

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA



**"EXTRACCION ALCALINA DE LA NORBIXINA A PARTIR DE
LA SEMILLA DE ACHIOTE (*BIXA ORELLANA*) Y SU
APLICACIÓN EN LA ELABORACION DE SALCHICHA
HUACHANA"UCSM, 2015.**

**"EXTRACTION OF COLORING ALKALINE NORBIXIN OF THE
SEED ACHIOTE (*BIXA ORELLANA*) AND FOR APPLICATION
IN THE ELABORATION OF HUACHANA SAUSAGE"UCSM, 2015.**

Tesis presentada por los Sres. Bachilleres:

Fernández Lajo, Katherine del Pilar

Fernández de Alarcón, Jesús Emilio

Para optar por el título profesional de:

Ingeniero de industrias alimentarias

AREQUIPA – PERÚ

2015

DEDICATORIA

A Dios porque él es nuestro PADRE BUENO Y en su infinito amor él ya me ha dado todo como está escrito en efesios 1:3 Bendito sea el Dios y Padre de nuestro Señor Jesucristo, que me bendijo con toda bendición espiritual en los lugares celestiales en Cristo.

A mi mamita Rita Lajo, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero por sobre todo por su amor.

A mi papito Hernán Fernández, por su ejemplo de perseverancia y constancia y su preocupación por impulsar siempre a mi desarrollo profesional.

A mi hermano Kevin, que siempre está en las buenas y en las malas.

Muchas gracias

Katherine del Pilar Fernández Lajo

DEDICATORIA

A mi PADRE BUENO que me guía en cada paso que doy, que me regalo una promesa que vas más allá de este proyecto en Filipenses 4:19 Y mi Dios suplirá todas mis necesidades conforme a sus riquezas en gloria en Cristo Jesus.

A mi mamita Dunia de Alarcón, por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento, por sus consejos, sus valores, por su cariño, pero por sobre todo por su amor y coraje.

A mi viejito Alberto Fernández, por su ejemplo de perseverancia y constancia y su preocupación por impulsar siempre a mi desarrollo profesional, por su experiencia; pero sobre todo por su personalidad.

A mi hermana Lizbed, que siempre me aconseja y me alienta a seguir adelante.

Muchas gracias

Jesus Emilio Fernández de Alarcón

PRESENTACION

Sr. Decano de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas.

Sr. Director del Programa Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria.

Señores catedráticos miembros del jurado, cumpliendo con las normas y lineamientos de grados profesionales de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas de la Universidad Católica de Santa María, presentamos ante su consideración la tesis titulada "Extracción alcalina de la Norbixina a partir de la semilla de achiote (Bixa Orellana) y su aplicación en la elaboración de Salchicha Huachana", U.C.S.M. 2015.

Trabajo que de ser evaluado y aprobado nos permitirá optar por el título profesional de Ingeniero de Industria Alimentaria.

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo fundamental extraer el colorante natural Norbixina contenido en la semilla de achiote y una vez obtenido el colorante Norbixina en granos secos desarrollar una formulación para su aplicación en una Salchicha Huachana.

El trabajo en mención consta de cuatro capítulos: Planteamiento Teórico, Planteamiento Operacional, Resultados y Discusión; y Propuesta a nivel Piloto y/o industrial.

Finalmente manifestar nuestros agradecimientos a las autoridades de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas y a los profesores del programa profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria quienes nos han permitido la culminación satisfactoria del presente trabajo de investigación.

Fernández Lajo, Katherine del Pilar

Fernández de Alarcón, Jesús Emilio

Bachilleres en Ingeniería de Industria Alimentaria

RESUMEN

Actualmente los colorantes sintéticos vienen siendo rechazados por haberse comprobado, en su mayoría, una considerable toxicidad, motivo por el cual se ha incrementado la tendencia al uso de colorantes naturales en la industria de alimentos, por esa razón es que se propone:

La extracción del colorante natural norbixina a partir de la semilla de achiote (Bixa Orellana) y su formulación como aditivo alimentario para su aplicación en la elaboración de salchicha huachana.

Se utilizó como materia prima principal semilla de achiote (Bixa Orellana) procedente de la ciudad de Pasco y de la ciudad de Cusco. El método de extracción utilizado para el trabajo de investigación es el de "HANSEN" dado en la norma técnica peruana (209.256). Basado en la solubilidad del colorante norbixina en un medio alcalino y su posterior evaluación espectrofotométrica a una longitud de onda 452.5 nm.

El método estadístico para el diseño de experimentos utilizado es el FACTORIAL aplicando un diseño completamente al azar y un diseño de bloques completamente al azar.

Los parámetros óptimos de dilución los cuales se reportaron en el experimento N°1, cuyos valores son: Dilución, $D_3 = 1:1$ (semilla: solución de NaOH); Concentración de la solución (NaOH), $C_1 = 3\%$ m/v; Temperatura de extracción, $T_2 = 70^\circ\text{C}$; con agitación constante. Cabe indicar que el proceso de extracción considera así mismo dos re-extracciones cuyos parámetros en la re-extracción 1 es: Dilución (1: 0.625) (semilla inicial: solvente (NaOH)); en la re-extracción 2 es: Dilución (1:0.875) (semilla inicial: solución (NaOH)).

En el proceso de precipitación, se obtuvo los siguientes parámetros óptimos: Concentración de ácido sulfúrico, $C_1 = 70\%$; pH, $P_2 = 3$, reportados en el experimento 2. El método estadístico de validación utilizado es el FACTORIAL aplicando un diseño completamente al azar y diseño de bloques completamente al azar.

Los parámetros óptimos en el proceso de secado son temperatura, $T_1 = 60^\circ\text{C}$ y para un tiempo $t_2 = 7$ hr con 30 min (450 minutos); humedad residual dentro del rango permitido del 7% a 12, reportados en el experimento N°3. El método estadístico de validación utilizado es el FACTORIAL completamente al azar y diseño de bloques completamente al azar.

La formulación adecuada del colorante natural norbixina que permite mejorar la solubilidad en productos cárnicos (Salchicha Huachana) es la siguiente: Formulación, F6 = norbixina = 4%, Glicerina = 1.95%, Propilenglicol = 3.50%, NaOH = 0.50%, Sorbato de potasio = 0.50 y agua destilada = 90%; obteniéndose un producto cuyo color se reporta en la tabla de colores del experimento N°4, reportando también una buena solubilidad y un pH adecuado; comparativo y aceptable con productos comerciales aceptables. El método estadístico de validación utilizado es el diseño de bloques completamente al azar.

La coloración adecuada para la Salchicha Huachana, cuyo resultados se reportan en el experimento N°5, que corresponde a una dosificación, $D_2 = 6$ ml/kg obteniéndose un color y sabor característico del producto comercial. El método estadístico de validación utilizado es el de bloques completamente al azar.

En cuanto a la vida útil de la formulación óptima obtenida se determinó un tiempo de almacenamiento máximo de 7 meses manteniendo una temperatura de almacenamiento máxima de 15°C sobre la cual se detecta una disminución del pH inferior a 12 provocando cambio de color hacia una oscurecimiento y presencia de precipitados solidos; por lo tanto se le considera no estable bajo otras condiciones. Aumentando con una velocidad de 1.19 veces por cada 10°C el proceso de deterioro en base al cálculo de Q_{10} visto en el experimento N°6. La formulación se degrada después de la exposición prolongada a la luz fuerte y directa.

En base a los resultados obtenidos se plantea una alternativa de localización y diseño de planta industrial así como su estudio económico financiero preliminar; siendo la mejor ubicación en el departamento de Arequipa, Provincia de Arequipa; parque industrial, requiriendo un área de 1050 m^2 .

La inversión total del proyecto asciende a 1235768.53 US\$ los cuales estarán financiados por COFIDE 60% y 40% inversión propia El tiempo de recuperación de la inversión es 3 años con 6 meses. El costo unitario de la producción es de 3.85 US\$, el costo unitario de Venta es de 7.31 US\$ y el Precio de Venta es de 8.63 US\$, considerando una utilidad del 90 %.

SUMMARY

Currently synthetic dyes are being rejected by have been proven, most considerable toxicity, reason why the trend towards the use of natural dyes has increased in the food industry, that is why it is proposed:

the extraction of the natural colouring norbixin from the seed of the achiote (Bixa Orellana) and its formulation as a food additive for its application in the elaboration of huachana sausage. It was used as main raw seed of the achiote (Bixa Orellana) from the city of Pasco and Cusco city. The extraction method used for research work is "HANSEN" given in the Peruvian technical standard (209.256). Based on the solubility of the coloring norbixin in an alkaline medium and their subsequent evaluation spectrophotometrically at a wavelength 452.5 nm.

The statistical method for the design of experiments used is the FACTORIAL using a completely randomized design and a design of completely randomized blocks.

The optimal parameters of dilution which were reported in the experiment no. 1, whose values are: dilution, $D3 = 1:1$ (seed: NaOH solution); Concentration of the solution (NaOH), $C1 = 3\%$ m/v; Temperature of extraction, $T2 = 70^{\circ} \text{C}$; with constant agitation. Should be noted that the extraction process also considers two re-extracciones whose parameters in 1 re-extraction is: dilution ($1:0.625$) (initial seed: solvent (NaOH)); 2 re-extraction is: dilution ($1:0.875$) (initial seed: solution (NaOH).)

In the process of precipitation, was obtained the following optimal parameters: concentration of sulfuric acid, $C1 = 70\%$; pH, $P2 = 3$, reported in experiment 2. The statistical validation method used is the FACTORIAL using a design completely random and completely randomized block design.

The optimal parameters in the drying process are temperature, $T1 = 60^{\circ} \text{C}$ and for a time $t2 = 7 \text{ hr } 30 \text{ min}$ (450 minutes) with; residual moisture within the allowable range of 7% to 12, reported in experiment N ° 3. The statistical validation method used is the FACTORIAL completely at random and completely randomized block design.

The proper formulation of the natural colouring norbixin allowing to improve solubility in meat products (sausage Huachana) is as follows: formulation, $F6 = \text{norbixin} = 4\%$, glycerin = 1.95%, propylene glycol = 3.50%, NaOH = 0.50%, potassium sorbate = 0.50 and distilled water = 90%; obtaining a product whose color is reported in the color table of the experiment N ° 4, reporting also a good solubility and a suitable pH; comparative and acceptable with acceptable commercial products. The statistical validation method used is completely randomized block design and design of completely randomized blocks.

Staining for the sausage Huachana, whose results are reported in the experiment N ° 5, which corresponds to a dosage, $D2 = 6 \text{ ml/kg}$ resulting in a color and flavor of the commercial product. The statistical validation method used is that of completely randomized blocks.

In terms of the useful life of the formulation optima obtained was determined a maximum storage of 7 months time maintaining a storage temperature of 15° C which is detected a decrease of less than 12 pH causing colour change towards a darkening and presence of precipitates in solids; Therefore it is considered not stable under other conditions. Grow with a rate of 1.19 times per each 10° C the deterioration process based on the calculation of Q10 seen in the experiment N ° 6. The formulation will degrade after prolonged exposure to strong and direct light.

Based on the results obtained is proposed an alternative location and design of industrial plant as well as its preliminary financial economic study; being the best location in the Department of Arequipa, Arequipa province; industrial park, requiring an area of 1050 m2. The total investment in the project amounts to \$1235768.53, which will be funded by COFIDE 60% and 40% own investment payback time is 3 years 6 months. The unit cost of production is \$ 3.85, the unit cost of sales is \$ 7.31 and the sale price is \$8.63, whereas a utility of 90%.



INDICE

	Pág.
CAPITULO I : PLANTEAMIENTO TEORICO	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3 ÁREA DE INVESTIGACIÓN	1
1.4 ANÁLISIS DE VARIABLES	1
1.4.1. VARIABLES DE LA MATERIA PRIMA	1
1.4.2. VARIABLES DE PROCESO	2
1.4.2.1. EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO COLORANTE	2
1.4.2.2. EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	2
1.4.2.3. EXPERIMENTO N°3: SECADO DEL COLORANTE NORBIXINA	3
1.4.2.4. EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	3
1.4.2.5. EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA	3
1.4.3. VARIABLES DEL PRODUCTO FINAL	4
1.5. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	4
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.7.1. ASPECTO GENERAL	5
1.7.2. ASPECTO TECNOLÓGICO	5
1.7.3. ASPECTO SOCIAL	5
1.7.4. ASPECTO ECONÓMICO	6
1.7.5. IMPORTANCIA	6
2. MARCO CONCEPTUAL	6
2.1. ANALISIS BIBLIOGRAFICO	6
2.1.1. MATERIA PRIMA PRINCIPAL	6
2.1.1.1. DESCRIPCIÓN	6
2.1.1.2. CARACTERÍSTICAS QUIMICO-FISICAS	9
2.1.1.3. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS	10
2.1.1.4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	10
2.1.1.5. USOS	11
2.1.1.6. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y PROYECCIÓN	12
2.1.2. PRODUCTO A OBTENER	13
2.1.2.1. NORMAS NACIONALES Y/O INTERNACIONALES	15
2.1.2.2. CARACTERÍSTICAS QUIMICO-FISICAS	15
2.1.2.3. BIOQUÍMICA DEL PRODUCTO	16
2.1.2.3.1. BIOQUÍMICA DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	16
2.1.2.4. USOS	16
2.1.2.5. PRODUCTOS SIMILARES	18
2.1.2.6. ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y PROYECCIÓN	19

2.1.3. PROCESAMIENTO: MÉTODOS	21
2.1.3.1. MÉTODOS DE PROCESAMIENTO	21
2.1.3.2. PROBLEMAS TECNOLÓGICOS	22
2.1.3.3. MODELOS MATEMÁTICOS	23
2.1.3.4. CONTROL DE CALIDAD	24
2.1.3.5. PROBLEMAS DEL PRODUCTO	26
2.1.3.6. MÉTODO PROPUESTO	27
3. ANALISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	29
4. OBJETIVOS	30
4.1. OBJETIVO GENERAL	30
4.2. OBJETIVOS	30
5. HIPOTESIS	31
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	32
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	32
1. METODOLOGIA DE LA EXPERIMENTACION	32
2. VARIABLES A EVALUAR	34
3. MATERIALES Y METODOS	38
3.1. MATERIA PRIMA	38
3.2. OTROS INSUMOS	38
3.3. MATERIALES Y REACTIVOS DEL LABORATORIO	41
3.3.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	41
3.3.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	42
3.4. EQUIPOS Y MAQUINARIAS	43
4. EXQUEMA EXPERIMENTAL	44
4.1. MÉTODO PROPUESTO	44
4.1.1. MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE NATURAL GRANULADO NORBIXINA	44
4.1.2. MÉTODO DE PROCESAMIENTO DE SALCHICHA HUACHANA	47
4.2. ESQUEMA EXPERIMENTAL	49
4.3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS	51
4.3.1. VARIABLES DE MATERIA PRIMA	51
4.3.1.1. RESULTADO DE ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA	52
4.3.2. VARIABLES DEL PROCESO	54
4.3.2.1. EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO COLORANTE	54
4.3.2.2. EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	61
4.3.2.3. EXPERIMENTO N°3: SECADO DEL COLORANTE NORBIXINA	67
4.3.2.4. EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	72
4.3.2.5. EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA	76
4.3.2.6. EXPERIMENTO N°6: DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE LA FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	80
4.3.2.7. VARIABLES DEL PRODUCTO TERMINADO	86
4.3.2.7.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO	88

5. DIAGRAMA DE FLUJO	88
5.1. DIAGRAMA LOGICO	88
5.2. DIAGRAMA DE BURBUJAS DE LOS EXPERIMENTOS	94
5.3. DIAGRAMA GENERAL EXPERIMENTAL	102
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	104
3.1. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES	104
3.1.1. MATERIA PRIMA	104
3.1.1.1. ANÁLISIS DE METALES TOTALES	104
3.1.1.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	104
3.1.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL	105
3.1.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	105
3.1.2. EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN	105
3.1.3. EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACIÓN	125
3.1.4. EXPERIMENTO N°3: SECADO	135
3.1.5. EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	146
3.1.6. EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA	153
3.1.7. EXPERIMENTO N°6: DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE LA FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	158
3.1.8. RESULTADOS DE ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO	168
3.2. MÉTODO PROPUESTO	170
3.2.1. FLUJO DE PROCESO	170
3.2.2. MÉTODO OPTIMO	170
3.2.3. RENDIMIENTOS	173
CAPITULO IV: PROPUESTA A NIVEL DE PLANTA PILOTO Y/O INDUSTRIAL	176
4.1. CÁLCULOS DE INGENIERÍA	176
4.1.1. CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN DE PLANTA	176
4.1.1.1. CAPACIDAD DE PLANTA	176
4.1.1.2. SELECCIÓN DE TAMAÑO	178
4.1.1.3. LOCALIZACIÓN	179
4.1.1.4. CONCLUSIONES: LOCALIZACIÓN OPTIMA	182
4.1.2. BALANCE MACROSCÓPICO DE MATERIA	182
4.1.3. BALANCE MACROSCÓPICO DE ENERGÍA	185
4.1.3.1. CALCULO DEL CP DE MEZCLA	185
4.1.3.2. BALANCE DE ENERGÍA EN LA EXTRACCIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA	186
4.1.3.3. BALANCE DE ENERGÍA EN LA RE-EXTRACCIÓN 1 DEL EXTRACTO COLORANTE	188
4.1.3.4. BALANCE DE ENERGÍA EN LA RE-EXTRACCIÓN 2 DEL EXTRACTO COLORANTE	188
4.1.3.5. BALANCE DE ENERGÍA EN EL SECADO DE LA PASTA COLORANTE NORBIXINA	189
4.1.4. DISEÑO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	190

4.1.4.1. DISEÑO DEL TANQUE DE EXTRACCIÓN	190
4.1.4.2. DISEÑO DEL TANQUE DE DECANTACIÓN	201
4.1.4.3. DISEÑO DEL TANQUE DE PRECIPITACIÓN Y FORMULACIÓN	205
4.1.4.4. DISEÑO DE LA CALDERA	209
4.1.4.5. DISEÑO DEL TANQUE DE PETRÓLEO PARA LA CALDERA	215
4.1.4.6. DISEÑO DEL ABLANDADOR	218
4.1.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	219
4.1.6. REQUERIMIENTOS DE INSUMOS Y SERVICIOS AUXILIARES	224
4.1.6.1. MATERIA PRIMA	224
4.1.6.2. INSUMOS	224
4.1.6.3. SERVICIOS AUXILIARES	225
4.1.6.3.1. CONSUMOS DE AGUA	225
4.1.6.3.2. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	226
4.1.6.3.3. CONSUMO DE COMBUSTIBLE	226
4.1.7. MANEJO DE SISTEMA NORMATIVOS	227
4.1.7.1. ISO 9000	227
4.1.7.2. ISO 14000	229
4.1.7.2.1. FAMILIA DE LA ISO 14000	230
4.1.7.3. ISO 22000	230
4.1.7.4. HACCP	231
4.1.8. CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO DEL PROCESO	239
4.1.9. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL	240
4.1.9.1. OBJETIVOS Y PRINCIPIOS	240
4.1.9.2. HIGIENE INDUSTRIAL	242
4.1.10 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL	243
4.1.10.1. TIPO DE EMPRESA	243
4.1.10.2. ESTRUCTURA ORGÁNICA	243
4.1.11. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	244
4.1.12. TIPOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	245
4.1.12.1. DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA	245
4.1.12.2. DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS	245
4.1.12.3. DISTRIBUCIÓN EN LÍNEA	245
4.1.13. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE PROCESO	246
4.1.13.1. ÁREA ESTÁTICA	246
4.1.13.2. ÁREA GRAVITACIONAL	246
4.1.13.3. ÁREA DE EVALUACIÓN	246
4.1.13.4. ÁREA TOTAL	247
4.1.14. DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN LA SALA DE PROCESO	249
4.1.14.1. TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES	249
4.1.14.2. ORDENACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA	250
4.1.15. ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	254
4.2. INVERSIONES Y FINANCIAMIENTOS	254
4.2.1. INVERSIONES	254
4.2.1.1. INVERSIÓN FIJA	255

4.2.1.1.1. INVERSIÓN TANGIBLE	255
4.2.1.1.2. INVERSIÓN INTANGIBLE	258
4.2.1.2. CAPITAL DE TRABAJO	259
4.2.1.2.1. COSTO DE PRODUCCIÓN	259
4.2.1.2.2. GASTOS DE OPERACIÓN	267
4.2.1.2.3. TOTAL CAPITAL DE TRABAJO	266
4.2.1.2.3.1. INVERSIÓN TOTAL	269
4.2.2. FINANCIAMIENTO	269
4.2.2.1. FUENTES FINANCIERAS UTILIZADAS	269
4.2.2.2. ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO	269
4.2.2.3. CONDICIONES DE CRÉDITO	270
4.2.2.3.1. PLAN DE AMORTIZACIÓN	270
4.3. EGRESOS	273
4.3.1. COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES	273
4.4. INGRESOS	273
4.4.1. COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN (CUP)	273
4.4.2. COSTO UNITARIO DE VENTAS (CUV)	274
4.4.3. PRECIO DE VENTA (PV)	274
4.4.4. INGRESOS ANUALES	275
4.4.4.1. INGRESOS PROYECTADOS	276
4.4.4.2. COSTOS PROYECTADOS	276
4.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	278
4.5.1. ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS	278
4.5.2. RENTABILIDAD	280
4.5.3. PUNTO DE EQUILIBRIO	283
4.5.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	285
4.5.5. EVALUACIÓN SOCIAL	289
CONCLUSIONES	290
RECOMENDACIONES	292
BIBLIOGRAFIA	293
ANEXO N°1 PRODUCCION Y PROYECCION	296
ANEXO N°2 ANALISIS DE LABORATORIO	297
ANEXO N°3 DISEÑO ESTADISTICOS	298
ANEXO N°4 FICHAS TECNICAS DE MATERIALES Y/O EQUIPOS	299
ANEXO N°5 NORMA TECNICA PERUANA	300
ANEXO N°6 NORMA TECNICA COLORANTE	301
ANEXO N°6 NORMA TECNICA COLORANTE	302
ANEXO N°7 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO	302
ANEXO N°8 COTIZACION DE TERRENO	303

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N°1 : SUSTIPOS DE ACHIOTE COLORADO	8
CUADRO N°2 : CLASIFICACION BOTANICA	9
CUADRO N°3: COMPOSICION QUIMICA DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	9
CUADRO N°4: COMPOSICION FISICA DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	10
CUADRO N°5: CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	10
CUADRO N°6: PRODUCCION DE ACHIOTE EN TONELADAS EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO	12
CUADRO N°7: PROYECCION DE LA PRODUCCION DE ACHIOTE EN TONELADAS EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO	12
CUADRO N°8: CARACTERISTICAS DEL COLORANTE NORBIXINA	14
CUADRO N°9: CARACTERISTICAS SENSORIALES	15
CUADRO N°10: CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS	15
CUADRO N°11: CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS	15
CUADRO N°12: ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (2008-2013)	19
CUADRO N°13: PROYECCION DE LA ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	20
CUADRO N°14: VARIABLES DE PROCESO	34
CUADRO N°15: VARIABLES DE PRODUCTO FINAL	35
CUADRO N°16: VARIABLES DE COMPARACION	37
CUADRO N°17: CUADRO DE OBSERVACIONES	37
CUADRO N°18: MATERIALES PARA EL LABORATORIO	43
CUADRO N°19: FORMULACION DE CARNE PARA SALCHICHA HUACHANA	48
CUADRO N°20: FORMULACION DE INSUMOS PARA SALCHICHA HUACHANA	48
CUADRO N°21: VARIABLES DE MATERIA PRIMA	51
CUADRO N°22: ANALISIS METALES TOTALES DE LA MATERIA PRIMA	52
CUADRO N°23: ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA	53
CUADRO N°24: ANALISIS SENSORIAL DE LA MATERIA PRIMA	53
CUADRO N°25: ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA MATERIA PRIMA	54
CUADRO N°26: RESULTADOS: EXTRACCION DEL EXTRACTO COLORANTE	56
CUADRO N°27: RESULTADOS: PRECIPITACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	
CUADRO N°28: RESULTADOS: SECADO DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	68
CUADRO N°29: RESULTADOS: FORMULACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	
CUADRO N°30:	74
HUACHANA RESULTADOS: APLICACIÓN DE LA FORMULACION A SALCHICHA	
CUADRO N°31: RESULTADOS DE pH	80
CUADRO N°32: RESULTADOS DE ln(pH)	83
CUADRO N°33: RESULTADOS DE TIEMPO VS 1/PH	84
CUADRO N°34: RESULTADOS DE R ²	84
CUADRO N°35: RESULTADOS DE VELOCIDAD DE DETERIORO A 15,25 Y 35°C	85
CUADRO N°36: RESULTADOS DE VELOCIDAD DE DETERIORO A DIFERENTES TEMPERATURAS	
CUADRO N°37: RESULTADOS DE VIDA UTIL A 15,25 Y 35°C	87
CUADRO N°38: ANALISIS A REALIZAR AL PRODCUTO TERMINADO	87

CUADRO N°39: RESULTADOS DE ANALISIS: METALES TOTALES	88
CUADRO N°40: RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO PROXIMAL	89
CUADRO N°41: RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO	89
CUADRO N°42: RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL	90
CUADRO N°43: RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	90
CUADRO N°44: ANALISIS DE METALES TOTALES DE LA MATERIA PRIMA	104
CUADRO N°45: ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA	104
CUADRO N°46: ANALISIS SENSORIAL DE LA MATERIA PRIMA	105
CUADRO N°47: ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA MATERIA PRIMA	105
CUADRO N°48: RESULTADOS DE LA EXTRACCION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	107
CUADRO N°49: RESULTADOS DE LA PRECIPITACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA	127
CUADRO N°50: RESULTADOS DEL SECADO DE LA PASTA DE NORBIXINA	136
CUADRO N°51: RESULTADOS DE LA FORMULACION DEL COLORANTE NATURAL DE NORBIXINA	148
CUADRO N°52: RESULTADOS: APLICACIÓN DE FORMULACION EN SALCHICHA HUACHANA	154
CUADRO N°53: RESULTADOS DEL PH	158
CUADRO N°54: RESULTADOS DE ln (pH)	160
CUADRO N°55: RESULTADOS 1/PH	162
CUADRO N°56: VALORES DE R ²	163
CUADRO N°57: ECUACION DE REACCION DE PRIMER ORDEN	163
CUADRO N°58: VELOCIDAD DE DETERIORO A TEMPERATURAS: 15,25 Y 35°C	164
CUADRO N°59: VELOCIDAD DE DETERIORO A DIFERENTES TEMPERATURAS	166
CUADRO N°60: RESULTADOS DE VIDA UTIL A 15,25 Y 35°C	167
CUADRO N°61: RESULTADOS DE ANALISIS DE METALES PESADOS	168
CUADRO N°62: RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO PROXIMAL	169
CUADRO N°63: RESULTADOS DE ANALISIS FISICO - QUIMICO	169
CUADRO N°64: RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL	169
CUADRO N°65: RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICO	170
CUADRO N°66: FORMULACION PARA EL COLORANTE	171
CUADRO N°67: ALMACENAMIENTO DE TAMAÑO DE PLANTA	177
CUADRO N°68: CAPACIDAD DE PRODUCCION	179
CUADRO N°69: RANKING DE FACTORES: MAROLOCALIZACION	180
CUADRO N°70: RANKING DE FACTORES: MICROLOCALIZACION	181
CUADRO N°71: CONSUMO TOTAL DE AGUA PARA DISEÑO DEL ABLANDADOR	218
CUADRO N°72: ESPECIFICACION TECNICA (BALANZA)	219
CUADRO N°73: ESPECIFICACION TECNICA (BALANZA)	220
CUADRO N°74: ESPECIFICACION TECNICA (ZARANDA VIBRATORIA)	220
CUADRO N°75: ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE EXTRACCION)	220
CUADRON°76: ESPECIFICACION TECNICA (TINA DE FILTRADO)	221
CUADRO N°77: ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE DECANTACION)	221
CUADRO N°78: ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE PRECIPITACION Y FORMULACION)	221
CUADRO N°79: ESPECIFICACION TECNICA (FILTRO PRENSA)	222
CUADRO N°80: ESPECIFICACION TECNICA (SECADOR DE BANDEJAS)	222

CUADRO N°81: ESPECIFICACION TECNICA (ENVASADORA - LLENADORA)	222
CUADRO N°82: ESPECIFICACION TECNICA (MESAS)	223
CUADRO N°83: ESPECIFICACION TECNICA (CALDERA)	223
CUADRO N°84: ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE PETROLEO)	223
CUADRO N°85: ESPECIFICACION TECNICA (ABLANDADOR)	224
CUADRO N°86: ESPECIFICACION TECNICA DE BOMBAS	224
CUADRO N°87: INSUMOS	225
CUADRO N°88: REQUERIMIENTO DE AGUA PARA PROCESO	225
CUADRO N°89: REQUERIMIENTO DE AGUA PARA CALDERO Y ZONAS AUXILIARES	225
CUADRO N°90: CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	226
CUADRO N°91: CONSUMO DE PETROLEO	226
CUADRO N°92: CONSUMO DE GAS	227
CUADRO N°93: PLAN HACCP PARA LA OBTENCION DEL COLORANTE NORBIXINA	234
CUADRO N°94: REQUERIMIENTO DE PERSONAL	244
CUADRO N°95: AREA REQUERIDA EN LA ZONA DE PROCESO	248
CUADRO N°96: DIAGRAMA DE REDES DE LA ZONA DE PRODUCCION	250
CUADRO N°97: DIAGRAMA DE REDES (CODIGO - VALOR ASIGNADO)	250
CUADRO N°98: COSTO TERRENO	255
CUADRO N°99: COSTO DE CONSTRUCCION Y OBRAS CIVILES	255
CUADRO N°100: COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO BASICO	256
CUADRO N°101: COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO COMPLEMENTARIO	256
CUADRO N°102: RESUMEN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS	257
CUADRO N°103: COSTO DE MOVILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	257
CUADRO N°104: COSTO DE VEHICULO	257
CUADRO N°105: INVERSION TANGIBLE	258
CUADRO N°106: INVERSION INTANGIBLE	259
CUADRO N°107: COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	260
CUADRO N°108: MANO DE OBRA DIRECTA	260
CUADRO N°109: COSTO DE MATERIAL DE ENVASE Y EMBALAJE	260
CUADRO N°110: COSTO DIRECTO	261
CUADRO N°111: COSTO DE MATERIAL INDIRECTO	261
CUADRO N°112: COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	261
CUADRO N°113: COSTO DE AGUA	262
CUADRO N°114: COSTO DE ENERGIA ELECTRICA	263
CUADRO N°115: COSTO DE COMBUSTIBLE	264
CUADRO N°116: RESUMEN COSTO DE SERVICIOS	264
CUADRO N°117: COSTO DE DEPRECIACION	265
CUADRO N°118: COSTO DE MANTENIMIENTO	265
CUADRO N°119: COSTO DE SEGUROS	265
CUADRO N°120: IMPREVISTOS	266
CUADRO N°121: RESUMEN DE GASTOS DE FABRICACION	266
CUADRO N°122: COSTOS DE PRODUCCION	266
CUADRO N°123: GASTOS DE REMUNERACION DE PERSONAL	267
CUADRO N°124: GASTOS ADMINISTRATIVOS	267
CUADRO N°125: GASTOS DE VENTA	268
CUADRO N°126: GASTOS DE OPERACIÓN	268

CUADRO N°127: CAPITAL DE TRABAJO	268
CUADRO N°128: TOTAL DE INVERSION	269
CUADRO N°129: ESTRUCTURA DEL REQUERIMIENTO DE INVERSION Y SU FINANCIAMIENTO	270
CUADRO N°130: PLAN DE AMORTIZACION	270
CUADRO N°131: RESUMEN DE GASTOS FINANCIEROS ANUALES	272
CUADRO N°132: RESUMEN DE AMORTIZACION ANUAL	272
CUADRO N°133: COSTOS FIJOS Y VARIABLES PARA EL PRIMER AÑO DE PRODUCCION (2015)	273
CUADRO N°134: COSTO UNITARIO DE PRODUCCION	274
CUADRO N°135: INGRESOS ANUAL (2015)	275
CUADRO N°136: INGRESOS PROYECTADOS	276
CUADRO N°137: COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS PROYECTADOS	276
CUADRO N°138: COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA PROYECTADO	277
CUADRO N°139: COSTO DE MATERIAL DE ENVASES Y EMBALAJE PROYECTADO	277
CUADRO N°140: GASTOS DE FABRICACION PROYECTADOS	277
CUADRO N°141: GASTOS DE OPERACIÓN PROYECTADOS	278
CUADRO N°142: ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS	278
CUADRO N°143: RESUMEN DE RENTABILIDAD	281
CUADRO N°144: FLUJO DE CAJA	281
CUADRO N°145: INDICADORES ECONOMICOS	287
CUADRO N°146: INDICADORES FINANCIEROS	289

INDICE DE TABLAS

TABLA N°1: ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, TURBIDEZ (TABLA DE ANOVA)	110
TABLA N°2: ANALISIS DE FACTORES ($T \times C$) (TEMPERATURA $\times$ CONCENTRACION), TURBIDEZ	111
TABLA N°3: ANALISIS DE FACTORES ($C \times D$) - (CONCENTRACION $\times$ DILUCION), TURBIDEZ	111
TABLA N°4: ANALISIS DE FACTORES ($T \times C \times D$) (TEMPERATURA $\times$ CONCENTRACION $\times$ DILUCION), TURBIDEZ	111
TABLA N°5: ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, COLOR (TABLA DE ANOVA)	114
TABLA N°6: ANALISIS DE FACTORES ($T \times C$) (TEMPERATURA $\times$ CONCENTRACION), COLOR	114
TABLA N°7: ANALISIS DE FACTORES ($C \times D$) (CONCENTRACION $\times$ DILUCION), COLOR	114
TABLA N°8: ANALISIS DE FACTORES ($T \times D$) (TEMPERATURA $\times$ DILUCION), COLOR	115
TABLA N°9: ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, IMPUREZAS (TABLA DE ANOVA)	117
TABLA N°10: ANALISIS DE FACTORES ($C \times D$) (CONCENTRACION $\times$ DILUCION), IMPUREZAS	117
TABLA N°11: ANALISIS DE FACTORES ($T \times C \times D$) (TEMPERATURA $\times$ CONCENTRACION $\times$ DILUCION), IMPUREZAS	117
TABLA N°12: ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)	119

