en los bloques del "Castillo". Es decir, matriz verde cinerítica, abundantes fenocristales de págioclasa blanco y anfíboles negros, presencia de cuarzo vidrioso, pedazos angulosos de toba roja.

La textura resulta del tipo grano-sostenida debido a la abundancia de los componentes gruesos.

La fracturación de la roca es intensa: el sistema de grietas principal tiene rumbo N 30° E. paralelo a la quebrada Gulansa y a la falla Ingapirca en este sector.

Más arriba la roca se hace más fracturada y muy alterada por la intensa erosión sufrida bajo el intemperismo y el corte fluvial. Al tope una pequeña secuencia sedimentaria de claro origen torrenticio cubre el afloramiento de tobas.

En la Figura 5 se observan dos pequeñas secuencias más finas hacia arriba con conglomerado a la base y arenisca al tope.

Las estructuras sedimentarias que ocurren son imbricación en el conglomerado y laminación entrecruzada en las areniscas, indicando un claro mecanismo de corriente tractiva fluvial.

Han sido medidos con brújula el rumbo y la orientación proporcionados por los cantos de la imbricación, resultando conformes al actual recorrido del río Silante en el tramo bajo examen.

Las evidencias sedimentológicas confirman que esta secuencia indica un paleo-ambiente fluvial-torrenticio correspondiente al paleo río Silante antes que empezara activamente el corte erosivo vertical del nivel tobaceo.

Al otro lado del río en izquierda orográfica, la serie tobacea está sustituida por unas terrazas sobre el nivel del río; siguen hacia arriba fas areniscas y los conglomerados que constituyen la cresta morfológica donde se encuentran la "Cara" y el "Baño" del Inca.

Estas observaciones confirman el significado tectónico del cauce del río Silante en el tramo en examen.

Resulta así que el área arqueológica de Ingapirca se encuentra 700 metros al sur de la confluencia río Silante-quebrada Gulansa que representa un claro punto de convergencia de alineamientos tectónicos.

El sistemático desplazamiento vertical de las terrazas (las indicadas en el presente trabajo más otras más pequeñas pero evidentes en el área) y un retículo fluvial de clara captura por fallas son elementos que nos reconducen a una actividad neotectónica presente e intensa.

Estos datos relativos al sector Ingapirca encuentran una clara confirmación en el marco geológico regional.

Sesenta kilómetros al N.O. del triángulo Tambo-Cañar-Ingapirca pasa la falla Pallatanga de tipo transcurrente-dextral que tiene rumbo N 30° E, sigue larga cientos de kilómetros hasta el golfo de Guayaquil y condiciona los alineamientos tectónicos del área examinada.

Para la falla de Pallatanga han sido estimados datos alarmantes de riesgo sísmico: velocidad de desplazamiento continuo

de 3 mm/año, magnitud 7,4 Ms de sismo máximo probable, retomo entre 600 y 1200 años.

Paralela a la falla de Pallatanga está la de Guamote, setenta kilómetros al norte de Ingapirca: es una transcurrente-dextral también y se calcula que no puede generar sismos superiores a 7,0 Ms.

Al sur del Cañar hay otra falla, la Girón-Santa Isabel que se desarrolla en el valle del río Jubones y cuya actividad neotectónica es patente por muchas evidencias de campo: facetas triangulares, irregularidades morfológicas y caídas de agua a lo largo de los torrentes ortogonales al valle principal, presencia del plano de falla activo en la izquierda orográfica del valle, corte de caminos recientes.

La Girón-Santa Isabel es paralela a la falla Pallatanga y el prolongamiento de su rumbo se dirige hacia Cañar.

Confrontando todos estos datos es posible concluir que las evidencias de actividad neotectónica en los alrededores de Ingapirca y la presencia de fallas activas de importancia regional en este sector andino confirman que el área arqueológica se encuentra en un contexto geológico de alto riesgo sísmico, que ha constituido y constituye un peligro efectivo para la conservación de monumentos incaicos del sector.

## **RASGOS CLIMÁTICOS**

Las características climáticas del área de Ingapirca pueden ser descritas utilizando los datos proporcionados por la estación meteorológica Cañar del INAMHI que se encuentra muy cerca a 2° 33' S. y 78° 56' O. con una altura de 3.104 metros sobre el nivel del mar.

El diagrama de la Fig. 6 proporciona los datos climáticos para un período de 13 años, desde 1959 hasta 1971.

La temperatura media anual es de 10,8 C° y no sufre cambios abruptos a lo largo de los meses del año: solo en junio, julio y agosto se acerca más a los 10 C°.

En contraste la distribución de las lluvias demuestra un régimen muy variado. La precipitación normal anual es de 495 mm, dividida en dos períodos claramente evidenciados.

El de lluvias más intensas va desde octubre-noviembre (45 mm) hasta abril, con un máximo en marzo (70 mm). En mayo-junio, las precipitaciones empiezan a bajar hasta valores de 20-25 mm que se mantienen en los meses de julio, agosto y septiembre; julio y agosto inclusive pueden ser clasificados como meses ecológicamente secos (el histograma de la pluviosidad permanece bajo la curva de la temperatura).

Es posible así concluir que el régimen pluviométrico del área del Cañar-Ingapirca es caracterizado por dos períodos: uno de lluvias (octubre- abril) de tipo zenital desde el equinoccio de septiembre hasta el de marzo, y una estación seca (julio-septiembre) pasando por el solsticio de junio (comienzo del verano boreal). A lo largo de esta, el ciclo está más despejado, la luminosidad es más efectiva y los cambios de temperatura entre la noche y el día se hacen más fuertes.

El tipo bioclimático correspondiente es el S.H.S. TEM., según la clasificación bioclimática utilizada en el país; es decir, el área bajo examen pertenece a la región sub-húmeda sub-temperada de los páramos bajos y secos.

En los alrededores de Ingapirca, las características de esta región siguen hasta el norte desarrollándose a lo largo de la directriz río Cebadas- Palmira-Tixán.

La formación ecológica correspondiente en la clasificación de Holdridge es la e.M.: estepa montana.

El diagrama de la figura 7 se refiere a un período más largo, de 20 años, desde 1965 hasta 1984; permite confirmar dichas observaciones.

Este régimen climático-pluviométrico es típico de la Sierra, con lluvias de tipo zenital relacionadas con los equinoccios y un período seco intermedio de dos-tres meses.



El diagrama de Riobamba (ver Fig. 8; altura 2.726 m y precipitación normal anual de 406 mm) confirma este esquema con dos valores máximos de lluvias en marzo y abril y en octubre-noviembre y un estación seca de tres meses (julio, agosto, septiembre).

## **MECANISMOS ASTRONÓMICOS**

Hemos ya destacado la importancia del control astronómico sobre la distribución zenital de las lluvias en la Sierra ecuatoriana.

Es importante ahora subrayar otro fenómeno geográfico-astro-nómico significativo en relación al problema de la conservación del monumento incaico de Ingapirca.

Recordemos que este tiene una latitud de  $2^{\circ} 32'$  sur. La figura 9 indica la posición latitudinal de Ingapirca; el período de las culminaciones zenitales sobre Ingapirca; el movimiento aparente del sol al norte y al sur de la línea equinoccial; y nos permite hacer cuatro consideraciones:

1. A la latitud de Ingapirca hay dos culminaciones zenitales del sol por año: una en la mitad de marzo, la segunda entre septiembre y octubre, ambas muy cercanas a las fechas de los equinoccios.
2. Hay un período desde la mitad de marzo hasta el final de septiembre (pasando por el solsticio de junio) en el cual el sol al medio día culmina hacia el norte en el área examinada.
3. Sigue un período desde octubre hasta la mitad de marzo (pasando por el solsticio de diciembre) en el cual el sol al medio día culmina hacia el sur.
4. El primer período dura seis meses y dos semanas y es más largo que el segundo que tiene cinco meses y dos semanas: esto por que Ingapirca tiene una latitud sur y su distancia desde

el Trópico de Capricornio es inferior a la desde el Trópico de Cáncer, como resulta patente en el esquema.

Confrontando ahora esta secuencia astronómica con el pluviograma del área, resulta evidente que la temporada de lluvias reducidas (consideramos aquí desde mayo a septiembre) coincide con el período de culminaciones zenitales hacia el norte.

Esto quiere decir que el lado norte de la Elipse del monumento de Ingapirca sufre un soleamiento más efectivo y, a medio día, alcanza mayores temperaturas que el lado sur a lo largo del período de culminaciones hacia el sur.

De aquí se desarrollan más amplios cambios térmicos entre la noche y el día.

Hemos visto que las tobas verdes que constituyen el monumento contienen seis componentes mineralógico-petrográficos distintos y cada uno es caracterizado por un coeficiente de dilatación térmica distinto.

Esto determina un continuo desgaste y deterioro físico de la textura petrográfica de las rocas examinadas.

En los sectores norte y en el noroeste, de una forma especial, como se puede observar en el campo, los cambios de temperatura más fuertes terminan por ser responsables de intensos fenómenos de descascaramiento como no se observan en los otros sectores de la construcción.

Es posible así concluir que la combinación negativa de tres factores: el astronómico (las culminaciones zenitales), el geomorfológico (la exposición hacia el norte de un lado de la Elipse) y el petrográfico (la composición mineralógica muy heterogénea del material constituyente del monumento) se hace responsable de las áreas de mayor desgaste sufridas por la Elipse de Ingapirca.

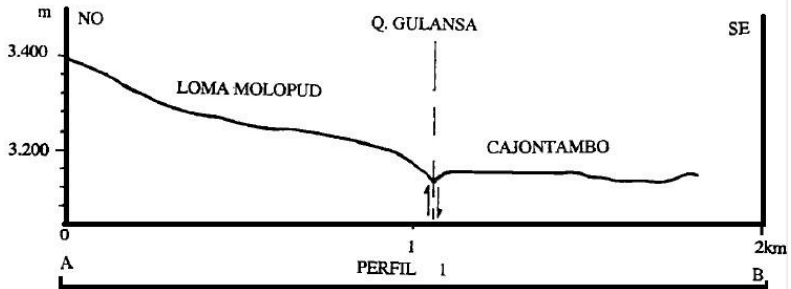


FIGURA 1

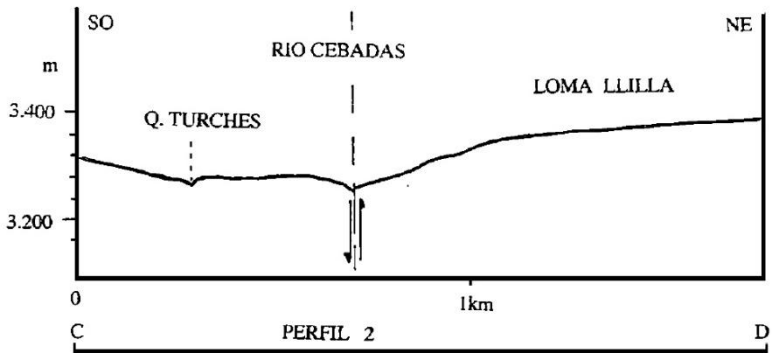


FIGURA 2

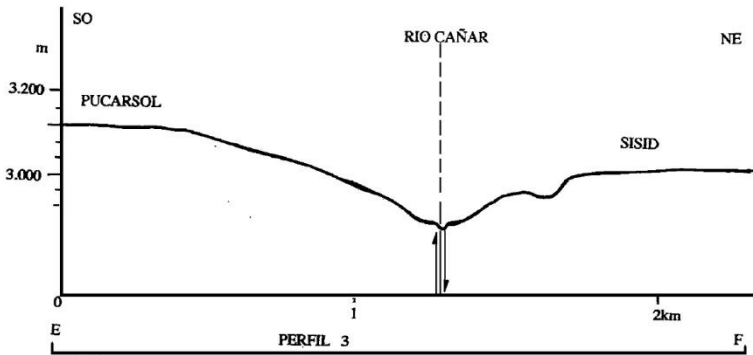


FIGURA 3

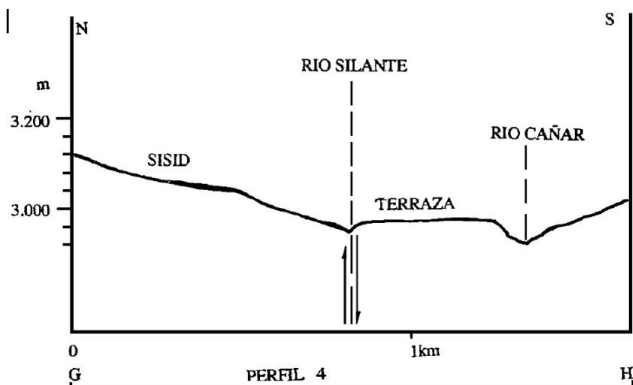
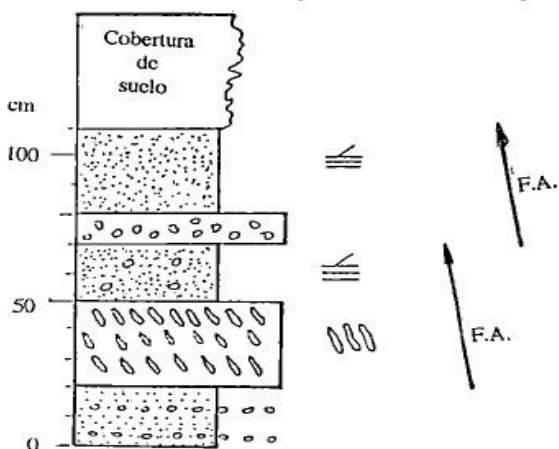


FIGURA 4

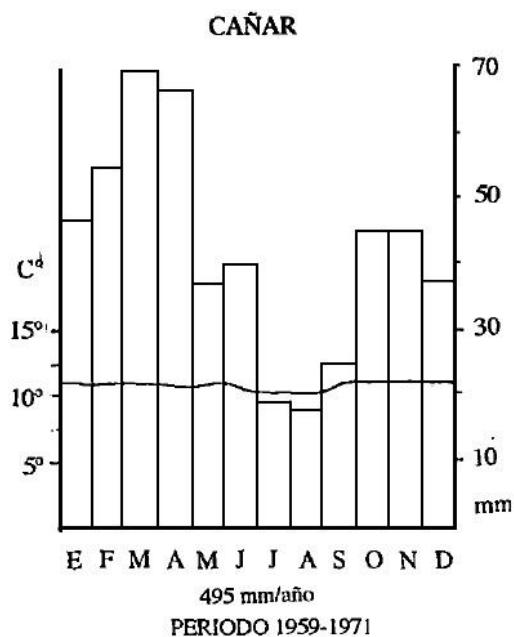
CONFLUENCIA RIO SILANTE-QUEBRADA GULANSA