TABLA N°13: ANALISIS DE FACTORES (T x C) (TEMPERATURA x CONCENTRACION), % NORBIXINA	119
TABLA N°14: ANALISIS DE FACTORES (C x D) (CONCENTRACION x DILUCION), %NORBIXINA	120
TABLA N°15: ANALISIS DE FACTORES (T x D) (TEMPERATURA x DILUCION), %NORBIXINA	120
TABLA N°16: ANALISIS DE FACTORES (T x C x D) (TEMPERATURA x CONCENTRACION x DILUCION), % NORBIXINA	120
TABLA N°17: ANALISIS DE VARIANZA: EXPERIMENTO N° 2, SEDIMENTACION (TABLA DE ANOVA)	129
TABLA N°18: RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, %NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)	130
TABLA N°19: ANALISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), % NORBIXINA	130
TABLA N°20: RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, COLOR (TABLA DE ANOVA)	131
TABLA N°21: ANALISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), COLOR	132
TABLA N°22: ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, % HUMEDAD (TABLA DE ANOVA)	138
TABLA N°23: ANALISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), % HUMEDAD	138
TABLA N°24: ESTADISTICA: EXPERIMENTO N° 3, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)	139
TABLA N°25: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, COLOR (TABLA DE ANOVA)	141
TABLA N°26: ANALISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), COLOR	142
TABLA N°27: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, RENDIMIENTO (TABLA DE ANOVA)	
TABLA N°28: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, SOLUBILIDAD (TABLA DE ANOVA)	150
TABLA N°29: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, pH (TABLA DE ANOVA)	151
TABLA N°30: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, COLOR (TABLA DE ANOVA)	152
TABLA N°31: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5, SABOR (TABLA DE ANOVA)	155
TABLA N°32: ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5, COLOR (TABLA DE ANOVA)	156
TABLA N°33: TABLA DE AMORTIZACION MENSUAL	271

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
GRAFICO N°1: GRAFICO DE BARRAS POR DEPARTAMENTOS, ACHIOTE	12
GRAFICO N°2: PROYECCION DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	13
GRAFICO N°3: ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	19
GRAFICO N°4: CUADRO ESTADISTICO: PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	20
GRAFICO N°5 PROYECCION DE LA ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	21
GRAFICO N°6: RESULTADOS: EXTRACCION (TURBIDEZ)	110
GRAFICO N°7: RESULTADOS: EXTRACCION (COLOR)	113

GRAFICO N°8: RESULTADOS: EXTRACCION (IMPUREZAS RESIDUALES)	116
GRAFICO N°9: RESULTADOS: EXTRACCION (% DE NORBIXINA)	119
GRAFICO N°10: RESULTADOS: PRECIPITACION (SEDIMENTACION)	128
GRAFICO N°11: RESULTADOS: PRECIPITACION (%NORBIXINA)	129
GRAFICO N°12: RESULTADOS: PRECIPITACION (COLOR)	131
GRAFICO N°13: RESULTADOS: SECADO (HUMEDAD)	138
GRAFICO N°14: RESULTADOS: SECADO (%NORBIXINA)	139
GRAFICO N°15: RESULTADOS: SECADO (COLOR)	140
GRAFICO N°16: RESULTADOS: SECADO (RENDIMIENTO)	142
GRAFICO N°17: RESULTADOS : FORMULACION (SOLUBILIDAD)	149
GRAFICO N°18: RESULTADOS : FORMULACION (PH)	150
GRAFICO N°19: RESULTADOS: FORMULACION (COLOR)	151
GRAFICO N°20: RESULTADOS DE APLICACIÓN AL PRODUCTO (SABOR)	155
GRAFICO N°21: RESULTADOS DE APLICACIÓN AL PRODUCTO (COLOR)	156
GRAFICA N°22: REACCION DE ORDEN CERO	159
GRAFICA N°23: REAACION DE ORDEN 1	161
GRAFICA N°24: REACCION DE ORDEN DOS	162
GRAFICA N°25: 1/T VS ln(K)	165
GRAFICA N°26:PUNTO DE EQUILIBRIO	284

INDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA N°1: METODOLOGIA DE LA EXPERIMENTACION	Pág. 32
DIAGRAMA N°2: DIAGRAMA LOGICO	90
DIAGRAMA N°3: DIAGRAMA DE BURBUJAS DE LOS EXPERIMENTOS	94
DIAGRAMA N°4: DIAGRAMA DE BURBUJAS: APLICACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA EN LA ELABORACION DE SALCHICHA HUACHANA	99
DIAGRAMA N°5: DIAGRAMA GENERAL EXPERIMENTAL	102

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N°1: FORMULA QUIMICA Y ESTRUCTURA CIS-NORBIXINA	Pág. 14
IMAGEN N°2: RESULTADOS DEL EXPERIMENTO N°1 EXTRACCION DE NORBIXINA	109
IMAGEN N°3: RESULTADOS DEL EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACION	128
IMAGEN N°4: RESULTADOS DE EXPERIMENTO N°3: SECADO	137
IMAGEN N°5: RESULTADOS EXPERIMENTO 3: GRANULOS SECOS DE NORBIXINA	137
IMAGEN N°6: EXPERIMENTO N°4: FORMULACION	148
IMAGEN N°7	149
IMAGEN N°8	149
IMAGEN N°9: RESULTADOS DE COLOR	155

INDICE DE CARTILLAS

	Pág.
CARTILLA N°1: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR LA TURBIDEZ	57
CARTILLA N°2: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR EL COLOR	57
CARTILLA N°3: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR IMPUREZAS RESIDUALES	58
CARTILLA N°4: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR PRESENCIA DE SEDIMENTOS	64
CARTILLA N°5: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR (APARIENCIA) -COLOR	64
CARTILLA N°6: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR LA APARIENCIA- (COLOR)	69
CARTILLA N°7: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR LA SOLUBILIDAD	74
CARTILLA N°8: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR EL COLOR	75
 CARTILLA N°9: CARACTERISTICAS PARA EVALUAR EL COLOR DE LA SALCHICHA HUACHANA	 78
CARTILLA N°10 CARACTERISTICAS PARA EVALUAR EL SABOR :	78

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N°1: FLUJO DE BLOQUES	27
FIGURA N°2: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	49
FIGURA N°3: DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA EXTRACCION ALCALINA DEL COLORANTE NORBIXINA	171
FIGURA N°4: DIAGRAMA DE RENDIMIENTO PARA LA EXTRACCION ALCALINA DEL COLORANTE NORBIXINA	174
FIGURA N°5: DIAGRAMA DE PROXIMIDAD DEL AREA DE DISTRIBUCION	251
FIGURA N°6: DIAGRAMA DE REDES DEL AREA DE DISTRIBUCION	251
FIGURA N°7: DIAGRAMA DE PROXIMIDAD DEL AREA DE DISTRIBUCION	252
FIGURA N°8: DIAGRAMA DE REDES DE LAS AREAS DE PLANTA	253

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Extracción alcalina de la Norbixina a partir de la semilla de achiote (*Bixa Orellana*) y su aplicación en la elaboración de salchicha huachana.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo trata de una investigación científica tecnológica y experimental, para la determinación de parámetros tecnológicos en la extracción alcalina del colorante natural norbixina a partir de la semilla de achiote (*Bixa Orellana*), evaluando las variables involucradas y así establecer los parámetros óptimos del proceso de extracción y una vez obtenido el colorante desarrollar una formulación basada en la mejora de la solubilidad de la Norbixina en el proceso de elaboración de salchicha Huachana, que proporcione el color característico de este embutido y así obtener un producto de calidad aceptable.

Con ello se pretende realzar el uso de colorantes naturales en especial del procedente de la semilla de achiote ya que en la actualidad su uso es muy reducido.

1.3. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Según el problema planteado por la presente investigación se encuentra enmarcado en el Área de Ciencias Tecnológicas e Ingeniería Alimentaria - Colorantes Naturales para su uso en la industria alimentaria aprovechando su afinidad con las proteínas.

1.4. ANÁLISIS DE VARIABLES

1.4.1. VARIABLES DE LA MATERIA PRIMA: Achiote (*Bixa Orellana*)

- Análisis Sensorial
- Análisis Metales Totales
- Análisis Químico proximal
- Análisis Microbiológico

1.4.2. VARIABLES DE PROCESO:

1.4.2.1 EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO COLORANTE

- Dilución - Semilla de Achiote: Solución de Na(OH)

$$D_1 = 1:4 \text{ (100 gr.:400 ml.)}$$

$$D_2 = 1:2 \text{ (200 gr.:400 ml.)}$$

$$D_3 = 1:1 \text{ (400 gr.:400 ml.)}$$

- Concentración de Solución de NaOH.

$$C_1 = 3\%$$

$$C_2 = 6\%$$

$$C_3 = 9\%$$

- Temperatura para la extracción (Tiempo de Agitación Constante = 30 minutos)

$$T^{\circ}_1 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ}_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

1.4.2.2 EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA

- Concentración de Ácido Sulfúrico.

$$C_1 = 70\%$$

$$C_2 = 80\%$$

$$C_3 = 90\%$$

- pH:

$$\text{pH}_1 = 2.0$$

$$\text{pH}_2 = 3.0$$

$$\text{pH}_3 = 4.0$$

1.4.2.3 EXPERIMENTO N°3: SECADO DEL COLORANTE NORBIXINA

o Tiempo de secado

$t_{i1} = 330$ minutos (5:30 hrs.)

$t_{i2} = 450$ minutos (7:30 hrs.)

o Temperatura de secado

$T_1 = 60^{\circ}\text{C}$

$T_2 = 80^{\circ}\text{C}$

1.4.2.4 EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA

FORMULACION	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
NORBIXINA	1.00%	1.00%	2.50%	2.50%	4.00%	4.00%
GLICERINA	3.00%	2.95%	2.00%	1.50%	1.00%	1.95%
GOMA GUAR	0.50%	0.00%	0.45%	0.00%	0.30%	0.00%
PROPILENGLICOL	4.95%	5.50%	4.50%	5.45%	4.15%	3.50%
AGUA DESTILADA	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
Na (OH)	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
SORBATO DE POTASIO	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.4.2.5 EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA

o Dosificación de colorante:

$D_1 = 4\text{ml. /Kg.}$

$D_2 = 6\text{ml. /Kg.}$

$D_3 = 8\text{ml. /Kg.}$

1.4.3. VARIABLES DEL PRODUCTO FINAL:

- Análisis Sensorial
- Análisis Físico - químico
- Análisis de Metales Totales
- Análisis Microbiológico
- Tiempo de Vida Útil

1.5. INTERROGANTES DE INVESTIGACION

Las interrogantes planteadas para esta investigación son:

- ¿Cuál será la "Dilución (Semilla: Solución)", "Concentración de NaOH", "Temperatura"; para la extracción óptima del extracto colorante norbixina?
- ¿Cuál será la "Concentración de Ácido Sulfúrico" y "pH" óptimo para la precipitación del extracto colorante natural norbixina?
- ¿Cuál será el "Tiempo" y "Temperatura" de secado óptimo para la obtención del colorante natural norbixina granulado?
- ¿Cuál será la "formulación" óptima del colorante natural norbixina para mejorar su solubilidad y aplicarlo en Productos cárnicos?
- ¿Cuál será la mejor "dosificación" de la formulación de Norbixina para su aplicación en Salchicha Huachana?
- ¿Cuál serán las características físico - químicas, químico proximal, metales totales, sensoriales y microbiológicas del producto final?
- ¿Cuál será el tiempo de vida útil del producto final?

1.6. TIPO DE INVESTIGACION

La investigación será del tipo científica tecnológica y experimental de extracción de un colorante natural para la Industria Alimentaria con análisis de variables y su evaluación práctica en laboratorio y/o planta piloto con cálculos de ingeniería; con la finalidad de establecer los parámetros óptimos para la extracción del colorante norbixina a partir del achiote (Bixa Orellana) y su formulación para la aplicación en la Elaboración de salchicha Huachana.

1.7. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

1.7.1 ASPECTO GENERAL:

Actualmente los colorantes sintéticos vienen siendo rechazados por haberse comprobado, en su mayoría, una considerable toxicidad, motivo por el cual se ha incrementado la tendencia al uso de colorantes naturales en la industria de alimentos, por esa razón es que se propone la extracción del colorante natural norbixina a partir de la semilla de achiote (Bixa Orellana), propiciando el estudio e investigación en el campo de colorantes naturales.

1.7.2. ASPECTO TECNOLÓGICO:

Tener la opción de un colorante que pueda compararse y competir con otros colorantes naturales de animales (cochinilla) o vegetales existentes, ya que las restricciones en el uso de algunos colorantes artificiales, por ser perjudiciales para la salud humana, hacen que la búsqueda de nuevas fuentes de colorantes naturales sea de interés permanente.

1.7.3. ASPECTO SOCIAL:

En vista al incremento de la demanda principalmente a nivel internacional sobre el consumo de colorantes naturales ya sea en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética, debido a que los colorantes artificiales causan daños en la salud y a su vez aprovechando el incremento de las agro exportaciones en el Perú y del importante lugar que estamos obteniendo hoy en día en el comercio mundial, se le brinda al consumidor en general un aditivo alimentario natural para mejorar el aspecto de los productos en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética; haciéndole atractivo y sobre todo brindando un producto inocuo.

Los colorantes naturales en el ámbito mundial se han incrementado debido a las exigencias de la industria. Al encontrarnos en la era ecológica, existen motivos suficientes para realizar proyectos de investigación de extracción de colorantes naturales.

1.7.4. ASPECTO ECONOMICO:

Su importancia está en la industrialización del achiote para expandir su cultivo y generar pequeña y/o mediana empresa para generar trabajo a empleados y obreros.

Por medio de la siguiente investigación estaremos fomentando una nueva fuente de trabajo e ingresos, ya que la demanda de colorantes naturales y la exportación del mismo han incrementado.

1.7.5. IMPORTANCIA:

Los colorantes naturales han tomado importancia en la industria de alimentos, ya que su toxicidad es nula. En este caso buscamos en la región Sur aprovechar al máximo el uso de la semilla de achiote para transformarlo en colorante natural (Norbixina) con la finalidad de aumentar su exportación de nuestro país.

2. MARCO CONCEPTUAL:

2.1. ANALISIS BIBLIOGRAFICO

2.1.1. MATERIA PRIMA PRINCIPAL:

2.1.1.1. DESCRIPCION:

El centro de origen del achiote (Bixa Orellana L.) se encuentra en la Hoya Amazónica en el Continente Americano. También se le conoce como Uruco, Annatto, Rucón, Acote, Achote, Onoto, Urucu, Bijo, (Smith y col., 1992).

El achiote contiene dos principales colorantes: la bixina color (rojo - anaranjado) y el otro colorante es la norbixina (orellina) color (anaranjado), (Preston y Richard, 1980).

La bixina es soluble en alcohol, más lo es en alcohol hirviendo, éter, cloroformo, aceite y grasas. La norbixina en cambio es soluble en soluciones alcalinas y alcohol, (Smith y col., 1992).

La planta tiene una altura entre 3-5 m. aunque algunos mencionan que puede llegar hasta 10 m. El tallo es cilíndrico recto y su base tiene entre 20-30 cm. de diámetro. Del tallo al igual que las ramas cuando se le hacen incisiones, se extrae un látex rojo que se utiliza como cicatrizante de heridas. Las hojas son

simples, alternas y de forma acorazonada, palmatinervadas, y tienen estípulas de color marrón rojizo y/o verde oscuro, miden entre 8-20 cm de largo, y 4-15 cm de ancho. Las flores son medianas, hermafroditas y actinomorfas, agrupadas en panículas terminales de color rosado o blanco, según la variedad. El fruto es una cápsula dehiscente o indehiscente, de forma redonda, ovoide, elipsoidal o cónica, de 3 a 5 cm de largo y está cubierto de espínulas sedosas que dan el aspecto de cánulas delgadas y puntiagudas, también se encuentran cápsulas de superficie lisa o glabra. Cada fruto contiene de 10 a 40 semillas, las que pueden ser de forma cónica o triangular, de 3 a 4 mm de base y 3 a 4 mm de altura, las cuales están cubiertas por una membrana fina y blanquecina, debajo de esta se encuentra una capa roja y carnosa en donde se encuentran los pigmentos colorantes o tinte. Conforme madura el fruto aparecen en la superficie de las semillas papilas rojas que llegan a cubrirlas por completo. El pigmento que se encuentra en las semillas constituye alrededor del 4-5% del peso total de las mismas, (Perú Cóndor/artículos).

a) DISTRIBUCIÓN EN EL PERÚ

El Perú ofrece condiciones ecológicas óptimas para su cultivo en la costa, valles interandinos y en la selva. En la costa: en huertos familiares desde Tumbes hasta Moquegua. En la Ceja de Selva: Tingo María, Sapito, Apurímac, Cusco, Pasco y Cajamarca, también en huertos pequeños incluso en Selva Baja. A nivel mundial se cultiva en Kenia, India, Ecuador, Brasil, República Dominicana, Colombia, Bolivia, Belice, Costa de Marfil, Costa Rica, Guatemala, Guyana, Haití, Jamaica, México, Sri Lanka, Surinam, Angola, Nigeria, Tanzania, Filipinas, Hawái, (Perú Cóndor/artículos).

b) TAXONOMÍA:

- Familia: Bixaceae
- Género: Bixa
- Especie: Orellana L.

c) VARIETADES DEL ACHIOTE:

❖ Achiote colorado

Plantas de flores blancas y semillas de color oscuro o bermellón. Mayor rendimiento, alto contenido de colorante; cápsulas indehiscentes, uniformidad en la maduración, mayor rusticidad y rápido crecimiento. En el siguiente cuadro se presentan algunos subtipos encontrados en los valles de La Convención y Lares en el Cusco, (Perú Córdor/artículos).

CUADRO N°1:

SUBTIPOS DE ACHIOTE COLORADO

SUBTIPO	FORMA DE CAPSULA	COLOR	OTROS
Supu (chupo)	Punta de lanza	Rojo	Indehiscente
Punta de lanza pamuco	Punta de lanza	Rojo	Indehiscente 2 cosechas al año
Pumko (puerta)	-----	Rojo	Indehiscente
Qara (desnudo)	Ovoide	Rojo	Indehiscente
Pilosa	Ovoide	Rojo	Indehiscente
Punta de lanza típica	Grande puntiaguda	Rojo	Indehiscente de mayor producción

Fuente: Fuente: Aliaga, J. Manual de Achiote.

❖ Achiote amarillo

Planta de flores rosadas, semillas de color rojo claro amarillento. Presentan menor rendimiento, son dehiscentes, poseen buen contenido de colorante pero tienen menor rusticidad, (Perú Córdor/artículos).

❖ Achiote negro o morado

El tallo, hojas y frutos son de color más oscuro que los anteriores, además de contener bajo porcentaje de materia colorante. Es necesario mencionar que por ejemplo en la Estación Experimental del Tulumayo en Tingo María, se tiene una colección de 23 agro tipos de los cuales 15 son de Perú y 8 de Costa Rica, (Perú Córdor/artículos).

d) CLASIFICACIÓN BOTÁNICA:

CUADRO N° 2:

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

REINO :	Plantae (Vegetal)
SUBREINO :	Tracheobionta
DIVISIÓN :	Embriofita
SUBDIVISIÓN :	Diploidalia
SECCIÓN :	Espermatofita (fanerógamas)
SUBSECCIÓN :	Angiosperma
CLASE :	Magnoliopsida (Dicotiledónea)
SUBCLASE :	Arquiclamidea
ORDEN :	Violales (Parietales)
FAMILIA :	Bixaceae
GENERO :	Bixa
ESPECIE :	Bixa Orellana L./Sin. Bixa katagensis Delpierre.

Fuente: (FOLIA AMAZONICA VOL. NRO.41) - 1992 Agustín Gonzales Coral. Según la clasificación de Holdridge (1959).

2.1.1.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICO-FÍSICAS:

CUADRO N° 3:

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA SEMILLA DE ACHIOTE

ANÁLISIS	BASE HUMEDA	BASE SECA
HUMEDAD	9.30%	-----
PROTEÍNA	16.15%	17.80%
CENIZA	5.05%	5.56%
GRASA	3.39%	3.73%
CARBOHIDRATOS	66.11%	72.82%
FIBRA CRUDA	9.19%	101.13%
CALCIO	0.39%	0.42%
FÓSFORO	0.43%	0.47%
HIERRO	104.97 ppm	11.73 ppm
POTASIO	1.42%	1.56%
ZINC	76.07 ppm	83.37 ppm
MAGNESIO	0.33%	0.36%

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola de CENTA

CUADRO N° 4:
COMPOSICIÓN FÍSICA DE LA SEMILLA DE ACHIOTE

APARIENCIA:	Grano pequeño de forma triangular - ovoide y pulposa
COLOR:	Anaranjado rojizo
LONGITUD:	Semillas de achiote de 3.5 a 5 mm de longitud
IMPUREZA:	Ninguna impureza

Fuente: Laboratorio de Química Agrícola de CENTA

CUADRO N° 5:
CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA SEMILLA DE ACHIOTE

COMPOSICIÓN (MG/100 G)	
Calcio	7
Fosforo	10
Hierro	1.4
Vitamina A	45 mg.
Riboflavina	0.2
Niacina	1.46
Tiamina	0.39
Ácido Ascórbico	12.5

Fuente: REVISTA Universidad EAFIT. Vol. 39. No. 131

2.1.1.3. CARACTERÍSTICAS BIOQUÍMICAS

En lo que se refiere a la composición de la semilla base seca, los contenidos de los carbohidratos son altos en un 72.82%, al igual que en proteína el contenido es de 17.80%, pigmentos carotenoides (Bixina y norbixina).

2.1.1.4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:

- Numeración de bacterias aeróbicos no mayor a 100000 ufc/gr.
- Numeración de bacterias coniformes no mayor de 100 NMP/gr.
- Numeración de hongos y levaduras no mayor a 100 ufc/gr.
- Ausencia de Salmonella en 50 gr.
- Ausencia de E. Coli.

2.1.1.5. USOS:

a) **GOMA ALIMENTARIA:** De las ramas se obtiene una goma que es similar a la goma arábica. Es comestible (fruta, bebida, dulces, semilla, aceite, verdura). Como condimento y saborizantes de platillos exóticos mexicanos por ejemplo, la cochinita pibil y el pibil de pollo, platillos yucatecos (Zotyén 2002).

b) **COSMÉTICO:** El aceite de las semillas es emoliente y su contenido alto en carotenoides provee propiedades antioxidantes. Se usa en productos para el cuidado del cuerpo como son: cremas, lociones y champú (Zotyén 2002).

c) **INSECTICIDA:** Algunos indígenas en América del Sur usan el achiote, corteza y fruto (cáscara) adicionándole grasa para frotarse la piel y defenderse del piquete de los mosquitos. La mancha que deja es muy intensa (Zotyén 2002).

d) **MEDICINAL:** Tiene propiedades y acciones: astringente, antiséptico, emoliente, antibacterial, antioxidante, expectorante, cicatrizante, febrífugo y antidisentérico. El uso de la hoja tiene propiedades diuréticas y anticonceptivas, eritema, erisipela, estomacal, vómito de sangre, dolor de cabeza y garganta, purgante, desinflamatoria, hipoglucemiante.

La utilización de la semilla y el fruto se consideran un antídoto eficaz contra envenenamiento por *Jatropha Curcas* (dolores abdominales, diarrea, vómitos, irritación de garganta, gastroenteritis) y *Manihotesculenta* (manifestaciones disneicas y hasta la muerte del sujeto). Semilla molida ayuda a combatir el sarampión, enfermedades del riñón y es ligero purgante. El aceite de las semillas puede usarse con buen éxito contra la lepra. La pulpa se usa para tratar quemaduras y ampollas. (Compendio de Agronomía Tropical, 1992).

2.1.1.6. ESTADISTICAS DE PRODUCCION Y PROYECCION:

CUADRO N° 6:

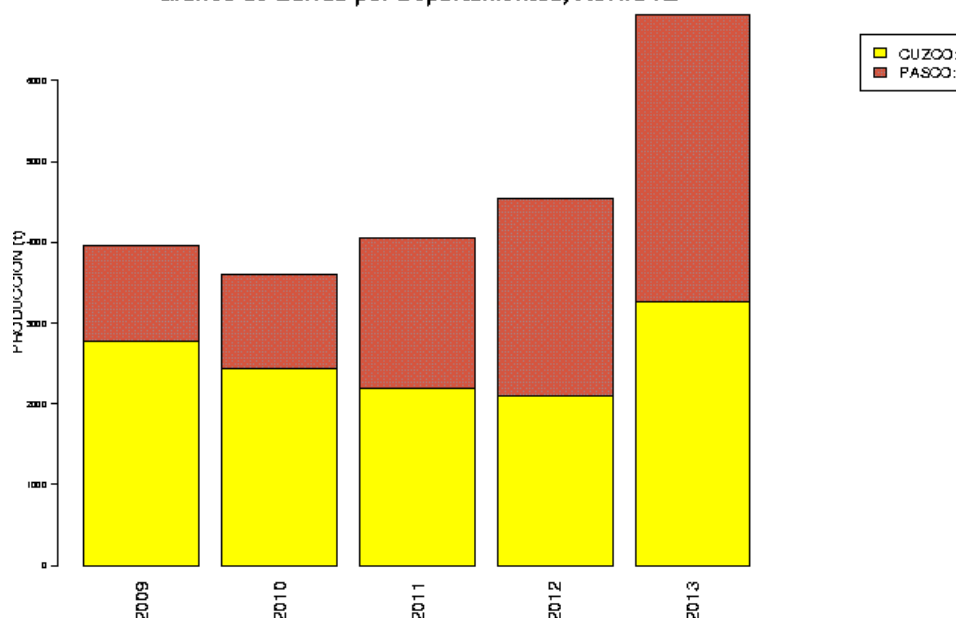
PRODUCCIÓN DE ACHIOTE EN TONELADAS EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO (2009-2013)

AÑOS	CUSCO	PASCO	TOTAL
2009	2779	1184	3963
2010	2440	1164	3604
2011	2200	1859	4059
2012	2106	2429	4535
2013	3264	3559	6823

FUENTE: <http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=salida> (MINISTERIO DE AGRICULTURA)

GRAFICO N°1:

Grafico de Barras por Departamentos, ACHIOTE



FUENTE: <http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=salida> (MINISTERIO DE AGRICULTURA)

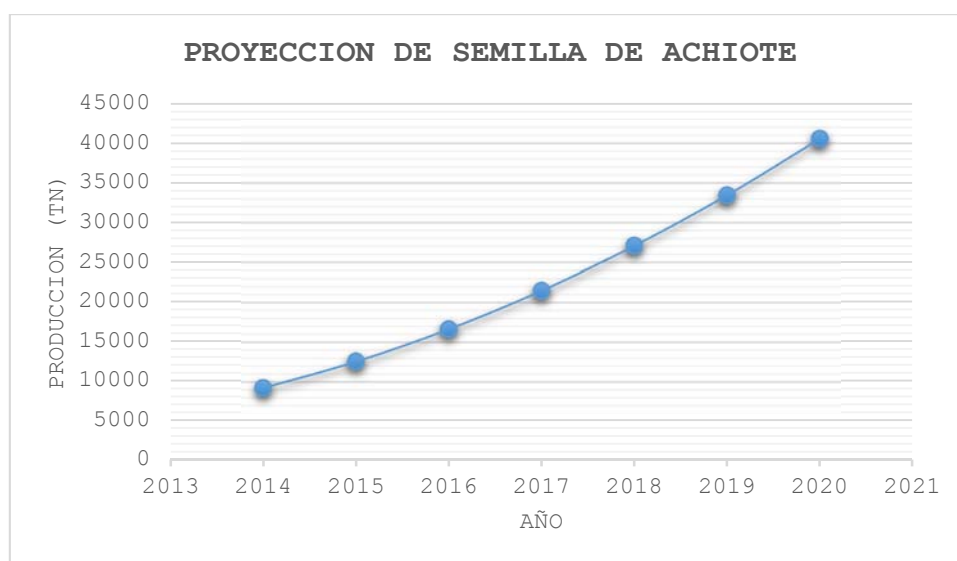
CUADRO N° 7:

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ACHIOTE EN TONELADAS EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO (2014-2020)

AÑO	PROYECCION (Kg.)
2014	9249.26
2015	12571.74
2016	16653.5
2017	21494.54
2018	27094.86
2019	33454.46
2020	40573.34

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICO N° 2:



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

VER ANEXO N°1: ESTADISTICA DE PRODUCCION Y PROYECCION

2.1.2. PRODUCTO A OBTENER:

Producto obtenido a partir de una extracción de Colorante Natural de Norbixina a partir de la Semilla de Achiote y su formulación, aplicado para la elaboración de Salchicha Huachana obteniendo los parámetros óptimos, para un producto inocuo y apto para el consumo humano.

CUADRO N° 8:

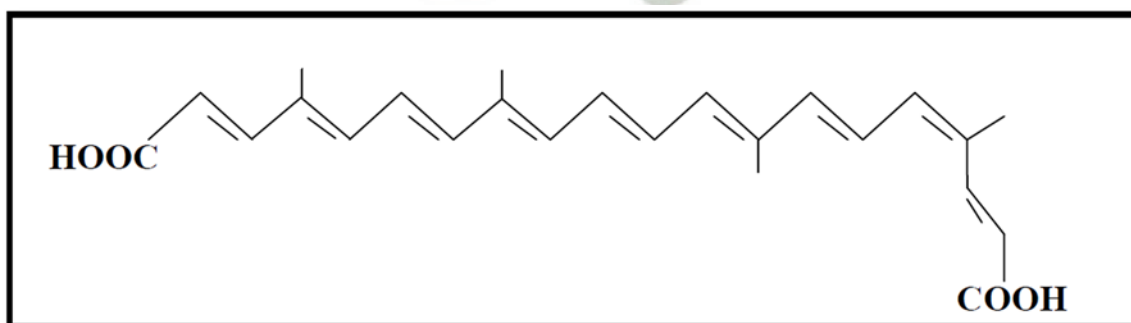
CARACTERÍSTICAS DEL COLORANTE NORBIXINA

SINÓNIMOS	C.I. Natural Orange 4
CLASE	Carotenoide
NÚMERO COLOR INDEX	75120
EINECS	Bija: 215-735-4 Extracto de semilla de bija:289-561-2 Bixina:230-248-7
DENOMINACIONES QUÍMICAS:	Norbixina: Acido 9' - cis- 6,6' - diapocaroteno - 6,6'-dioico Norbixina: Acido 9' - trans- 6,6' - diapocaroteno - 6,6'-dioico
FÓRMULA QUÍMICA	Norbixina: $C_{24}H_{25}O_4$
PESO MOLECULAR	Norbixina:380,48
DESCRIPCIÓN	Polvo, suspensión o solución de color marrón naranja
IDENTIFICACIÓN	
*ESPECTROMETRÍA	(Norbixina) Máximo en solución diluida de KOH a aproximadamente 452.5 nm.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

IMAGEN N°1

Formula química y estructura: cis - Norbixina: $C_{24}H_{28}O_4$



Fuente: Norma oficial Mexicana NOM-119-SSA1, 1994

2.1.2.1. NORMAS: NACIONALES Y/O INTERNACIONALES

NORMAS TECNICAS PERUANAS:

- NTP 209.256:1991 ACHIOTE Y SUS DERIVADOS. Determinación de Bixina y de Norbixina

2.1.2.2. CARACTERISTICAS QUIMICO- FISICAS

CUADRO N°9:

CARACTERISTICAS SENSORIALES

SENSORIAL	DESCRIPCION
APARIENCIA:	Líquido de color rojo oscuro característico
AROMA:	Característico

FUENTE: Tecno Productos Ocampo S.A. de C.V.

CUADRO N°10:

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

FISICO - QUIMICOS	DESCRIPCION
ABSORBANCIA A 452.5 NM (EN SOL. KOH AL 0.33%)	0.26 Mínimo
PH	12.0 - 15
% NORBIXINA	15 - 35
GRAVEDAD ESPECÍFICA A 20°C	1.01 - 1.03
PLOMO (PB)	10 ppm máximo
ARSÉNICO (AS)	3 ppm máximo
SOLUBILIDAD	en agua

FUENTE: Tecno Productos Ocampo S.A. de C.V.

CUADRO N°11:

CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

MICROBIOLÓGICAS	DESCRIPCION
E. COLI	< 0.3 NMP/g
SALMONELLA	Ausente 25g
STAPHYLOCOCCUS AUREUS	< 10 UFC/g

FUENTE: Tecno Productos Ocampo S.A. de C.V.

2.1.2.3. BIOQUIMICA DEL PRODUCTO:

2.1.2.3.1. BIOQUIMICA DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

a) **Solubilidad:** La forma Cis en particular, es muy soluble en soluciones Alcalinas y en Alcohol, llegando a una concentración de 4 a 5% de Norbixina.

b) **Estabilidad:**

- **Luz:** La norbixina se degrada después de la exposición prolongada a la luz fuerte y directa.
- **Ácido / alcalino:** La norbixina es susceptible de modificaciones químicas en medios ácidos, donde las soluciones acuosas alcalinas de norbixina se precipitan. Como la norbixina se precipita, se puede combinar con proteínas, almidones y otros ingredientes para producir la uniformidad del color en los productos. Achiote es muy estable en sistemas alcalinos.
- **Oxidación:** La norbixina es susceptible a la degradación por oxidación
- **Ataque microbiano:** Son resistentes al ataque microbiano.

c) **pH:** El pH de la norbixina aplicado en embutidos debe ser de 12.0 - 12.50 y según el alimento que se coloreara el pH puede llegar hasta 14.

d) **Toxicidad:** No se han demostrado indicios de toxicidad por lo cual, es aceptable y además el organismo convierte este colorante en vitamina A (Revista cubana de farmacia versión On-line ISSN 1561-2988).

2.1.2.4. USOS:

El colorante natural Norbixina tiene más aplicaciones que cualquier otro colorante natural amarillo-naranja, ya que es utilizable en cualquier producto alimenticio en donde reafirma el color anaranjado. La tarea más difícil es establecer la formulación adecuada para mejorar la solubilidad del colorante natural norbixina dependiendo al alimento que se desee aplicar.

Los productos del Achiote se emplean en la industria alimentaria no como productos en polvo de alta concentración, sino como soluciones óleo o hidrosolubles, dependiendo del tipo de producto al cual se desea dar color.

El annatto es estable al calor y proporciona tonalidades desde el amarillo hasta el rojizo pasando por el naranja. Tradicionalmente, el uso principal del annatto ha sido la coloración del queso, pero se utiliza también en aplicaciones como postres lácteos, bebidas, helados, confitería, margarinas y pastelería que se mencionan a continuación:

- Quesos: La norbixina es comúnmente usado en quesos procesados, queso crema y queso en salsa. El colorante Norbixina produce una gama de color amarillo-anaranjado en quesos procesados, aunque pueden realizarse ajustes a estos matices por combinación con otros pigmentos.
- Productos lácteos y embutidos cárnicos: El yogurt y otras bebidas lácteas pueden ser mejor coloreados con la norbixina en un medio regulado, logrando particularmente una buena estabilidad en condiciones de pH ácidas o básicas dependiendo el tipo de producto. Igualmente, en los embutidos se imparte un color tipo condimentado o magnificando el color carne natural.
- Productos panificados, pastas, cereales procesados: Dependiendo de los métodos de procesamiento el colorante natural norbixina resalta el color de estos productos, ya sea como colorante líquido en agua adicionado en la formulación antes de los procesos de extrusión, o como polvo, adicionado a la capa mediante un sistema de aspersión. Los rangos usados varían dependiendo de la intensidad de color deseado, impartiendo un amarillo-mantequilla a rojo-anaranjado.
- Helados, jugos de frutas, salsas, aderezos: Estos alimentos pueden ser coloreados con norbixina, lo que imparte gamas de amarillo a naranja, conservando el brillo y transparencia

dependiendo del producto. Diferentes matices pueden obtenerse por combinación con otros pigmentos.

- **Productos cosméticos y farmacéuticos:** La norbixina en polvo puede ser utilizada en la elaboración de productos cosméticos en polvo, o en la fabricación de productos farmacéuticos de línea sólida. Igualmente.
- Otros usos en general dados a estos colorantes son las tinturas para textiles y pintura para artes.

2.1.2.5. PRODUCTOS SIMILARES:

- a) Annatto Powder:** Es un polvo poroso, el cual es extraído de las semillas de Achiote en solución básica, para luego ser precipitado con ácidos minerales. El polvo tiene un contenido de hasta 25% de Bixina, (Bristhar Laboratorios).
- b) Annatto Powder Desgrasado:** Es un polvo no poroso; con un contenido de Bixina de hasta 35%, (Bristhar Laboratorios).
- c) Annatto Lipsoluble:** Es una suspensión de Annatto en aceite, se puede obtener empleando Annatto en polvo desgrasado o sin desgrasar, se fabrica hasta concentraciones de 3% de Bixina, (Bristhar Laboratorios).
- d) Annatto Oil:** Es una solución de Bixina en aceite vegetal refinado, el producto tiene una concentración de hasta 2%, (Bristhar Laboratorios).
- e) Norbixina Líquida:** Son soluciones acuosas alcalinas de Norbixina con una concentración de hasta 4%. Para aplicaciones especiales se han desarrollado también productos estables en medios ácidos, (Bristhar Laboratorios).

2.1.2.6. ESTADISTICAS DE PRODUCCION Y PROYECCION

CUADRO N°12:

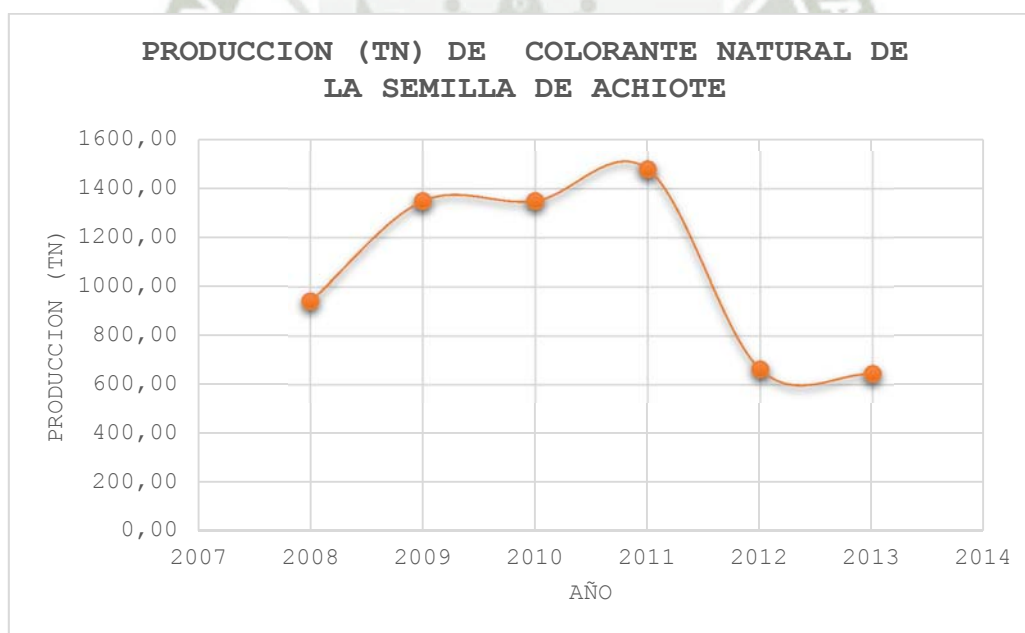
ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE
ACHIOTE (2008-2013)

AÑO	PRODUCCION (TN.)
2008	941.50335
2009	1349.68137
2010	1349.68137
2011	1479.80741
2012	662.7386
2013	644.25736

Fuente: Adex Data Trade

GRAFICO N°3:

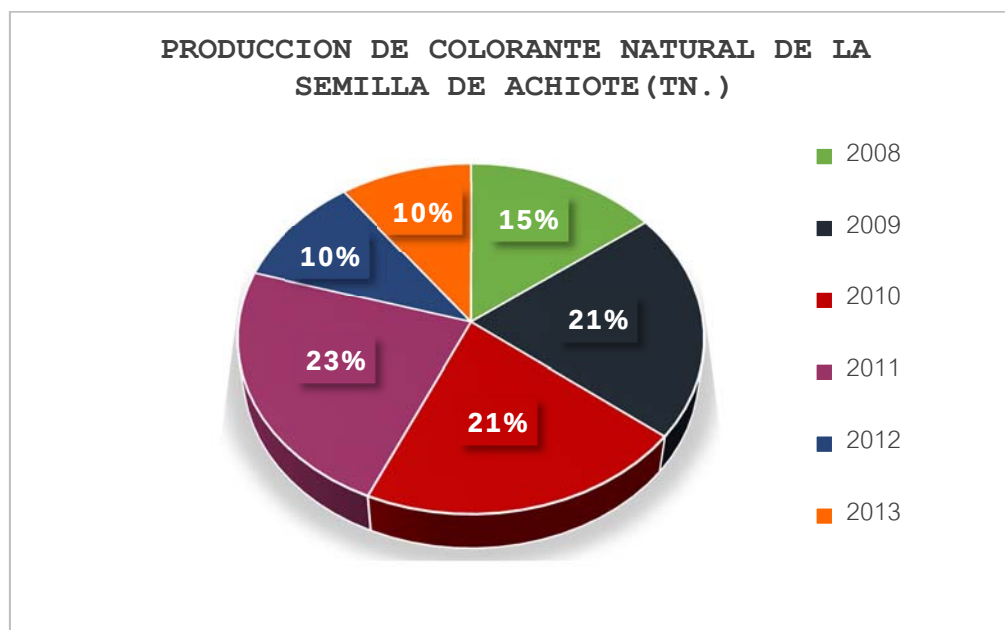
ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE
ACHIOTE



Fuente: Adex Data Trade

GRAFICO N° 4:

CUADRO ESTADISTICO



Fuente: Adex Data Trade

CUADRO N°13:

PROYECCION DE LA ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

AÑO	PROYECCION (TN.)
2014	7266.34
2015	28960.39
2016	82165.19
2017	190655.75
2018	387507.06
2019	716594.13
2020	1234091.95

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICO N°5:

**PROYECCION DE LA ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL
DE LA SEMILLA DE ACHIOTE**



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

VER ANEXO N°1: ESTADISTICAx| DE PRODUCCION Y PROYECCION

2.1.3. PROCESAMIENTO: METODOS

2.1.3.1. MÉTODOS DE PROCESAMIENTO:

Según el libro de Jaramillo 1992 mencionamos a continuación los siguientes métodos de extracción.

a) Extracción Rudimentaria: (Sahaza 2001)

Las semillas separadas de las cápsulas maduras, se colocan en suficiente agua hirviendo con el fin de que el tinte se desprenda fácilmente de éstas; luego se separan las semillas, se deja remojarla pasta una semana aproximadamente; se elimina el agua quedando la pasta sola, que permite modelar el producto para darle la forma más conveniente y aceptada por el consumidor.

b) Extracción con Álcali acuoso: (Mosquera, 1989; Jaramillo,1992)

La Norbixina es un ácido carboxílico que, al agregarle un álcali acuoso, forma sales del álcali solubles en agua, lo cual hace posible extraer fácilmente el colorante. Las semillas se lavan

con esta solución, el extracto y el lavado se acumulan y la solución roja oscura se neutraliza con un exceso de ácido mineral, el cual precipita el pigmento. Luego se filtra, se lava y el líquido sobrante se separa hasta obtener la masa colorante para secar.

c) Extracción con aceites vegetales: (Córdoba, 1987, Jaramillo, 1992)

Consiste en extraer el colorante remojándolo en aceite vegetal caliente, para venderlo en forma de solución concentrada destinada a la pigmentación de algunos productos lácteos y para fines culinarios.

d) Extracción con Propilenglicol: (Jaramillo 1992)

El proceso de extracción con el Propilenglicol se lleva a cabo en frío, debido a la alta solubilidad que tiene el pigmento en estas condiciones. El colorante obtenido se emplea para colorear especialmente derivados lácteos.

2.1.3.2. PROBLEMAS TECNOLOGICOS:

En el proceso de elaboración del colorante norbixina a partir de las semillas del achiote (Bixa Orellana) se han encontrado ciertos problemas tecnológicos relacionados en la extracción del colorante a continuación se explicara el problema:

- ❖ En la extracción del colorante se observó que si es demasiado el tiempo de agitación, las semillas se rompen haciendo que partículas no deseadas ingresen al extracto como grasas, cerosas.
- ❖ En el uso de álcali en este caso la soda cáustica debe utilizarse soda granulada de mayor pureza ya que su tiempo de reacción es menor y así evitamos la destrucción de la semilla.

2.1.3.3. MODELOS MATEMATICOS:

- **Balance macroscópico de materia:**

El balance de materia es un método matemático que se basa en la ley de la conservación de la materia, que establece que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante.

La masa que entra en un sistema debe, por lo tanto, salir del sistema o acumularse dentro de él, es decir:

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS} + \text{ACUMULACION}$$

Los balances de materia se desarrollan comúnmente para la masa total que cruza los límites de un sistema.

$$\text{ENTRADAS} + \text{PRODUCCION} = \text{SALIDAS} + \text{ACUMULACION}$$

El término de producción puede utilizarse para describir velocidades de reacción. Los términos de producción y acumulación pueden ser positivos o negativos.

- **Balance macroscópico de energía:**

Como medio de calentamiento para las semillas del achiote y para su solubilización se utiliza Agua destilada, por lo que la sustancia gana calor y el agua lo cede.

El producto que se encuentra en el tanque a una temperatura igual, menor o mayor, a la correspondiente a ebullición para la presión de operación.

$$\text{AE} = \text{TETS} - \text{TEFS} + \text{EGS} - \text{ECS}$$

Dónde:

AE = Acumulación de energía dentro del Sistema.

TE_{TS} = Transferencia de energía a través de la frontera del sistema.

TE_{FS} = Transferencia de energía fuera de la frontera del sistema.

EGS = Energía generada dentro del sistema.

ECS = Energía consumida dentro del sistema.

$$Q \text{ ganado} = Q \text{ perdido}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

- **Selección y clasificación:**

Índice de rendimiento:

$$R = M_f * 100 / M_o$$

Donde:

R = Rendimiento

M_f = Masa final

M_o = Masa inicial

- **Porcentaje de Humedad en el proceso de secado:**

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W_{\text{inicial}} - W_{\text{final}}}{W_{\text{inicial}}}$$

Donde:

W = peso

2.1.3.4. CONTROL DE CALIDAD:

Control de calidad se debe entender como una actividad programada o un sistema completo, con especificaciones escritas o estándares que incluyen revisión de materias primas, inspección de puntos críticos de control de proceso, y finalmente revisión del sistema

completo inspeccionando el producto final. El control de calidad no tiene que ser muy costoso y su importancia no debe ser subestimada.

El control de calidad no se realiza únicamente sobre el producto terminado, sino que es un proceso que se inicia desde que se realiza la selección de la materia prima y los otros materiales, luego en los procesos que nos sirvan para extraer el colorante de la semilla de achiote; y finalmente en el producto terminado.

Para definir los puntos críticos que deben ser controlados se tomarán en cuenta algunas características que la investigación de campo refleja con respecto a ciertos requisitos de la semilla de achiote y los otros insumos que se necesitan para su procesamiento.

a) ANALISIS METALES TOTALES

- | | | | |
|------------|------------|-------------|-------------|
| • Plata | • Cadmio | • Magnesio | • Selenio |
| • Aluminio | • Cobalto | • Manganeso | • Silicio |
| • Arsénico | • Cromo | • Molibdeno | • Estaño |
| • Boro | • Cobre | • Sodio | • Estroncio |
| • Bario | • Hierro | • Níquel | • Titanio |
| • Berilio | • Mercurio | • Fosforo | • Talio |
| • Bismuto | • Potasio | • Plomo | • Vanadio |
| • Calcio | • litio | • Antimonio | • Zinc |

b) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

- Proteínas
- Grasa
- Humedad
- Carbohidratos
- Cenizas
- Fibra Cruda

c) ANALISIS FISICOQUIMICO

- Ph

d) ANALISIS FISICOQUIMICO

- Recuento de aerobios mesófilos viables
- Numeración de mohos y levaduras
- Coliformes fecales
- Salmonella sp.

e) ANALISIS SENSORIAL

- Color
- Olor
- Sabor
- Aroma

2.1.3.5. PROBLEMAS DEL PRODUCTO

a) PRODUCCIÓN - IMPORTACIÓN:

Actualmente en nuestro País según los datos estadísticos obtenidos del Ministerio de Agricultura, la producción de Achiote ha ido incrementando a partir del año 2013; por lo que también incrementa la producción del colorante Norbixina y Bixina; pero en la actualidad existe una gran demanda internacional por los colorantes naturales extraídos de la semilla achiote y Brasil es el mayor exportador de este tipo de colorante (Adex data trade), sin embargo nuestro país puede llegar hacer competitivo si se incentiva la producción de la semilla de achiote para obtener este tipo de colorante natural ya que nuestro país cuenta con un área geográfica óptima para su producción.

En cuanto a la importación, nuestro país no compra Achiote, ni tampoco colorantes de la semilla del Achiote.

b) EVALUACIÓN DE COMERCIO Y CONSUMO

Las tendencias actuales en los países desarrollados principalmente muestran una notable inclinación de los consumidores por consumir alimentos sin aditivos químicos, lo que está haciendo crecer el mercado de los colorantes naturales, (Adex data trade).

Durante la última década, en el mercado de la Unión Europea, se ha mantenido la demanda global de colorantes alimentarios. Este es el caso del achiote y de la cúrcuma, (Adex data trade).

Al margen de las consideraciones anteriores, el consumidor promedio europeo prefiere los productos naturales en oposición a los artificiales o de síntesis, motivada por la tendencia general al respecto medio ambiental, la pérdida de biodiversidad, la aparición de alergias y otros problemas de salud humana y animal, parcialmente atribuidos a la utilización de productos artificiales y al manejo químico de productos o ingredientes alimentarios, (Humboldt.org).

La demanda de achiote y sus colorantes en Europa está cubierta en mayoría por las importaciones de países de América Central y América del Sur, ya que en Europa no se produce achiote. (Humboldt.org).

C) COMPETENCIA – COMERCIALIZACIÓN

Los principales competidores son los colorantes naturales que presentan características similares a nuestro producto final como el color, pH y temperatura de aplicación; siendo los principales competidores los colorantes naturales que se encuentran en las luteínas/xantofilas, paprika, ácido carmínico.

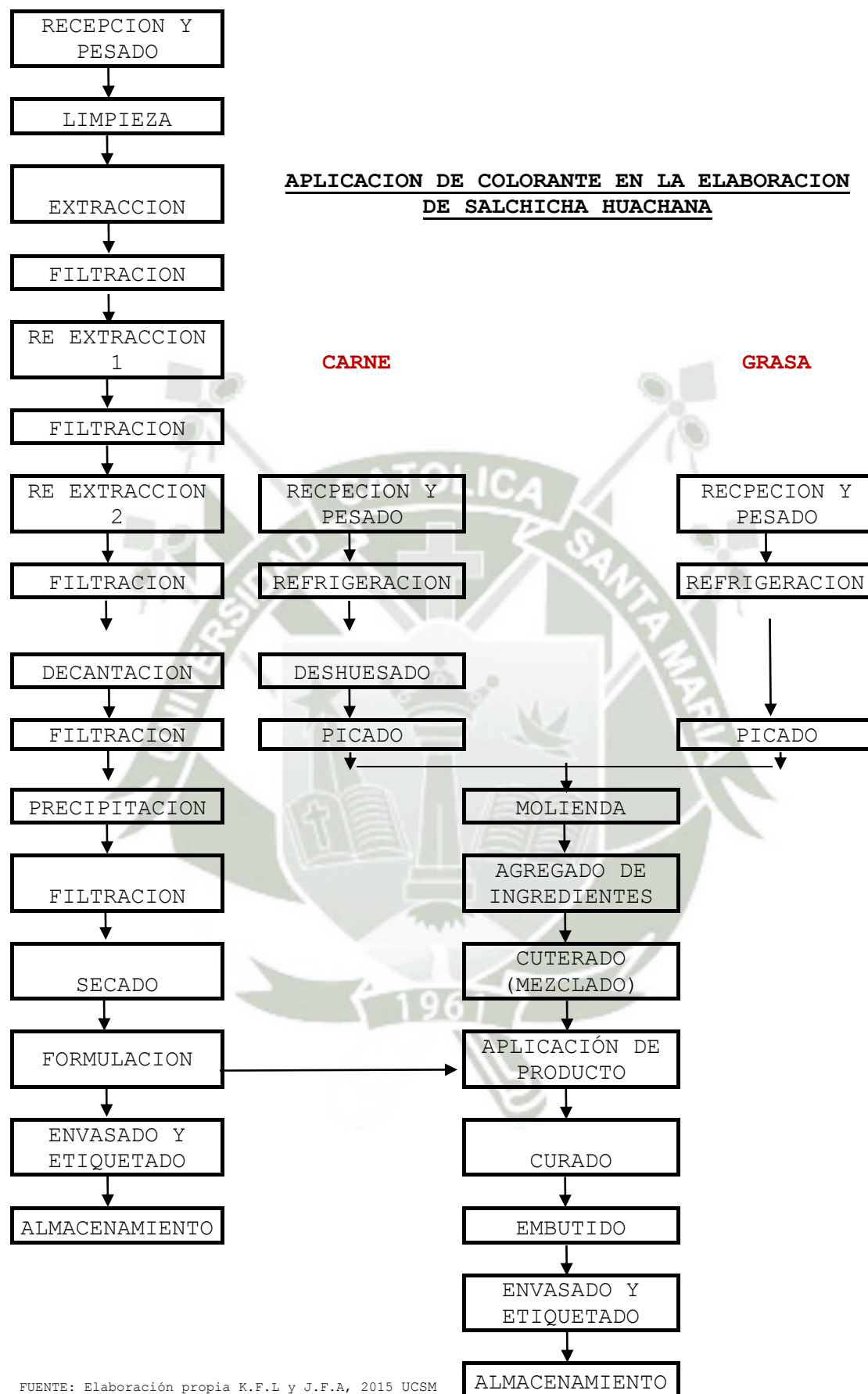
El Perú es uno de los países más importante con lo que respecta a la comercialización y exportación de colorantes naturales.

2.1.3.6. METODO PROPUESTO

FIGURA N°1

FLUJO DE BLOQUES

EXTRACCION DE COLORANTE NATURAL NORBIXINA Y SU FORMULACION



3. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

➤ **Planta piloto para obtener colorante de la semilla del achiote (Bixa Orellana)**

Uno de los colorantes naturales más conocidos y de mayor aplicación en diferentes industrias es el que se obtiene a partir de la semilla del achiote (Annatto). En este artículo, por medio de un diseño de experimentos, se seleccionan los parámetros necesarios para el diseño de una planta piloto para obtener el colorante, a saber, tipo de solvente, relación cantidad de semilla / volumen de solvente, pH y tiempo de agitación. Con estos parámetros se diseña una planta piloto para la cual se seleccionan los equipos necesarios que se organizan según el correspondiente diagrama de flujo.

➤ **Manual para la producción de achiote (Bixa Orellana) Universidad Veracruzana**

En la actualidad el valor de los colorantes de origen vegetal había decaído desde que empezaron a preparar anilinas derivadas de carbón, petróleo y aluminio. Hoy en día la industria de los alimentos, farmacia y cosméticos han regresado al uso de los colorantes de origen vegetal, ya que los de origen mineral tienen efectos cancerígenos, como derivados de carbón y la brea, que han sido prohibidos para ser usados en la alimentación. Algunos de estos producen efectos tóxicos en la piel y en el organismo humano. El cultivo del achiote (Bixa Orellana) es de gran Importancia en varias ramas, tanto en la rama económica, ecológica, en la biodiversidad, cultural, alimentación y medicina naturista, entre otras. Sin mencionar que puede ser una alternativa eficiente para zonas desertificadas o con poca masa vegetativa, ya que este cultivo generalmente provee gran cantidad de materia orgánica al suelo, mejorando su fertilidad y creando habitas para especies en variedad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Extracción del colorante natural norbixina a partir de la semilla de achiote (*Bixa Orellana*) y su formulación como aditivo alimentario para su aplicación en la elaboración de salchicha huachana.

4.2. OBJETIVOS

- ❖ Determinar los parámetros óptimos de dilución (Semilla: Solución de Na (OH), concentración de NaOH, temperatura, para la extracción óptima del extracto colorante norbixina.
- ❖ Determinar los parámetros óptimos de concentración de Ácido Sulfúrico y pH para la precipitación del colorante natural norbixina.
- ❖ Determinar los parámetros óptimos de Tiempo y Temperatura del secado para la obtención del colorante natural norbixina granulado.
- ❖ Establecer la Formulación adecuada del colorante natural norbixina para mejorar su solubilidad en productos cárnicos.
- ❖ Determinar la mejor dosificación de la formulación de Norbixina para la aplicación en la elaboración de salchicha Huachana.
- ❖ Determinar las características físico - químicas, químico proximal, metales totales sensoriales y microbiológicas del producto final.
- ❖ Determinar el tiempo de vida útil del producto final.

5. HIPOTESIS

Dado que la semilla de achiote contiene pigmentos carotenoides los cuales son colorantes naturales de gran demanda y aceptación en el mercado internacional, es posible extraer dichos colorantes naturales, en nuestro caso extraer el colorante norbixina, secarlo y formularlo para su aplicación en una salchicha huachana experimentando con diferentes parámetros tecnológicos, los cuales darán resultados positivos que nos permitirán obtener un colorante natural cuya formulación ayudara a su solubilidad para su aplicación en embutidos en este caso en la elaboración de salchicha huachana.



CAPITULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. METODOLOGÍA DE LA EXPERIMENTACIÓN

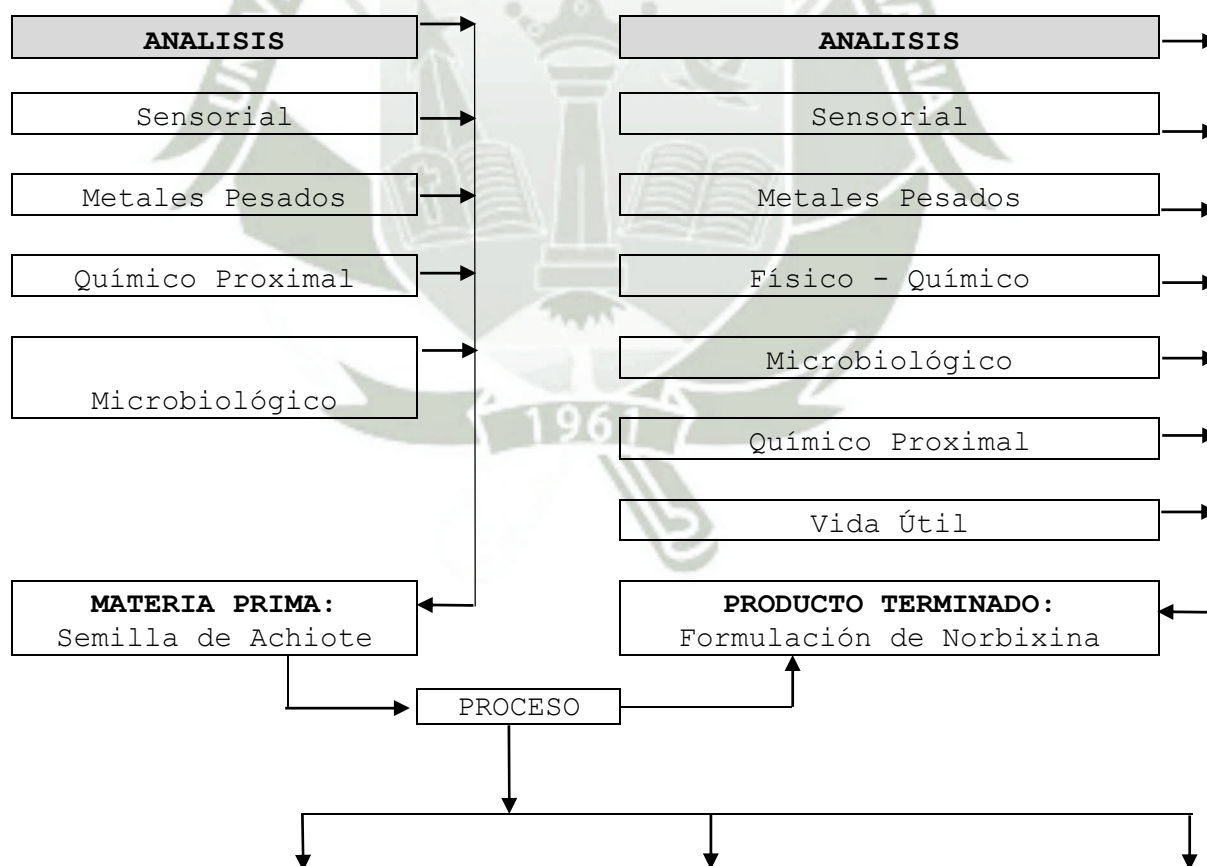
La presente investigación científica - experimental se encuentra desarrollada en función de los objetivos ya planteados previamente.

- Evaluación de la materia prima principal.
- Determinación de los parámetros óptimos tecnológicos de ingeniería y diseño.
- Evaluación del producto final (calidad).
- Propuesta de planta piloto y/o industrial y su evaluación económica y financiera.

Se presenta el siguiente esquema:

DIAGRAMA NRO. :1

METODOLOGIA DE LA EXPERIMENTACION



Historia Prima:
Achiote
Control de Calidad

Eliminación de
Materia extraña

APLICACION DE COLORANTE EN LA ELABORACION DE
SALCHICHA HUACHANA

EXPERIMENTO
N°1

CARNE

GRASA

EXPERIMENTO
N°2

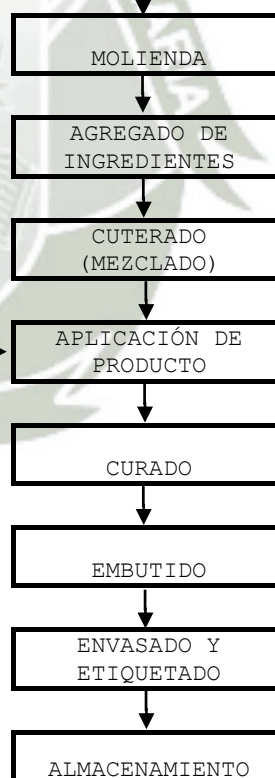
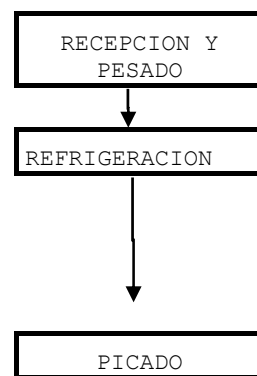
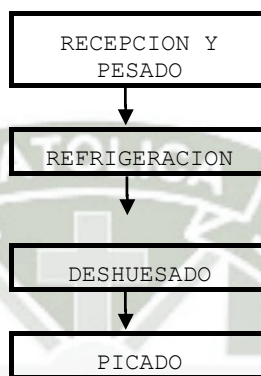
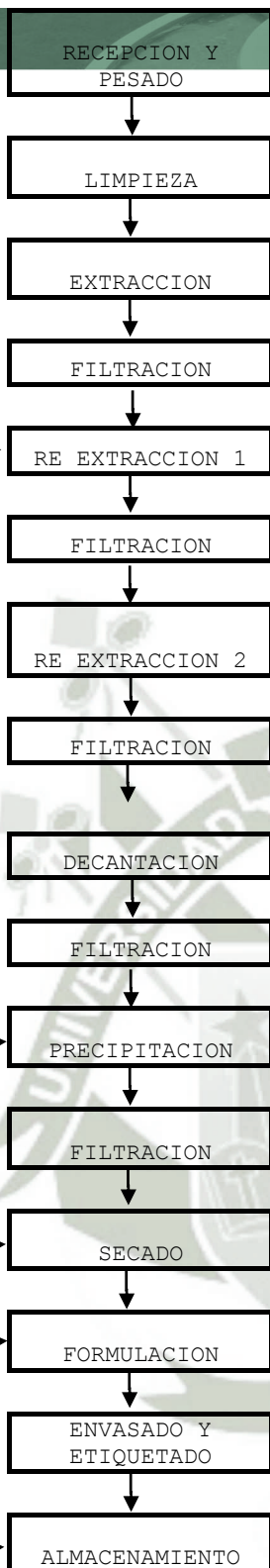
EXPERIMENTO
N°3

EXPERIMENTO
N°4

EXPERIMENTO
N°6

EXPERIMENTO
N°5

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM



2. VARIABLES A EVALUAR:

Las variables de materia prima, proceso y producto final en la presente investigación experimental, diseño y su control se detallan a continuación.

a) VARIABLES DE PROCESO:

CUADRO N°14

VARIABLES DE PROCESO

OPERACIÓN	VARIABLES
<u>EXTRACCION</u>	➤ Dilución - Semilla de Achiote: Solución de Na(OH) $D_1 = 1:4$ (100 gr.:400 ml.) $D_2 = 1:2$ (200 gr.:400 ml.) $D_3 = 1:1$ (400 gr.:400 ml.) ➤ Concentración de Na (OH) $C_1 = 1\%$ $C_2 = 2\%$ $C_3 = 3\%$ ➤ Temperatura para la extracción (Agitación Constante hasta alcanzar la temperatura) $T^{\circ}_1 = 50^{\circ}\text{C}$ $T^{\circ}_2 = 70^{\circ}\text{C}$
<u>PRECIPITACIÓN</u>	➤ Concentración de Ácido Sulfúrico. $C_1 = 70\%$ $C_2 = 80\%$ $C_3 = 90\%$ ➤ pH de precipitación $\text{pH}_1 = 2.0$ $\text{pH}_2 = 3.0$ $\text{pH}_3 = 4.0$
<u>SECADO</u>	➤ Tiempo $t_{i1} = 330$ minutos (5:30 hrs.) $t_{i2} = 450$ minutos (7:30 hrs.) ➤ Temperatura $T_1 = 60^{\circ}\text{C}$ $T_2 = 80^{\circ}\text{C}$

<u>FORMULACIÓN</u>	FORMULACION	F₁	F₂	F₃	F₄	F₅	F₆
	NORBIXINA	1.00%	1.00%	2.50%	2.50%	4.00%	4.00%
	GLICERINA	3.00%	2.95%	2.00%	1.50%	1.00%	1.95%
	GOMA GUAR	0.50%	0.00%	0.45%	0.00%	0.30%	0.00%
	PROPILENGLICOL	4.95%	5.50%	4.50%	5.45%	4.15%	3.50%
	AGUA DESTILADA	90.%	90.%	90%	90%	90%	90%
	NAOH	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
	SORBATO DE POTASIO	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%
<u>APLICACIÓN AL PRODUCTO</u>	➤ Dosificación D₁ = 4 ml. /kg. D₂ = 6 ml. /kg. D₃ = 8 ml. /kg.						
<u>VIDA UTIL</u>	➤ Tiempo Tiempo = 60 días ➤ Temperatura T₁ = 15 °C. T₂ = 25 °C. T₃ = 35 °C.						