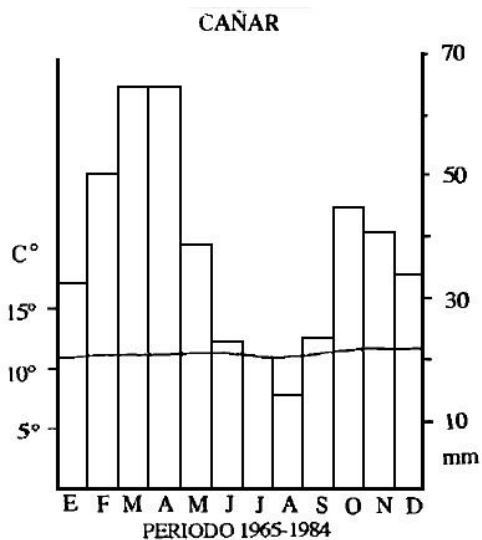
REGISTRO SEDIMENTOLOGICO

- Laminación entrecruzada
- Imbricación:
- Secuencia más fina hacia arriba
- Arenisca
- Conglomerado

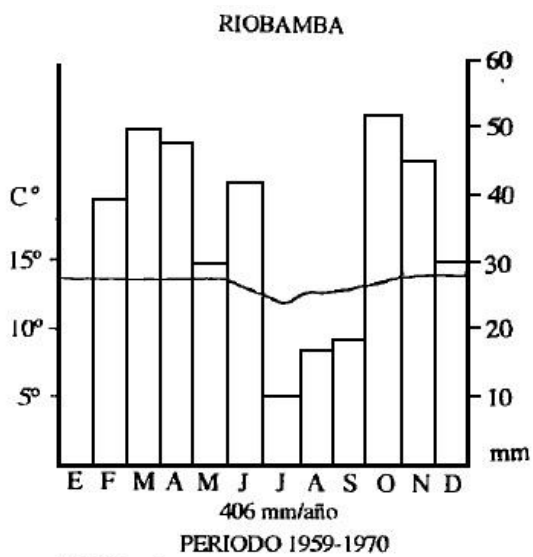
FIGURA 5



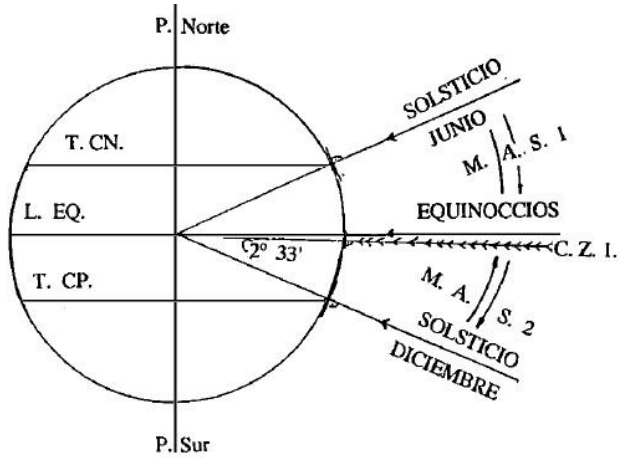
**FIGURA 6**



**FIGURA 7**



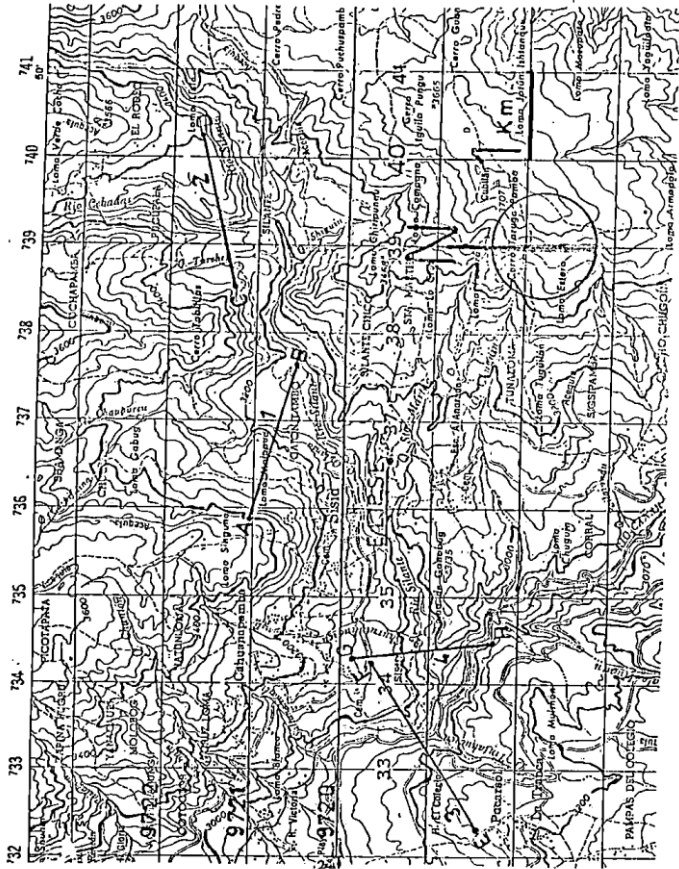
**FIGURA 8**



- T. CN.: Trópico de Cáncer
- T. CP.: Trópico de Capricornio
- L. EQ.: Línea Equinoccial
- M.A.S.1.: Movimiento aparente del sol entre L.EQ. y T. CN.
- M.A.S.2.: Movimiento aparente del sol entre L.EQ. y T. CP.
- C.Z.1.: Culminaciones zenitales a INGAPIRCA

**FIGURA 9**

MAPA TOPOGRAFICO: CAÑAR





## **BIBLIOGRAFÍA**

CAÑADAS CRUZ L., El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador, Editores Asociados, Quito. 1983.

CASTIGLIONE G. B., Geomorfología, Ed. UTET, Torino, 1986.

CREMONINI G., Rilevamento Geologico, Ed. Pitagora, Bologna, 1973.

PAREDES M. J., Estudio Histórico sobre Ingapirca, Ed. Universidad Católica. Quito. 1976.

SOULLAS J. P., et alii, Tectónica activa y riesgo sísmico en los Andes Ecuatorianos y el Extremo Sur de Colombia, en "Bol. Geol. Ecuat." Vol. 2. N° 1, 1991, pp. 3-11.

VIALLI A., Geografía, Ed. Patrón, Bologna, 1970.

WINTER T. et alii., Presencia de un sistema de fallas activas en el sur del Ecuador, en "Bol. Geol. Ecuat.", Vol. 1, N° 1, 1990, pp. 53-67.

Datos meteorológicos proporcionados por INHAMI. Boletín Meteorológico, Departamento de Climatología, Quito, 1990-1993.



**COMPORTAMIENTO DE LOS RELAVES DE  
NAMBIJA A LA CONCENTRACIÓN POR  
CIANURACIÓN Y TIOUREACIÓN**

**Guadalupe Herdoíza V.**



# COMPORTAMIENTO DE LOS RELAVES DE NAMBIJA A LA CONCENTRACIÓN POR CIANURACIÓN Y TIOUREACIÓN

## RESUMEN

*El presente trabajo resume los ensayos experimentales llevados a cabo en el Laboratorio de Mineralurgia del Instituto Ecuatoriano de Minería, a fin de evaluar el comportamiento de los relaves de Nambija a la disolución del oro por cianuración y con tiourea.*

*Los relaves han respondido a los dos tratamientos, alcanzándose recuperaciones mayores del 95% en ambos casos.*

*Los parámetros óptimos obtenidos son:*

- *Para la concentración por Cianuración: remolienda 30', NaCN residual 750 mg/l, CaO residual 200 mg/l, dilución (SIL) 1/3,  $(NO_3)_2Pb$  0.25 kg/T. tiempo de agitación 8 horas.*

- *Para la concentración por Tiourea: remolienda 30\ Tiourea 6,78 g/l, sulfato férrico 10,56 g/l, tiempo de agitación 8 horas.*

*El tratamiento más adecuado para este tipo de relaves provenientes de amalgamación, es la cianuración, pero se hace importante realizar una investigación complementaria e integral que abarque la concentración gravimétrica seguida de amalgamación-cianuración-precipitación con Zn o adsorción con carbón activado, fundición y refinación.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las investigaciones geológicas realizadas en el país, revelan la existencia de varios depósitos auríferos, entre ellos uno de gran importancia, el de Nambija, en el cual al momento, se viene dando una explotación y beneficio del oro en forma artesanal a pequeña escala.

A causa del progresivo agotamiento de las reservas minerales de oro y del incremento en el precio del mismo, el tratamiento de los relaves, así como la explotación de minerales de bajo grado, están recibiendo considerable atención en la actualidad.

Dependiendo de la mineralogía, reservas, ley, topografía, clima, ubicación y la naturaleza de la distribución del oro dentro del mineral, un amplio rango de técnicas pueden ser consideradas para recuperar el metal precioso, entre ellas:

- Lixiviación en vat (tanques), heap (pilas) y por agitación para minerales de oro fácilmente lixiviables no refractarios.
- Concentración gravimétrica, seguida de amalgamación, cuando hay oro libre.
- Flotación-tostación-cianuración, oxidación en autoclave, cianuración; lixiviación bacteriana; tioureación, para minerales refractarios. (Ejemplo: mineral Ecuaba, Ponce Enríquez).

En la práctica una combinación de estos procesos puede ser requerida. Esto es porque el oro puede estar asociado con otras especies minerales o con arcillas, las mismas que dificultan el tratamiento del mineral.

El trabajo presenta el esquema de procesamiento de los relaves de amalgamación así como las características más relevantes del proceso, vale la pena mencionar que estas pruebas de laboratorio, con la incorporación de algunas variaciones, son interesantes para una aplicación en operaciones de pequeña minería.

## 2. UBICACIÓN

El yacimiento minero de Nambija se halla localizado en la provincia de Zamora Chinchipe, parroquia Cumbaratza.

## 3. GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

Geológicamente, la zona está constituida por formaciones sedimentarias marinas, de edad mesozoica, intruida por granitos y granodioritas.

Localmente el yacimiento se halla en la zona de contacto entre rocas intrusivas de composición granito-granodioríticas y rocas sedimentarias de composición carbonática.

Existen afloramientos de rocas efusivas de composición media que han sufrido propilitización; se han identificado hornfelds y cornubianitas, que se presentan en forma interestratificada y lenticular. Este yacimiento puede ser considerado como un depósito de tipo Skarn, o un depósito de reemplazamiento en cuerpos irregulares y tabulares desarrollados cerca de fallas y fracturas en estratos sedimentarios químicamente favorables.

## 4. CONCENTRACIÓN POR CIANURACIÓN

Basándose sobre experiencias pasadas y en el hecho que el oro es soluble en soluciones alcalinas diluidas en cianuro de sodio, los relaves fueron sometidos a lixiviación por agitación. Se efectuaron varios ensayos, a fin de determinar las condiciones operacionales óptimas, variando los siguientes parámetros: dilución de la pulpa, pH, velocidad de agitación, concentración de cal y cianuro, adición de sal de plomo.

ANÁLISIS QUÍMICO M 46: El análisis químico de la muestra se realizó por Absorción Atómica.

<b>Elemento</b>	<b>Cu (ppm)</b>	<b>Pb (ppm)</b>	<b>Zn (ppm)</b>	<b>Fe (%)</b>	<b>Au (ppm)</b>
Ley	15	150	100	5.51	21

Se puede observar que el único elemento presente en cantidades explotables es el oro.

#### 4.1. PRUEBAS DE LABORATORIO

Fueron llevadas a cabo una serie de pruebas orientadas a determinar las características de lixiviabilidad del relave, así como a definir los parámetros de cianuración, al final se registraron como óptimos los siguientes valores de parámetros operativos:

- Remolienda 30'.
- Concentración de NaCN 750 mg/1. libre.
- pH = 9-11.
- Dilución: 3/1 (relación L/s).
- Tiempo de agitación 8 horas.
- Adición (NO<sub>3</sub>) 2Pb = 0,25 kg/ton.

A continuación se reportan los resultados obtenidos en una prueba realizada bajo las condiciones antes mencionadas.

TIEMPO (h)	% Extracción Au
0.5	33.4
1.5	53.15
2.5	61.10
3.5	69.51
4.5	69.71
5.5	74.14
6.5	85.07
7.5	99.12
8.0	99.19

La extracción del oro se va incrementando con el aumento del tiempo de lixiviación; sin embargo, un tiempo de cianuración de 8 horas es suficiente para lograr una máxima recuperación.

En general estos resultados nos muestran que este material presenta buenas características para un tratamiento por cianuración.



El cuadro N° 1 resume las condiciones operatorias y los respectivos valores de extracción obtenidos.

Las pruebas experimentales fueron realizadas en un reactor abierto. Durante el proceso se controló la concentración de cianuro, utilizando el nitrato de plata como agente titulante y yoduro de potasio como indicador; para la cal fueron usados ácidos sulfúrico como agente titulante y fenolftaleína como indicador.

De los resultados obtenidos en las diferentes pruebas experimentales se puede deducir que:

- La muestra (relave) es fácilmente cianurable, el tiempo de agitación de 8 horas garantiza una recuperación de oro mayor del 95%.
- La remolienda proporcionada a la muestra (30') libera a las partículas de oro sin que luego de la cianuración se obtengan valores significativos de oro en las colas.
- La relación sólido-líquido utilizada en las pruebas de lixiviación (3/1) ha proporcionado las mejores condiciones para este tipo de muestra.
- Una velocidad de agitación mayor que 1.000 rpm y una aireación previa de 1 hora con introducción de aire, mejoran notablemente los rendimientos de extracción del oro: de 10 a 90%.
- La adición del nitrato de plomo  $Pb_2 NO_3$  ocasiona un incremento considerable en la recuperación del oro; también da como consecuencia una disminución significativa en el consumo del cianuro.