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

b) VARIABLES DE PRODUCTO FINAL:
CUADRO N°15
VARIABLES DE PRODUCTO FINAL

EVALUACION	VARIABLES
Análisis Sensorial	• Color • Sabor • Olor • Apariencia
Químico Proximal	• Proteínas • Carbohidratos • Fibra Cruda • Grasa • Sólidos Solubles • Cenizas

Metales Totales	• Plata • Aluminio • Arsénico • Boro • Bario • Berilio • Bismuto • Calcio • Cadmio • Cobalto • Cromo • cobre • Hierro • Mercurio • Potasio • Litio • Magnesio • Manganeso • Molibdeno • Sodio • Níquel • Fosforo • Plomo • Antimonio • Selenio • Silicio • Estaño • Estroncio • Titanio • Talio • Vanadio • Zinc
Análisis Microbiológico	• Aerobios Mesofilos • Mohos y levaduras • Coliformes fecales • Salmonella sp.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

c) **VARIABLES DE COMPARACIÓN:**

CUADRO N°16

VARIABLES DE COMPARACION

PROCESO/OPERACIÓN	VARIABLE DE COMPARACION
Extracción	• Turbidez • Color • Impurezas Residuales • % de Norbixina
Precipitación	• Sedimentación • % de Norbixina • Apariencia (color)
Secado	• % Humedad • % de Norbixina • Apariencia (color) • Rendimiento
Formulación	• Solubilidad • pH • Color
Aplicación del producto	• Color • Sabor
Vida Útil	• pH

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

d) **OBSERVACIONES A REGISTRAR:**

CUADRO N°17

CUADRO DE OBSERVACIONES

OPERACION	TRATAMIENTO DE ESTUDIO	CONTROLES
Recepción de materia prima		• Análisis Sensorial • Análisis Físico-químico • Análisis Químico proximal • Análisis Microbiológico • Análisis Metales Pesados
Extracción	D = Dilución Semilla de Achiote: Solución de Na(OH) C = Concentración de Solución de Na(OH) T = Temperatura para la extracción	• Turbidez • Color • Impurezas Residuales • % de Norbixina
Precipitación	C = Concentración de Ácido Sulfúrico P=pH de precipitación	• Sedimentación • % de Norbixina • Apariencia (color)
		• % Humedad • % de Norbixina

Secado	T=temperatura de secado ti= tiempo de secado	• Apariencia (color) • Rendimiento
Formulación	Escoger la óptima formulación que mejorará la solubilidad de la norbixina	• Solubilidad • pH • Color
Aplicación del producto	Cantidad de colorante a adicionar	• Color • Sabor
Vida Útil	T=temperatura de Almacenamiento t = Tiempo de Almacenamiento	• pH

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1. MATERIA PRIMA:

SEMILLA DE ACHIOTE:

La materia prima a utilizar se adquirió de Cusco y Pasco, de la variedad achiote colorado.

El principal constituyente colorante del achiote se encuentra en la cubierta exterior de la semilla del fruto o cápsula. Actualmente, este colorante es de gran interés comercial debido a que puede ser empleado en la industria alimentaria, en la de cosméticos y la farmacéutica, en el mercado nacional e internacional. Posee dos colorantes naturales aislados a partir de las semillas del árbol de achiote (Bixa Orellana L). Este es conocido como annatto que es la denominación dada al extracto crudo, mientras que la Bixina es la parte del colorante liposoluble y la Norbixina la parte hidrosoluble.

3.2. OTROS INSUMOS:

➤ **AGUA BLANDA:**

El agua blanda puede definirse como agua con menos de 0,5 partes por millón de sal disuelta. El agua blanda se caracteriza por tener una concentración de cloruro de sodio ínfima y una baja cantidad de iones de calcio y magnesio.

➤ **SODA CAUSTICA:**

El hidróxido de sodio, soluble en agua, alcohol y glicerol. Base fuerte reacciona vivamente con ácidos absorbe agua y dióxido de carbono del aire.

El hidróxido de sodio (soda caustica) nos ayudara a regular el pH de nuestra formulación.

➤ **ÁCIDO SULFÚRICO:**

El ácido sulfúrico es un compuesto químico extremadamente corrosivo cuya fórmula es H_2SO_4 . Es el compuesto químico que más se produce en el mundo, por eso se utiliza como uno de los tantos medidores de la capacidad industrial de los países. Una gran parte se emplea en la obtención de fertilizantes. También se usa para la síntesis de otros ácidos y sulfatos y en la industria petroquímica.

Generalmente se obtiene a partir de dióxido de azufre, por oxidación con óxidos de nitrógeno en disolución acuosa. Normalmente después se llevan a cabo procesos para conseguir una mayor concentración del ácido. Antiguamente se lo denominaba aceite o espíritu de vitriolo, porque se producía a partir de este mineral.

La molécula presenta una estructura piramidal, con el átomo de azufre en el centro y los cuatro átomos de oxígeno en los vértices. Los dos átomos de hidrógeno están unidos a los átomos de oxígeno no unidos por enlace doble al azufre. Dependiendo de la disolución, estos hidrógenos se pueden disociar. En agua se comporta como un ácido fuerte en su primera disociación, dando el aniónhidrogeno sulfato, y como un ácido débil en la segunda, dando el anión sulfato.

Además reacciona violentamente con agua y compuestos orgánicos con desprendimiento de calor.

➤ **PROPYLENGLYCOL:**

Es un disolvente, soporte para aditivos alimentarios y agente saborizante. Es incoloro y de olor característico. Se obtiene por hidratación del óxido de propileno. Puede utilizarse para la fabricación de colorantes naturales.

Este aditivo se emplea en las margarinas y mantequillas, como anticoagulante de alimentos y saborizantes en la angostura (bebidas alcohólicas). También se utiliza como humectante del tabaco en cosméticos, productos farmacéuticos y como lubricante íntimo genital.

Es prohibido usarlo en alimentos para perros y gatos por provocar problemas hepáticos, para los seres humanos nuestro organismo lo metaboliza gran parte como ácido láctico

➤ **SORBATO DE POTASIO:**

El Sorbato es utilizado para la conservación de tapas de empanadas, pasta, pre-pizzas, pizzas congeladas, salsa de tomate, margarina, quesos para untar, rellenos, yogur, jugos, frutas secas, embutidos, vinos etc.

Este compuesto no debe ser utilizado en productos en cuya elaboración entra en juego la fermentación, ya que inhibe la acción de las levaduras.

En caso de utilizar combinaciones de Sorbato de potasio con otros conservantes debe tenerse la precaución de no introducir iones calcio ya que se produce una precipitación. Por lo tanto en las combinaciones con Sorbato de potasio utilizar Propionato de Sodio y no de Calcio para una óptima acción sinérgica.

El Sorbato de Potasio puede ser incorporado directamente a los productos durante su preparación o por tratamiento de superficies (pulverización o sumergido).

El producto debe ser almacenado en lugar oscuro, seco y fresco. En esas condiciones tiene una vida útil de 2 años. Este producto cumple con todos los requisitos del Código Alimentario, standards del U.S. Code of Federal regulation (FDA: Food and Drug Administration) y lista positiva de aditivos E de la Comunidad Económica Europea (CEE) bajo el número E 202.

3.3. MATERIAL Y REACTIVO DE LABORATORIO:

3.3.1. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

a) RECuento DE HONGOS Y LEVADURAS

- ✓ Placa Petri
- ✓ Medios de cultivo: Oxitetraciclina glucosa agar(OGA)
- ✓ Pipetas bacteriológicas
- ✓ Espátula drigalsky
- ✓ Contador de colonias
- ✓ Material de tinción gran
- ✓ Material para dilución de muestras

b) RECuento DE M.A.M.V

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Pipeta bacteriológica
- ✓ Placas Petri
- ✓ Espátula grigalsky
- ✓ Incubadora
- ✓ Agar plate count
- ✓ Material para tinción gran
- ✓ Cuchillos, tijeras, pinzas, espátula.

c) REACTIVOS

- ✓ KH_2PO_4
- ✓ NaSO_3
- ✓ Agua destilada
- ✓ Reactivo de Molisch
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado
- ✓ NaOH 0.1 N
- ✓ Fenolftaleína al 0.5%

3.3.2 . ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL:

a) DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (MÉTODO KJELDAHL) MÉTODO AOAC 1980

- ✓ Balón kjeldahl
- ✓ Equipo de destilación
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Equipo de titulación

b) REACTIVOS

- Sulfato de potasio
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de sodio concentrado
- Ácido bórico
- Indicador de pH
- Ácido clorhídrico 0.5 N

c) DETERMINACIÓN DE GRASA (MÉTODO SOXHLET) AOAC 1980

- Balón
- Papel filtro
- Equipo Soxhlet
- Solvente orgánico

d) DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) AOAC 1980

- Placa Petri
- Estufa: Marca Memmert TYP UM 400
- Pinzas
- Campana de desecación

e) DETERMINACIÓN DE FIBRA (DIGESTIÓN ACIDA ALCALINA) AOAC 1980

- Vaso precipitado
- Papel filtro
- Papel indicador
- Estufa
- Crisol de incineración
- Mufla

f) REACTIVOS

- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio

g) DETERMINACIÓN DE CENIZAS (MÉTODO GRAVIMÉTRICO POR INCINERACIÓN)

AOAC 1980

- Crisoles
- Cámara desecadora
- Pinzas de metal

h) DETERMINACION DE % DE NORBIXINA (METODO HANSEN) N.T.P.

- Balanza analítica
- Agitador magnético con calentamiento controlado
- Termómetro
- Matraces aforados
- Pipetas
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Espectrofotómetro

3.4. EQUIPOS Y MAQUINARIAS

a) LABORATORIO

CUADRO N°18

MATERIALES PARA LABORATORIO

MATERIALES Y EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TECNICAS
Balanza analítica	Precisión: 4 decimales
Recipientes	Material: acero inoxidable
Mortero	Material: Porcelana
Papel Filtro	Whatman: N°1
crisoles	Material: Porcelana
Estufa	Marca: MEMMERT, rango de temperatura 30°C a 220°C
Termómetro	Mercurio; Material: vidrio
Cronometro	Hr, min, seg, mic. seg.
Espectrofotómetro	Shimatsu UV 1700

Potenciómetro	Marca Hanna, modelo PH 211
Matraces	Capacidad: 250 ml.
Buretas	Capacidad: 250 ml.
Fiolas	Capacidad: 50 - 100 ml.
Pipetas	Capacidad: 1 - 10 ml.
Probetas	Capacidad: 250 ml.
Baguetas	Material: Vidrio
Tubos de ensayo	Material: Vidrio
Placas Petri	Material: Vidrio
Pera de Decantación	Capacidad: 250 ml
Vasos Precipitados	Capacidad: de 50 m - 1000 ml
Desecador	Marca OHAUS
Pinzas	
Propipeta	

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

b) PLANTA PILOTO

- Balanza de plataforma
- Carritos transportadores
- Parihuelas
- Tanque de extracción y re-extracción
- Tina Tamiz de acero inoxidable
- Tanque de precipitación
- Secador de Bandejas por aire caliente
- Equipos de tratamiento de agua
- Área de producto terminado

4. ESQUEMA EXPERIMENTAL

4.1. MÉTODO PROPUESTO:

4.1.1. MÉTODO DE EXTRACCIÓN DEL COLORANTE NATURAL GRANULADO NORBIXINA

a) Recepción y Pesado de la materia prima:

La materia prima llega a la planta en sacos de 75 Kg -80 Kg, se realiza la recepción y pesado de la semilla de achiote.

b) Limpieza de la materia prima:

La materia prima es tamizada en una zaranda vibratoria para extraer y separar la materia extraña como palos, piedras, etc. de la semilla de achiote.

c) Extracción :

La semilla de achiote entera es colocada en un reactor con agitador en el cual se añade una solución de soda caustica al 3% (Semilla: Solución) (1:1), se agita constantemente hasta alcanzar una temperatura de 70°C.

d) Filtración del extracto:

Con ayuda de una tina tamiz se procede a tamizar el extracto colorante de la extracción, con la finalidad de separar los residuos del extracto colorante.

e) Re-Extracción 1:

La Semilla Agotada obtenida de la Extracción inicial es colocada en un reactor con agitador en el cual se añade una solución de soda caustica al 3% (Semilla: Solución) (1:0.625), y se agita constantemente hasta alcanzar una temperatura de 70°C.

f) Filtración del extracto 1:

Con ayuda de una tina tamiz se procederá a tamizar el extracto colorante de la re-extracción 1 con la finalidad de separar los residuos del extracto colorante.

g) Re-Extracción 2:

La Semilla Agotada obtenida de la Re-extracción 1 es colocada en un reactor con agitador en el cual se añade la solución de soda caustica al 3% (Semilla: Solución) (1:0.875), y se agita constantemente hasta alcanzar una temperatura de 70°C.

h) Filtración del extracto 2:

Con ayuda de una tina tamiz se procederá a tamizar el extracto colorante de la re-extracción 2 con la finalidad de separar los residuos del extracto colorante.

Luego de obtener los extractos colorantes filtrados se juntan para el proceso de decantación.

i) Decantación

Este proceso tiene la finalidad de separar la norbixina de la bixina dejando decantar el extracto colorante extraído por un tiempo de 40 horas obteniendo finalmente el extracto colorante de norbixina.

j) Filtración del extracto:

Este proceso tiene la finalidad de separar por medio de una tina tamiz cualquier material extraño del extracto colorante de norbixina.

k) Precipitación

Se adiciona ácido sulfúrico a una concentración de 70 % hasta llegar a un pH de 3, con agitación constante; en donde se obtiene la pasta de norbixina.

l) Filtración:

Esta operación tiene la finalidad de retirar el excedente de agua de la pasta de norbixina, para mejorar el tiempo de secado; esta operación se realiza en un filtro prensa.

m) Secado:

Esta operación se realiza con ayuda de un secador de bandejas por aire caliente en el cual se procede a secar la pasta de norbixina a una temperatura de 60 °C por 7 horas y 30 minutos obteniendo gránulos secos de norbixina.

n) Formulación:

Los gránulos secos de norbixina es nuestro aditivo principal para la elaboración de una formulación que ayudara a mejorar la solubilidad de la norbixina para una fácil aplicación en embutidos, en este caso para la Salchicha Huachana.

o) Envasado Y etiquetado:

Se envasa usando botellas de polipropileno de 2 litros, luego son etiquetados y finalmente serán revestidas con un film negro para evitar su degradación.

p) Almacenamiento

El producto es almacenado en un lugar libre de humedad, a una temperatura $< 25^{\circ}\text{C}$, protegido del sol para evitar la degradación del color y con condiciones sanitarias necesarias.

4.1.2. MÉTODO DE PROCESAMIENTO DE SALCHICHA HUACHANA

Carne

a) Recepción:

El brazuelo, lomo de cerdo, lomo de res se recepciona en una mesa, seguidamente se revisa si cumple con las condiciones de calidad necesarias como son el estado fresco de la carne.

b) Refrigeración:

La aplicación de frío permite la conservación de la carne y su posterior utilización, casi con las mismas características de la carne fresca. El frío elimina el calor natural de la carne y con esto frena el desarrollo de los procesos de descomposición. La temperatura debe estar a 1°C .

c) Deshuesado:

En este proceso se deshuesa y se obtiene la carne.

d) Picado:

La carne es trozada en fragmentos de 5 a 10 cm.

Grasa

e) Recepción:

La grasa se recepciona en una mesa, seguidamente se revisa si cumple con las condiciones de calidad necesarias.

f) Refrigeración:

La aplicación de frío permite la conservación de la grasa y su posterior utilización. La temperatura debe estar a 1°C.

g) Picado:

Se realiza el picado de la grasa, para posteriormente molerlo.

h) Molienda:

La Carne de Cerdo, la carne de res y la grasa, se traslada a la maquina moledora. Se recepciona la carne molida en un recipiente esterilizado.

i) Agregado de Ingredientes:

Luego de recepcionar la carne molida en un recipiente se agrega los ingredientes:

Para:

CUADRO N°19

FORMULACION DE CARNE PARA SALCHICHA HUACHANA

CARNE DE CERDO	55.00 %
CARNE DE RES	20.00 %
GRASA DE CERDO	25.00 %

Agregar:

CUADRO N°20

FORMULACION DE INSUMOS PARA SALCHICHA HUACHANA

COMINO	0.13 %
VINAGRE	3.33 %
SAL	1.29 %
PIMIENTA	0.16 %
ORÉGANO	0.19 %
AJO MOLIDO	0.16 %
SAL DE CURA	0.01 %

j) Mezclado (Cutterado):

En este proceso se mezcla los ingredientes a una temperatura de 4 a 5 °C, de tal forma que para mantener la temperatura se adiciona hielo y se mezcla

la carne molida con los ingredientes, obteniendo una masa, se revuelve uniformemente, hasta el punto de obtener una mezcla homogénea.

k) Aplicación de Producto: Colorante

Se agrega la formulación de Colorante Natural Norbixina (6 ml /Kg.), para darle el color característico a este tipo de embutido.

l) Curado:

Se deja reposar y curar por 24 horas en refrigeración a 5 °C.

m) Embutido:

La tripa que se utiliza para el embutido, se recepciona y se inspecciona para proceder a lavarlo con agua potable, y se dejara curtir con agua, seguidamente, se pasara a retirar los restos de grasas adheridas al intestino, finalmente se escurre y listo para el proceso de llenado. Luego de haber dejado reposar la mezcla y preparado la tripa, se pasa al llenado de la masa dentro de la tripa, el llenado de las tripas no debe ser excesivo, pero tampoco demasiado blando, el porcio nado se realiza cada 12 cm. El atado o doblado debe ser estable y firme para evitar que pierda su forma durante el secado.

n) Envasado y Etiquetado:

Se procede al envasado al vacío y posteriormente al etiquetado, conservando la temperatura de refrigeración.

o) Almacenamiento:

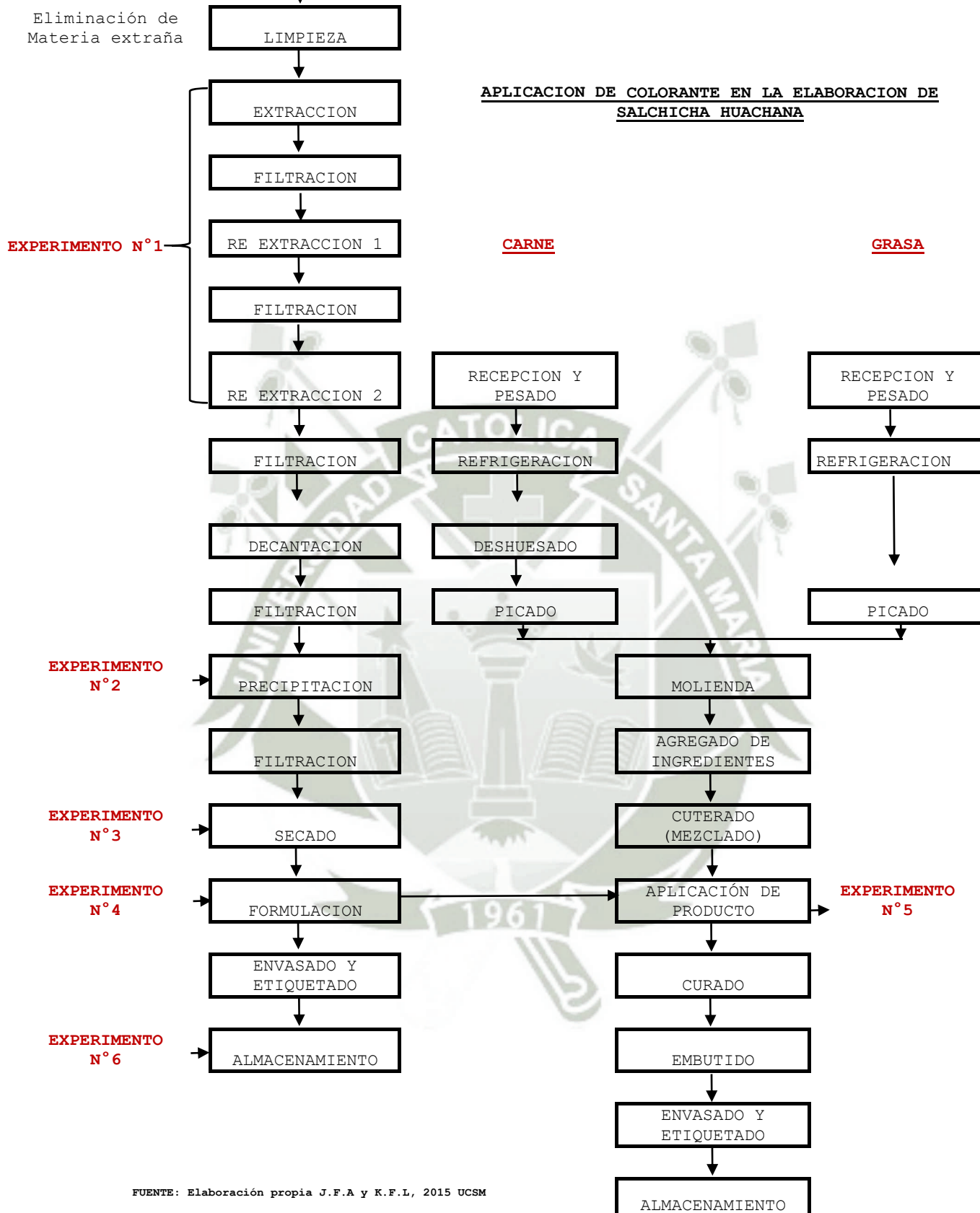
El almacenamiento se realiza a una temperatura de 15°C, en un lugar seco, no exponer los embutidos al sol.

4.2. ESQUEMA EXPERIMENTAL:

FIGURA N° 2

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

EXTRACCION DE COLORANTE NATURAL NORBIXINA Y SU FORMULACION



4.3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

4.3.1. VARIABLES DE MATERIA PRIMA:

Los controles o parámetros importantes a evaluar serán los siguientes:

CUADRO N° 21
VARIABLES DE MATERIA PRIMA

CONTROL DE CALIDAD	VARIABLE
ANÁLISIS METALES TOTALES	• Plata • Aluminio • Arsénico • Boro • Bario • Berilio • Bismuto • Calcio • Cadmio • Cobalto • Cromo • cobre • Hierro • Mercurio • Potasio • Litio • Magnesio • Manganeso • Molibdeno • Sodio • Níquel • Fosforo • Plomo • Antimonio • Selenio • Silicio • Estaño • Estroncio • Titanio • Talio • Vanadio • Zinc

QUÍMICO - PROXIMAL	• Proteínas • Carbohidratos • Fibra cruda • Grasa • Humedad • Cenizas
ANÁLISIS SENSORIAL	• Color • Olor • Sabor • Apariencia
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	• Hongos • Levaduras • recuento de Aerobios Mesofilos Viables. • Coliformes Totales • E.Coli • Salmonella

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

4.3.1.1 RESULTADOS DE ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

a) ANÁLISIS METALES TOTALES

CUADRO N°22

ANALISIS METALES TOTALES DE LA MATERIA PRIMA

ANALISIS METALES TOTALES DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (mg./Lt.)	
Plata	mg./Lt.
Aluminio	mg./Lt.
Arsénico	mg./Lt.
Boro	mg./Lt.
Bario	mg./Lt.
Berilio	mg./Lt.
Bismuto	mg./Lt.
Calcio	mg./Lt.
Cadmio	mg./Lt.
Cobalto	mg./Lt.
Cromo	mg./Lt.
Cobre	mg./Lt.
Hierro	mg./Lt.
Mercurio	mg./Lt.
Potasio	mg./Lt.
litio	mg./Lt.
Magnesio	mg./Lt.
Manganeso	mg./Lt.
Molibdeno	mg./Lt.
Sodio	mg./Lt.

Níquel	mg./Lt.
Fosforo	mg./Lt.
Plomo	mg./Lt.
Antimonio	mg./Lt.
Selenio	mg./Lt.
Silicio	mg./Lt.
Estaño	mg./Lt.
Estroncio	mg./Lt.
Titanio	mg./Lt.
Talio	mg./Lt.
Vanadio	mg./Lt.
Zinc	mg./Lt.

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

b) ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

CUADRO N°23

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA (%)

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (%)	
Proteínas	%
Carbohidratos	%
Fibra cruda	%
Grasa	%
Humedad	%
Cenizas	%

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

c) ANÁLISIS SENSORIAL

CUADRO N°24

ANALISIS SENSORIAL DE LA MATERIA PRIMA

ANALISIS SENSORIAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	
Color	
Olor	
Sabor	
Apariencia	

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

d) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CUADRO N°25

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	
Aerobios Mesofilos	
Hongos	
Levaduras	
Coliformes totales	
E. Coli	
Salmonella	

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

4.3.2. VARIABLES DE PROCESO:

4.3.2.1. EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN DEL EXTRACTO COLORANTE

❖ OBJETIVO:

Determinar los parámetros óptimos de dilución (cantidad de semilla: Solución de NaOH), concentración de Na(OH), temperatura, para la extracción óptima del "Extracto Colorante".

❖ DESCRIPCION:

En este experimento se extraerá "**Extracto Colorante**", de la semilla de achiote con tres diferentes diluciones (semilla: solución de NaOH), a tres diferentes concentraciones y a dos temperaturas, con agitación constante hasta alcanzar la temperatura requerida.

❖ VARIABLES:

- Diluciones: Cantidad de semilla de Achiote/Solución de Hidróxido de Sodio:

$D_1 = 1:4$ (100 gr.:400 ml.)

$D_2 = 1:2$ (200 gr.:400 ml.)

$D_3 = 1:1$ (400 gr.:400 ml.)

➤ Concentración de Solución de Na(OH)

$$C_1 = 3\%$$

$$C_2 = 6\%$$

$$C_3 = 9\%$$

➤ Temperatura para la extracción

$$T^{\circ}_1 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ}_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

❖ **RESULTADO:**

- Turbidez
- % de Norbixina
- Color
- Impurezas

Nota:

La evaluación de la Turbidez se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°1.**

La evaluación de Color se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°2.**

La evaluación de Impurezas Residuales se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°3.**

El % de norbixina en el annatto se realiza por espectrofotometría.
(Según N.T.P. **ANEXOS 4**)

❖ **RESULTADOS EXPERIMENTO N°1: EXTRACCION DEL EXTRACTO COLORANTE**

CUADRO N° 26

RESULTADOS: EXTRACCION DEL EXTRACTO COLORANTE

CONTROLES	REP	D ₁						D ₂						D ₃					
		C ₁		C ₂		C ₃		C ₁		C ₂		C ₃		C ₁		C ₂		C ₃	
		T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂
Turbidez	1																		
Turbidez	2																		
Turbidez	3																		
Turbidez	4																		
Turbidez	5																		
Turbidez	6																		
Turbidez	7																		
Turbidez	8																		
Turbidez	9																		
Color	1																		
Color	2																		
Color	3																		
Color	4																		
Color	5																		
Color	6																		
Color	7																		
Color	8																		
Color	9																		
Impurezas Residuales	1																		
Impurezas Residuales	2																		
Impurezas Residuales	3																		
Impurezas Residuales	4																		

Impurezas Residuales	5																		
Impurezas Residuales	6																		
Impurezas Residuales	7																		
Impurezas Residuales	8																		
Impurezas Residuales	9																		
%Norbixina	1																		
%Norbixina	2																		
%Norbixina	3																		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CARTILLA N° 1

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR LA TURBIDEZ

CRITERIO	PUNTUACION
Muy turbio	1
Turbio	2
Ligeramente turbio	3
Claro	4

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CARTILLA N° 2

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR EL COLOR

CRITERIO	PUNTUACION
	LIGERAMENTE AMARILLO 1
	AMARILLO 2
	LIGERAMENTE NARANJA 3

	NARANJA	4
	ROJIZO	5

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

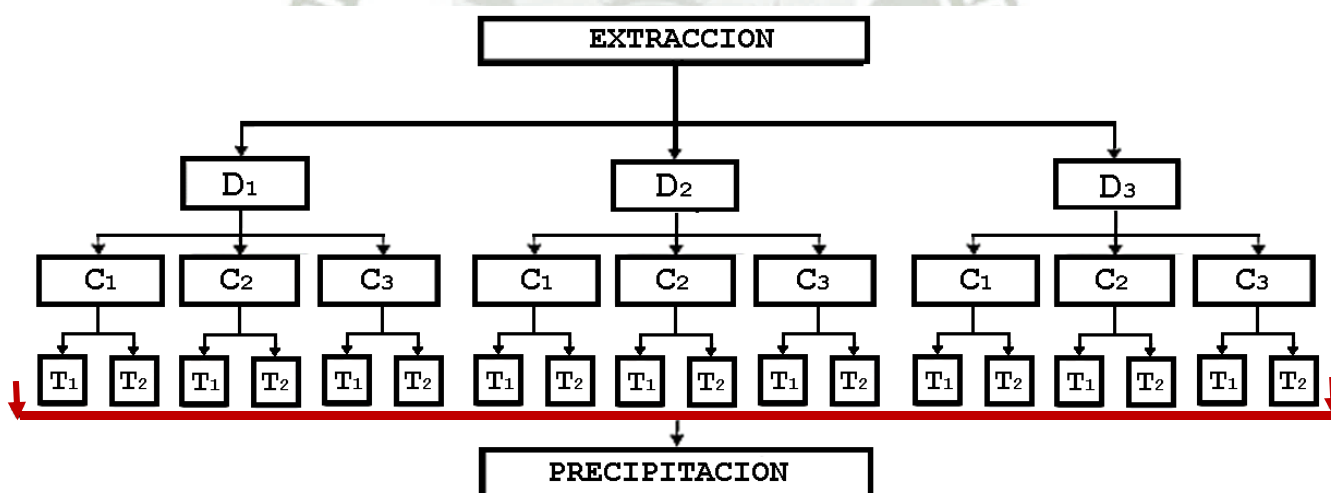
CARTILLA N° 3

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR IMPUREZAS RESIDUALES

CRITERIO	PUNTUACION
PRECIPITACION	1
MEDIANAMENTE PRECIPITADO	2
LIGERAMENTE PRECIPITADO	3
NINGUNO	4

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

D = Dilución (Semilla: Solución de Na (OH))

C = Concentración de Na (OH)

T = Temperatura

❖ DISEÑO ESTADÍSTICO:

El experimento que se ha planteado es factorial de 3x3x2 aplicando un diseño completamente al azar con tres repeticiones y tres diseños de bloques completamente al azar; y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	MATERIALES Y EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
H ₂ O destilada	18.735	Lt.	Balanza analítica	Precisión 0.1 gr	1	Unid.
Semilla de achiote	4.200	Kg.	Espectrofotómetro	Shimadzu UV 1700	1	Unid.
Na (OH)	1.080	Kg.	Termómetro	0-100°C	2	Unid.
K (OH)	38.26	gr.	Potenciómetro	Rango de pH: 0- 14	1	Unid.
			Bicker (1000 ml.)	Material: Vidrio	4	Unid.
			Cocina eléctrica con agitador magnético		2	Unid.
			Papel de filtro		18	Unid.
			Varilla		4	Unid.
			Embudo		4	Unid.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS

✓ CÁLCULO DE CALOR ESPECÍFICO:

$$C_{p_{\text{extracto}}} = \frac{(C_{p_A} \star \text{Masa}_A) + (C_{p_B} \star \text{Masa}_B)}{\text{Masa}_A + \text{Masa}_B}$$

Dónde:

- $C_{p_{\text{extracto}}}$ = Calor específico del extracto en Kcal/Kg°C
 C_{p_A} = Calor específico de la Semilla en Kcal/Kg°C
 M_{sa_A} = Masa de la semilla en Kg.
 C_{p_B} = Calor específico del Solvente en Kcal/Kg°C
 M_{sa_B} = Masa del solvente en Kg.

✓ **CALOR REQUERIDO PARA LA EXTRACCIÓN:**

$$Q_{\text{extracción}} = m * C_{p_{\text{extracto}}} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

- m = Peso del extracto colorante (Kg)
 $C_{p_{\text{extracto}}}$ = Calor específico del extracto colorante (Kcal/Kg°C)
 T_2 = Temperatura final (°C)
 T_1 = Temperatura inicial (°C)

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

- MI = Materia que ingresa
 MS = Materia que sale
 MA = Materia acumulada

✓ **% DE NORBIXINA EN EL EXTRACTO (METODO HANSEN) :**

1. Tomar 1 ml de extracto en un Erlenmeyer de 250 ml.
2. Agregar 4 ml de KOH al 45 %
3. Agregar 35 ml de agua destilada
4. Tomar dilución de 1 ml en una fiola de 100 ml
5. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca
6. Leer la Absorbancia a 452.5 nm

Cálculo:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{EXTRACTO COLORANTE}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diámetro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 6).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

$$C = \frac{1 \text{ ml} * \frac{1\text{ml}}{(4 \text{ ml} + 35 \text{ ml})}}{0.1 \text{ Lt}}$$

$$C = 0.25 \text{ ml} / \text{Lt}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina } (\text{EXTRACTO COLORANTE}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) (100)}{(1) (0.25) (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{EXTRACTO COLORANTE}) = 1.394 (\text{ABS}_{452.5\text{nm}})$$

4.3.2.2. EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA

❖ OBJETIVO:

Determinar los parámetros óptimos de concentración de ácido sulfúrico y pH para la precipitación del colorante natural norbixina.

❖ DESCRIPCION:

En este experimento se precipita el "Extracto Colorante Norbixina" que se obtuvo en la decantación para obtener "Pasta de Norbixina"; el cual se precipita a tres concentraciones hasta alcanzar tres pH a evaluar.

❖ VARIABLES:

➤ Concentración de Ácido Sulfúrico.

$C_1 = 70\%$

$C_2 = 80\%$

$C_3 = 90\%$

➤ pH:

$pH_1 = 2.0$

$pH_2 = 3.0$

$pH_3 = 4.0$

❖ RESULTADOS:

- ✓ Sedimentación (método Sensorial - apreciación visual y comparativa de acuerdo a cartilla)
- ✓ % de Norbixina
- ✓ Apariencia (color)

Nota:

- ✓ La evaluación de sedimentación, se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°4**.
- ✓ La evaluación de la apariencia (color), se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°5**.

❖ RESULTADOS DE LA PRECIPITACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA
CUADRO N°27
RESULTADOS: PRECIPITACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CONTROLES	REP	C ₁			C ₂			C ₃		
		pH ₁	pH ₂	pH ₃	pH ₁	pH ₂	pH ₃	pH ₁	pH ₂	pH ₃
Sedimentación	1									
Sedimentación	2									
Sedimentación	3									
Sedimentación	4									
Sedimentación	5									
Sedimentación	6									
Sedimentación	7									
Sedimentación	8									
Sedimentación	9									
% Norbixina	1									
% Norbixina	2									
% Norbixina	3									
Color	1									
Color	2									
Color	3									
Color	4									
Color	5									
Color	6									
Color	7									
Color	8									
Color	9									

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CARTILLA N° 4

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR PRESENCIA DE SEDIMENTOS

CRITERIO	PUNTUACION
SEDIMENTACION	1
MEDIANAMENTE SEDIMENTADO	2
LIGERAMENTE SEDIMENTADO	3
NINGUNO	4

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

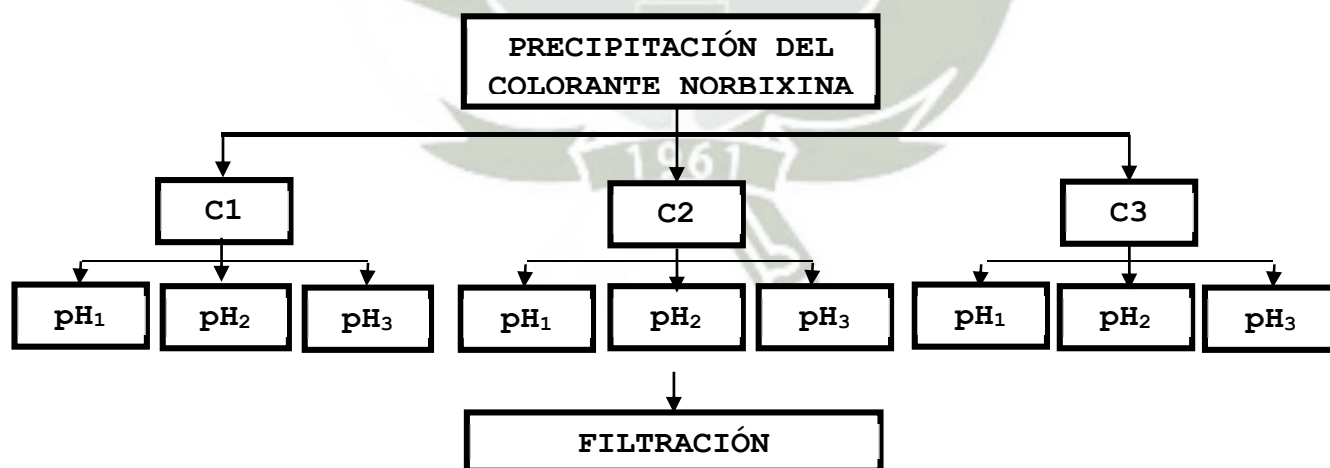
CARTILLA N° 5

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR (APARCIENCIA) - COLOR

CARTILLA DE COLORES			
			
NARANJA	NARANJA - ROJIZO	NARANJA CAFÉ	ROJIZO
1	2	3	4

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

C = Concentración de H_2SO_4

pH = pH

❖ **DISEÑO ESTADÍSTICO:**

El experimento que se ha planteado es factorial de 3x3 aplicando un diseño completamente al azar con tres repeticiones y dos diseños de bloques completamente al azar. Y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ **MATERIALES Y EQUIPOS**

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
Ácido sulfúrico	22.623	ml.	Balanza analítica	Precisión 0.1 gr	1	Unid.
Agua destilada	1.047	Lt.	Espectrofotómetro	Shimadzu UV 1700	1	Unid.
Extracto de Colorante	1.350	Kg.	Potenciómetro	Rango de pH: 0-14	1	Unid.
K(OH)	124.455	gr.	Bicker	100 ml.	4	Unid.
			Bureta	25 ml.	4	Unid.
			Varilla		4	Unid.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS**

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

✓ **% DE NORBIXINA EN LA PASTA (METODO HANSEN) :**

1. Pesar 5 g de pasta en un Beaker de 1 Lt.
2. Agregar 30 ml de KOH al 45 %.
3. Agregar 470 ml de agua destilada.
4. Calentar con agitación mecánica.

5. Cubrir el beaker con papel aluminio.
6. Calentar hasta 90°C en continuo movimiento.
7. Enfriar a temperatura ambiente.
8. Tomar dilución de 0.5 ml en una fiola de 100 ml.
9. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca.
10. Leer la Absorbancia a 452.5 nm.

Calculo:

$$\% \text{ Norbixina (PASTA DE NORBIXINA)} = \frac{(ABS_{452.5nm}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diámetro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 10).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

$$C = \frac{0.5 \text{ ml} * \frac{5 \text{ gr.}}{(470 \text{ ml} + 30 \text{ ml})}}{0.100 \text{ Lt.}}$$

$$C = 0.05 \text{ gr. / Lt.}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina (PASTA DE NORBIXINA)} = \frac{(ABS_{452.5nm}) * (100)}{(1) * (0.05) * (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina (PASTA DE NORBIXINA)} = 6.9686 * (ABS_{452.5nm})$$

4.3.2.3. EXPERIMENTO N°3: SECADO DEL COLORANTE NORBIXINA

❖ OBJETIVO:

Determinar los parámetros óptimos de Tiempo y Temperatura del secado para la obtención del Colorante Natural Norbixina granulado seco.

❖ DESCRIPCION:

En este experimento se seca la "Pasta de Norbixina" que se obtuvo en la precipitación para obtener "Colorante Natural Norbixina granulado seco".

❖ VARIABLES:

o Tiempo

$t_{i1} = 330$ minutos

$t_{i2} = 450$ minutos

o Temperatura

$T_1 = 60^{\circ}\text{C}$

$T_2 = 80^{\circ}\text{C}$

❖ RESULTADOS:

- ✓ % Humedad
- ✓ % de Norbixina
- ✓ Rendimiento
- ✓ Apariencia (color)

Nota:

La evaluación de la apariencia (color), se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°6**.

❖ RESULTADOS DEL SECADO DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CUADRO N° 28
RESULTADOS: SECADO DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CONTROLES	REP	T ₁		T ₂	
		ti ₁	ti ₂	ti ₁	ti ₂
% Humedad	1				
% Humedad	2				
% Humedad	3				
% de Norbixina	1				
% de Norbixina	2				
% de Norbixina	3				
Rendimiento	1				
Rendimiento	2				
Rendimiento	3				
Apariencia (color)	1				
Apariencia (color)	2				
Apariencia (color)	3				
Apariencia (color)	4				
Apariencia (color)	5				
Apariencia (color)	6				
Apariencia (color)	7				
Apariencia (color)	8				
Apariencia (color)	9				

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

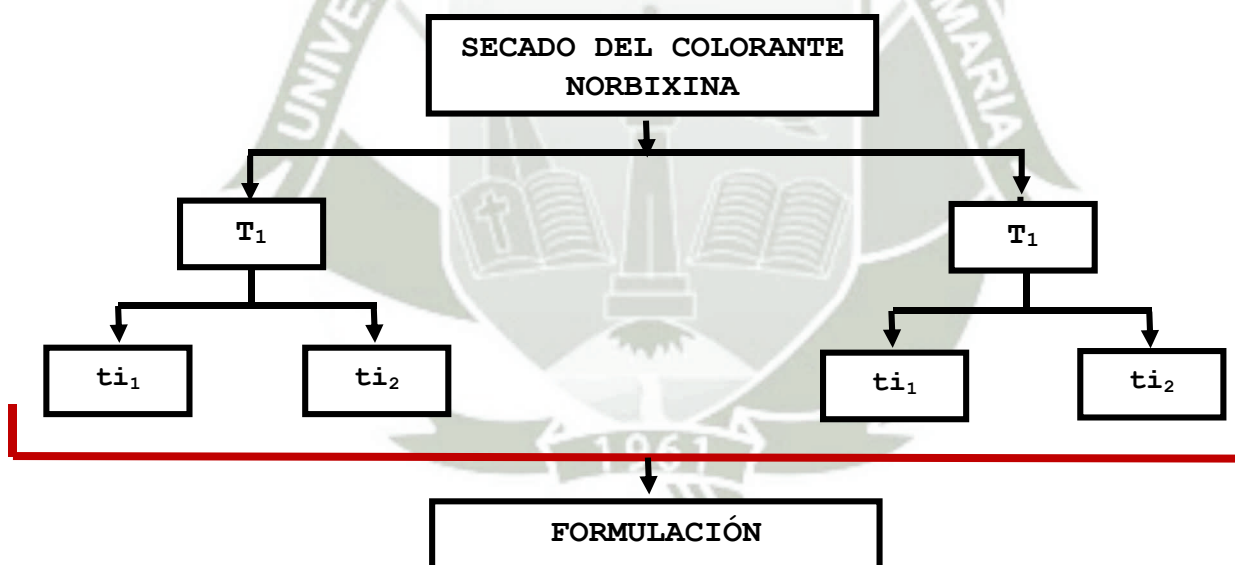
CARTILLA N° 6

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR LA APARIENCIA (COLOR)

CARTILLA DE COLORES			
			
NARANJA	NARANJA ROJIZO	NARANJA CAFÉ	ROJIZO OSCURO
1	2	3	4

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

t = tiempo

T = Temperatura

❖ **DISEÑO ESTADÍSTICO:**

El experimento que se ha planteado es factorial de 2x2 aplicando tres diseños completamente al azar con tres repeticiones y un diseño de bloques completamente al azar, y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ **MATERIALES Y EQUIPOS**

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	MATERIALES Y EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
Colorante Norbixina en pasta	60	gr.	Balanza analítica	Precisión 0.1 gr	1	Unid.
KOH	55.310	gr.	Espectrofotómetro	Shimadzu UV 1700	1	Unid.
Agua destilada	462.687	ml.	Potenciómetro	Rango de pH:0-14	1	Unid.
			Estufa	0°C – 200°C	1	Unid.
			Cronometro		2	Unid.
			Placa Petri		4	Unid.
			Espátula		2	Unid.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS**

✓ **RENDIMIENTO:**

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{Norbixina}}{\text{Semilla de achiote}} * 100$$

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

✓ **% DE NORBIXINA EN LOS GRANULOS DE ANNATO SECO (METODO HANSEN) :**

1. Pesar 5 g de pasta en un Beaker de 1 Lt.
2. Agregar 30 ml de KOH al 45 %
3. Agregar 470 ml de agua destilada
4. Cubrir el beaker con papel aluminio
5. Colocar en un calentador con agitación magnética.
6. Calentar hasta 90 - 92 °C en continuo movimiento.
7. Enfriar a temperatura ambiente.
8. Tomar dilución de 0.5 ml en una fiola de 100 ml.
9. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca.
10. Leer la Absorbancia a 452.5 nm.

Calculo:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diametro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 10).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

C:

$$C = \frac{0.5 \text{ ml} * 5 \text{ gr.}}{(470 \text{ ml} + 30 \text{ ml})}$$

$$C = \frac{\quad}{0.1 \text{ Lt}}$$

$$C = 0.05 \text{ ml} / \text{Lt}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) (100)}{(1) (0.05) (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = 6.97 (\text{ABS}_{452.5\text{nm}})$$

✓ % DE HUMEDAD

$$\% \text{ Humedad} = \frac{100 (P_1 - P_2)}{M}$$

P_1 = Peso de la placa más la muestra antes de colocar en la estufa

P_2 = Peso de la placa más la muestra seca

M = Peso de la muestra

4.3.2.4. EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA

❖ OBJETIVO:

Determinar la formulación óptima del colorante natural norbixina para mejorar su solubilidad.

❖ DESCRIPCION:

En este experimento se formula el "Colorante Natural Norbixina granulado", obtenida luego del proceso de secado para convertirla en un Producto líquido Soluble en embutidos, en donde se va a utilizar para la elaboración de Salchicha Huachana.

❖ **VARIABLES :**

FORMULACION	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
NORBIXINA	1.00%	1.00%	2.50%	2.50%	4.00%	4.00%
GLICERINA	3.00%	2.95%	2.00%	1.50%	1.00%	1.95%
GOMA GUAR	0.50%	0.00%	0.45%	0.00%	0.30%	0.00%
PROPILENGLICOL	4.95%	5.50%	4.50%	5.45%	4.15%	3.50%
AGUA DESTILADA	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
NAOH	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
SORBATO DE POTASIO	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **RESULTADOS :**

- ✓ Solubilidad
- ✓ pH
- ✓ Color

Nota:

La evaluación de la Solubilidad, se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°7**.

La evaluación del color, se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°8**.

RESULTADOS DE LA FORMULACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CUADRO N° 29

RESULTADOS: FORMULACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CONTROLES	REP.	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
Solubilidad	1						
Solubilidad	2						
Solubilidad	3						
Solubilidad	4						
Solubilidad	5						
Solubilidad	6						
Solubilidad	7						
Solubilidad	8						
Solubilidad	9						
pH	1						
pH	2						
pH	3						
Color	1						
Color	2						
Color	3						
Color	4						
Color	5						
Color	6						
Color	7						
Color	8						
Color	9						

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CARTILLA N° 7

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR LA SOLUBILIDAD

CRITERIO	PUNTUACION
No soluble	1
Poco Soluble	2
Soluble	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

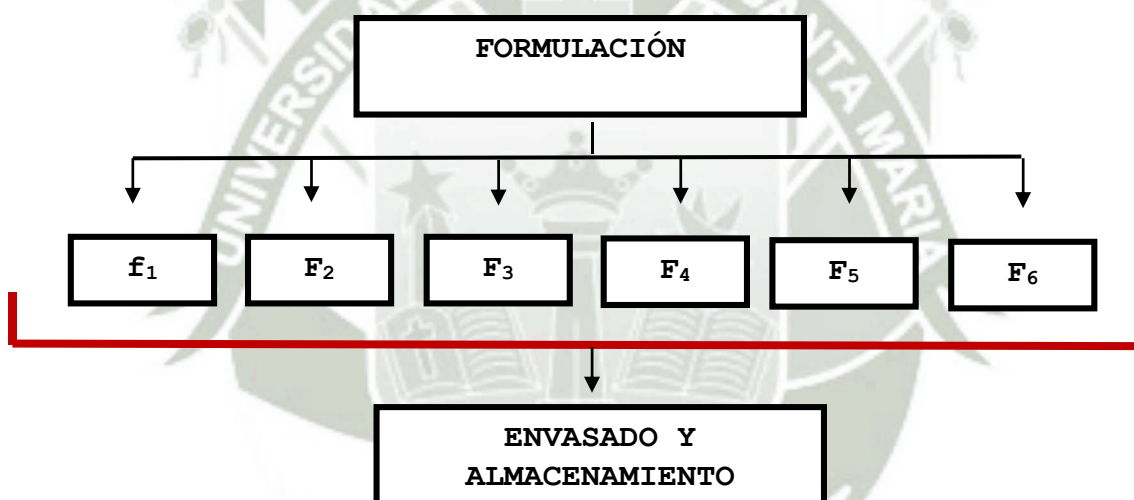
CARTILLA N° 8

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR EL COLOR

CRITERIO	PUNTUACION
	1
	2
	3

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

❖ **DISEÑO EXPERIMENTAL:**



Leyenda:

F = formulación

❖ **DISEÑO ESTADISTICO:**

Se aplica un diseño completamente al azar con tres repeticiones y dos diseños de bloques completamente al azar con tres repeticiones; y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	MATERIALES Y EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
Colorante Norbixinagranulado	7.5	gr.	Balanza analítica	Precisión 0.1 gr	1	Unid.
Glicerina	6.2	gr.	Espectrofotómetro	Shimadzu UV 1700	1	Unid.
Goma Guar	0.625	gr.				
Propilenglicol	14.025	gr.	Potenciómetro	Rango de pH: 0-14	1	Unid.
Agua destilada	270.00	gr.				
NaOH	1.500	gr.				
Sorbato de potasio	0.150	gr.				

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS

✓ BALANCE DE MATERIA:

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

4.3.2.5. EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA

❖ OBJETIVO:

Determinar la mejor dosificación de la formulación de Norbixina para la aplicación en la elaboración de salchicha Huachana.

❖ DESCRIPCION:

En este experimento, primero se realiza la elaboración del embutido: "Salchicha Huachana", con sus respectivas características, en el proceso de mezclado se adiciona las cantidades propuestas de dosificación (4, 6, 8 ml. /Kg.)

Los resultados obtenidos de este experimento será el color, sabor.

❖ **VARIABLES:**

o Dosificación

D₁ = 4ml. /kg.

D₂ = 6ml./kg.

D₃ = 8ml. /kg.

❖ **RESULTADOS:**

✓ Color

✓ Sabor

Nota:

✓ La evaluación del Color, se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°9.**

✓ La evaluación del Sabor, se realiza con prueba sensorial con la **CARTILLA N°10.**

❖ **RESULTADOS DE APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA:**

CUADRO N°30

RESULTADOS: APLICACIÓN DE FORMULACION A SALCHICHA HUACHANA

CONTROLES	REP.	D ₁	D ₂	D ₃
Sabor	1			
Sabor	2			
Sabor	3			
Sabor	4			
Sabor	5			
Sabor	6			
Sabor	7			
Sabor	8			
Sabor	9			
Color	1			
Color	2			
Color	3			
Color	4			
Color	5			
Color	6			
Color	7			
Color	8			
Color	9			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CARTILLA N° 9

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR EL COLOR DE LA SALCHICHA HUACHANA

CRITERIO	PUNTUACION
	1
	2
	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

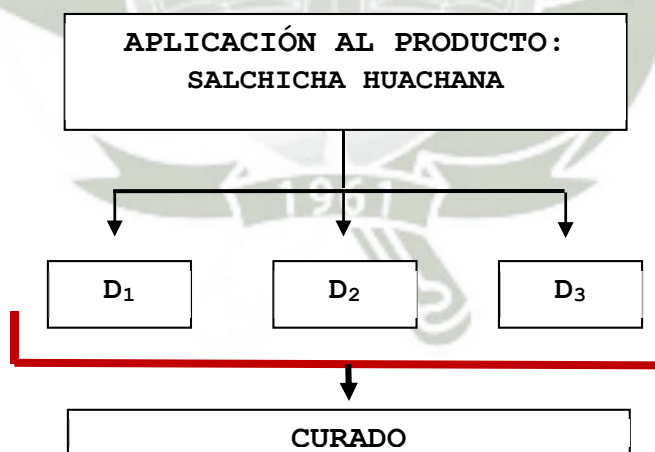
CARTILLA N°10

CARACTERÍSTICAS PARA EVALUAR EL SABOR

CRITERIO	PUNTUACION
No Agradable	1
Agradable	2
Característico	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

D = Dosificación

❖ **DISEÑO ESTADÍSTICO:**

Se aplica un diseño estadístico de bloques completamente al azar con 3 repeticiones, y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizará una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ **MATERIALES Y EQUIPOS**

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
Carne de Res	559.11	gr.	Balanza analítica	Precisión 0.1 gr	1	Unid.
Carne de Chanco	1537.55	gr.	Cúter		1	Unid.
Grasa	698.89	gr.	Embutidora		1	Unid.
Comino	5.01					
Vinagre	129.35	ml.				
Sal	50.07	gr.				
Pimienta	6.26	gr.				
Orégano	7.51	gr.				
Ajo Molido	6.26	gr.				
Sal de Cura	0.240	gr.				
Colorante formulado	18	ml.				

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS:**

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

4.3.2.6. EXPERIMENTO N° 6: DETERMINACION DE VIDA UTIL DE LA
FORMULACION DEL COLORANTE NORBIXINA

❖ **OBJETIVO:**

Determinar el tiempo de vida útil que tendrá el producto mediante pruebas aceleradas, almacenándolo a determinadas temperaturas y periodos de tiempo.

❖ **VARIABLES:**

o Temperaturas

$T_1 = 15^{\circ}\text{C}$

$T_2 = 25^{\circ}\text{C}$

$T_3 = 35^{\circ}\text{C}$

❖ **RESULTADOS:**

✓ pH

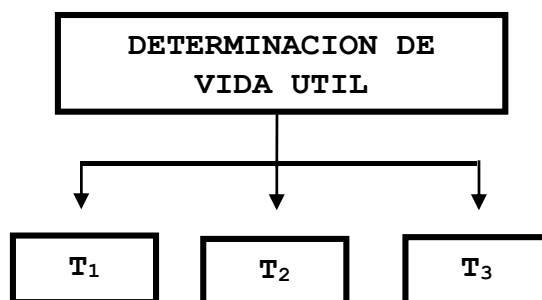
❖ **RESULTADOS DE DETERMINACION DE VIDA UTIL DE LA FORMULACION DEL
COLORANTE NORBIXINA**

CUADRO N° 31
RESULTADOS DE pH

TIEMPO	TEMPERATURA		
(DIAS)	15 °C	25 °C	35 °C
0			
15			
30			
45			
60			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **DISEÑO EXPERIMENTAL:**



❖ MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIA PRIMA/INSUMOS	CANTIDAD	UND	EQUIPOS	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	CANTIDAD	UND
Formulación de colorante Norbixina	1.5	Lt.	potenciómetro	Rango de pH: 0-14	1	Unid.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS

Para determinar el orden de reacción se realiza una regresión para cada orden de modo de verificar cual se ajusta a estos datos experimentales, para ello el proceso se realiza de acuerdo a lo siguiente:

✓ CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION DE ORDEN CERO

$$[A] = [A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{[A] - [A_0]}{-k}$$

Donde:

[A]= Valor de la característica evaluada al tiempo t

[A₀]= Valor Inicial de la Característica Evaluada

K= Velocidad constante de deterioro

t= tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a= Intercepto = [A₀]

b= Pendiente = k

$$X = t$$

$$Y = [A]$$

R² = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

$$[A] \text{ vs. } t$$

✓ **CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION
DE PRIMER ORDEN**

$$\ln[A] = \ln[A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{\ln[A] - \ln[A_0]}{-k}$$

Donde:

$\ln[A]$ = Valor de la característica evaluada al tiempo t

$\ln[A_0]$ = Valor Inicial de la Característica Evaluada

K = Velocidad constante de deterioro

t = tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a = Intercepto = $\ln[A_0]$

b = Pendiente = k

$$X = t$$

$$Y = \ln[A]$$

R² = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

$$\ln[A] \text{ vs. } T$$

a) RESULTADOS DEL CALCULO DE TIEMPO vs LN (pH) – REACCION DE ORDEN UNO

CUADRO N° 32
RESULTADOS DE LN (pH)

TIEMPO (DIAS)	LN (pH)		
	15°C	25°C	35°C
0			
15			
30			
45			
60			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ **CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION DE SEGUNDO ORDEN**

$$1/\ln[A] = 1/\ln[A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{1/\ln[A] - 1/\ln[A_0]}{-k}$$

Donde:

1/ln[A]= Valor de la característica evaluada al tiempo t

1/ln[A₀]= Valor Inicial de la Característica Evaluada

K= Velocidad constante de deterioro

t= tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a= Intercepto = 1/ln[A₀]

b= Pendiente = k

X = t

Y = 1/ln[A]

R² = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

$$1/\ln[A] \quad \text{vs.} \quad T$$

b) RESULTADOS DEL CALCULO DE TIEMPO vs 1/(pH) – REACCION DE ORDEN DOS

CUADRO N° 33

RESULTADOS DE TIEMPO vs 1/(pH)

TIEMPO (DIAS)	1/pH		
	15°C	25°C	35°C
0			
15			
30			
45			
60			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

c) RESULTADOS DE VALORES DE R²

CUADRO N° 34

RESULTADOS DE R²

TEMPERATURA	REACCION DE ORDEN 0	REACCION DE ORDEN 1	REACCION DE ORDEN 2

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ **CALCULO DE LA VELOCIDAD CONSTANTE DE DETERIORO**

Para determinar la velocidad de deterioro de nuestro producto se trabaja con la ecuación de ARRENIUS que describe el efecto de la temperatura en la velocidad de deterioro.

$$K = A * e^{\frac{EA}{R * T}}$$

$$\ln K = \ln A + \ln e^{\frac{EA}{R} * \frac{1}{T}}$$

$$\ln K = \ln A + \frac{EA}{R * T}$$

$$\ln K = \ln A - \frac{EA}{R} * \frac{1}{T}$$

Donde:

K = Constante de velocidad de reacción

A = Constante de velocidad en la medida que la reacción tiende al infinito.

EA = Energía de activación

R = Constante de gases ideales

T = Temperatura en $^{\circ}K$

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a = Intercepto = A

b = Pendiente = EA

$X = 1/T$

$Y = \ln K$

R^2 = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

$\ln K$ vs. $1/T$

d) RESULTADOS DE VELOCIDAD DE DETERIORO A: 15, 25 Y 35 $^{\circ}C$

CUADRO N° 35

RESULTADOS DE VELOCIDAD DE DETERIORO A 15, 25 Y 35 $^{\circ}C$

TEMPERATURA ($^{\circ}C$)	TEMPERATURA ($^{\circ}K$)	VALOR K	VALOR $1/T$	VALOR $\ln (K)$
15				
25				
35				

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

e) VELOCIDAD DE DETERIORO A DIFERENTES TEMPERATURAS

CUADRO N° 36

RESULTADOS DE VELOCIDAD DE DETERIORO A DIFERENTES TEMPERATURAS

TEMPERATURA		1/T	lnk	K	TIEMPO	TIEMPO
(°C)	(°K)				(DÍAS)	(MESES)
0	273.15					
1	274.15					
2	275.15					
3	276.15					
4	277.15					
5	278.15					
6	279.15					
7	280.15					
8	281.15					
9	282.15					
10	283.15					
11	284.15					
12	285.15					
13	286.15					
14	287.15					
15	288.15					
16	289.15					
17	290.15					
18	291.15					
19	292.15					
20	293.15					
21	294.15					
22	295.15					
23	296.15					
24	297.15					
25	298.15					
26	299.15					
27	300.15					
28	301.15					
29	302.15					
30	303.15					
31	304.15					
32	305.15					
33	306.15					
34	307.15					
35	308.15					

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 37

RESULTADOS DE VIDA UTIL A 15, 25 Y 35 °C

TEMPERATURA	VIDA UTIL (DIAS)	VIDA UTIL (MESES)
15°C		
25°C		
35°C		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ CALCULO DE Q_{10}

$$\ln Q_{10} = \frac{10 * EA * 1}{R * T_1 * T_2}$$

Donde:

Q_{10} = Número de veces que la velocidad de reacción cambia con una variación de temperatura de 10°C

EA = Energía de activación

R = Constante de gases ideales

T_1 = Temperatura que deseamos evaluar

T_2 = Temperatura evaluada más 10 °C

4.3.2.7. VARIABLES DE PRODUCTO TERMINADO

CUADRO N° 38

ANALISIS A REALIZAR AL PRODUCTO TERMINADO

ANALISIS	DETERMINACION DEL CONTROL
METALES TOTALES	Plata
	Aluminio
	Arsénico
	Boro
	Bario
	Berilio
	Bismuto
	Calcio
	Cadmio
	Cobalto
	Cromo
	Cobre
	Hierro
	Mercurio
	Potasio
	litio
	Magnesio
	Manganeso
	Molibdeno

	Sodio Níquel Fosforo Plomo Antimonio Selenio Silicio Estaño Estroncio Titanio Talio Vanadio Zing
QUIMICO PROXIMAL	Proteínas Grasa Humedad Carbohidratos Cenizas Fibra Cruda
FISICOQUIMICO	pH
MICROBIOLOGICO	Recuento de aerobios mesófilos viables Numeración de mohos y levaduras Coliformes fecales Salmonella sp.
SENSORIAL	Color Olor Sabor Aroma

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.3.2.7.1. RESULTADOS DE ANALISIS DE PRODUCTO TERMINADO

a) ANALISIS METALES TOTALES

CUADRO N° 39

RESULTADOS DE ANALISIS: METALES TOTALES

ANALISIS DE METALES TOTALES DE LA FORMULACION DE NORBIXINA (mg./Lt.)	
Plata	mg./Lt.
Aluminio	mg./Lt.
Arsénico	mg./Lt.
Boro	mg./Lt.
Bario	mg./Lt.
Berilio	mg./Lt.
Bismuto	mg./Lt.
Calcio	mg./Lt.
Cadmio	mg./Lt.
Cobalto	mg./Lt.
Cromo	mg./Lt.

Cobre	mg./Lt.
Hierro	mg./Lt.
Mercurio	mg./Lt.
Potasio	mg./Lt.
litio	mg./Lt.
Magnesio	mg./Lt.
Manganeso	mg./Lt.
Molibdeno	mg./Lt.
Sodio	mg./Lt.
Níquel	mg./Lt.
Fosforo	mg./Lt.
Plomo	mg./Lt.
Antimonio	mg./Lt.
Selenio	mg./Lt.
Silicio	mg./Lt.
Estaño	mg./Lt.
Estroncio	mg./Lt.
Titanio	mg./Lt.
Talio	mg./Lt.
Vanadio	mg./Lt.
Zing	mg./Lt.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

b) ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

CUADRO N°40

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
Proteínas	%
Carbohidratos	%
Fibra cruda	%
Grasa	%
Sólidos Solubles	%
Cenizas	%

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

c) ANALISIS FISICOQUIMICO

CUADRO N°41

RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
pH	
CONCENTRACION	
ESTABILIDAD	

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

d) ANALISIS SENSORIAL

CUADRO N°42

RESULTADOS DE ANALISIS SENSORIAL

ANALISIS SENSORIAL DE LA DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
Color	
Olor	
Sabor	
Apariencia	

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

e) ANALISIS MICROBIOLOGICO

CUADRO N°43

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICO

ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
AEROBIOS MESOFILOS	ufc/gr
HONGOS Y LEVADURAS	ufc/gr
COLIFORMES TOTALES	ufc/gr
SALMONELLA	ufc/gr

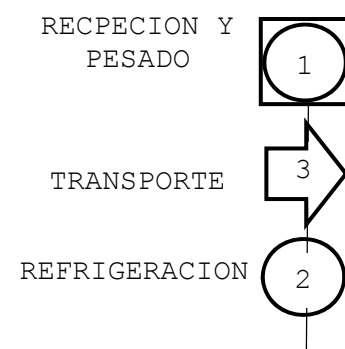
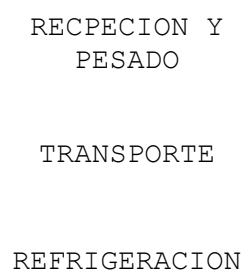
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