A pesar de haber logrado recuperaciones superiores al 95% en la extracción del oro, el consumo del cianuro de sodio resulta excesivo; un estudio más detallado que prevea un conocimiento total de la mineralogía de la muestra (estudio al microscopio en secciones

pulidas) y del tipo de asociaciones presentes daría la posibilidad de disminuir el consumo de cianuro.

## 5. CONCENTRACIÓN POR TIOUREACIÓN

A fin de evaluar el comportamiento de los relaves de Nambija en soluciones ácidas de Tiourea, se efectuaron varios ensayos, tomando a consideración los parámetros siguientes: Concentración de tiourea y de sulfato férrico, dilución de la pulpa, pH; estas variables tienen una notable influencia sobre la disolución del oro. Las pruebas se efectuaron a temperatura ambiente y manteniendo el pH = 1.5, lográndose una óptima disolución del oro con una concentración de 6.78 g/l de tiourea y 10.56 g/l de sulfato férrico en un tiempo de 8 horas.

### ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico de la muestra fue realizado mediante Absorción Atómica para el oro y mediante el I.C.P. para los demás elementos.

<b>Elemento</b>	<b>Ley</b>	<b>Elemento</b>	<b>Ley</b>
Cu	55.63 ppm	Ag	0.1 ppm
Pb	19.42 ppm	Au	12.75 ppm
Zn	272.16 ppm	SiO <sub>2</sub>	46.44%
Fe	5.93%	As	0.13%

Del análisis químico se deduce que el único elemento valorable es el oro.

De estudios al microscopio sobre algunas secciones de mineral de mina, se vio que el oro, tanto diseminado como macroscópico, se hallaba muy relacionado a las táctitas (rocas ricas en granates cálcicos). No fue efectuado un estudio mineralógico de los relaves.

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico se efectuó sobre la muestra inicial 100% -10#, y luego de una remolienda de 30', con deslamado previo. La remolienda se demostró necesaria para lograr una buena disolución del oro presente, confirmado a la vez que uno de los problemas por los que hay pérdidas significativas de oro en los relaves es la molienda defectuosa existente en el lugar. (Ver Curva de Análisis Granulométrico).

### 5.1. PRUEBAS DE LABORATORIO

Como se ha manifestado anteriormente, para lograr una disolución del oro, son utilizadas combinaciones de tiourea, ácido sulfúrico y sulfato férrico como agente oxidante  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

La concentración de Tiourea, se varió en un rango de 2.15-1238 g/l; el sulfato férrico en un rango de 4-10 g/l; el pH se reguló con la adición de ácido sulfúrico al 50%; se trabajó en una celda Denver con introducción de aire.

El cuadro N° 2 resume las condiciones operacionales de los ensayos realizados, así como también presenta los valores de extracción obtenidos.

De los diferentes ensayos de lixiviación con tiourea ácida, se ha llegado a establecer finalmente los siguientes valores como óptimos:

- Tiempo de remolienda 30'.
- Velocidad de agitación 1.300 rpm.
- Dilución 4/1 (relación líquido/sólido).
- Concentración de tiourea 6.78 g/l.
- Concentración sulfato férrico 10.56 g/l.
- Aireación constante (con introducción de aire).
- Tiempo de agitación 8 horas.

Al comparar los diferentes valores obtenidos en las pruebas de T.U., se puede observar que la dosificación combinada de 6.78 g/l de

T.U. y 10.56 g/l de sulfato férrico a un pH = 1.5, dan un porcentaje de extracción del orden del 96%; con esto también podemos manifestar que la muestra responde también a la lixiviación ácida con tiourea.

- Cuando hay un incremento excesivo en la concentración de T.U. aún con la adición creciente de peróxido de hidrógeno (E:1062-1071) no se logra una extracción de oro en la solución superior al 85%.
- Una concentración moderada de T.U., sulfato férrico y peróxido de hidrógeno (E: 1065) manifiesta que la adición de este último mejora notablemente el porcentaje de extracción del oro (95.98%).
- El tiempo de lixiviación de 8 horas ha sido considerado suficiente para alcanzar valores constantes de recuperación.

Durante todo el proceso de lixiviación se controló el pH con la adición de ácido sulfúrico; fueron utilizados nitrato de mercurio (0.1 M) como agente titulante y difenil carbazida como indicador (solución saturada en etanol).

El alto costo que representa este reactivo, su tendencia a descomponerse muy fácilmente en disulfuro de formamidina y su alto consumo en estos ensayos no permitirán por el momento que la T.U. se considere como una alternativa para el tratamiento de estos relaves; su utilización más bien estaría encaminada al tratamiento de menas refractarias, donde el método de cianuración no haya respondido.

Un estudio más profundo y con la ayuda especial del análisis mineralógico de la muestra nos podrá dar una mejor orientación.

## **6. CONCLUSIONES**

En general el tratamiento de relaves provenientes de amalgamación y minerales auríferos primarios se puede realizar mediante la aplicación de procesos baratos. Por tal razón son necesarios múltiples estudios, a nivel de laboratorio, a fin de

determinar las técnicas adecuadas de tratamiento a través de la implementación de:

- Concentración gravimétrica seguida por amalgamación con Hg y lixiviación con soluciones de Cianuro en tanques de agitación y sucesiva precipitación con polvo de zinc.
- Lixiviación en canchas seguida de adsorción y desorción con carbón activado y electro-deposición.

Las aplicaciones de estos procesos permitirán la posibilidad de dar un mayor impulso al desarrollo de la pequeña Minería.

CIANURACIÓN M-46  
CUADRO 1

ENSAYO No.	CONSUMO NaCN	CONSUMO TOTAL DE REACTIVOS (Kg/t)		PH	EXTRACCION Au Solución %	RESIDUO FINAL Au (ppm)	OBSERVACIONES
		CaO	Pb(N03)2				
901	19,79	0,5	-	10,11	75,84	5,65	Sin aireación previa vel. de agitación 400 rpm.
905	20,0	0,5	-	10,11	81,4	3,8	ídem
909	27,84	0,564	-	10,11	88,14	2,5	Lixiv. acida pH2
910	16,33	0,48	0,25	9,1	99,19	0,2	Con introducción de aire.
911	15,6	0,456	0,25	9,1	97,46	0,55	
912	14,4	0,548	0,25	10,11	94,33	1,9	
915	13,8	0,424	0,25	9-10	99,02	Oí	Con introducción de aire.
916	9,9	0,344	0,25	9-10	96,98	0,6	ídem
917	11,7	0,366	0,25	9-10	100	nd	ídem
918	10,8	0,41	0,25	9-10	97,92	0,5	ídem

Tiempo de cianuración      8 horas      Dilución: 3/1  
Aireación previa:              1 hora      NaCN: Libre 750 mg/1      CaO: Ubre 200 mg/1

TIOUREACIÓN  
CUADRO 2

ENSAYO No.	DILUCION L/S	consumo TOTAL DE REACTIVOS (Kg/t)			PH	EXTRACCION Au Solución (%)	RESIDUO FINAL Au (ppm)
		Tiourea	Fe2(SO4)3	H2O2 (l/r)			
1058	4/1	17,8	64,00	-	2	54,57	4
1059	3/1	8	64,00	-	2	49,21	4,5
1060	3/1	20	64,00	-	1.5	77,44	2,75
1062	3/1	61,3	12,00	-	2	83,86	2
1063	3/1	10	12,00	-	2	71,4	3,5
1064	4/1	27,12	42,28	-	1.5	96,1	0,5
1065	4/1	20	28,00	16	1.5	93,8	0,8
1071	4/1	49,35	42,28	19,6	1.5	81,3	2,5
1073	3/1	12.4	28,00	-	1.5	92,35	1.5

Tiempo de-Tioureaación: 8 horas Con 30" de remolienda  
 Concentración: Tiourea vario de 2.15 -12,38 g/l mejor prueba  
 Fe+3 4 -10.57 g/l 6,78 g/l T.U  
 El pH se controla con la adición de H2SO4 50% 10,57 g/l Fe+3

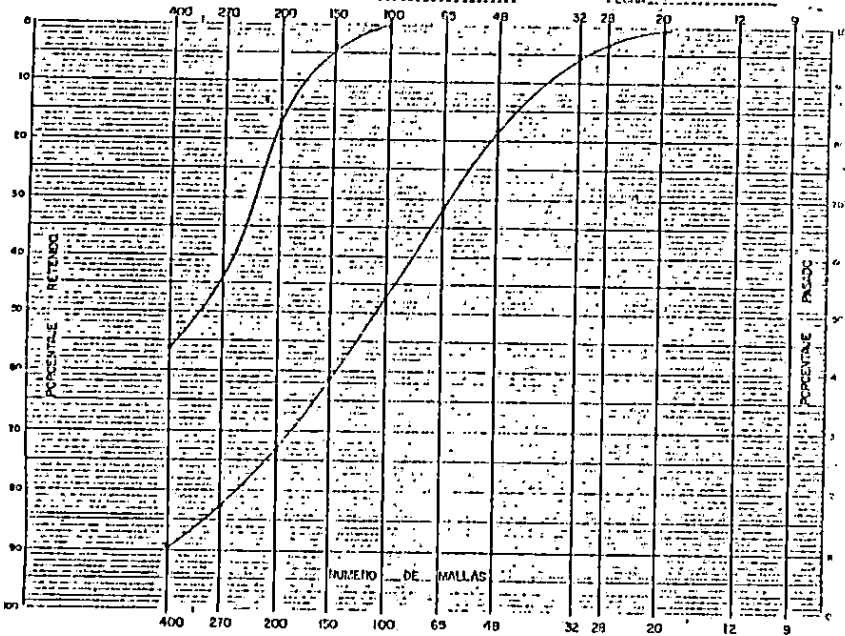
INSTITUTO ECUATORIANO DE MINERIA  
LABORATORIO DE MINERALURGIA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO : DIAGRAMA TYLER

MUESTRA 21-22

ENSAYOS

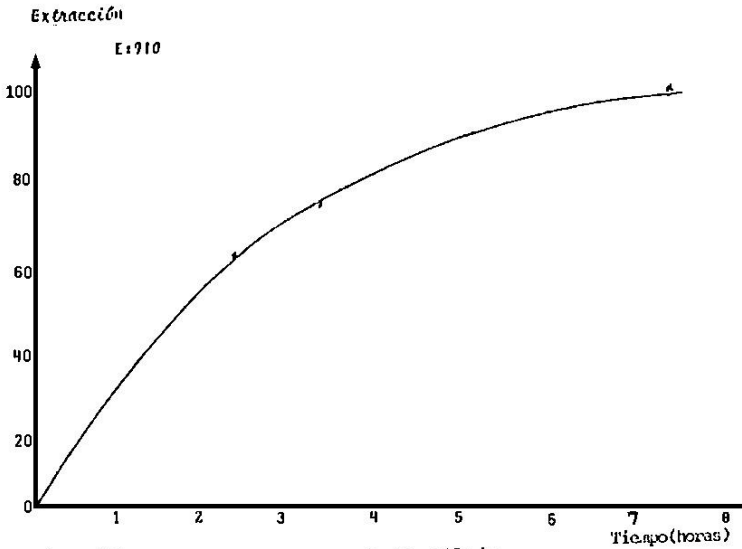
FECHA 26-02-25



TAMICES		ENSAYO 1051			100% - 10H			ENSAYO 1053			30 m/m cada			ENSAYO:		
ABERTURA M m	MALLAS #	PESO g	PESO %	RETENIDO ACUMULADO %	PESO g	PESO %	RETENIDO ACUMULADO %	PESO g	PESO %	RETENIDO ACUMULADO %	PESO g	PESO %	RETENIDO ACUMULADO %	PESO g	PESO %	RETENIDO ACUMULADO %
2000	# 9															
1400	# 12															
850	# 20	2.7	1.10	1.10												
600	# 25	5.2	2.12	3.22												
500	# 32	7.6	1.88	5.10												
300	# 48	32.2	12.13	18.23												
212	# 65	33.4	13.62	31.85												
150	# 100	37.6	15.33	47.18												
105	# 150	32.7	14.36	61.54												
75	# 200	23.2	11.50	73.04	7.88	3.16	7.88	3.29	13.33	16.77						
53	# 270	22.8	9.30	82.34	67.16	27.03	82.34	67.16	27.03	93.80						
38	# 400	16.5	6.73	89.24	31.68	12.69	89.24	31.68	12.69	96.49						
D. O. G. M.	# 400	17.0	6.93	96.19	7.78	3.11	96.19	7.78	3.11	99.60						
	10mos	9.3	3.79	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00						
	SUMA	205.2	100.00		205.2	100.00		205.2	100.00							



DIAGRAMA 1. CINETICA DE EXTRACCION.



Tiempo (h)	Extracción Au
0,5	33,4
1,5	53,5
2,5	61,10
3,5	69,51
4,5	69,71
5,5	71,14
6,5	85,01
7,5	99,12
8,0	99,19

Residuo final (sólido) Au (ppm) = 0,2



## **BIBLIOGRAFÍA**

ADAMSON, R. J., Gold Metallurgy in South Africa, 1972.

FRIZ, Alberto, Metalurgia del oro, CODELCO-Chile.

GROENEWALD, T., The dissolution of gold in acidic solutions of Thiourea. 1976.

HEINEN. H. J. Peterson, D. G. and LINDSTROM, R. E., Silver, extraction from Marginal Resources, New York, 1975.

INEMIN, Informes Geológico-Mineros de la zona de Nambija, 1986.

SCHYLZE, R. G., New Aspects in Thiourea Leaching of Precious Metals.

SUTTOR, A., Ensayos de la Cianuración.

Mc QUISTON, F. W. Jr. and CHPEMAKER, R. S., Gold and Silver Cyanidation plant practice. Vol II, 1980.

SME-AIME. General Chairm. Gregory F. Chlumsky. Practical Hydromet' 83 7 Th Annual Symposium on Uranium and Precious Metals.



# **CALCINACIÓN DE YESO**

**Andrea Maistri**



# CALCINACIÓN DE YESO

## RESUMEN

*En la zona de Cuenca existen hornos para la calcinación de yeso, cuya producción es absorbida casi totalmente por las industrias del cemento y cerámica locales.*

*Sin embargo, las metodologías de tratamiento y sobre todo de calcinación utilizadas no son a la altura de las producciones extranjeras de nivel industrial.*

*Por esta razón, se ha pensado dar en este artículo los parámetros básicos necesarios para llevar a cabo una producción "racional", sin la necesidad de grandes inversiones, por lo menos para la producción de yeso a utilizarse en las industrias de cerámica y de construcción.*

El yeso natural tiene varios campos de utilización, como son la producción de estuco ("plaster of paris") utilizado en albañilería y en la industria de la construcción (por ejemplo para la fabricación de módulos prefabricados de estuco), la producción de yeso como retardante para el cemento, la fabricación de moldes para cerámica y la preparación de acondicionadores de suelos para la agricultura ("land plaster").

Las modalidades de calcinación, así como la calidad de la materia prima utilizada, varían de acuerdo con la utilización del producto final; así, por ejemplo, el yeso empleado en cerámica, que debe ser caracterizado principalmente por una gran capacidad higroscópica, es decir, afinidad para el agua, debe ser calcinado en condiciones de temperatura y presión diferentes respecto al plaster of paris.

El yeso, entendido como materia prima, es generalmente constituido por una mezcla más o menos pura de yeso propiamente dicho (sulfato de calcio bi-hidrato:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y minerales de ganga como anhidrita (sulfato de calcio anhidro:  $\text{CaSO}_4$ ), caliza, dolomita, arcilla. Los minerales de yeso explotados industrialmente

deben tener por lo general el 85-90% de p yeso puro, por lo menos para el uso en la industria de la construcción; para el uso agrícola es admitido un grado de pureza mínimo del 73%.

El producto principal de la calcinación, es decir, el sulfato de calcio emi-hidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ ), igualmente conocido como yeso será indicado en este artículo como "estuco", término que llega del internacionalmente utilizado "stucco".

Se tiene conocimiento que en la zona de Cuenca existen yacimientos de yeso explotados generalmente en forma artesanal. Lastimosamente, en la mayoría de los casos la tecnología adoptada para el tratamiento térmico (calcinación) del mineral no satisface los requisitos necesarios para la fabricación de un producto competitivo a nivel internacional.

En la zona de Cuenca, la calcinación del yeso es por lo general llevada a cabo en hornos rudimentarios, donde el mineral se encuentra prácticamente en contacto directo con la llama; el combustible utilizado es generalmente madera o carbón.

El mineral difícilmente es molido a granul orne trías finas antes de ser introducido al horno, siendo así calcinado en bloques de hasta más de cinco centímetros, demasiado gruesos para que se logre una homogénea distribución del calor en el mismo material. La molienda es generalmente realizada después de la calcinación, antes de vender el producto. Por lo general, el único tipo de control que se realiza sobre el producto de la calcinación es un examen visual; igualmente, los tiempos y las condiciones de calcinación son establecidas con criterios empíricos. En la mayoría de los casos, además, no se realizan análisis químicos para determinar la composición de la materia prima utilizada.

Esta producción de tipo artesanal lleva casi siempre como consecuencia un excesivo gasto de tiempo y energía y, sobre todo no permite un control efectivo de la calidad y de las características del producto.

La casi totalidad del yeso producido en Azuay es absorbida por las industrias de cerámica y de cemento locales.

En la producción industrial de nivel internacional no son generalmente considerados rentables tratamientos previos a la calcinación, a excepción de la trituración y de una eventual clasificación por tamaño para eliminar las fracciones arcillosas más finas.

La trituración primaria es generalmente Nevada a cabo con trituradoras de mandíbulas, giratorias o de impacto. Para la trituración secundaria se usan varios tipos de maquinarias, sin embargo, los aparatos más utilizados son los molinos de martillos.

Finalmente, la trituración terciaria y definitiva es por lo general lograda con molinos a rodillos de molturación en seco integrados con separación neumática de las fracciones finas (por ejemplo: Molinos Raymond). Las trituraciones primaria y secundaria son realizadas generalmente en circuito cerrado con cribas vibratorias. A menudo es prevista una fase de secado del material tratado, para facilitar el manejo del mismo en la planta de preparación. El secado se realiza por lo general en desecadores giratorios a una temperatura que no debe superar los 49°C., es decir la mínima temperatura a la cual empieza la disociación del agua de combinación en el yeso.

Desde el punto de vista de su aplicación, el producto de la calcinación del yeso puede ser de cuatro tipos, que son comercializados separadamente: "emi-hidrato alfa", "emi-hidrato beta", "anhidrita soluble" y "anhidrita insoluble" (en inglés: "dead-burned"). Distintas modalidades de calcinación llevan a la fabricación de los cuatro diferentes productos.

A nivel mundial, en la gran mayoría de los casos la calcinación del yeso es llevada a cabo en hornos para producción "batch" del tipo descrito esquemáticamente en figura, válido para una producción de cerca de 2,5 toneladas por calcinación. Internadonalmente son muy utilizados también hornos giratorios ("kilns") con producción en continuo.

En el horno esquematizado en la figura el calor es transmitido a la masa de yeso a través de las paredes de acero de la caldera (en el dibujo: "paredes del horno") y de las paredes de los tubos de circulación de los humos. La masa de yeso es mantenida en movimiento, durante la calcinación, por medio del mezclador de brazos curvos, coadyuvado en esta tarea por la "cadena de arrastre"; de esta forma se logra un ulterior aumento en la eficiencia de calcinación. Los brazos del mezclador sirven además para una rápida descarga del material al término del proceso.

Para la calcinación batch, es decir, con producción discontinua de producto calcinado, la cantidad de energía gastada en un horno bien diseñado es de aproximadamente 791 MJ/ton.

Las operaciones de calcinación siguen en línea general el orden dado a continuación.

El mineral es molido hasta que el 90% en peso pase las 100 mallas (0.150 mm).

El quemador debe ser diseñado de tal manera que sea posible aportar rápidas variaciones de temperatura; los combustibles normalmente utilizados son diesel, carbón y gas.

Durante la carga del horno la temperatura interna debe estar fija en los 104° C. Una vez terminada la operación de carga, la temperatura debe aumentar; a diferentes velocidades de aumento de la temperatura corresponden diferentes características del producto final calcinado.

A los 116-121° C., cuando la presión del vapor iguala a la presión atmosférica, la masa de yeso hierve en forma vigorosa.

Cuando la ebullición ha terminado y solo poco vapor sigue saliendo de la masa de yeso, el volumen de la misma ha disminuido del 12-15%. Esto indica que la mayor parte del yeso se ha transformado en emi-hidrato.



La calcinación debe seguir hasta alcanzar una temperatura de 149- 166° C.

A este punto el producto es descargado. La calcinación ha durado hasta ahora 90-120 minutos, excluyendo la carga del horno.

El estuco así logrado (en inglés: "first kettle") contiene el 5-6% de agua, contra el 29,9% contenido en el yeso puro bi-hidrato. Habiendo llevado a cabo la calcinación a presión atmosférica, el producto es constituido principalmente por emi-hidrato beta. La mayor o menor presencia final de emi-hidrato de tipo alfa depende del diseño del horno, y precisamente del tamaño del mismo y de la modalidad de evacuación del vapor, además, de la velocidad de aumento de la temperatura.

El emi-hidrato beta es más utilizado en la industria de la construcción y, particularmente, para la fabricación de módulos de estuco, debido á su mayor reactividad y a su menor costo de producción respecto al alfa; este es a su vez más utilizado en ciertos usos industriales, donde se requiere mayor resistencia después del endurecimiento.

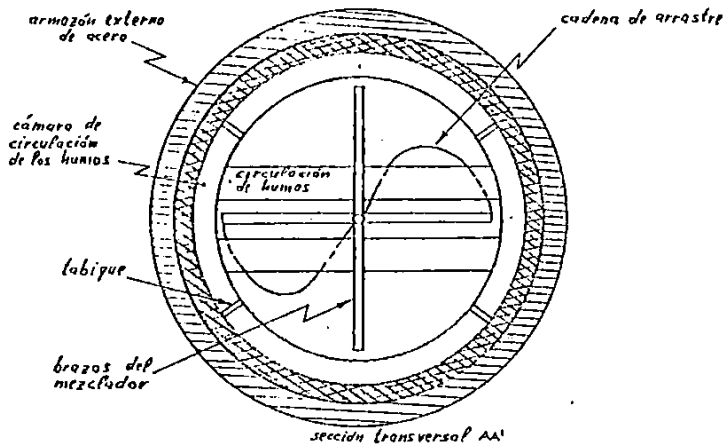
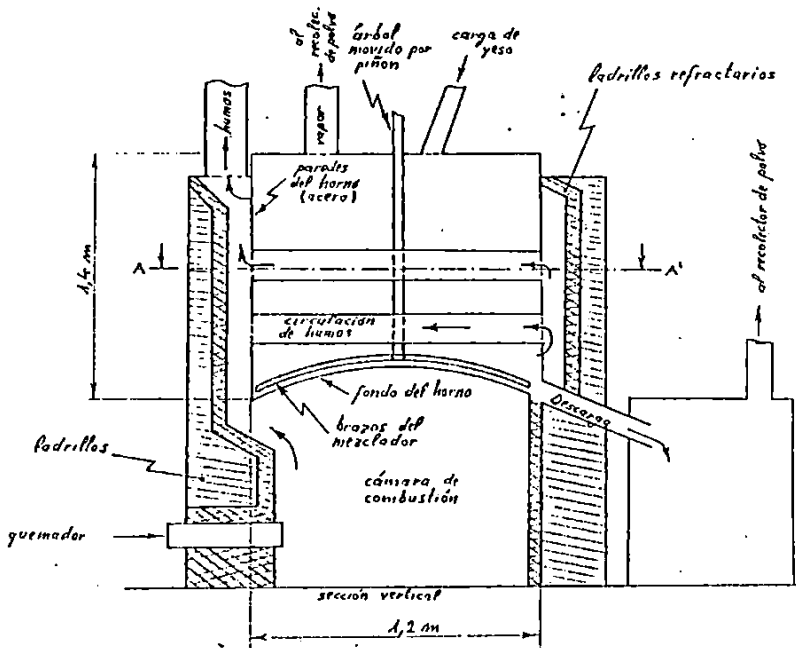
Si antes de descargar el horno la temperatura es llevada hasta 177° C., el yeso vuelve a hervir; esta nueva ebullición dura menos y es menos vigorosa respecto a la anterior.

A los 204° C. el producto es descargado como anhidrita soluble, caracterizada por una menor plasticidad, unas mayores resistencias y densidad después de la rehidratación y una mayor afinidad para el agua respecto al emi-hidrato beta y al emi-hidrato alfa. Consecuentemente, este tipo de producto es más utilizado como "absorbente"; por ejemplo en la fabricación de moldes para la industria cerámica.

Obviamente los valores de temperatura y los respectivos resultados descritos arriba son sujetos a variaciones dependientes del tamaño del horno, es decir, de la distribución del calor en la masa calcinada, de los tiempos de exposición al calor y de la composición de la alimentación.

Con el empleo de otros tipos de hornos, que alcanzan temperaturas mayores que  $482^{\circ}$  C, es posible producir anhidrita insoluble, utilizada para fabricar particulares tipos de cemento y para la producción de inertes.

Con presiones de calcinación mucho mayor, lograda con el empleo de autoclaves, y con la eventual adjunta de modificadores de cristalización, el producto final es constituido totalmente por emi-hidrato alfa, y es utilizado para la producción de "plasters", super-resistentes para específicas utilidades industriales.



## **BIBLIOGRAFÍA**

TAGGART, A. F., "Handbook of mineral dressing". John Wiley and Sons, editors, Septum edition, New York, 1960.

LEFOND, Stanley, J. Editor. Various Authors, "Industrial Mineral and Rocks", quanta edition, New York, 1983.

WEISS, Norman L., editor. Various authors, "SME Mineral Processing Handbook", New York, 1985.

**MODELOS ECONOMÉTRICOS APLICADOS  
AL TRATAMIENTO DE MINERALES**

**Jorge Segovia Burbano  
Gianni Schena**



# **MODELOS ECONÓMICOS APLICADOS AL TRATAMIENTO DE MINERALES**

## **RESUMEN**

*El acoplamiento de un simple modelo que permite la estima de los resultados mineralúrgicos de un proceso de tratamiento con modelos econométricos conduce a la generación de un sistema decisional. Este puede ser usado para determinar las regulaciones que garanticen el máximo margen operativo de una planta. Para escoger la mejor entre diversas alternativas de un proceso en fase de proyectación. Para afrontar decisiones proyectuales en caso de incertidumbre. Un ejemplo se utiliza para ilustrar el sistema.*

## **ABSTRACT**

*By coupling a model capable of predicting of the metallurgical results of a mineral processing plant with econometric models a decision support system was derived. The system can be used to compute the settings of the processing units allowing the maximum operating margin of a beneficiation plant, to select the best between alternative processes and to assist in decisions making unrulier condition of uncertainty. An application example is used to demonstrate the capacity of the system.*

## **INTRODUCCIÓN**

Se recurre hoy en manera siempre creciente al empleo de simuladores de procesos en la fase de proyectación y conducción de una planta. Los simuladores guían a la solución óptima a través de funciones objetivas que maximizan los resultados, metalúrgicos con eventuales vínculos tecnológicos. Por ejemplo, un simulador puede ser utilizado para calcular los resultados metalúrgicos de diversas configuraciones de un proceso de beneficio con diferentes

regulaciones de las unidades que lo integran. Este análisis puede conducir a la selección del esquema que garantice el más alto tenor de concentrado con un rendimiento no inferior a un cierto límite.

¡Un gerente es un maximizador de ganancias! Un simulador que guíe directamente sus objetivos sin pasar por un estadio intermedio de optimización tecnológica es por él, deseado. Este artículo presenta e ilustra con un ejemplo aplicativo completo uno de tales sistemas decisionales. Este se desarrolla acoplando a modelos matemáticos para la descripción de las unidades de proceso los métodos decisionales de la ingeniería económica.

Los siguientes problemas pueden ser afrontados: selección de las variables operativas que garanticen el máximo margen operativo; selección entre diferentes alternativas de un proceso, aquella que garantice la máxima rentabilidad del proyecto; identificación de las variables que tienen mayor influencia sobre la rentabilidad del proyecto y cuantificación de sus contribuciones; selección de un proceso en condiciones de incertidumbre por variables influyentes sobre la rentabilidad.