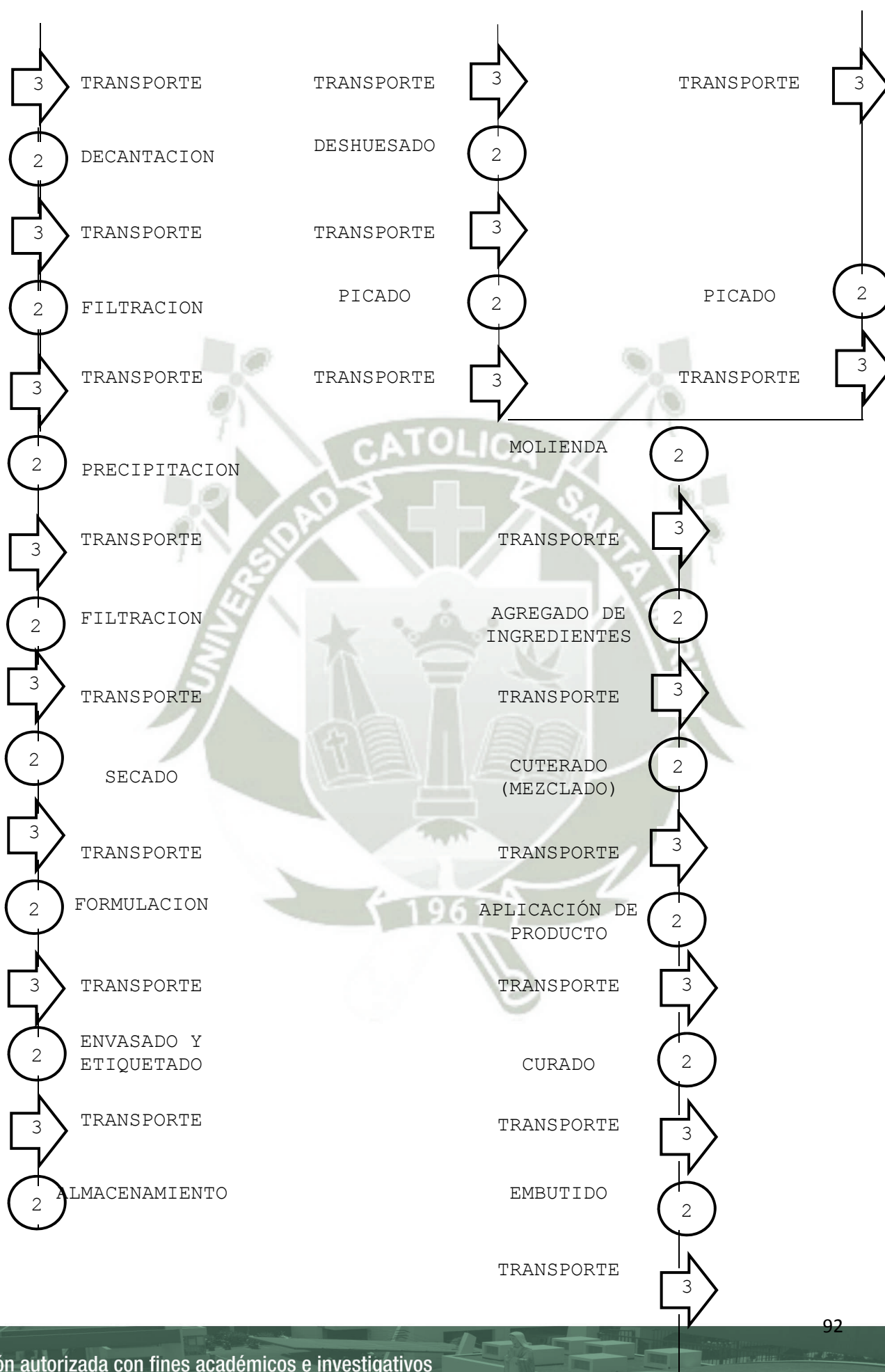
5. DIAGRAMA DE FLUJO

5.1 DIAGRAMA LOGICO

DIAGRAMA N°2

APLICACION DE COLORANTE EN LA ELABORACION DE SALCHICHA HUACHANA





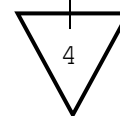
ENVASADO Y
ETIQUETADO



TRANSPORTE



ALMACENAMIENTO



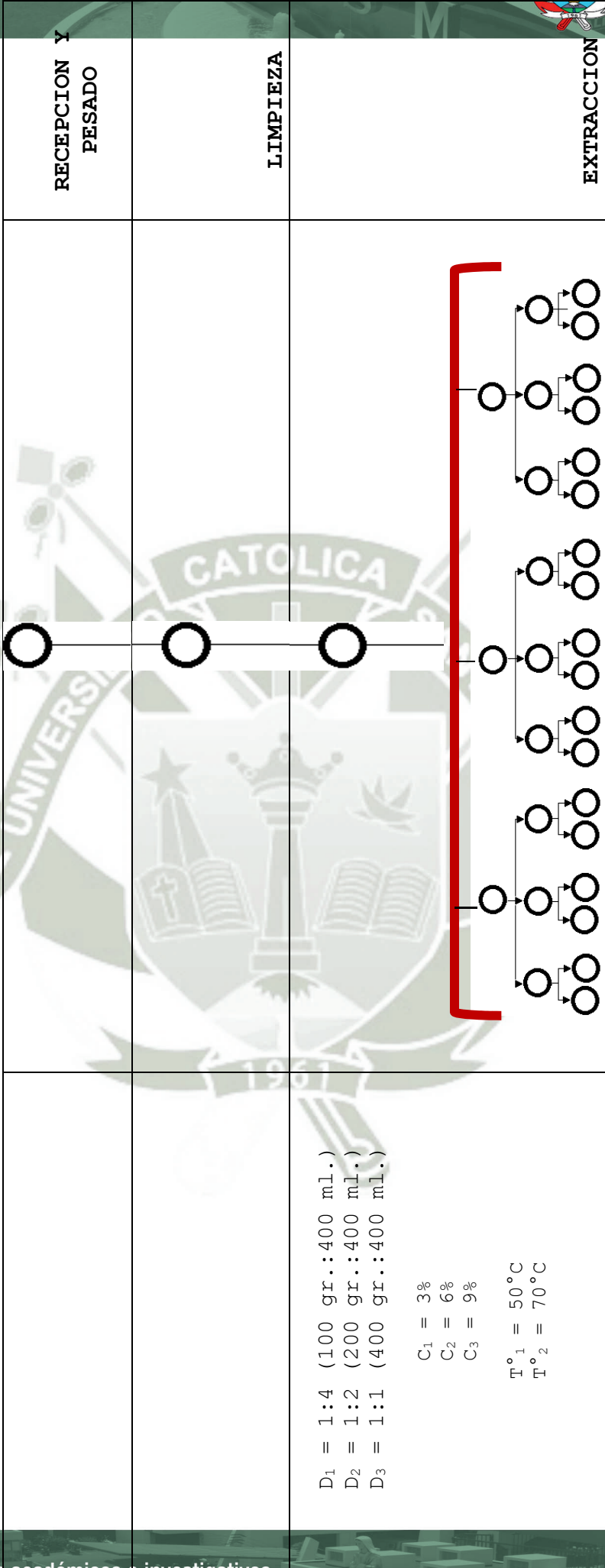
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



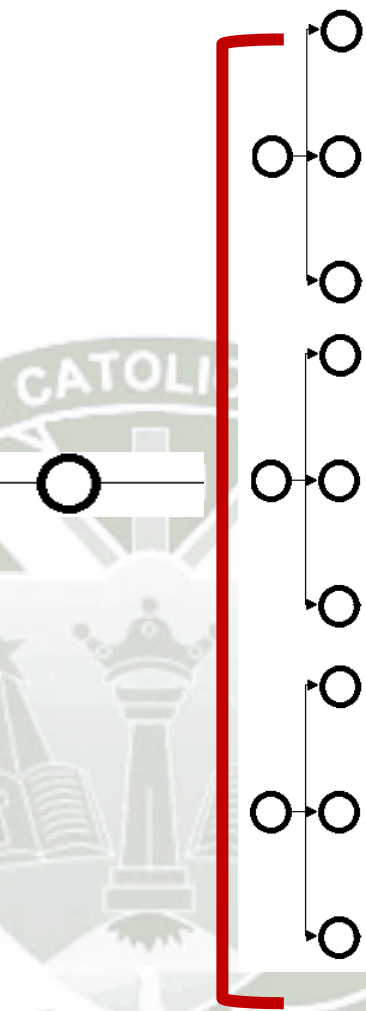
5.2 DIAGRAMA DE BURBUJAS DE LOS EXPERIMENTOS

DIAGRAMA N° 3

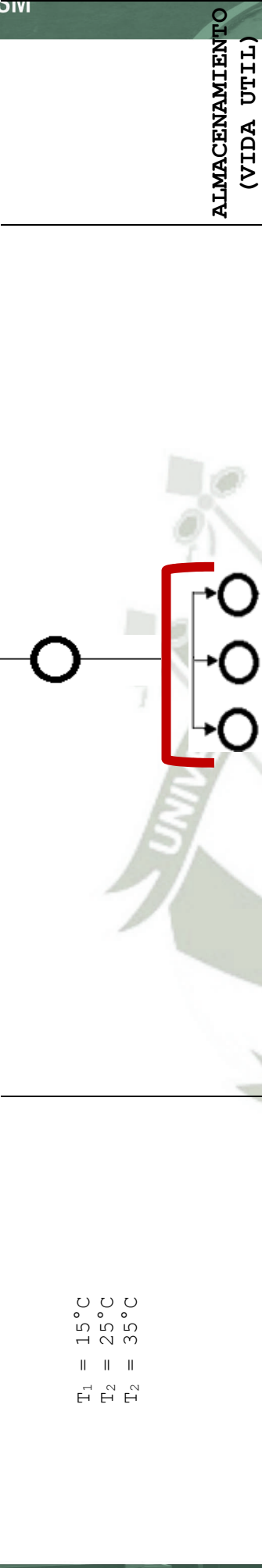
EXTRACCION DE COLORANTE NATURAL NORBIXINA Y SU FORMULACION



FILTRACION	REEXTRACCION 1	FILTRACION	REEXTRACCION 2	FILTRACION

DECANTACION	FILTRACION	PRECIPITACION	FILTRACION
			
		$C_1 = 70\%$ $C_2 = 80\%$ $C_3 = 90\%$ $pH_1 = 2.0$ $pH_2 = 3.0$ $pH_3 = 4.0$	

t₁ = 60 minutos t₂ = 120 minutos T₁ = 60 °C T₂ = 80 °C	</
--	---



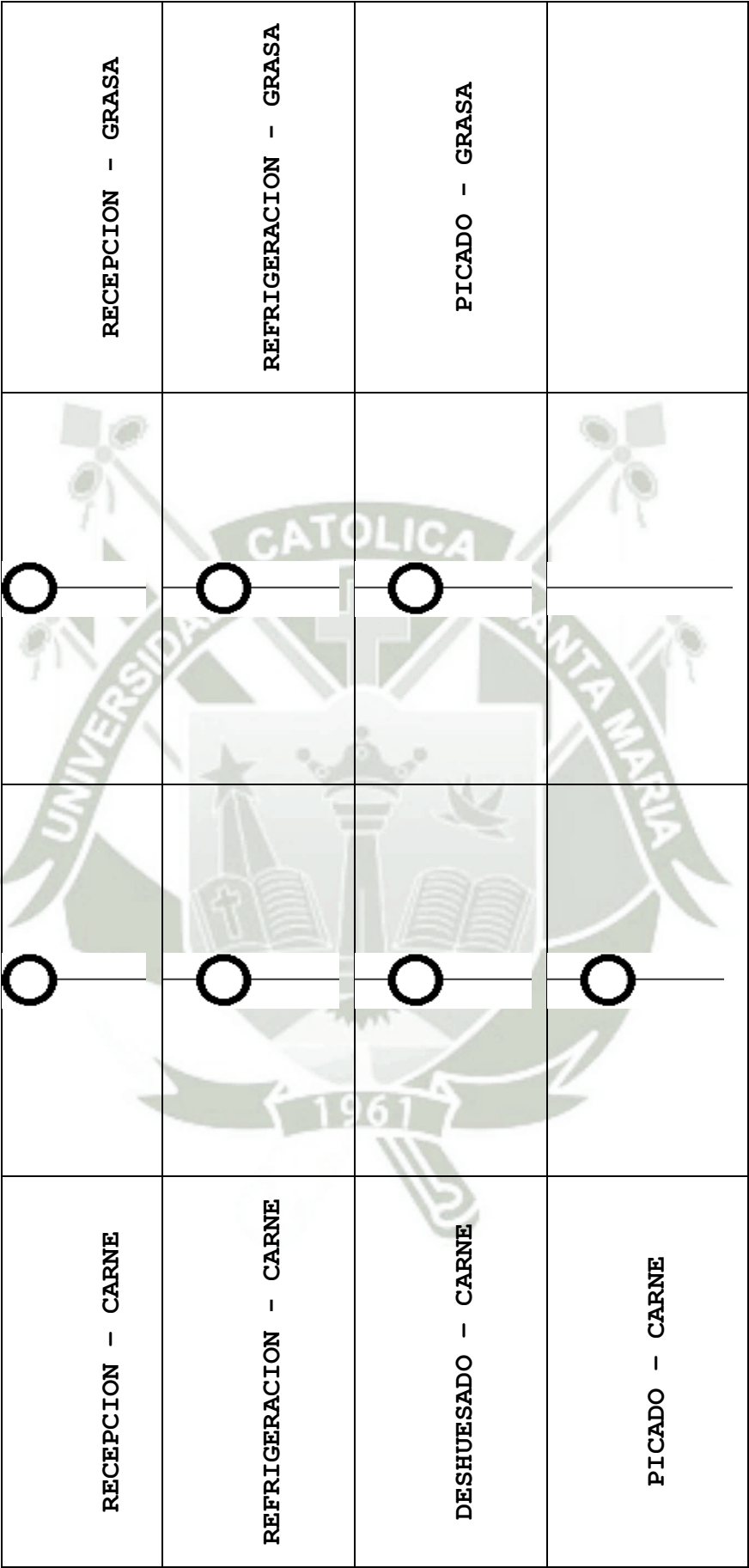
ALMACENAMIENTO
(VIDA UTIL)

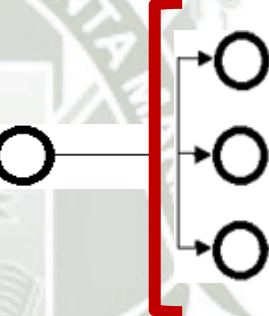
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

$T_1 = 15^{\circ}\text{C}$
 $T_2 = 25^{\circ}\text{C}$
 $T_2 = 35^{\circ}\text{C}$

DIAGRAMA N° 4

APLICACION DE COLORANTE EN LA ELABORACION DE SALCHICHA HUACHANA



MOLIENDA	AGREGADO DE INGREDIENTES	CUTERADO (MEZCLADO)	APLICACIÓN DE PRODUCTO
			
			D ₁ = 4 ml. /kg. D ₂ = 6 ml. /kg. D ₃ = 8 ml. /kg.

CURADO	EMBUTIDO	ENVASADO Y ETIQUETADO	ALMACENAMIENTO
			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

5.3 DIAGRAMA GENERAL EXPERIMENTAL

DIAGRAMA N° 5

DIAGRAMA GENERAL EXPERIMENTAL

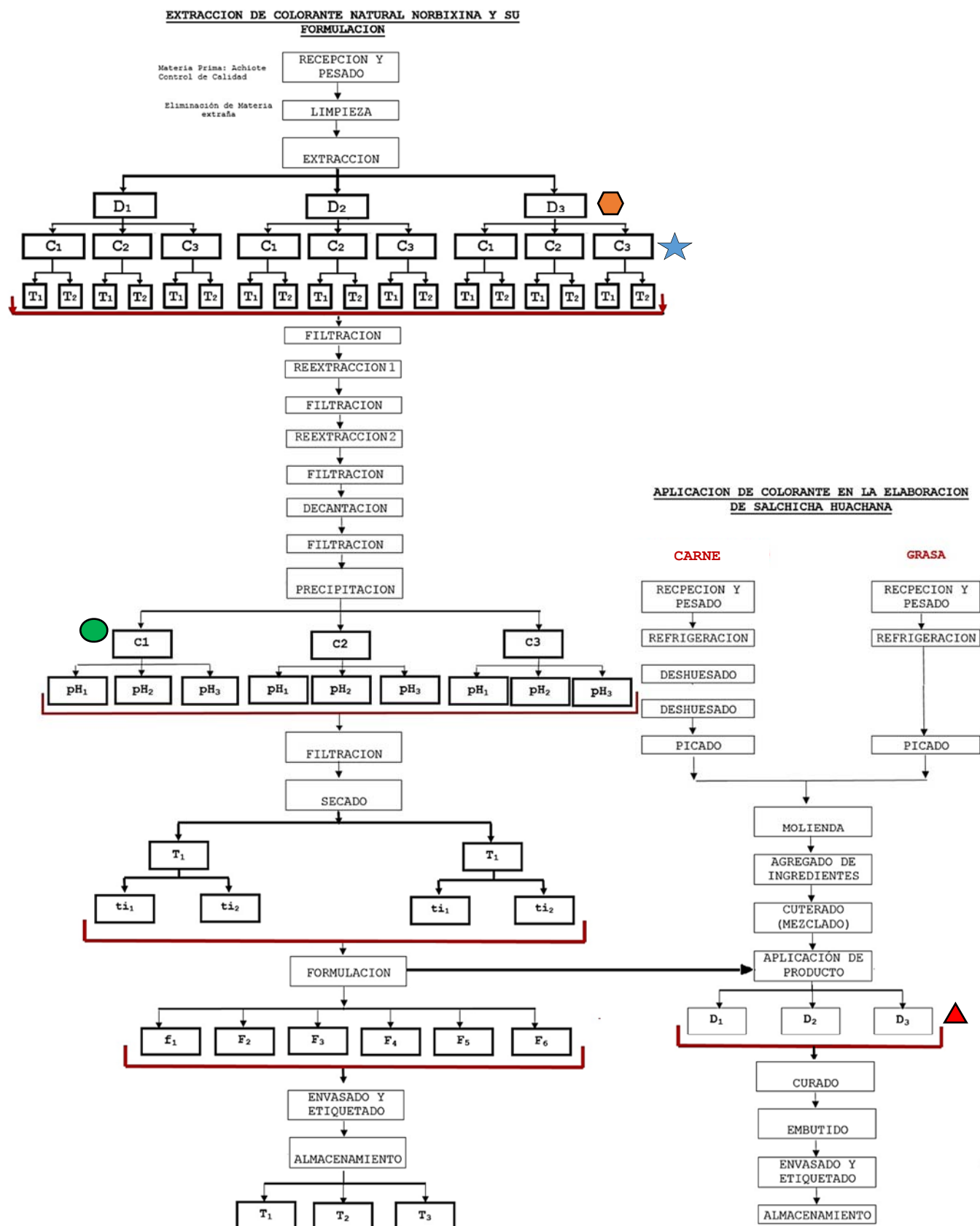


DIAGRAMA N° 5					
LEYENDA					
D	=	Dilución (Semilla:Agua)		pH	= pH
C	=	Concentración de Na(OH)		ti	= tiempo
T	=	Temperatura		F	= Formulación
C	=	Concentración de H ₂ SO ₄		D	= Dosificación 



CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1.1. MATERIA PRIMA

3.1.1.1. ANÁLISIS METALES TOTALES

CUADRO N° 44

ANALISIS METALES TOTALES DE LA MATERIA PRIMA

ANALISIS METALES TOTALES DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (mg./Lt.)		
Plata	0.001	mg./Lt.
Aluminio	0.016	mg./Lt.
Boro	0.065	mg./Lt.
Bario	0.092	mg./Lt.
Calcio	2.389	mg./Lt.
Hierro	0.029	mg./Lt.
Mercurio	0.286	mg./Lt.
Litio	17.030	mg./Lt.
Manganeso	2.996	mg./Lt.
Molibdeno	3.088	mg./Lt.
Sodio	4.585	mg./Lt.
Fosforo	29.71	mg./Lt.
Silicio	0.792	mg./Lt.
Estroncio	0.104	mg./Lt.
Vanadio	0.002	mg./Lt.
Zinc	0.589	mg./Lt.

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

3.1.1.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

CUADRO N° 45

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MATERIA PRIMA (%)

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (%)	
Proteínas	10.93 %
Carbohidratos	67.4 %
Fibra cruda	5.60 %
Grasa	8.47 %
Humedad	8.95 %
Cenizas	4.25 %

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

3.1.1.3. ANÁLISIS SENSORIAL

CUADRO N°46

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA MATERIA PRIMA

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	
Color	Rojizo
Olor	Aromático Característico
Sabor	Característico
Apariencia	Grano pequeño de forma triangular - ovoide y pulposa

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3.1.1.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CUADRO N°47

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MATERIA PRIMA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA SEMILLA DE ACHIOTE	
Aerobios Mesofilos	200 ufc/gr
Hongos	100 ufc/gr
Levaduras	100 ufc/gr
Coliformes totales	No mayor de 3 col /gr.
E. Coli	Negativo
Salmonella	Ausencia /25 gr.

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

3.1.2. EXPERIMENTO N°1: EXTRACCION

En este experimento se procedió a extraer el "EXTRACTO COLORANTE" de la semilla de Achiote utilizando 3 Diluciones, 3 Concentraciones y 2 Temperaturas.

❖ **VARIABLES:**

➤ Cantidad de semilla de Achiote

$D_1 = 1:4$ (100 gr.:400 ml.)

$D_2 = 1:2$ (200 gr.:400 ml.)

$D_3 = 1:1$ (400 gr.:400 ml.)

➤ Concentración de Solución de Na(OH)

$$C_1 = 3\%$$

$$C_2 = 6\%$$

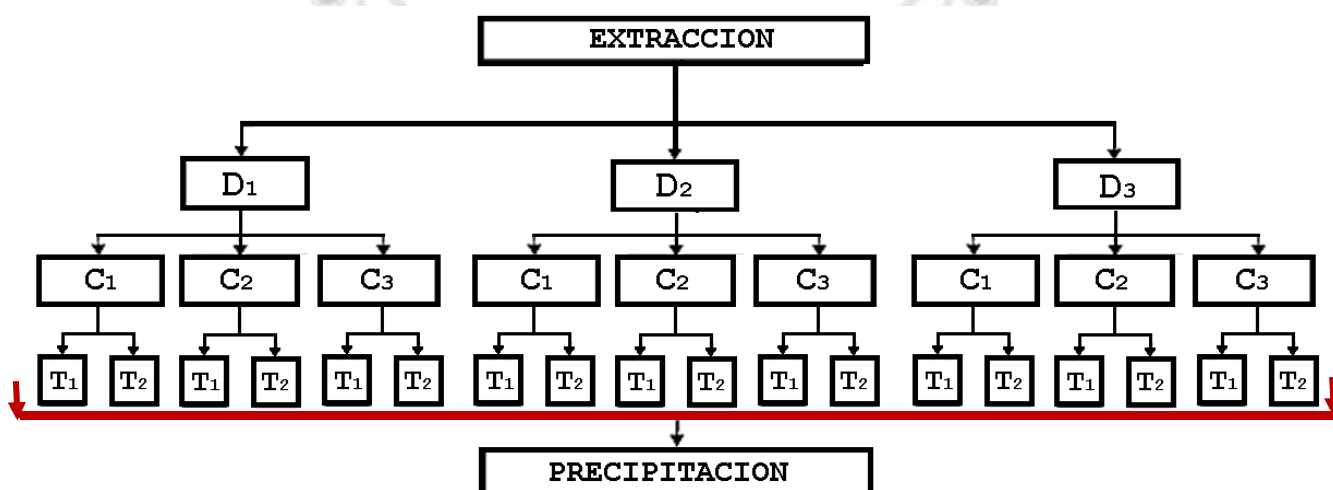
$$C_3 = 9\%$$

➤ Temperatura para la extracción

$$T^{\circ}_1 = 50^{\circ}\text{C}$$

$$T^{\circ}_2 = 70^{\circ}\text{C}$$

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

D = Dilución (Semilla: Solución de Na(OH))

C = Concentración de Na(OH)

T = Temperatura

El experimento es factorial de $3 \times 3 \times 2$ aplicando un diseño completamente al azar con tres repeticiones y tres diseños de bloques completamente al azar; y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ RESULTADOS

CUADRO N° 48

RESULTADOS DE LA EXTRACCION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

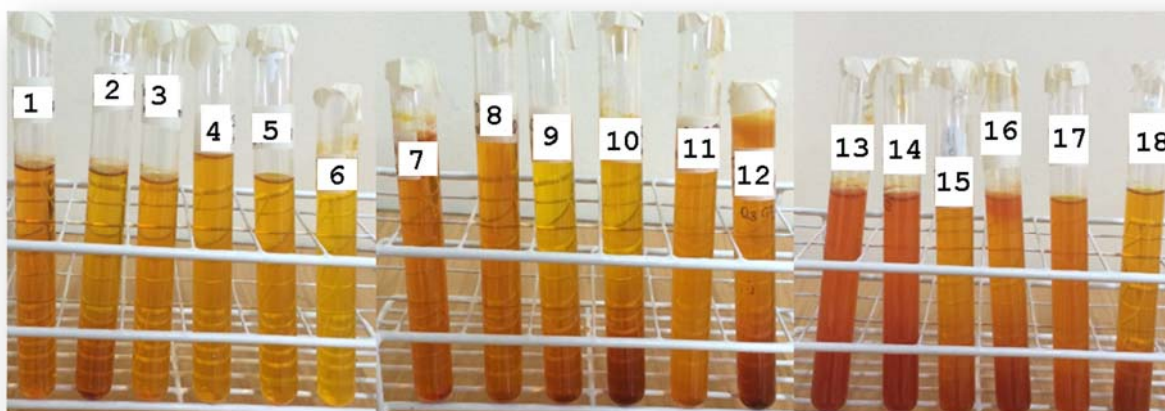
CONTROLES	REP	D1						D2						D3					
		C1		C2		C3		C1		C2		C3		C1		C2		C3	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Turbidez	1	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	4
Turbidez	2	3	3	3	3	3	4	2	2	4	3	2	2	2	1	3	2	1	4
Turbidez	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	1	2	3	2	1	4
Turbidez	4	3	2	3	2	2	4	2	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	3
Turbidez	5	3	3	2	3	3	4	2	2	4	3	2	2	1	1	3	2	1	4
Turbidez	6	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	1	4
Turbidez	7	2	2	3	2	3	4	2	2	3	3	1	1	1	1	2	2	2	3
Turbidez	8	3	3	3	3	3	3	2	2	4	3	2	2	1	1	3	2	1	4
Turbidez	9	3	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	1	3	2	1	4
Color	1	2	3	3	3	3	2	4	4	1	3	3	4	5	2	3	4	4	3
Color	2	4	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	5	5	3	4	4	3
Color	3	5	3	4	4	4	2	4	4	3	3	3	4	5	5	3	4	4	3
Color	4	5	3	3	3	3	2	4	4	1	3	3	4	5	5	3	4	4	3
Color	5	5	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	5	4	3	4	4	3
Color	6	5	3	4	4	4	2	4	4	3	3	3	4	5	5	3	4	4	3
Color	7	5	3	3	3	3	2	4	4	1	3	3	4	5	5	3	4	4	3
Color	8	5	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3	3	5	5	3	4	4	3
Color	9	1	3	4	4	4	2	4	4	3	3	3	4	5	2	3	4	4	3
Impurezas Residuales	1	3	2	4	4	4	4	3	4	3	1	3	3	4	4	4	4	4	3

Impurezas Residuales	2	4	2	4	4	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	4	3		
Impurezas Residuales	3	4	2	4	4	4	4	3	3	3	1	2	4	4	4	3	3		
Impurezas Residuales	4	4	2	4	4	4	4	3	4	3	1	3	4	4	4	4	3		
Impurezas Residuales	5	4	2	4	4	4	4	3	3	2	1	3	4	4	4	4	3		
Impurezas Residuales	6	4	2	4	4	4	4	3	3	3	1	2	4	4	4	3	3		
Impurezas Residuales	7	4	2	4	4	4	4	3	4	3	1	3	4	4	4	4	3		
Impurezas Residuales	8	4	2	4	4	4	4	3	3	2	1	3	4	4	4	4	3		
Impurezas Residuales	9	4	2	4	4	4	4	3	3	3	1	2	4	4	4	3	3		
% Norbixina	1	0.556	0.588	0.302	0.362	0.151	0.12	0.742	0.967	0.974	1.043	0.878	0.906	1.609	1.846	1.054	0.994	1.492	1.713
% Norbixina	2	0.566	0.585	0.312	0.362	0.146	0.12	0.742	0.963	0.972	1.041	0.875	0.899	1.607	1.844	1.050	0.990	1.483	1.705
% Norbixina	3	0.556	0.591	0.308	0.364	0.152	0.124	0.737	0.97	0.981	1.05	0.878	0.906	1.609	1.847	1.057	0.995	1.487	1.717

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

IMAGEN N° 2

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1: EXTRACCION DE NORBIXINA



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM (0.1 ml. de Muestra + 15 ml. de Agua)

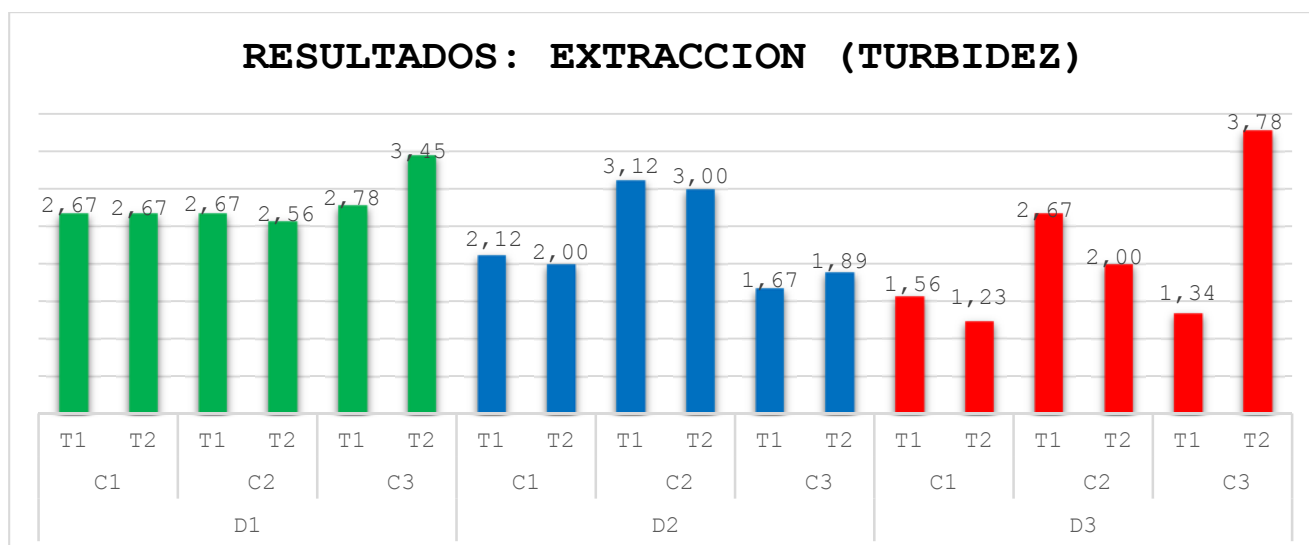
LEYENDA:

D1	1 : 4	D2	1 : 2	D3	1 : 1
C1	3% de Na (OH)	C2	6% de Na (OH)	C3	9% de Na (OH)
T1	50 ° C	T2	70 ° C		

1	D1C1T1
2	D1C1T2
3	D1C2T1
4	D1C2T2
5	D1C3T1
6	D1C3T2

7	D2C1T1
8	D2C1T2
9	D2C2T1
10	D2C2T2
11	D2C3T1
12	D2C3T2

13	D3C1T1
14	D3C1T2
15	D3C2T1
16	D3C2T2
17	D3C3T1
18	D3C3T2

GRAFICO N°6


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 1

ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, TURBIDEZ (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	2.0000	2.0000	9.8863	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	11.3087	5.6544	27.9506	4.82
SC (DILUCION)	2	14.1605	7.0803	34.9990	4.82
SC (T*C)	2	16.1482	8.0741	39.9115	4.82
SC (T*D)	2	1.5926	0.7963	3.9362	4.82
SC (C*D)	4	21.4692	5.3673	26.5314	3.51
SC (T*C*D)	4	12.0371	3.0093	14.8754	3.51
SC (BLOQUES)	8	2.4939	0.3118	1.5413	2.69
ERROR	136	27.5062	0.2023		
TOTAL	161	108.7161			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 2
ANALISIS DE FACTORES (T_xC) (TEMPERATURA x CONCENTRACION), TURBIDEZ

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
Sc (T1C)	2	35.6297	17.8149	88.0618	4.82
Sc (T2C)	2	46.7408	23.3704	115.5235	4.82
Sc (C1T)	2	0.8889	0.4445	2.1972	4.82
Sc (C2T)	1	3.5556	3.5556	17.5759	6.89
Sc (C3T)	1	50.0001	50.0001	247.1582	6.89
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 3
ANALISIS DE FACTORES (C_xD) - (CONCENTRACION x DILUCION), TURBIDEZ

FV	GL	SC	CM	FC	F _t 1%
Sc (C1D)	2	29.4075	14.7038	72.6831	4.82
Sc (C2D)	2	9.5556	4.7778	23.6174	4.82
Sc (C3D)	2	32.2963	16.1482	79.8230	4.82
Sc (D1C)	2	5.4075	2.7038	13.3653	4.82
Sc (D2C)	1	32.5186	32.5186	160.7444	6.89
Sc (D3C)	1	27.6297	27.6297	136.5779	6.89
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 4
ANALISIS DE FACTORES (T_xC_xD) (TEMPERATURA x CONCENTRACION x DILUCION), TURBIDEZ

FV	GL	SC	CM	FC	F _t 1%
Sc (D1CT)	2	6.7963	3.3982	16.7978	4.82
Sc (D2CT)	2	32.5186	16.2593	80.3722	4.82
Sc (D3CT)	2	37.0186	18.5093	91.4943	4.82
Sc (C1TD)	2	30.2963	15.1482	74.8799	4.82
Sc (C2TD)	2	13.1112	6.5556	32.4053	4.82
Sc (C3TD)	2	82.2963	41.1482	203.4019	4.82
Sc (T1CD)	4	65.0371	16.2593	80.3722	3.51
Sc (T2CD)	4	64.5926	16.1482	79.8230	3.51
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

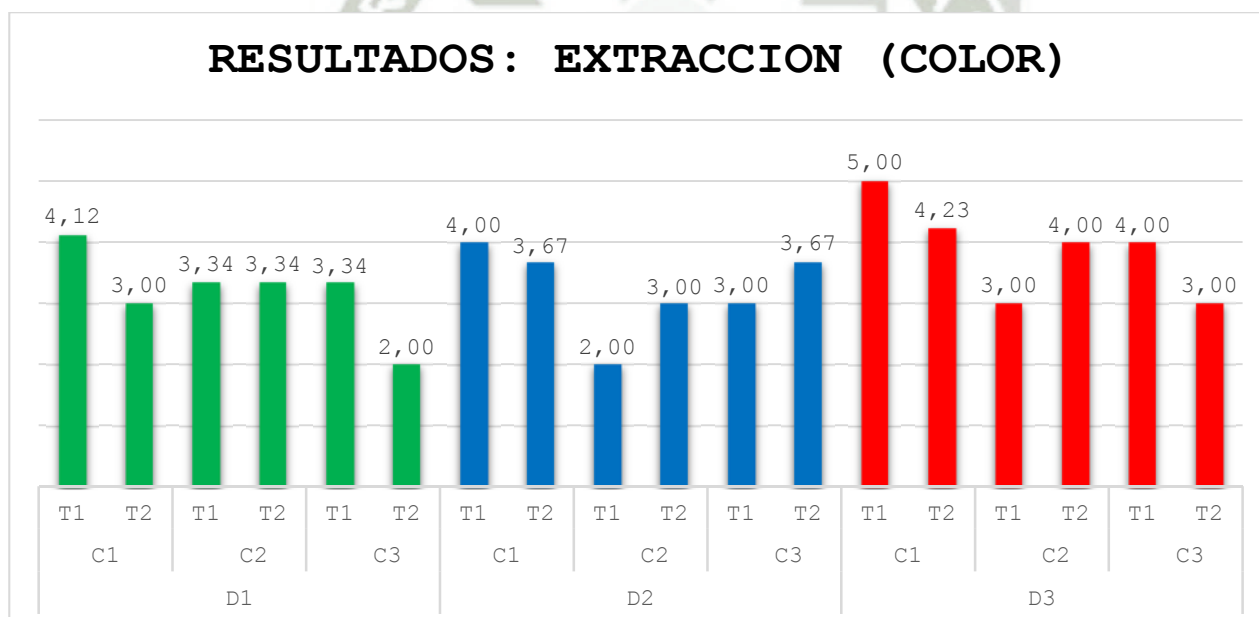
❖ DISCUSION DE RESULTADOS PARA TURBIDEZ

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°1** se observa, que para los tratamientos: "CONCENTRACIÓN" y "DILUCIÓN" hay diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos seleccionados son diferentes entre sí; seguidamente se pasa a realizar la prueba de Tukey para ambos tratamientos "Concentración y Dilución" (**ANEXO N° "3"**) .
- Para las interacciones "CONCENTRACION CON TEMPERATURA", "DILUCION CON CONCENTRACION" Y "TEMPERATURA CON CONCENTRACION Y CON DILUCION", hay diferencia significativa, por ende es necesario conocer que variable influyen mayor grado en el proceso; por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "CONCENTRACIÓN" $C1 = 3\%$, $C2 = 6\%$, $C3 = 9\%$ (**ANEXO N° "3"**) , para la concentración C2 y C3 no hay diferencia lo que indica que los tratamientos son iguales.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "DILUCIÓN" $D1 = 1:4$, $D2 = 1:2$, $D3 = 1:1$ (**ANEXO N° "3"**) , para la dilución D2 y D3 no hay diferencia lo que indica que los tratamientos son iguales.
- En la **TABLA N°2**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACIÓN"; se observa que la Concentración tiene diferencia altamente significativa cuando se combina con la Temperatura $T^{\circ}1$ y $T^{\circ}2$. Cuando las Temperaturas (T_1 y T_2) se combina con la concentración C2 y C3 hay diferencia significativa con la concentración C2 y hay diferencia altamente significativa con la concentración C3, lo que no ocurre con la concentración C1.

- En la **TABLA N°3**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N°4**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACION Y CON DILUCION"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En el **GRAFICO N°6** se observa que a $D_1C_3T_2$ y a $D_3C_3T_2$ se obtienen un mejor resultado para la turbidez.

GRAFICO N°7

RESULTADOS: EXTRACCION (COLOR)



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 5
ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	1.7840	1.7840	5.6420	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	26.7778	13.3889	42.3431	4.82
SC (DILUCION)	2	16.0371	8.0186	25.3593	4.82
SC (T*C)	2	15.7902	7.8951	24.9687	4.82
SC (T*D)	2	10.7531	5.3766	17.0038	4.82
SC (C*D)	4	12.0741	3.0186	9.5465	3.51
SC (T*C*D)	4	3.9507	0.9877	3.1237	3.51
SC (BLOQUES)	8	5.4445	0.6806	2.1524	2.69
ERROR	136	43.0000	0.3162		
TOTAL	161	135.6112			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 6
ANALISIS DE FACTORES (T x C) (TEMPERATURA x CONCENTRACION), COLOR

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
Sc (T1C)	2	103.6297	51.8149	163.8795	4.82
Sc (T2C)	2	24.0741	12.0371	38.0707	4.82
Sc (C1T)	2	22.2223	11.1112	35.1422	4.82
Sc (C2T)	1	18.0000	18.0000	56.9303	6.89
Sc (C3T)	1	12.5000	12.5000	39.5349	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 7
ANALISIS DE FACTORES (C x D) (CONCENTRACION x DILUCION), COLOR

FV	GL	SC	CM	FC	F _t 1%
Sc (C1D)	2	21.5556	10.7778	34.0854	4.82
Sc (C2D)	2	20.6667	10.3334	32.6799	4.82
Sc (C3D)	2	14.0000	7.0000	22.1379	4.82
Sc (D1C)	2	15.4075	7.7038	24.3637	4.82
Sc (D2C)	1	32.6667	32.6667	103.3102	6.89
Sc (D3C)	1	29.6297	29.6297	93.7056	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 8
ANÁLISIS DE FACTORES (T x D) (TEMPERATURA x DILUCIÓN), COLOR

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1D)	2	40.9630	20.4815	64.7787	4.82
Sc (T2D)	2	39.4075	19.7038	62.3187	4.82
Sc (D1T)	1	26.8889	26.8889	85.0440	6.89
Sc (D2T)	1	8.0000	8.0000	25.3024	6.89
Sc (D3T)	1	2.7223	2.7223	8.6099	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISCUSION DE RESULTADOS PARA COLOR

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°5** se observa, que para los tratamientos: "CONCENTRACIÓN" y "DILUCIÓN" hay diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos seleccionados son diferentes entre sí; seguidamente se pasa a realizar la prueba de Tukey para ambos tratamientos.
- Para las interacciones: "TEMPERATURA CON CONCENTRACION", "TEMPERATURA CON DILUCION", Y "CONCENTRACION CON DILUCION", hay diferencia significativa, por ende es necesario conocer que variable influyen mayor grado en el proceso; por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el Tratamiento: "CONCENTRACIÓN" C1 = 3%, C2 = 6%, C3 = 9% (**ANEXO N° "3"**), para el tratamiento C2 y C3 no hay diferencia lo que indica que los tratamientos son iguales.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el Tratamiento: "DILUCIÓN" D1 = 1/4, D2 = 1/2, D3 = 1/1 (**ANEXO N° "3"**), para las diluciones D1 Y D2 no hay diferencia significativa, lo que indica que los tratamientos son iguales.

- En la **TABLA N°6**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACIÓN"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N°7**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N°8**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON DILUCIÓN"; se observa que la Dilución (D_1 , D_2 y D_3) tiene diferencia significativa cuando se combina con la Temperatura $T^{\circ}1$ y $T^{\circ}2$.; y cuando la Temperatura se combina con la Dilución D_1 y D_2 hay diferencia significativa, lo que no ocurre con la Dilución D_3 .
- En el **GRAFICO N°7** se observa que a $D_3C_1T_1$ y a $D_3C_1T_2$ se obtienen un mejor resultado para el color.

GRAFICO N°8


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 9
ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, IMPUREZAS (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	13.6359	13.6359	142.3372	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	0.6050	0.3025	3.1576	4.82
SC (DILUCION)	2	58.3828	29.1914	304.7119	4.82
SC (T*C)	2	0.1605	0.0803	0.8382	4.82
SC (T*D)	2	0.3828	0.1914	1.9979	4.82
SC (C*D)	4	31.4321	7.8581	82.0261	3.51
SC (T*C*D)	4	21.8766	5.4692	57.0898	3.51
SC (BLOQUES)	8	1.8642	0.2331	2.4332	2.69
ERROR	136	13.0247	0.0958		
TOTAL	161	141.3642			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°10
ANALISIS DE FACTORES (C x D) (CONCENTRACION x DILUCION), IMPUREZAS

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (C1D)	2	22.2963	11.1482	116.3695	4.82
Sc (C2D)	2	104.6667	52.3334	546.2777	4.82
Sc (C3D)	2	52.6667	26.3334	274.8789	4.82
Sc (D1C)	2	26.7408	13.3704	139.5658	4.82
Sc (D2C)	1	32.6667	32.6667	340.9885	6.89
Sc (D3C)	1	4.6667	4.6667	48.7129	6.89
ERROR	136	13.0247	0.0958		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

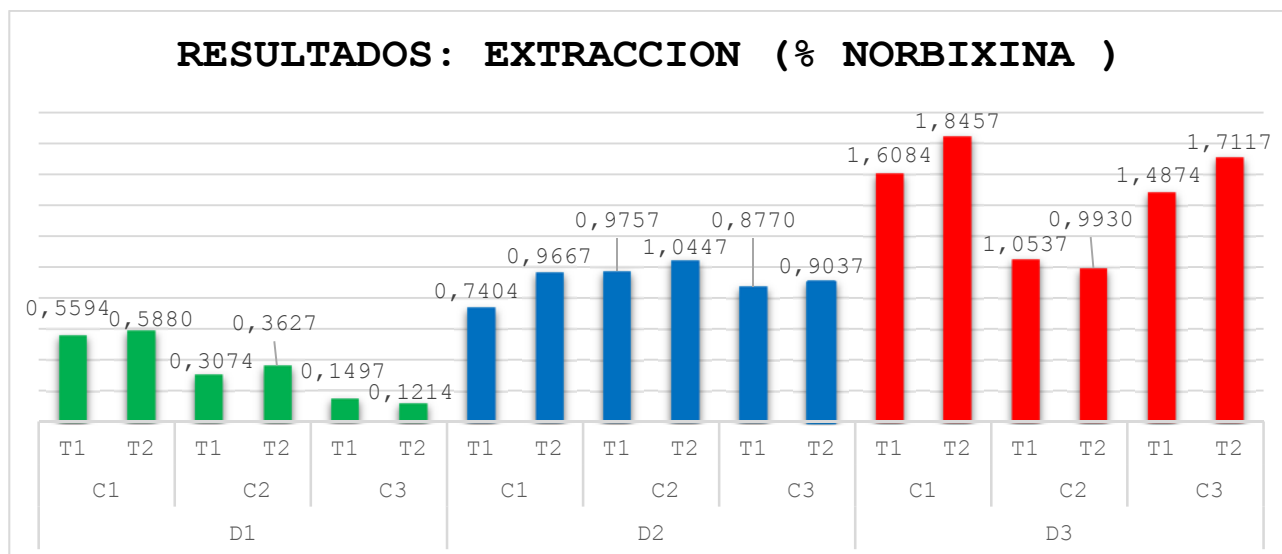
TABLA N°11
ANALISIS DE FACTORES (T x C x D) (TEMPERATURA X CONCENTRACION x DILUCION), IMPUREZAS

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (D1CT)	2	42.7963	21.3982	223.3633	4.82
Sc (D2CT)	2	50.6667	25.3334	264.4405	4.82
Sc (D3CT)	2	12.6667	6.3334	66.1106	4.82
Sc (C1TD)	2	33.1852	16.5926	173.2004	4.82
Sc (C2TD)	2	122.6667	61.3334	640.2234	4.82
Sc (C3TD)	2	65.1667	32.5834	340.1190	4.82
Sc (T1CD)	4	78.5926	19.6482	205.0960	3.51
Sc (T2CD)	4	100.0000	25.0000	260.9603	3.51
ERROR	136	13.0247	0.0958		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **DISCUSION DE RESULTADOS PARA IMPUREZAS RESIDUALES**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°9** se observa, que para el tratamiento: "DILUCIÓN" hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se pasa a realizar la prueba de Tukey para este tratamiento.
Para las interacciones: ""CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN" y "TEMPERATURA CON CONCENTRACION Y CON DILUCION", hay diferencia significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "DILUCIÓN" $D1 = 1/4$, $D2 = 1/2$, $D3 = 1/1$ (**ANEXO N° "3"**), para las diluciones D1 y D3 no hay diferencia significativa, lo que indica que estas diluciones son iguales.
- En la **TABLA N°10**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N°11**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACION Y CON DILUCION"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En el **GRAFICO N°8** se observa que a $D_2C_2T_2$ presenta una mayor precipitación con respecto a los demás.

GRAFICO N°9


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°12

ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (TEMPERATURA)	1	0.1011	0.1011	1011	7.39
SC (CONCENTRACION)	2	0.6420	0.3210	3210	5.25
SC (DILUCION)	2	10.9318	5.4659	54659	5.25
SC (T*C)	2	0.0470	0.0235	235	5.25
SC (T*D)	2	0.0328	0.0164	164	5.25
SC (C*D)	4	1.7029	0.4258	4258	3.89
SC (T*C*D)	4	0.0769	0.0193	193	3.89
ERROR	36	0.0005	0.0001		
TOTAL	53	13.5347			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°13

ANALISIS DE FACTORES (T x C) (TEMPERATURA x CONCENTRACION), % NORBIXINA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1C)	2	0.5132	0.2566	2566	5.25
Sc (T2C)	2	1.5536	0.7768	7768	5.25
Sc (C1T)	2	0.3636	0.1818	1818	5.25
Sc (C2T)	1	0.0061	0.0061	61	7.39
Sc (C3T)	1	0.0744	0.0744	744	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°14

**ANALISIS DE FACTORES (C x D) (CONCENTRACION x DILUCION) ,
%NORBIXINA**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (C1D)	2	8.686	4.343	43430	5.25
Sc (C2D)	2	3.7194	1.8597	18597	5.25
Sc (C3D)	2	12.864	6.432	64320	5.25
Sc (D1C)	2	1.1551	0.5776	5776	5.25
Sc (D2C)	1	0.1611	0.1611	1611	7.39
Sc (D3C)	1	3.3735	3.3735	33735	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°15

**ANALISIS DE FACTORES (T x D) (TEMPERATURA x DILUCION) ,
%NORBIXINA**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1D)	2	14.7238	7.3619	73619	5.25
Sc (T2D)	2	18.1698	9.0849	90849	5.25
Sc (D1T)	1	0.0047	0.0047	47	7.39
Sc (D2T)	1	0.1556	0.1556	1556	7.39
Sc (D3T)	1	0.2413	0.2413	2413	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°16

**ANALISIS DE FACTORES (T x C x D) (TEMPERATURA x CONCENTRACION x
DILUCION) , % NORBIXINA**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (D1CT)	2	1.1597	0.5799	5799	5.25
Sc (D2CT)	2	0.3166	0.1583	1583	5.25
Sc (D3CT)	2	3.6147	1.8074	18074	5.25
Sc (C1TD)	2	9.0496	4.5248	45248	5.25
Sc (C2TD)	2	3.7254	1.8627	18627	5.25
Sc (C3TD)	2	12.9384	6.4692	64692	5.25
Sc (T1CD)	4	15.2369	3.8093	38093	3.89
Sc (T2CD)	4	19.7234	4.9309	49309	3.89
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **DISCUSION DE RESULTADOS PARA EL % DE NORBIXINA**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N° 12** se observa, que para los tratamientos: "CONCENTRACIÓN" y "DILUCIÓN" hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se pasa a realizar la prueba de tukey para ambos tratamientos.

Para las interacciones: "CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN", "TEMPERATURA CON CONCENTRACION", "TEMPERATURA CON DILUCION" y "TEMPERATURA CON CONCENTRACION" Y CON DILUCION", hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.

- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "CONCENTRACIÓN" $C1 = 3\%$, $C2 = 6\%$, $C3 = 9\%$ (**ANEXO N° "3"**), para todos las concentraciones $C1$, $C2$ y $C3$ hay diferencia significativa; lo que indica que las concentraciones evaluadas son distintas.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "DILUCIÓN" $D1 = 1/4$, $D2 = 1/2$, $D3 = 1/1$ (**ANEXO N° "3"**), para todos las diluciones $D1$, $D2$ y $D3$ hay diferencia significativa, lo que indica que las diluciones evaluadas son distintas.
- En la **TABLA N° 13**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACION"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N° 14**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON DILUCIÓN"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

- En la **TABLA N° 15**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON DILUCION"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.
- En la **TABLA N° 16**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON CONCENTRACION" Y CON DILUCION"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

❖ CONCLUSION

- Luego de realizar el análisis estadístico para el experimento 1: Extracción del extracto colorante de la semilla de achiote; llegamos a la conclusión que la mejor dilución es $D_3 = 1:1$, ya que presenta mayor % de Norbixina; la mejor concentración es $C_1 = 3\%$ y la mejor temperatura es $T_2 = 70^\circ\text{C}$. Así como se observa en el **GRAFICA N°9** donde presenta una mayor concentración de Norbixina y color.
- A pesar de que a $D_3C_1T_2$ presenta alta turbidez se solucionara con el proceso de filtrado.
- En el **GRAFICO N°8** se observa que para estas condiciones no reporta presencia de impurezas residuales.

❖ MODELOS MATEMATICOS

✓ CÁLCULO DE CALOR ESPECÍFICO.

$$C_{p_{\text{extracto}}} = \frac{(C_{p_A} \star \text{Masa}_A) + (C_{p_B} \star \text{Masa}_B)}{\text{Masa}_A + \text{Masa}_B}$$

Dónde:

$C_{p_{\text{extracto}}}$ = Calor específico del extracto en Kcal/Kg°C

C_{p_A} = Calor específico de la Semilla en Kcal/Kg°C

$Masa_A$ = Masa de la semilla en Kg.

C_{p_B} = Calor específico del Solvente en Kcal/Kg°C

$Masa_B$ = Masa del solvente en Kg.

Reemplazando:

$C_{p_A} = 0.401 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$Masa_A = 0.400 \text{ Kg}$

$C_{p_B} = 0.350 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$Masa_B = 0.400 \text{ Kg}$

Calculando:

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = \frac{(0.401 * 0.402) + (0.350 * 0.400)}{0.800}$$

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = 0.376 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

✓ **CALOR REQUERIDO PARA LA EXTRACCIÓN:**

$$Q_{\text{extracción}} = m * C_{p_{\text{extracto}}} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

m = Peso del extracto colorante (Kg)

$C_{p_{\text{extracto}}}$ = Calor específico del extracto colorante (Kcal/Kg°C)

T_2 = Temperatura final (°C)

T_1 = Temperatura inicial (°C)

Reemplazando:

$Masa = 0.800 \text{ gr.}$

$C_{p_{\text{extracto}}} = 0.376 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_1 = 25^\circ\text{C}$

Calculando:

$$Q_{\text{extracción}} = 0.802 * 0.376 * (70-25)$$

$$Q_{\text{extracción}} = 13.536 \text{ Kcal}$$

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

Reemplazando:

MI = Semilla de Achiote + Solución
de Na(OH)

$$MI = 400.002 \text{ g.} + 400 \text{ g.}$$

$$MI = 800.002 \text{ g.}$$

**EXTRACCION DE
COLORANTE**

MS = Extracto Colorante +
Semilla Agotada

$$MS = 225.5949 \text{ g.} +$$

$$558.9422 \text{ g.}$$

$$MS = 784.5371 \text{ g.}$$

✓ **% DE NORBIXINA EN E** **MA** = Materia Acumulada
MA = 15.4649 g.

1. Tomar 1 ml de extracto en un Erlenmeyer de 250 ml.
2. Agregar 4 ml de KOH al 45 %
3. Agregar 35 ml de agua destilada
4. Tomar dilución de 1 ml en una fiola de 100 ml
5. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca
6. Leer la Absorbancia a 452.5 nm

Calculo:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{EXTRACTO COLORANTE}) = \frac{(ABS_{452.5nm}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diámetro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 6).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

$$C = \frac{1 \text{ ml} * \frac{1 \text{ ml}}{(4 \text{ ml} + 35 \text{ ml})}}{0.1 \text{ Lt}}$$

$$C = 0.25 \text{ ml} / \text{Lt}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina (EXTRACTO COLORANTE)} = \frac{(ABS_{452.5 \text{ nm}}) (100)}{(1) (0.25) (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina (EXTRACTO COLORANTE)} = 1.394 (ABS_{452.5 \text{ nm}})$$

Reemplazando:

$$\% \text{ Norbixina (EXTRACTO COLORANTE)} = 1.394 (1.324)$$

$$\% \text{ Norbixina (EXTRACTO COLORANTE)} = 1.8457\%$$

3.1.3. EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACION

Se procedió a concentrar "EXTRACTO COLORANTE NORBIXINA" que se obtuvo en la decantación, utilizando 3 concentraciones de H₂SO₄ y a 3 pH, en donde se obtiene "PASTA DE NORBIXINA".

❖ **VARIABLES:**

➤ Concentración de Ácido Sulfúrico.

$$C_1 = 70\%$$

$$C_2 = 80\%$$

$$C_3 = 90\%$$

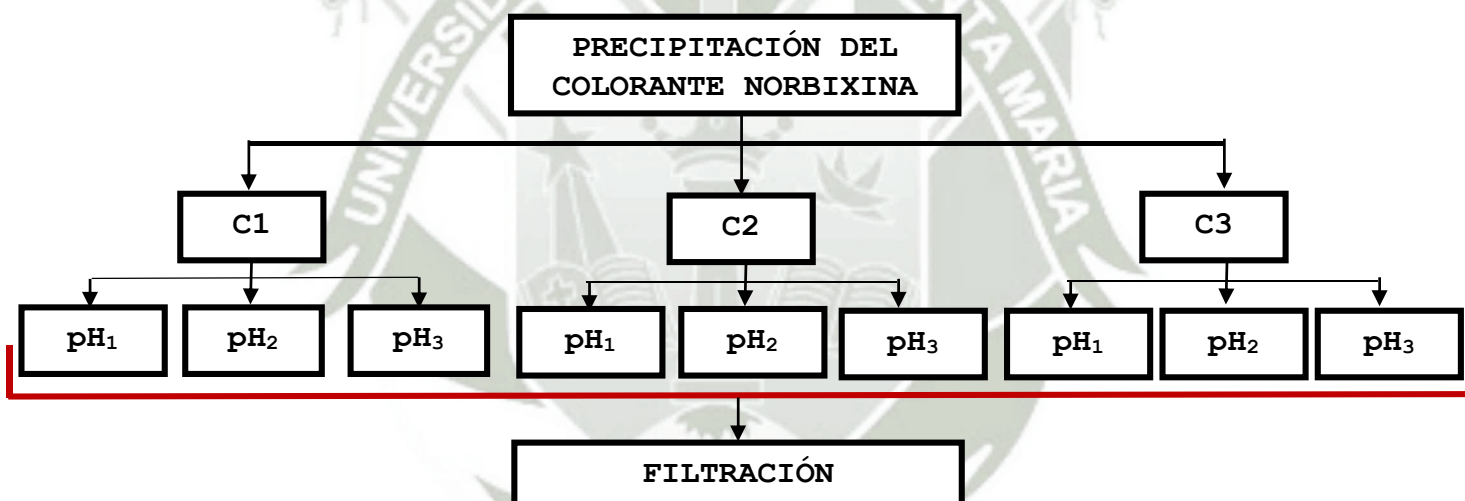
➤ pH:

$$pH_1 = 2.0$$

$$pH_2 = 3.0$$

$$pH_3 = 4.0$$

❖ **DISEÑO EXPERIMENTAL:**



Leyenda:

C = Concentración de H_2SO_4

pH = pH

El experimento es factorial de 3x3 aplicando un diseño completamente al azar con tres repeticiones y dos diseños de bloques completamente al azar. Y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ RESULTADOS

CUADRO N° 49
RESULTADOS DE LA PRECIPITACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

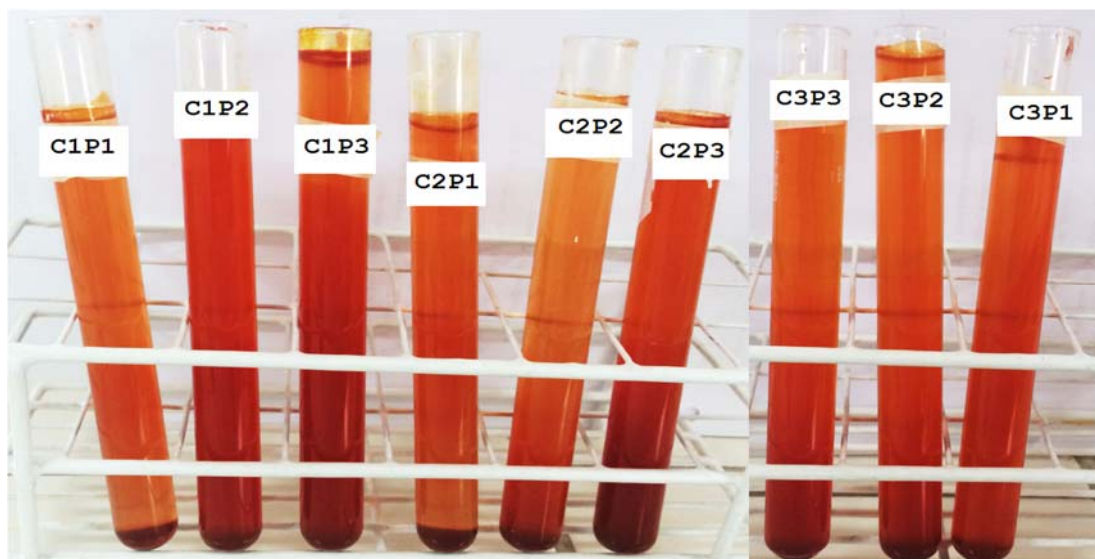
CONTROLES	REP	C1			C2			C3		
		P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Sedimentación	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2
Sedimentación	2	1	3	3	1	2	2	2	2	2
Sedimentación	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3
Sedimentación	4	2	2	2	1	2	3	2	2	2
Sedimentación	5	2	3	3	1	2	2	2	2	2
Sedimentación	6	1	3	3	2	2	3	1	3	3
Sedimentación	7	2	2	2	1	2	3	2	2	2
Sedimentación	8	2	3	3	2	2	2	2	2	2
Sedimentación	9	2	3	3	2	2	3	1	3	3
% Norbixina	1	2.235	2.403	2.328	2.373	2.218	2.256	2.143	2.071	2.098
% Norbixina	2	2.222	2.465	2.188	2.269	2.162	2.235	2.157	2.078	2.021
% Norbixina	3	2.284	2.472	2.209	2.179	2.134	2.277	2.094	1.981	1.937
Color	1	2	4	4	2	1	4	3	3	1
Color	2	2	4	4	3	2	4	3	3	3
Color	3	2	4	4	1	1	3	3	3	3
Color	4	2	4	4	2	1	4	3	3	3
Color	5	1	4	4	3	2	4	3	3	3
Color	6	2	4	4	1	1	3	2	3	3
Color	7	1	4	4	2	1	4	3	3	3
Color	8	2	4	4	3	2	4	3	3	3
Color	9	2	4	4	1	1	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



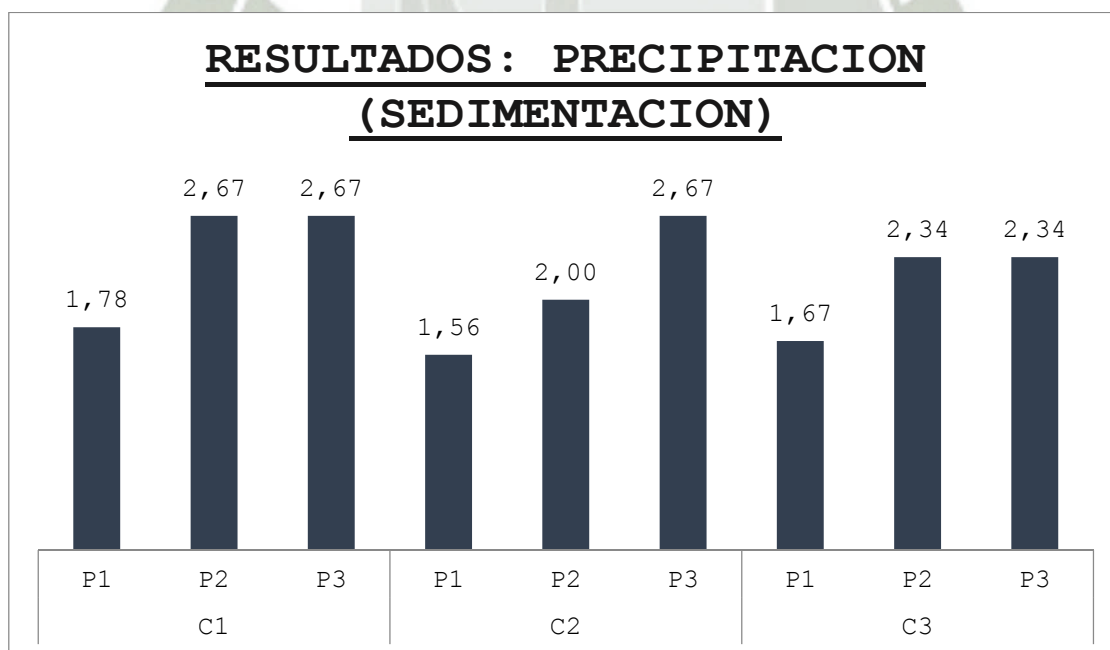
IMAGEN N° 3

RESULTADOS EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACION



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM (0.2 ml. De Muestra + 20 ml. de Agua Destilada)

GRAFICO N° 10



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 17

ANALISIS DE VARIANZA: EXPERIMENTO N° 2, SEDIMENTACION (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	1.4074	0.7038	3.6186	4.96
PH	2	11.5556	5.7778	29.7060	4.96
CONCENTRACION * PH	4	1.4815	0.3704	1.9044	3.63
SC (BLOQUE)	8	3.3333	0.4167	2.1425	2.8
SC (ERROR)	64	12.4444	0.1945		
TOTAL	80	30.2222			

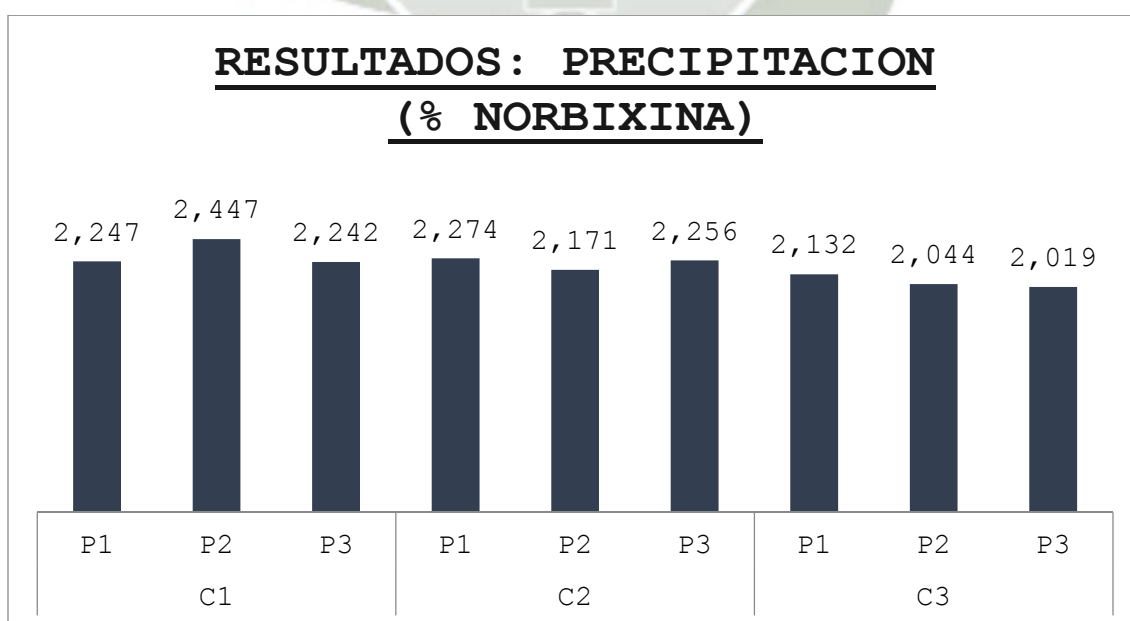
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS DE SEDIMENTACION

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°17** se observa, que para el tratamiento "pH" hay diferencia significativa, por lo tanto se pasa a realizar la prueba de Tukey.
- Luego de realizar la prueba de Tukey (**ANEXO N° "3"**), para los pH (P1 = 2, P2 = 3, P3 = 4), no hay diferencia entre el pH P2 = 3 y pH P3 = 4; lo que indica que los tratamientos son iguales.

GRAFICO N°11

RESULTADOS: PRECIPITACION **(% NORBIXINA)**



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°18
**RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, %NORBIXINA
(TABLA DE ANOVA)**

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	0.2874	0.1437	42.2647	6.01
PH	2	0.0133	0.0067	1.9706	6.01
CONCENTRACION * PH	4	0.1077	0.027	7.9412	4.58
ERROR	18	0.0608	0.0034		
TOTAL	26	0.4691			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°19
ANALISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), % NORBIXINA

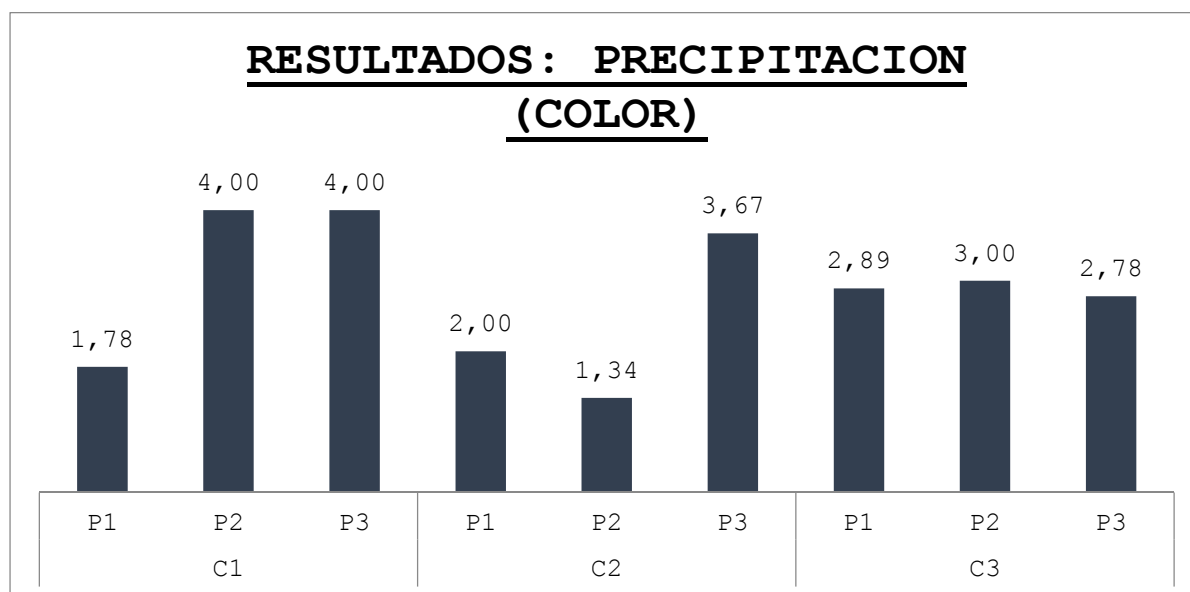
FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (P1C)	2	42.0679	21.0340	6186.471	6.01
SC (P2C)	2	42.4066	21.2033	6236.265	6.01
SC (P3C)	2	40.3951	20.1976	5940.471	6.01
SC (C1P)	2	45.8649	22.9325	6744.853	6.01
SC (C2P)	2	42.6885	21.3443	6277.735	6.01
SC (C3P)	2	36.3163	18.1582	5340.647	6.01
ERROR	18	0.0608	0.0034		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS PARA % DE NORBIXINA

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°18** se observa, que para el tratamiento "CONCENTRACIÓN" hay diferencia significativa, por lo tanto se pasa a realizar la prueba de Tukey.
- Para la interacción: "CONCENTRACIÓN" CON "pH", hay diferencia significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento "CONCENTRACIÓN" C1, C2, C3 (**ANEXO N° "3"**), para las concentraciones C1 y C2 no hay diferencia lo que indica que estas concentraciones son iguales.