## **MODELO INTEGRADO DEL PROYECTO**

Una planta de procesamiento mineral consiste en algunas unidades variablemente interconectadas. De manera general, pueden considerarse como principales unidades: conminución, preconcentración y concentración. Siendo la preconcentración considerada como opcional ya que su inclusión dentro de un esquema de tratamiento depende, entre otras variables, principalmente de: las características del material arrancado (tout venant), el grado de liberación alcanzada, y de las condiciones técnico- económicas que rigen un proyecto.

Así, la selección del proceso integrado que permite beneficiar un determinado mineral puede realizarse entre dos modelos generales (figura N° 1): uno comprende conminución y la consiguiente concentración, TMF, (trituración, molienda y flotación) y otro incluye la unidad de preconcentración, TPMF, (trituración, preconcentración, molienda y flotación).



Uno de los sistemas que permite realizar una selección entre diversos procesos es la simulación numérica. Aspectos técnicos y económicos de diseño son expresados en forma matemática, luego sintetizados en índices que pueden ser usados para tomar decisiones sobre la aceptabilidad de un proyecto.

Dado los objetivos del presente trabajo, para la descripción sistemática de cada unidad de proceso se utilizaron modelos de tipo fenomenológico. Además, se excluyó la dinamicidad de los procesos y se consideraron procesos a régimen de condiciones estables (stady state).

El material que entra al preconcentrador es completamente caracterizado por su curva de lavabilidad y su distribución tenorimétrica. La primera se obtiene sometiendo a pruebas con líquidos densos muestras representativas de la mena. La segunda realizando análisis químicos sobre las muestras representativas del producto de la separación con líquidos (figura N° 2).

Esto equivale a considerar que las características de la mena son fijas en el tiempo y se excluye su fluctuación. La variabilidad de la mena es una característica intrínseca y depende de la naturaleza del yacimiento, del método de explotación, etc. Los parámetros económicos dependen de la cotización del concentrado, del costo de los bienes de servicio y de consumo, etc. Sin embargo, todas estas variables son consideradas fijas en el tiempo. Si las características de la alimentación al proceso, la cotización de los concentrados y los costos cambian drásticamente, la simulación puede fácilmente ser repetida y nuevas variables operativas determinadas.

## **INCORPORACIÓN DE LOS MODELOS**

El modelo utilizado para simular el proceso de preconcentración es la expresión matemática de la curva de partición o curva Tromp-función de partición.

Para la descripción de la unidad de concentración se recurrió al modelo cinético originalmente desarrollado para reactores químicos- mezclador perfecto.

## **FUNCIÓN DE PARTICIÓN**

Una simple función de partición exponencial (Tarjan, 1974) se usó para describir un proceso de preconcentración por gravedad:

$$a(d_i) = 1 - \exp[-0.63 \cdot (d_i/\tilde{d})^m] \quad (1)$$

Donde:

- a: número o coeficiente de partición calculado en la densidad  $d_i$
- d: densidad de corte, también conocido como  $d_{50}$  (50% livianos. 50% pesados).
- m: parámetro de eficiencia de la curva de partición.
- $d_i$  densidad representativa del i-ésimo rango de densidad, definida por la medida aritmética de los valores de densidad límites del rango.

El producto  $a(d_i) \cdot 100$  es el porcentaje de material alimentado de un particular rango de densidad representado por  $d$ . el cual es reportado en la fracción pesados (concentrado).

El parámetro de la curva de partición  $E_p$  (error probable) es usado como medida de la eficiencia de la separación. La siguiente expresión relaciona el parámetro  $m$  con  $E_p$ :

$$m = 0.79 \cdot (\tilde{\gamma}/E_p)$$

Siendo  $E_p = (d_{75} - d_w)/2$ ,  $d_{75}$  y  $d_{25}$  respectivamente las densidades representativas en la cual el 75% y 25% de las partículas es reportado a la fracción pesados.

Para una separación ideal  $m \rightarrow \infty$  y  $E_p \rightarrow 0$ .

Para obtener una curva de partición real es necesario conocer la recuperación de partículas de baja densidad en la fracción pesados.

$Y_L$ , y la recuperación máxima posible de pesados,  $1 - Y_H$ . Esto se puede apreciar claramente en la figura N° 3 donde los valores de los tres parámetros (Ep.  $Y_L$   $Y_H$ ) de la curva de partición fueron deliberadamente exagerados para demostrar su influencia en la forma de la curva. La expresión utilizada es:

$$@_a(d_i) = @_1(d_i) \cdot (1 - Y_L - Y_H) + Y_L \quad (3)$$

La posibilidad de mejorar la separación utilizando dos estadios de preconcentración puede ser incluida en el modelo descrito. Esto es posible realizando un circuito en el cual los livianos (colas) del primer estudio se someten a un segundo estado de preconcentración, siendo los pesados finalmente beneficiados. La expresión matemática de la función de partición del conjunto es la siguiente:

$$@_{L2}(d_i) = @_1(d_i) + @_2(d_i) \cdot (1 - @_1(d_i)) \quad (4)$$

Como un ejemplo, las curvas de partición del primer y segundo estadio de preconcentración se muestran junto a su curva total en la figura N° 4.

La curva de lavabilidad puede ser recalculada en base a los coeficientes de partición reales del proceso  $@_a(d_i)$  de la siguiente manera:

$$R(\tilde{\alpha}) = \sum_{dmim}^{dmax} f(d_i, \tilde{\alpha}) \quad 5$$

Donde  $f(d_i)$  representa los valores de la distribución de frecuencia de la alimentación que va al preconcentrador, es decir  $f(d_i)$ . 100 son los porcentajes en peso de la distribución densimétrica.

El tenor del preconcentrado puede ser calculado con la razón entre la porción de mineral útil que contiene el tout venant y su peso,  $R(\tilde{\alpha})$ :

$$G(\tilde{\alpha}) = \frac{\sum_{dmim}^{dmax} f(d_i, \tilde{\alpha}) \cdot @_a(d_i, \tilde{\alpha}) \cdot g(d_i)}{\dots} \quad (6)$$

$$\sum_{dmim}^{dmax} f(d_i, \tilde{\alpha}_a(d_i, \tilde{\alpha}))$$

Donde  $g(d_i)$  es el tenor del mineral en el material alimentado para el rango de densidad representado por  $d_i$ .

### MEZCLADOR PERFECTO (MP)

El estadio de concentración se modeló asumiendo: a) que la separación siguió una cinética de primer orden; b) que la concentración tomó lugar en una serie de reactores perfectos. Un reactor perfecto es considerado como un proceso en el que cualquier fluido alimentado es inmediata y uniformemente dispersado a través de todo su volumen. Combinando ambas asunciones se puede escribir que:

$$C(\tilde{\alpha}) = \frac{C_0(\tilde{\alpha})}{(1+k_c t)^n} \quad 7$$

Donde:  $C(\tilde{\alpha})$  y  $C_0(d)$  son respectivamente los tenores de las colas y de la alimentación a la concentración cuando el preconcentrador corta a una densidad 3;  $k_c$  es la constante cinética del proceso;  $t$  es el tiempo medio de permanencia en un mezclador y  $n$  es el número de mezcladores en serie. El tenor del alimento a la concentración puede ser expresado de la siguiente manera (figura N° 5):

$$C_0(\tilde{\alpha}) = \frac{G(\tilde{\alpha}) \cdot [R(\tilde{\alpha}) \cdot R_{TAM}(x)] + K(x) \cdot [1 - R_{TAM}(x)]}{[R(\tilde{\alpha}) \cdot R_{TAM}(x)] + [1 - R_{TAM}(x)]} \quad (8)$$

Donde:

$R_{TAM}(x)$  = fracción retenida cuando la pretamización se realiza a un tamaño  $x$ .

$[1-R_{TAM}(x)]$  = fracción pasante cuando la pre tamización se realiza a un tamaño  $x$ .

$K(x)$  = tenor de minerales recuperables en la fracción pasante pre tamización.

## MODELO ECONOMÉTRICO

En un proceso de beneficio mineral (ya operativo) que incluye reconcentración, elevando la densidad de corte, un punto es alcanzado en el cual el valor del reconcentrado por tonelada es mayor que el costo por tonelada del subsiguiente tratamiento. Desde este punto hacia adelante la reconcentración puede ser económicamente rentable.

En una reconcentración por medios densos la mayor parte de los minerales recuperables es reportada al concentrado (fracción pesados) y otra a las colas (fracción livianos). Si la densidad de corte incrementa lo hará también el porcentaje de minerales que se reporta a las colas. Una densidad de corte es encontrada en la cual para un infinitésimo incremento de densidad, el valor de los minerales recuperables que son rechazados junto con la fracción livianos es igual al costo del tratamiento. Este es el punto de máxima rentabilidad.

El modelo econométrico (schena et al, 1900) utilizado se basa en la determinación del valor de la densidad de corte que maximice el margen operativo de un proceso. Se define como margen operativo,  $M$ , la diferencia entre los ingresos provenientes de la venta de los concentrados,  $P$ , y los costos de operación,  $E$ .

Los ingresos dependen también del precio del concentrado en el mercado. El valor del  $n$ -ésimo mineral recuperable para una planta que trata  $M$  minerales es  $V_n$  ( $n = 1...M$ ). Los costos operativos dependen de los factores técnicos-económicos entre los cuales están el costo en el mercado de: energía, materiales de construcción, mano de obra, etc.; los servicios que brindan las instituciones bancarias, financieras y aseguradoras, etc. El margen operativo puede ser definido como:

$$M(\tilde{\alpha}) = P(\tilde{\alpha}, V_n) - E(\tilde{\alpha}) \quad (9)$$

En el presente artículo el modelo econométrico considera un proceso que sigue el diagrama de flujo de la figura N° 5. Después de pre tamizar la mena parcialmente liberada, el retenido se trata en el pre concentrador. El reconcentrado y el pasante la pre tamización son mezclados, liberados por reducción de tamaño y posteriormente flotados.

### ÓPTIMO MARGEN

Maximizando la función objetivo  $M(\tilde{\alpha})$  respecto a la densidad de corte  $d$  es posible encontrar dos situaciones diferentes que son reportadas en la figura N° 6.

En el caso más general,  $M(\tilde{\alpha})$  incrementa con el rango de densidades alcanzando un punto máximo y luego decrece. El punto máximo donde la derivada parcial de  $M(\tilde{\alpha})$  respecto a la densidad  $d$  es igual a cero constituye el margen operativo de máxima rentabilidad. Como un criterio de comprobación de la densidad óptima: siendo las derivadas de las funciones ingresos y costos respecto a  $d$  iguales, la tangente de la función ingresos es paralela y mayor que la tangente de la función costos en el punto de máximo margen operativo (figura N° 7).

En otra circunstancia, los valores de  $M(\tilde{\alpha})$  decrecen con el incremento del rango de densidades respecto al valor del margen de la alternativa sin reconcentración (TMF). En este caso la reconcentración no garantiza rentabilidad del proceso.

### LA FUNCIÓN INGRESOS

Para un proceso de concentración que trata una mena con un solo mineral recuperable, las ganancias provenientes de la venta de una unidad de peso del Tout venant puede ser expresado así:

$$QI(\tilde{\alpha}, V_n) = V P^*_{pre}(\tilde{\alpha}) \cdot P_{ef}(\tilde{\alpha}) \cdot f/c \quad (10)$$

Si se trata una mena multicomponente con M minerales puede escribirse que:

$$Q(\tilde{\alpha}, V_n) = \sum_{n=1}^M V_n P_{pre.n}^* (8) \cdot P_{cf.n}(\tilde{\alpha}) \cdot f_n / c_n \quad (11)$$

Donde:

$V_n$ : valor de una unidad de peso de concentrado del n-ésimo mineral recuperable ( $n = 1, 2, \dots, M$ )

$P_{pre.n}(\tilde{\alpha})$ : recuperación del n-ésimo mineral en la reconcentración.

$P_{cf.n}(\tilde{\alpha})$ : recuperación del n-ésimo mineral en la concentración final.

Ambos valores de recuperación son función de la densidad de corte y el asterisco (\*) denota la inclusión de los minerales recuperables pasantes la pre tamización.  $V_n$  es una función del contenido de metal en el concentrado.

$f_n$ : tenor del n-ésimo mineral recuperable en el tout venant;

$C_n$ : tenor del n-ésimo mineral recuperable en el concentrado.'

En caso de mena multi-componente las ganancias de la venta del concentrado pueden ser calculadas usando el rendimiento en peso en lugar de la recuperación del mineral:

$$Q(\tilde{\alpha}, V_n) = \sum_{n=1}^M V_n [1 - R_{TAM}(X) + R_{TAM}(X) \cdot P_{PRE}(\tilde{\alpha})] \cdot R_{c.n} + \quad 12$$

La misma que puede ser escrita como: M

$$Q(\tilde{\alpha}, V_n) = \sum_{n=1}^M V_n R_{PRE}(\tilde{\alpha})^* \cdot R_{c.n} + \quad 13$$

Donde  $R_{c.n} + y R_{PRE}(\tilde{\alpha})^*$  son respectivamente el rendimiento en peso de la concentración del n-ésimo mineral recuperable referido al alimento total a la unidad de concentración, y el rendimiento de la reconcentración incluyendo la fracción pasante la pre tamización que no se trata en la reconcentración incluyendo la fracción pasante la pre tamización que no se trata en la reconcentración.  $R_{TAM}(x)$  es la fracción retenida cuando la pre matización se realiza a un tamaño x. Los rendimientos de la concentración son resaltados con el signo "+" cuando se refieren al alimento total a la planta de concentración. Este signo no es considerado cuando los rendimientos son referidos al alimento a la n-ésima sección de concentración.

## LA FUNCIÓN COSTOS

El costo operativo total puede ser calculado sumando el costo de producción y de procesamiento del tout venant. La siguiente expresión permite realizar este cálculo:

$$E(\tilde{\alpha}) = E_{ROM} + E_{TRI} + E_{PRE} \cdot R_{TAM}(x) + E_{MOL} \cdot [1 - R_{TAM}(x) + R_{TAM}(x) \cdot R_{PRE}(\tilde{\alpha})] + E_c \cdot [1 - R_{TAM}(x) + R_{TAM}(x) \cdot R_{PRE}(\tilde{\alpha})] \quad (14)$$

Donde:

$E_{ROM}$ : costo de producción de una unidad de peso del tout venant.

$E_{TRI}$ : costo de reducción de tamaños gruesos de una unidad de peso de tout venant.

$E_{TRI}$ : depende del tamaño requerido para la reconcentración e incluye los costos de todos los estadios de reducción anteriores a la reconcentración (trituration primaria, secundaria, etc.).

$E_{PRE}$ : El costo de reconcentración de una unidad de peso de la fracción retenida en la pre tamización.

$E_{MOL}$ : El costo de la molienda de una unidad de peso del material.

$E_c$ : costo de la concentración de una unidad de peso de mineral.



La forma básica de la ecuación (14) puede ser usada para un proceso que trate solo un mineral valioso o en el caso de una concentración bulk. El uso de esta ecuación puede ser extendido para una flotación de más minerales considerando que los costos de dos o más estadios de concentración pueden ser incorporados en un costo global por unidad de material alimentado a la concentración. Si estos costos globales no son disponibles pero los costos referidos a la alimentación de cada unidad de concentración son conocidos, el último término de la ecuación (14) puede ser escrito de la siguiente manera:

$$E_C - [1 - R_{TAM}(x)R_{TAM}(x) \cdot R_{PRE}(\tilde{\alpha})] = E_C \cdot 1 \cdot [1 - R_{TAM}(x) + R_{TAM}(x) R_{PRE(0)} + E_{C.2} \cdot [1 - R_{TAM}(x) + R_{TAM}(x) \cdot R_{PRE}(\tilde{\alpha})] \cdot [1 - R_{C,1}(d)] \quad 15$$

Los subíndices 1 y 2 indican el primero y segundo estadio de concentración respectivamente.  $R_{C,1}$  (8) es el rendimiento del primer valor flotado en el estadio de concentración.

Es común ubicar la unidad de reconcentración cercana a las unidades de trituración. En algunos casos la unidad de concentración brinda servicios a varias minas, encontrándose lejana del resto de las unidades de cada planta. Si esto sucede el costo del transporte del reconcentrado puede ser incluido en la ecuación (14) en términos de costo por unidad de peso del tout venant:

$$E_{TRA} \cdot [1 - R_{TAM}(x) + R_{TAM}(x) \cdot R_{PRE}(\tilde{\alpha})] \quad (16)$$

Donde:

$E_{TRA}$  es el costo del transporte por unidad de peso del reconcentrado.

Similarmente, la ecuación (14) puede incluir costos por operaciones auxiliares tales como filtración y secado de los concentrados.

Los costos de tratamiento para cada unidad del proceso pueden ser estimados usando los procedimientos descritos por USBM-SAM (USBM, 1987). El valor de los concentrados son disponibles en el mercado. Como consecuencia, usando los modelos matemáticos anteriormente descritos el valor de  $M(\tilde{\alpha})$  puede ser calculado para cada diferente densidad de corte seleccionado en la preconcentración y la densidad que permite el máximo margen puede ser encontrada.

## EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Un proceso integrado que incluye reconcentración (TPMF) es necesario confrontarlo con una alternativa que no incluye esta unidad de proceso (TMF). La comparación permite evaluar la aceptabilidad de uno con respecto al otro. Principios de rentabilidad pueden ser aplicados para evaluar dos o más alternativas de un proceso integrado.

Decisión en circunstancias de proyectación inicial.

Dado que el planteamiento inicial de un proyecto tiene una connotación económica, se presenta la necesidad de cuantificar su valor en base del cual decidir si aceptarlo o rechazarlo. La decisión puede basarse en el concepto de valor presente, NPV. El valor de una inversión para un período de  $N$  años proyectada en el presente, puede ser expresado como sigue:

$$NPV = -1 + \sum_{k=1}^N [M_k \cdot (1+i)^{-k}] \quad (17)$$

Donde  $I$  es el costo de capital de la planta,  $i$  es la tasa de descuento expresado como un decimal,  $M_k$  son los márgenes operativos atribuibles a la alternativa en consideración durante el  $k$ -ésimo año ( $k = 1, 2, 3, \dots, N$ ). El criterio NPV, como se utilizó en este trabajo, considera toda la inversión inicial realizada al año 0.

Utilizando la ecuación 17 es posible encontrar el valor de NPV para cada alternativa en consideración, TMF y TPMF (sin y con

reconcentración), las cuales tienen diferente nivel de inversión, costos, ganancias, etc.

Las reglas de decisión son las siguientes:

1. Si  $NPV_{TMF}$  y  $NPV_{TPMF} > 0$  : ambos proyectos son aceptables.
2. Si  $NPV_{TMF}$  y  $NPV_{TPMF} \leq 0$ : ninguno de los dos proyectos son aceptables.
3. Si ambos proyectos son aceptables y  $NPV_{TMF} > NPV_{TPMF}$  el proyecto TMF es preferible.

Otro criterio de decisión es  $Irr$ , tasa de rendimiento interno, que es la tasa de descuento en la cual  $NPV$  es cero.  $Irr$  es la tasa de descuento que iguala el valor presente neto de la inversión inicial (año 0) al valor presente neto del margen de ganancias esperadas (N años).

$$I = \sum_{k=1}^N [M_k \cdot (1+Irr)^{-k}] \quad (18)$$

El valor de  $Irr$  para período de N años, en cada alternativa TMF y TPMF, es comparado con el valor del costo del capital (figura N° 8). El costo que asigna el mercado financiero al capital inicial de un proyecto, el cual no debe superar las ganancias que retoman de la inversión, es definido como costo del capital.

Las reglas de decisión son las siguientes:

1. Si  $Irr_{TMF}$  y  $Irr_{TPMF} > \text{costo del capital}$ : ambos proyectos son aceptables.
2. Si  $Irr_{TMF}$  y  $Irr_{TPMF} \leq \text{costo del capital}$ : ninguno de los dos proyectos son aceptables.
3. Entre los proyectos aceptables el proyecto con mayor valor de  $Irr$  es siempre el preferible.

Ambigüedad puede surgir en el caso que los criterios NPV e Irr dan recomendaciones diversas. En general el valor de NPV es considerado el criterio más fuerte.

## DECISIONES EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Las ganancias reales de un proyecto pueden variar substancialmente del valor estimado en el estudio de factibilidad. Esto se debe a la probabilidad de errar durante la estimación de: costos de capital, costos operativos, reservas de mena y tenor, etc., y a las variaciones durante el tiempo que transcurre entre el estudio de factibilidad y la realización del proyecto.

Entre los diferentes métodos disponibles para medir la incertesa o el riesgo de una inversión están el análisis de sensibilidad y el de riesgos.

## ANÁLISIS DE SENSITIVIDAD

El impacto sobre el valor del proyecto cuando varían los parámetros de incertesa es medido con el análisis de sensibilidad. Este análisis indica la necesidad de una más precisa estima de las variables que tienen mayor impacto sobre los resultados del proyecto.

El valor del proyecto es considerado como una variable dependiente. Los parámetros de incertesa como por ejemplo: características de la mena, precio del concentrado, costos iniciales, etc., son consideradas variables independientes.

La variación en un rango determinado del valor estimado de cada parámetro de incertidumbre a permite medir las sensibilidad del valor del proyecto. La pendiente y orientación de la curva de sensibilidad puede utilizarse como una medida del impacto.

## ANÁLISIS DE RIESGOS

El análisis de riesgos determina el efecto total de la probable variación del conjunto de parámetros de incertidumbre sobre el valor estimado del proyecto. El efecto total es expresado como un perfil de probabilidades en el cual se puede medir la probabilidad del valor del proyecto.

La técnica requiere el desarrollo de funciones de probabilidad para cada parámetro de incertidumbre.

El método comprende la generación de escenarios de probabilidad para el conjunto de variables independientes. La generación de los números random puede realizarse con la técnica Monte Carlo.

Con el análisis de sensibilidad solo un parámetro puede ser variado al mismo tiempo y no es posible asignar una probabilidad al valor de una variable. Es recomendable el uso combinado de ambos análisis: sensibilidad y riesgos para tener una idea cualitativa y cuantitativa de todas las posibilidades de incertidumbre.

### **EJEMPLO DE APLICACIÓN**

El presente ejemplo ilustra los modelos antes descritos comparando las alternativas TMF y TPMF. El diagrama del proceso utilizado en la simulación se muestra en la figura N° 5 en la cual se prescinden las unidades de proceso cuyos costos operativos no son relevantes.

La planta debe tratar 500t/d de una mena de fluorita-barita asociada con ganga de calcita. El tout venant es triturado a 100% -45 mm (80% - 35mm). La sección de reconcentración trata la fracción retenida en la pre tamización (+ 2mm). El reconcentrado combinado con la fracción - 2mm es finalmente liberado por molienda para luego ser sometido a la flotación diferencial.

## PROBLEMA N° 1

La planta se encuentra operativa, por lo tanto es necesario determinar si el uso del pre concentrador es rentable y si esto sucede la mejor densidad de corte. Los datos de base son la distribución densimétrica ( $f(d_i)$ . 100) y tenorimétrica del alimento al pre concentrador (figura N° 2), datos de la cinética de flotación, índice de Bond, cotización de los concentrados, etc.

Los siguientes parámetros de eficiencia del pre concentrador fueron estimados:  $E_p = 0.08$ ,  $Y_L = 0$  y  $Y_H = 0$ . El rango de densidad dentro del cual se seleccionó la óptima densidad de corte varía entre 2.4 y 2.95  $g/cm^3$  con incrementos de 0.5 unidades. El valor de densidad de corte 2.4 en la cual el 100% del alimento se reporta a los pesados corresponde a la alternativa TMF.

La curva de partición real se calculó (ecuaciones 1, 3 y 4) con un valor de  $E_p$  constante y diversa densidad de corte  $d$  (ecuación 2). Por medio de las ecuaciones 5 y 6 se determinó el balance de masa de la sección de reconcentración correspondiente al rango de densidad de corte. Con las ecuaciones 7 y 8 el balance se extendió a la flotación.

Las ecuaciones 12 y 14 son utilizadas para calcular respectivamente los ingresos y costos operativos. Mediante la ecuación 9 se calculó el margen operativo correspondiente a cada densidad de corte y se seleccionó aquella que da las mejores condiciones de operación a la planta.

Los resultados son reportados en la figura N° 9 en la cual se aprecia el mejor margen operativo correspondiente a una densidad de corte igual a 2.75  $g/mc^3$  son también reportadas las trayectorias de (a función margen operativo para varios valores de  $E_p$ .

## PROBLEMA N° 2

La planta debe ser construida y es necesario seleccionar el proceso más indicado. Los costos de la inversión inicial (año 0) junto a las ganancias y los costos operativos se toman en consideración durante todos los años que dura el proyecto (10 años). Los costos de la

inversión inicial para ambas alternativas se calcularon usando las funciones sugeridas en los manuales de la USBM-SAM. Se considera 330 días de trabajo al año y una tasa de descuento de 0.14.

Para determinar la conveniencia de la inclusión de la reconcentración en el esquema de flujo se utilizó el criterio NPV. El análisis muestra que la alternativa que prevé la reconcentración (TMF) es la más favorable. El criterio Irr muestra el mismo resultado (figura N° 8). Por lo tanto, la alternativa que requiere la inversión más grande es también la más rentable a lo largo del período (10 años).

### PROBLEMA N° 3

Según los procedimientos USMB-SAM el valor real de la inversión inicial de un proyecto está comprendido entre  $\pm 20\%$  del valor estimado. La cotización de los concentrados ( $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CaF}_2$ ) pueden igualmente variar respecto a los valores base considerados.

Con el objetivo de ver la influencia de la variación de estos parámetros sobre el valor Irr en ambos proyectos se usó el análisis de sensibilidad. Los resultados son reportados en la Fig. N° 10. El análisis muestra que para variaciones porcentuales de los parámetros menores de 20% la alternativa TPMF es siempre preferible. Pudiendo no ocurrir lo mismo para aumentos superiores a dicho porcentaje:

El ahorro en costos operativos para la alternativa TPMF no compensa la pérdida de ganancias ligada a los minerales valiosos que se descartan en la reconcentración.

Además, el análisis muestra que en el caso TPMF una variación porcentual en la cotización de la fluorita tiene más influencia que la correspondiente de la barita. La tendencia es opuesta en el caso TMF pero los efectos sobre Irr son substancialmente los mismos para ambos minerales.

## PROBLEMA N° 4

Las mismas variables cuyo impacto se estudió con el análisis de sensibilidad, se sometieron al análisis de riesgos. El ejemplo desarrollado utiliza una función de densidad de probabilidad triangular. La variable dependiente de referencia fue también Irr.

De esta manera, para la inversión inicial se consideró el valor estimado con los procedimientos USBAM-SAM como el más probable y sus límites superior e inferior comprendidos entre  $\pm 20\%$ . La figura N° 11 muestra los resultados de tal simulación para ambas alternativas.

La probabilidad que la alternativa TPMF tenga un Irr mayor de un cierto valor es siempre mayor de aquella que compete al caso. Así la probabilidad que Irr sea mayor de 0,58 es 70% en el caso TPMF y desciende a 50% en la alternativa TMF.

## CONCLUSIONES

El artículo presenta una serie de técnicas para la selección de parámetros operativos y procesos mineralúrgicos sobre la base de una función objetivo económica pero respetando los vínculos tecnológicos del problema.

Para aclarar el procedimiento se presenta una aplicación a un caso específico, pero la aplicabilidad del método es general y las posibles aplicaciones múltiples. El ejemplo muestra la conveniencia de la reconcentración en un específico caso. Además, aplicaciones de este procedimiento a otros problemas mineralúrgicos han evidenciado casos en los cuales la reconcentración no es económica.

La maximización del margen operativo podría ser usada como estrategia de control de una planta o de sus unidades. Un apropiado sistema de control podría ser el mantener un óptimo margen operativo.

Las técnicas de análisis de rentabilidad y de incertidumbre pueden ser utilizadas en la fase inicial de la selección de un proceso.



Cuando este es seleccionado el detalle técnico puede ser afrontado mediante la utilización de simuladores off - line más sofisticados.

Las metodologías de análisis presentadas se desarrollaron a través de un programa de cálculo para computadora. El programa permite la visualización gráfica de los resultados según las figuras que se reportan en el artículo. El programa corre sobre un computador personal y es de fácil utilización y adaptación a diversos problemas.

## ANEXOS

### **Figura N° 1**

Esquemas de los procesos alternativos con y sin reconcentración: TPMF y TMF.

### **Figura N° 2**

Caracterización densimétrica y tenorimétrica de la alimentación a la planta.

### **Figura N° 3**

Curva de partición y sus parámetros ajustables.

### **Figura N° 4**

Composición de la curva de partición para una pro concentración a dos estadios con reciclado de la fracción liviana del primer estadio.

### **Figura N° 5**

Diagrama de flujo de la planta que realiza los dos procesos TPMF y TMF.

### **Figura N° 6**

Margen operativo como una función de la densidad de corte: posibles trayectorias.

### **Figura N° 7**

Las funciones costos e ingresos y margen operativo.

### **Figura N° 8**

Valor presente como una función de la densidad de corte para diversos valores de  $E_p$ .

### **Figuro N° 9**

Margen operativo en función de la densidad de corte para diversos valores de  $E_p$ .

### **Figura N° 10**

Análisis de sensibilidad para la tasa de rendimiento interno.

### **Figura N° 11**

Análisis de riesgos para la tasa de rendimiento interno.

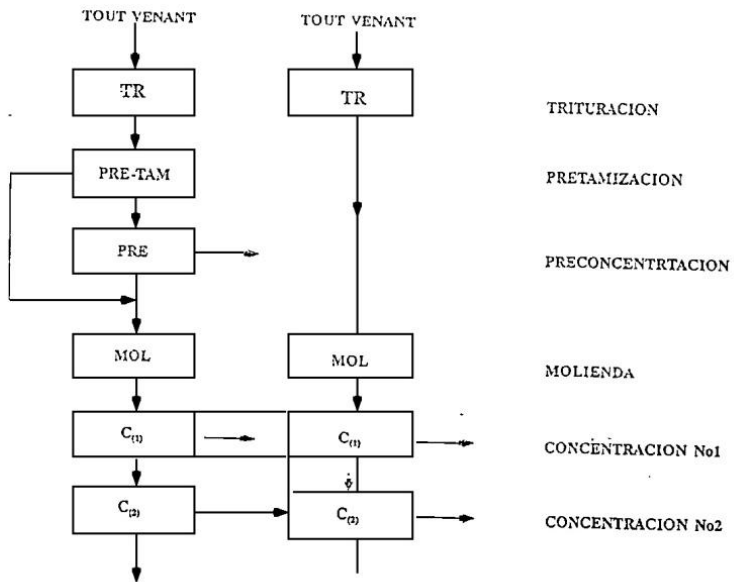


FIGURA N° 1

FIGURA 2. XLC

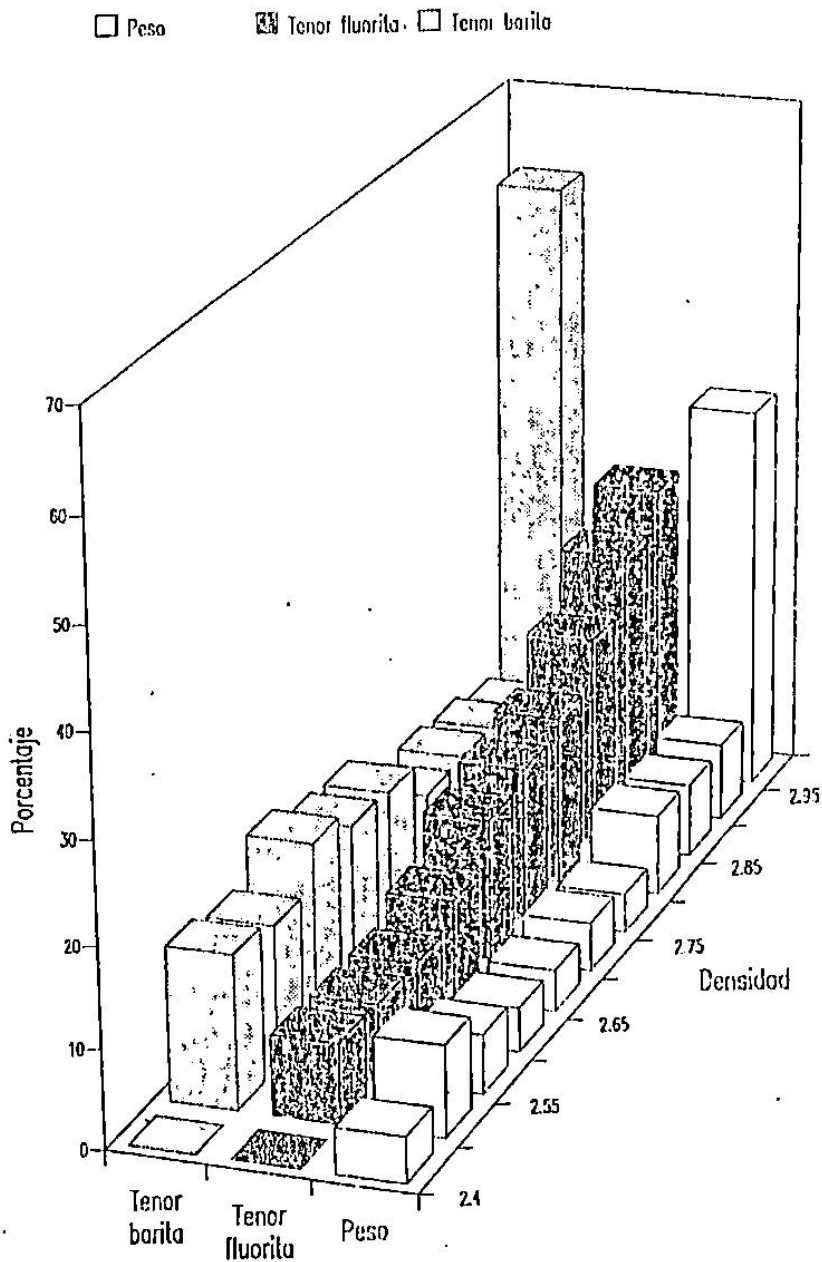


FIGURA 3. XLC

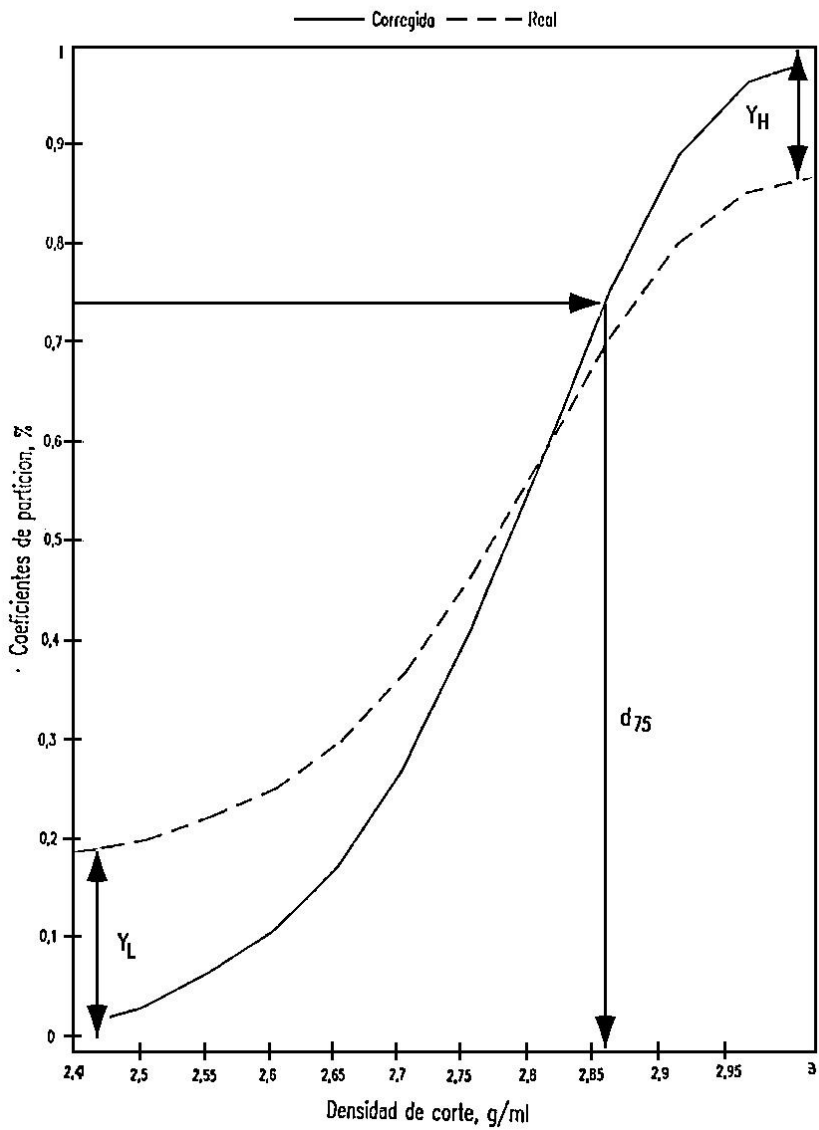
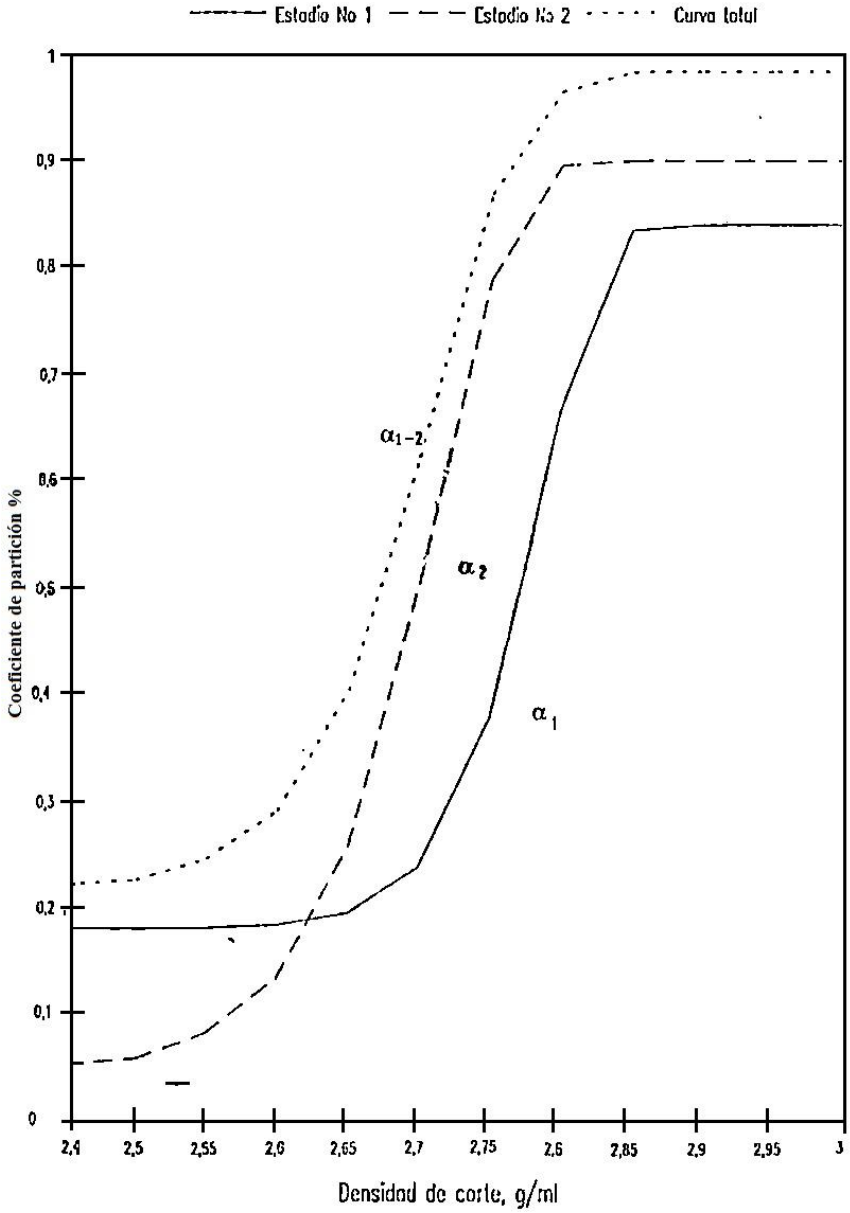


FIGURA Nº 4. XLC



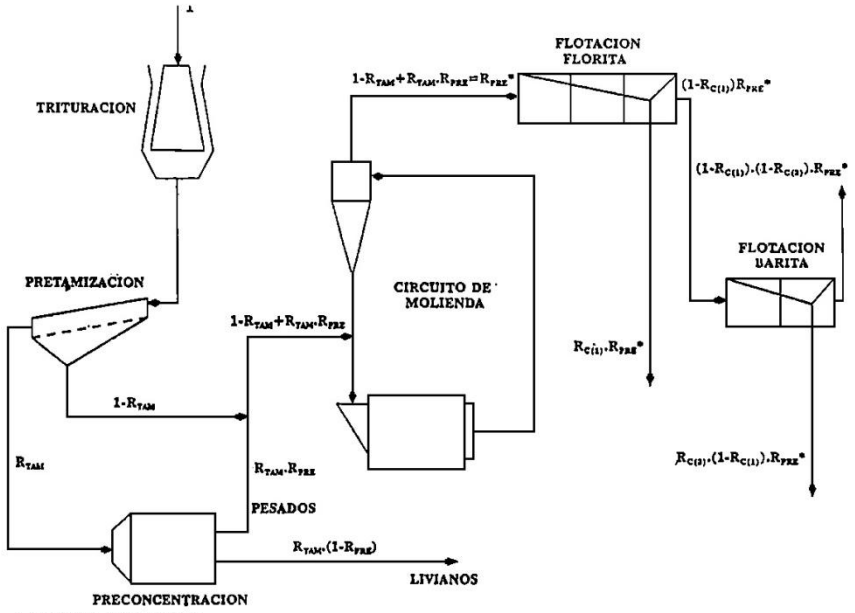


FIGURA N° 5. XLC

FIGURA N°6. XLC

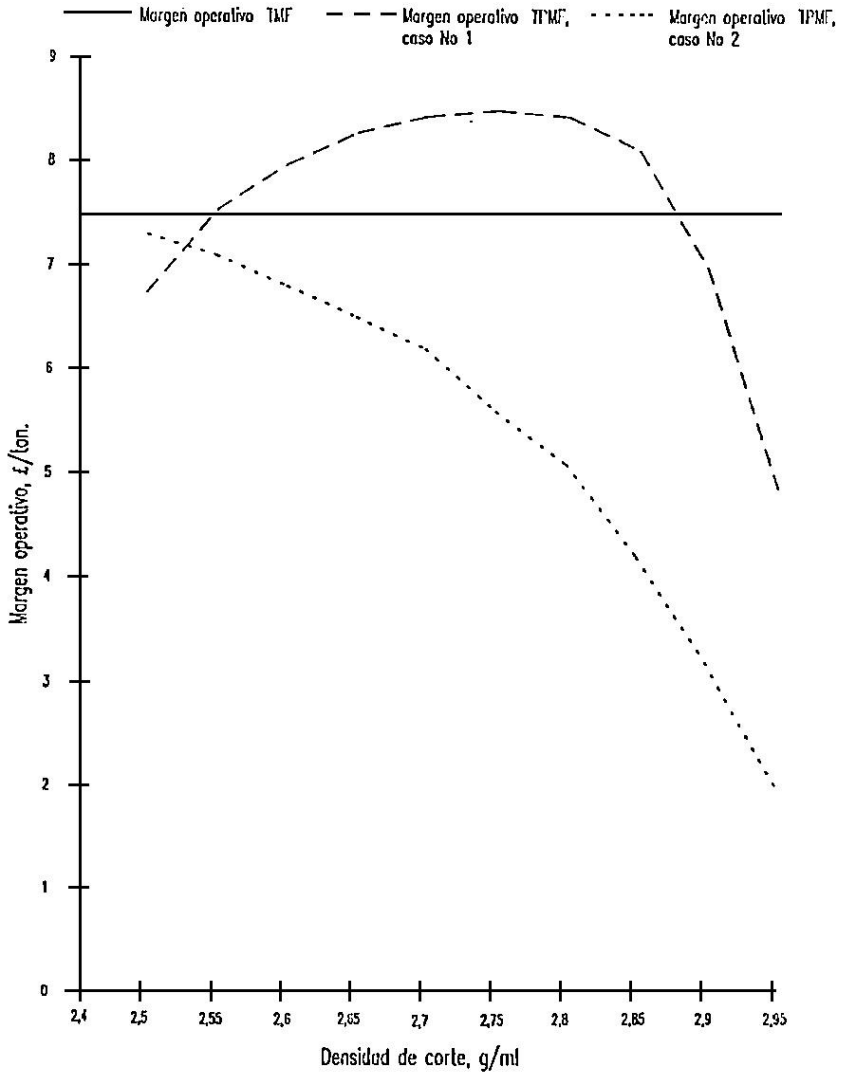
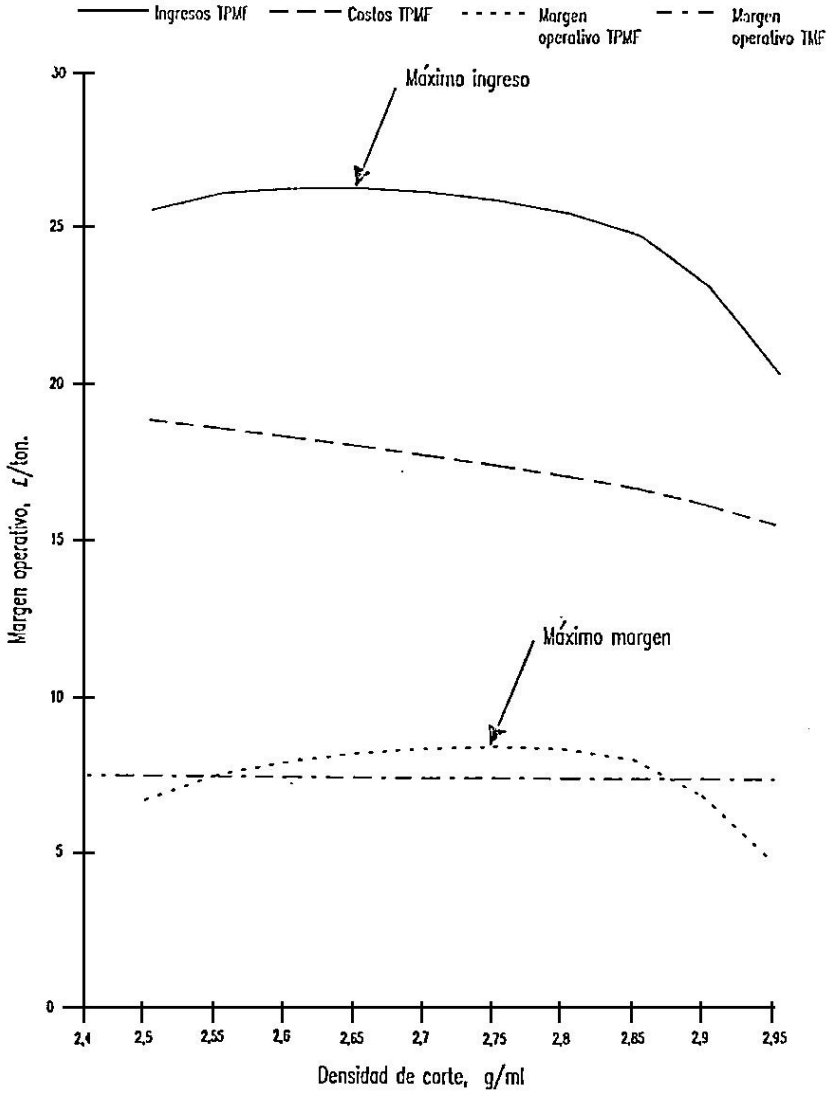




FIGURA Nº 7. XLC



**FIGURA Nº 8. XLC**

— Alternativa TMF    - - - Alternativa TPMF

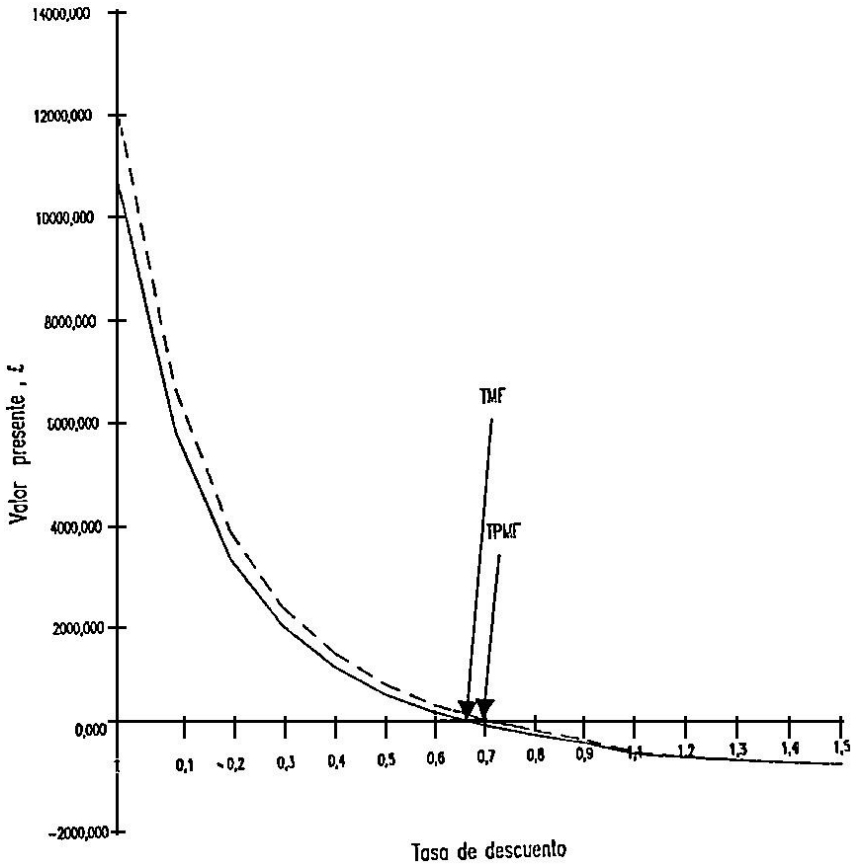


FIGURA N° 9. XLC

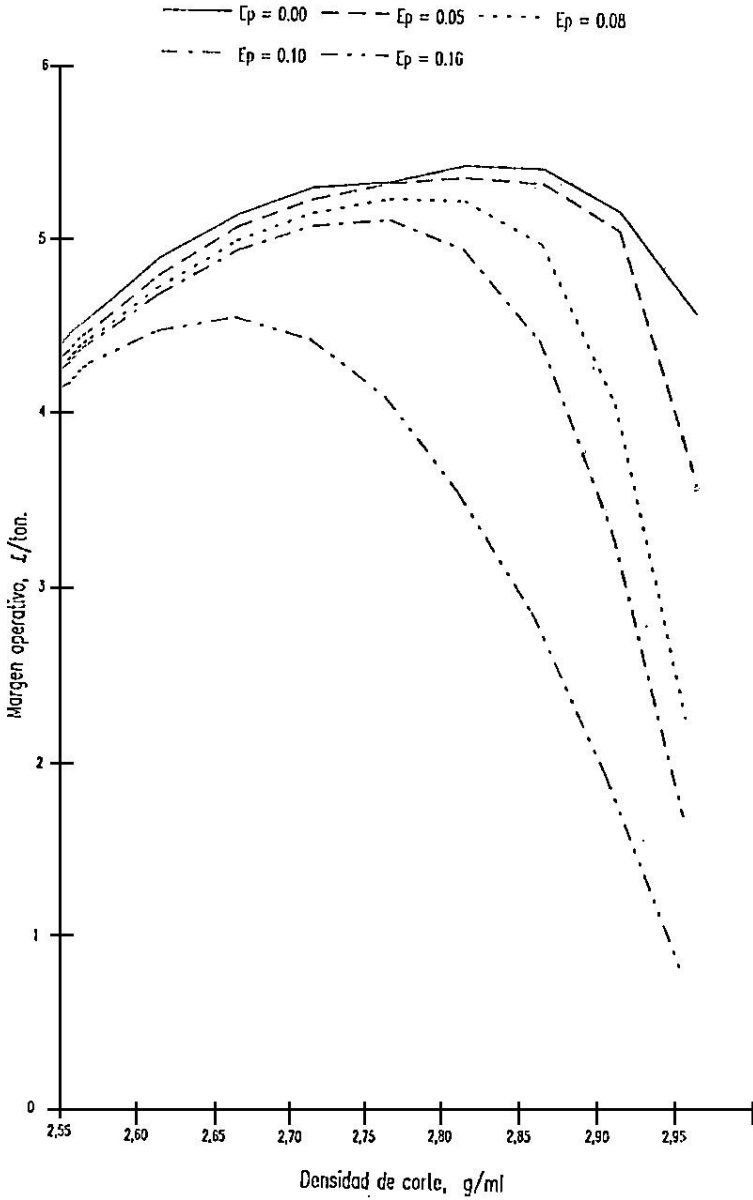
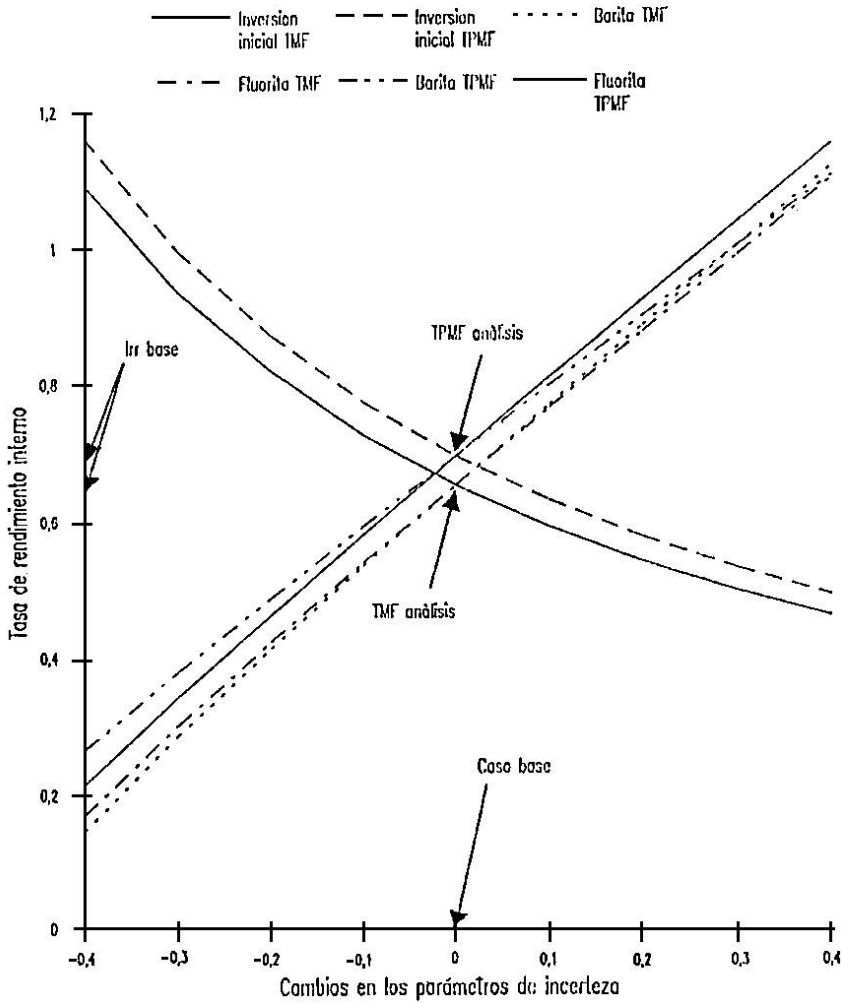


FIGURA N° 10. XLC



## **BIBLIOGRAFÍA**

SUENA, G., GOCHIN R., FERRARA G., Preconcentration by dense medium separation - an economic evaluation. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. Vol. 99. Section C. pp. 21-31.

TARJAN, G., Application of distribution functions to partition curves. International Journal of Mineral Processing. Vol. 1. pp. 261-265.

Tiraje: 1000 ejemplares

La presente edición se terminó de imprimir en junio de 1993 en el Departamento de Publicaciones de la Universidad del Azuay, siendo Rector el Dr. Mario Jaramillo Paredes y Regente de la Imprenta el Sr. Pedro Díceres