- En la **TABLA N°19**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON PH"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

GRAFICO N°12


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°20

RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, COLOR
(TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	11.7284	5.8642	29.1607	4.96
PH	2	21.5062	10.7531	53.4715	4.96
CONCENTRACION * PH	4	34.3457	8.5865	42.6977	3.63
SC (BLOQUE)	8	3.1358	0.3920	1.9493	2.8
SC (ERROR)	64	12.8642	0.2011		
TOTAL	80	83.58025			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 21
ANÁLISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), COLOR

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (P1C)	2	137.3334	68.6667	341.62	4.96
SC (P2C)	2	238.2223	119.1112	592.5835	4.96
SC (P3C)	2	330.9630	165.4815	823.2784	4.96
SC (C1P)	2	313.1852	156.5926	779.0557	4.96
SC (C2P)	2	170.6667	85.3334	424.5375	4.96
SC (C3P)	2	222.6667	111.3334	553.8887	4.96
ERROR	64	12.8642	0.2011		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS PARA COLOR

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N° 20** se observa, que para los tratamientos: "CONCENTRACIÓN" y "pH" hay diferencia significativa, por lo tanto se pasa a realizar la prueba de Tukey para ambos tratamientos. Para la interacción: "CONCENTRACIÓN" CON "pH", hay diferencia significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "CONCENTRACIÓN" C1, C2, C3 (**ANEXO N° "3"**), en todas las concentraciones C1, C2 Y C3 hay diferencia lo que indica que las concentraciones evaluadas son diferentes.
- Luego de realizar la prueba de Tukey (**ANEXO N° "3"**), para el tratamiento: "pH" (P1 = 2, P2 = 3, P3 = 4), hay diferencia entre el pH P1=2, pH P2 = 3 y pH P3 = 4; lo que indica que todos los pH evaluados son diferentes.
- En la **TABLA N° 21**, resultados de análisis de factores para la interacción: "CONCENTRACIÓN CON PH"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

CONCLUSIONES

- Luego de realizar el análisis estadístico para el experimento 2: precipitación del extracto colorante; llegamos a la conclusión que en cuanto a la evaluación de "sedimentación" podemos elegir entre el pH (P2= 3 o P3= 4) ya que no hay diferencia, y tiene menor presencia de sedimentos.
- En cuanto al "% de Norbixina", podemos elegir entre la Concentración C1 = 70 % o la Concentración C2 = 80 % ya que no hay diferencia, y tienen mayor % de Norbixina.
- Por lo tanto al considerar los puntajes de los promedios de cada control que se realizaron (sedimentación, % de Norbixina y Color) y de acuerdo a los resultados estadísticos, podemos elegir entre el C1P2 O C2P3; pero al no haber una diferencia significativa en cuanto al % de Norbixina, tomaremos como óptimo C1P2 (C1 = 70 % Y P2 = pH 3); ya que es el que tiene mayor % de Norbixina y color en cuanto a promedios.

• MODELOS MATEMATICOS

✓ BALANCE DE MATERIA:

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

Reemplazando:

MI = Extracto Colorante + H₂SO₄

MI = 464 ml. + 14 ml.

MI = 478 ml.

**PRECIPITACION
DEL COLORANTE**

MS = Extracto Precipitado

MS = 475 ml.

MA = Materia Acumulada

MA = 3 ml.

✓ % DE NORBIXINA EN LA PASTA (METODO HANSEN) :

1. Pesar 5 g de pasta en un Beaker de 1 Lt.
2. Agregar 30 ml de KOH al 45 %.
3. Agregar 470 ml de agua destilada.
4. Calentar con agitación mecánica.
5. Cubrir el beaker con papel aluminio.
6. Calentar hasta 90°C en continuo movimiento.
7. Enfriar a temperatura ambiente.
8. Tomar dilución de 0.5 ml en una fiola de 100 ml.
9. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca.
10. Leer la Absorbancia a 452.5 nm.

Calculo:

$$\% \text{ Norbixina (PASTA DE NORBIXINA)} = \frac{(ABS_{452.5nm}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diámetro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 10).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

$$C = \frac{0.5 \text{ ml} * 5 \text{ gr.}}{(470 \text{ ml} + 30 \text{ ml})}$$

$$0.100 \text{ Lt.}$$

$$C = 0.05 \text{ gr. / Lt.}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina } (\text{PASTA DE NORBIXINA}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) * (100)}{(1) * (0.05) * (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{PASTA DE NORBIXINA}) = 6.9686 * (\text{ABS}_{452.5\text{nm}})$$

Reemplazando:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{PASTA DE NORBIXINA}) = 6.9686 * (0.352)$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{PASTA DE NORBIXINA}) = 2.45 \%$$

3.1.4. EXPERIMENTO N°3: SECADO

Se procedió al secado de la "PASTA DE NORBIXINA" que se obtuvo en la precipitación utilizando 2 Temperaturas y 2 Tiempos.

❖ VARIABLES:

o Tiempo

$ti_1 = 330$ minutos

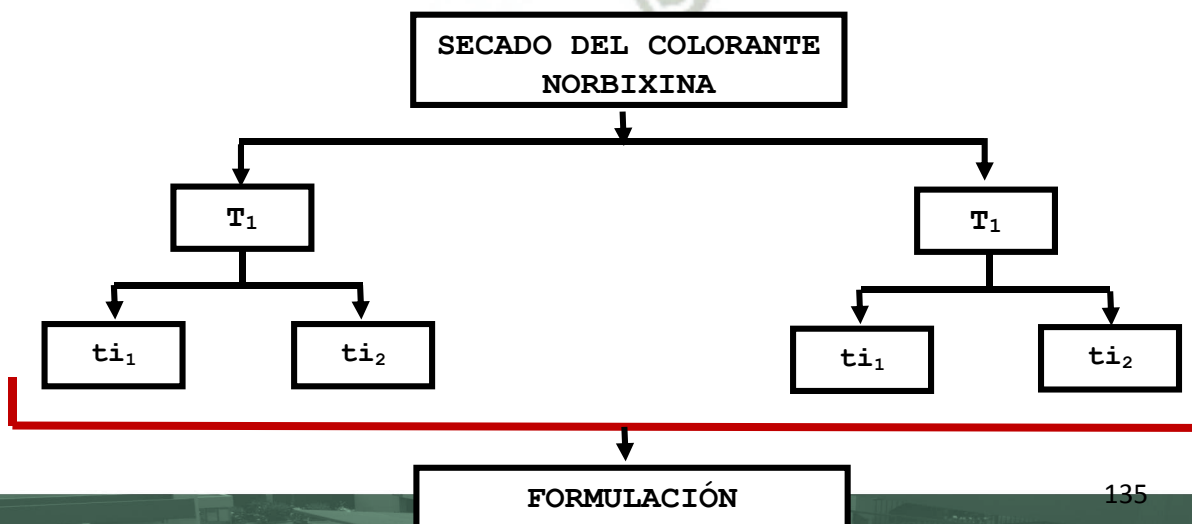
$ti_2 = 450$ minutos

o Temperatura

$T_1 = 60^\circ\text{C}$

$T_2 = 80^\circ\text{C}$

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

t = tiempo

T = Temperatura

El experimento es factorial de 2x2 aplicando tres diseños completamente al azar con tres repeticiones y un diseño de bloques completamente al azar, y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

• RESULTADOS

CUADRO N° 50

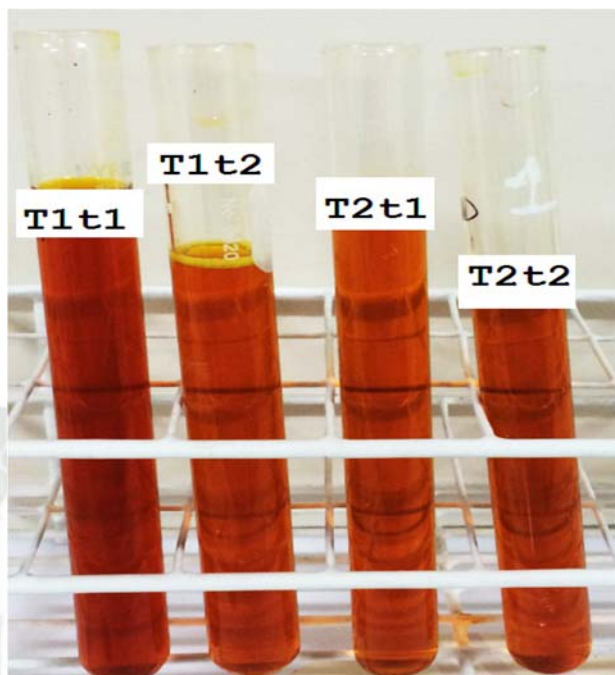
RESULTADOS DEL SECADO DE LA PASTA DE NORBIXINA

CONTROLES	REP	T ₁		T ₂	
		t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
% Humedad	1	7.78	6.65	7.05	7.49
% Humedad	2	7.73	6.6	7.1	7.53
% Humedad	3	7.75	6.62	7.05	7.47
% Norbixina	1	13.31	13.84	12.94	13.76
% Norbixina	2	13.35	13.87	13.03	13.79
% Norbixina	3	13.34	13.89	12.99	13.81
Color	1	4	1	3	2
Color	2	4	1	2	3
Color	3	4	2	3	3
Color	4	4	2	2	3
Color	5	4	2	2	2
Color	6	4	2	3	3
Color	7	4	1	2	3
Color	8	4	1	3	2
Color	9	4	1	2	2
Rendimiento	1	10.55	10.52	10.41	10.55
Rendimiento	2	10.86	10.64	10.75	10.86
Rendimiento	3	10.60	10.90	10.56	10.68

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

IMAGEN N° 4

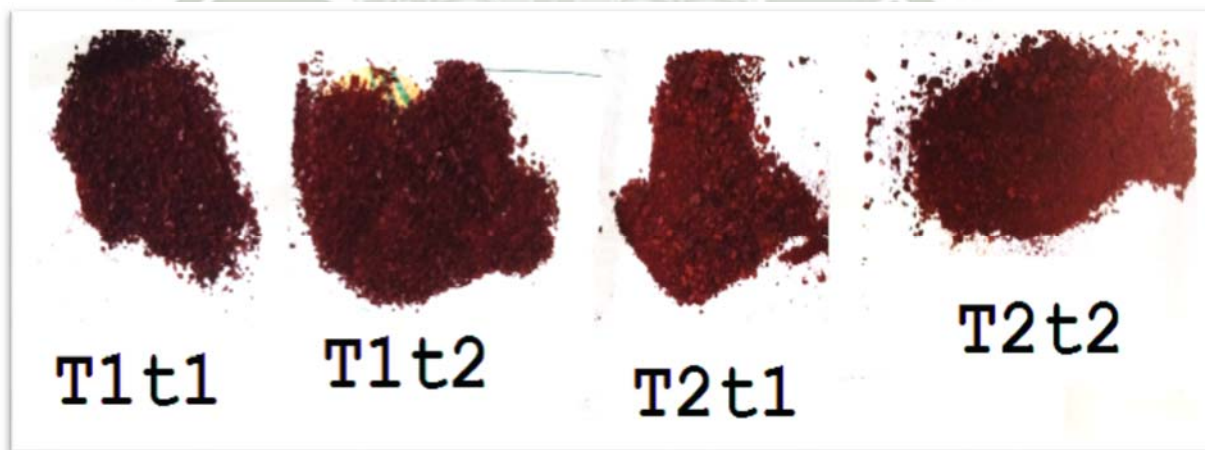
RESULTADOS EXPERIMENTO 3: SECADO



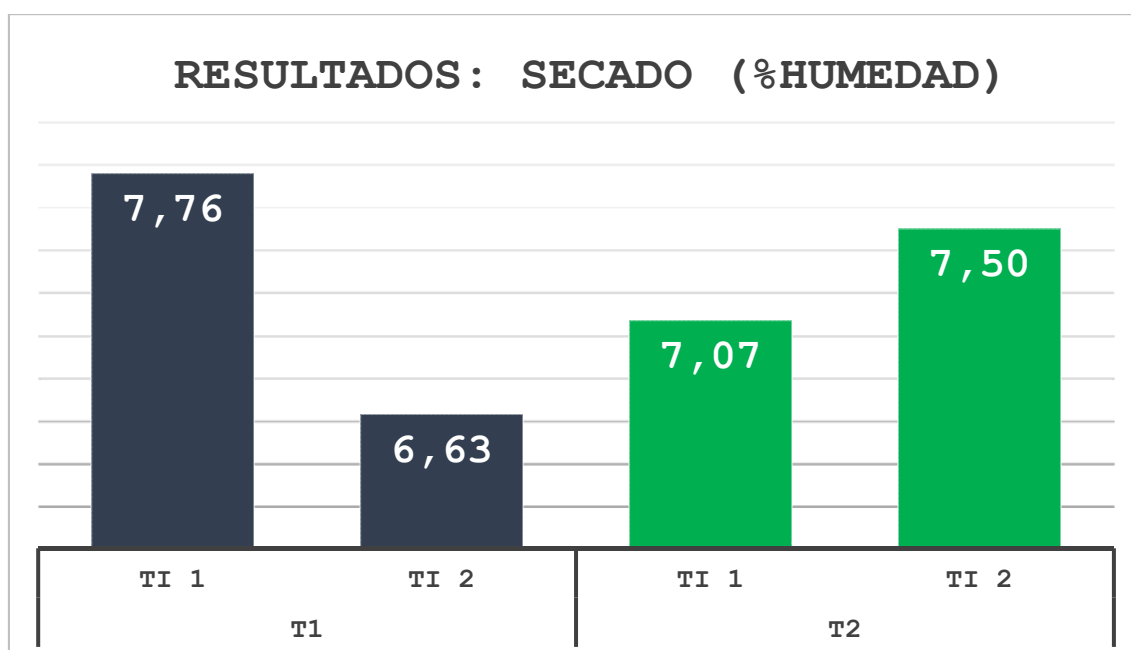
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM_ (1 ml. de Muestra + 15 ml. de Agua Destilada)

IMAGEN N° 5

RESULTADOS EXPERIMENTO 3: GRANULOS SECOS DE NORBIXINA



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICO N°13


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°22

ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, % HUMEDAD (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.0262	0.0262	32.75	11.26
TIEMPO	1	0.3676	0.3676	459.5	11.26
T * ti	1	1.8252	1.8252	2281.5	11.26
ERROR	8	0.0061	0.0008		
TOTAL	11	2.225			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°23

ANALISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), % HUMEDAD

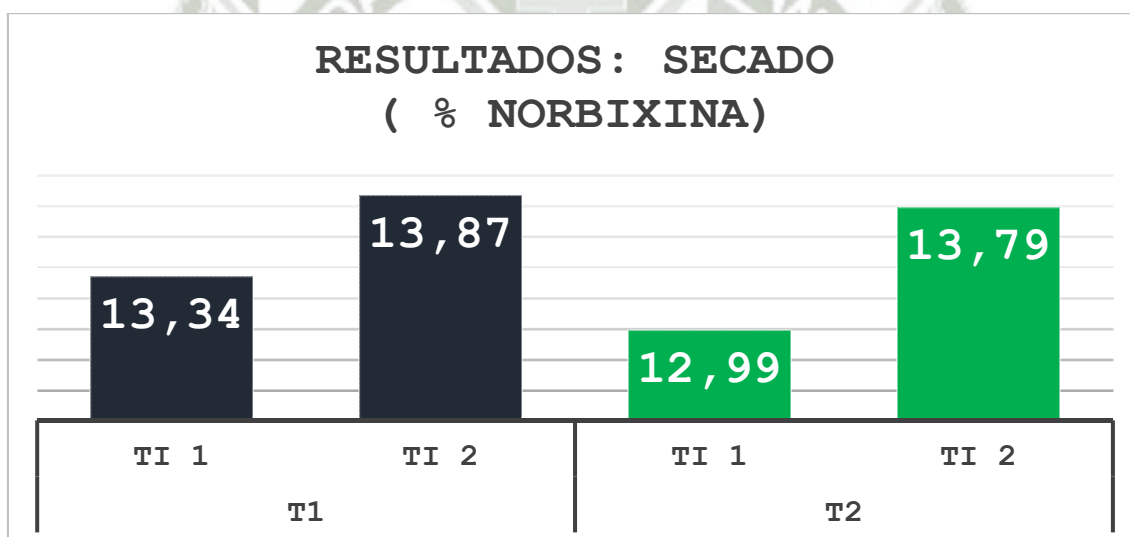
FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC(ti1 CON T)	1	322.7459	322.7459	403432.3750	11.26
SC(ti2 CON T)	1	293.1457	293.1457	366432.1250	11.26
SC(T1 CON ti)	1	304.7599	304.7599	380949.8750	11.26
SC(T2 CON ti)	1	311.1317	311.1317	388914.6250	11.26
ERROR	8	0.0061	0.0008		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS PARA EL SECADO

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°22** se observa, que para los tratamientos "TEMPERATURA" y "TIEMPO" hay diferencia altamente significativa.
Para la interacción: "TEMPERATURA CON TIEMPO", hay diferencia significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores
- En la **TABLA N°23**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON TIEMPO"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

GRAFICO N°14



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°24

ESTADISTICA: EXPERIMENTO N° 3, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.14	0.14	14.00	11.26
TIEMPO	1	1.33	1.33	133.00	11.26
T * t	1	0.06	0.06	6.00	11.26
ERROR	8	0.01	0.0100		
TOTAL	11	1.53			

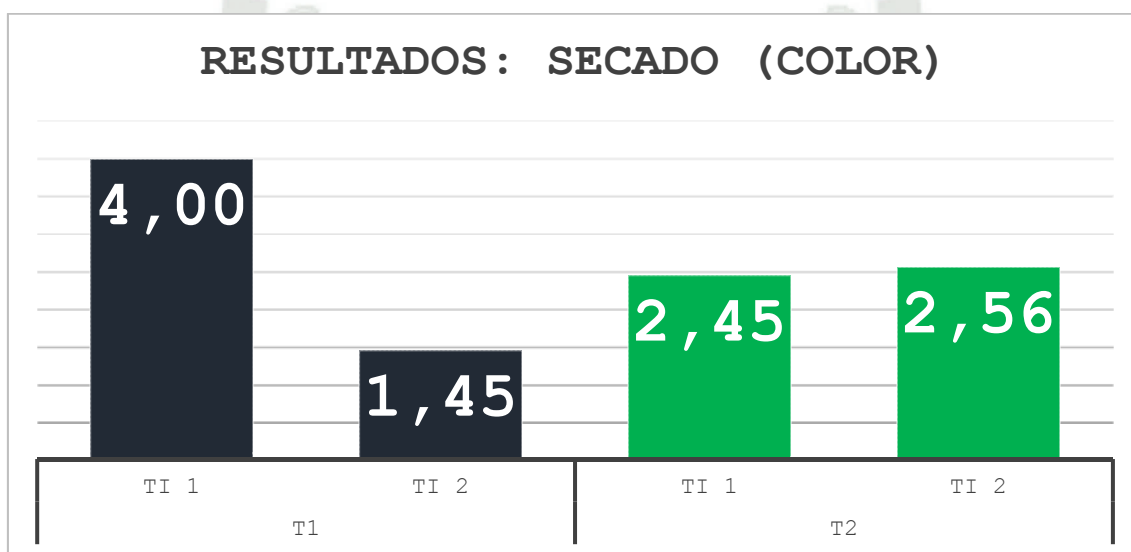
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS PARA EL % DE NORBIXINA

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°24** se observa, que para los tratamientos "TEMPERATURA" y "TIEMPO" hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores.

Para la interacción: "TEMPERATURA CON TIEMPO", no hay diferencia significativa.

GRAFICO N°15



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°25

ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.4445	0.4445	2.3127	7.82
TIEMPO	1	13.4445	13.4445	69.9506	7.82
T * ti	1	16	16	83.2466	7.82
BLOQUES	8	2.0556	0.257	1.3371	3.36
ERROR	24	4.6112	0.1922		
TOTAL	35	36.5556			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

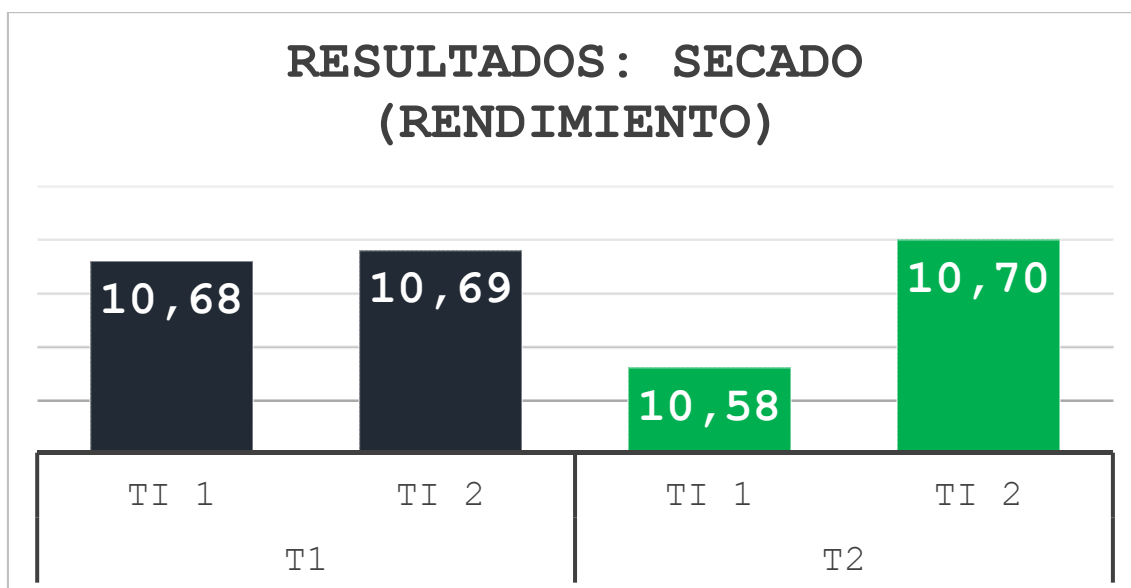
TABLA N°26
ANALISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), COLOR

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC(Ti1 CON T)	1	584	584	127	7.82
SC(Ti2 CON T)	1	227	227	49	7.82
SC(T1 CON ti)	1	480	480	104	7.82
SC(T2 CON ti)	1	330	330	72	7.82
ERROR	24	4.6112	0.1922		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS PARA EL COLOR

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°26** se observa, que para el tratamiento: "TEMPERATURA" no hay diferencia significativa, pero para el tratamiento "TIEMPO" hay diferencia significativa.
Para la interacción: "TEMPERATURA CON TIEMPO", hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se procede a realizar Análisis de Factores
- En la **TABLA N°27**, resultados de análisis de factores para la interacción: "TEMPERATURA CON TIEMPO"; se observa que para todas las interacciones hay diferencia altamente significativa, por lo tanto no hay interrelación en las interacciones.

GRAFICO N°16


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°27

ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3, RENDIMIENTO (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.0058	0.0058	0.1986	11.26
TIEMPO	1	0.0150	0.0150	0.5137	11.26
T * t	1	0.0090	0.0090	0.3082	11.26
ERROR	8	0.2331	0.0292		
TOTAL	11	0.2627			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISCUSION DE RESULTADOS PARA EL RENDIMIENTO

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°28** se observa, que para el tratamiento "TEMPERATURA" y "TIEMPO" no hay diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos seleccionados son iguales entre sí.

❖ CONCLUSIONES

- Luego de realizar el análisis estadístico para el experimento 3: Secado de la Pasta de Norbixina; llegamos a la conclusión que en cuanto a la evaluación de "Humedad" podemos elegir cualquier tratamiento, ya que en los valores

promedios en el **GRAFICO N°13** según bibliografía están dentro del rango permitido 7% a 12 % (Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura).

- En cuanto a la evaluación de "% de Norbixina", podemos elegir entre Temperatura 1 con tiempo 2, Temperatura 2 con tiempo 2, ya que según el **GRAFICO N°14** son los que presentaron mayor % de Norbixina.
- En cuanto a la evaluación de "Color", podemos elegir entre Temperatura 1 con tiempo 2, Temperatura 2 con tiempo 1, ya que según los resultados del **GRAFICO N°15** son los que se aproximan al color naranja.
- En cuanto a la evaluación de "Rendimiento", podemos elegir cualquier tratamiento, ya que según la estadística no hay diferencia significativa en ningún tratamiento podemos elegir cualquiera.
- Por lo tanto al considerar los puntajes de los promedios de cada control que se realizaron (% Humedad, % de Norbixina, Color y Rendimiento) y de acuerdo a los resultados estadísticos, elegimos la Temperatura 1 $T_1=60^{\circ}\text{C}$ con el Tiempo 2 $t_2=450\text{min}$, ya que presenta las características adecuadas para nuestro producto.

• MODELOS MATEMATICOS

✓ RENDIMIENTO:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{NORBIXINA}}{\text{SEMILLA DE ACHIOTE}} * 100$$

Reemplazando:

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{54.0088 \text{ gr}}{400.002 \text{ gr}} * 100$$

$$\text{RENDIMIENTO} = 13.50 \%$$

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$\text{MI} = \text{MS} + \text{MA}$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

Reemplazando:

MI = Pasta de Colorante + H_2SO_4

MI = 469.9891 g.

**SECADO DEL
COLORANTE**

MS = Norbixina en Polvo

MS = 54.0488 g.

MA = Agua Evaporada

MA = 469.9891 ml.

✓ **% DE NORBIXINA EN LOS GRANULOS DE ANNATO SECO (METODO HANSEN) :**

1. Pesar 5 g de pasta en un Beaker de 1 Lt.
2. Agregar 30 ml de KOH al 45 %
3. Agregar 470 ml de agua destilada
4. Cubrir el beaker con papel aluminio
5. Colocar en un calentador con agitación magnética.
6. Calentar hasta 90 - 92 °C en continuo movimiento.
7. Enfriar a temperatura ambiente.
8. Tomar dilución de 0.5 ml en una fiola de 100 ml.
9. Agregar KOH al 0.33 % hasta la marca.
10. Leer la Absorbancia a 452.5 nm.

Calculo:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) * (100)}{B * C * K}$$

Dónde:

- o ABS = Es la absorbancia medida a una longitud de onda de 452.5 nm.
- o B = Es el diametro del tubo en cm (1 ml.)
- o C = Es la concentración en ml/Lt de la Solución mencionada anteriormente para preparar la muestra (Pasos del 1 al 10).
- o K = Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm

C:

$$C = \frac{0.5 \text{ ml} * 5 \text{ gr.}}{(470 \text{ ml} + 30 \text{ ml})}$$

$$C = 0.05 \text{ ml} / \text{Lt}$$

K: Coeficiente de extinción en Lt/ g - cm = 287

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = \frac{(\text{ABS}_{452.5\text{nm}}) (100)}{(1) (0.05) (287)}$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = 6.97 (\text{ABS}_{452.5\text{nm}})$$

Reemplazando:

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = 6.97 * (1.99)$$

$$\% \text{ Norbixina } (\text{COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO}) = 13.87 \%$$

✓ % DE HUMEDAD

$$\% \text{ Humedad} = \frac{100 (P_1 - P_2)}{M}$$

P_1 = Peso de la placa más la muestra antes de colocar en la estufa

P_2 = Peso de la placa más la muestra seca

M = Peso de la muestra

Reemplazando:

P_1 = 6.02 gr

P_2 = 5.690 gr

M = 5.003gr

Calculando:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{100 (6.02 \text{ gr} - 5.690 \text{ gr})}{5.003 \text{ gr}}$$

$$\% \text{ Humedad} = 6.60 \%$$

3.1.5. EXPERIMENTO N°4: FORMULACIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA

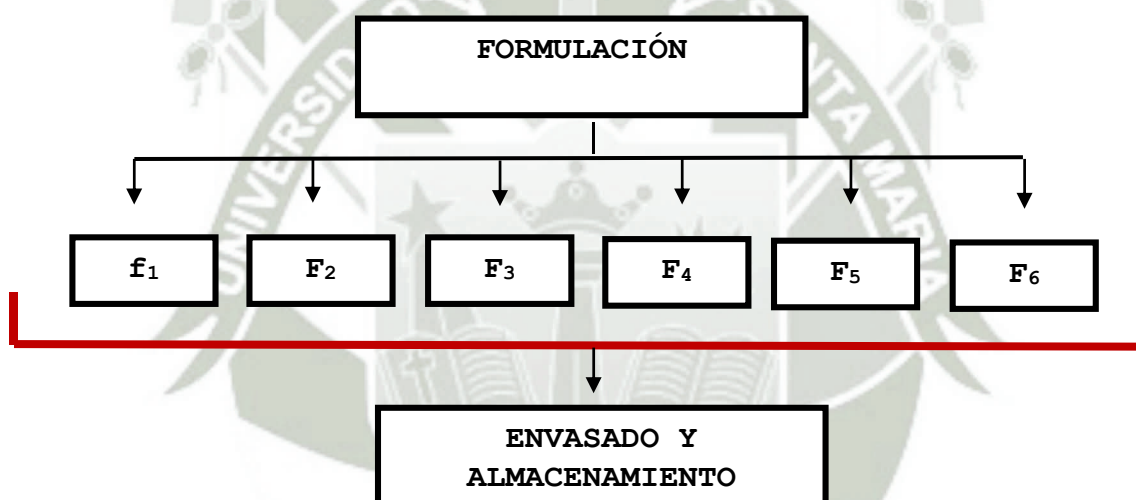
Se procedió a formular el "**COLORANTE NATURAL NORBIXINA GRANULADO**", obtenida luego del proceso de secado para convertirla en un Colorante líquido Soluble para embutidos utilizando 6 tipos de Formulación.

❖ VARIABLES:

FORMULACION	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
NORBIXINA	1.00%	1.00%	2.50%	2.50%	4.00%	4.00%
GLICERINA	3.00%	2.95%	2.00%	1.50%	1.00%	1.95%
GOMA GUAR	0.50%	0.00%	0.45%	0.00%	0.30%	0.00%
PROPILENGLICOL	4.95%	5.50%	4.50%	5.45%	4.15%	3.50%
AGUA DESTILADA	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%	90.00%
NAOH	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
SORBATO DE POTASIO	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISEÑO EXPERIMENTAL:



Leyenda:

F = formulación

Se aplica un diseño completamente al azar con tres repeticiones y dos diseños de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Y si existiera diferencia significativa en algún tratamiento se realizara una prueba de comparación de medias (Duncan, Tukey).

❖ RESULTADOS

CUADRO N° 51

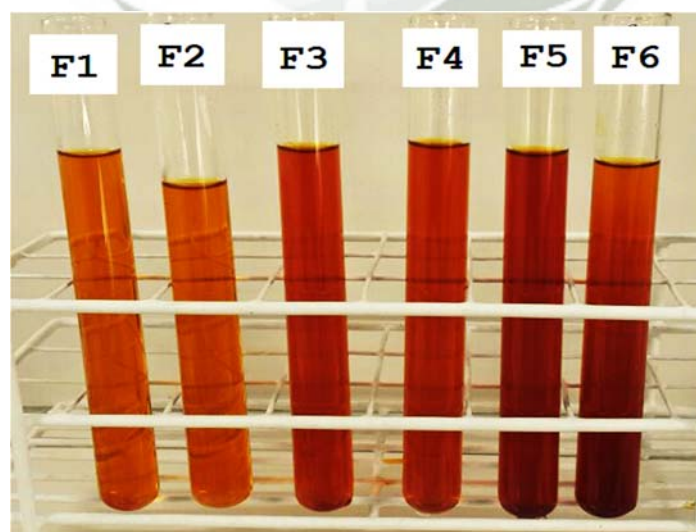
RESULTADOS DE LA FORMULACION DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA

CONTROLES	REP	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Solubilidad	1	1	3	1	3	1	3
Solubilidad	2	1	3	1	3	2	3
Solubilidad	3	1	3	1	3	1	3
Solubilidad	4	1	3	1	3	1	3
Solubilidad	5	1	3	1	3	2	3
Solubilidad	6	1	3	1	3	1	3
Solubilidad	7	1	3	1	3	1	3
Solubilidad	8	1	3	1	3	2	3
Solubilidad	9	1	3	1	3	1	3
pH	1	12.46	12.50	12.24	12.30	12.35	12.31
pH	2	12.48	12.52	12.26	12.39	12.39	12.35
pH	3	12.50	12.50	12.20	12.35	12.4	12.3
Color	1	1	1	3	2	3	3
Color	2	1	1	2	3	3	3
Color	3	1	1	3	3	3	3
Color	4	1	1	3	2	3	3
Color	5	1	1	2	3	3	3
Color	6	1	1	3	3	3	3
Color	7	1	1	3	2	3	3
Color	8	1	1	2	3	3	3
Color	9	1	1	3	3	3	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

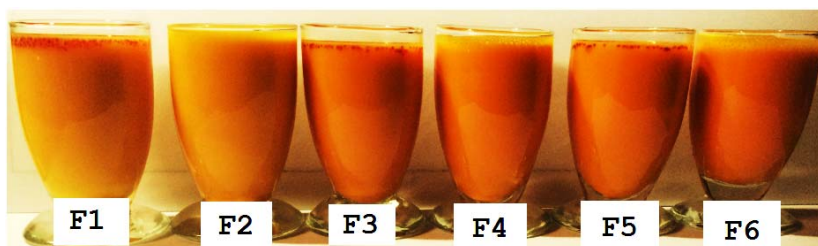
IMAGEN N° 6

EXPERIMENTO N° 4: FORMULACION



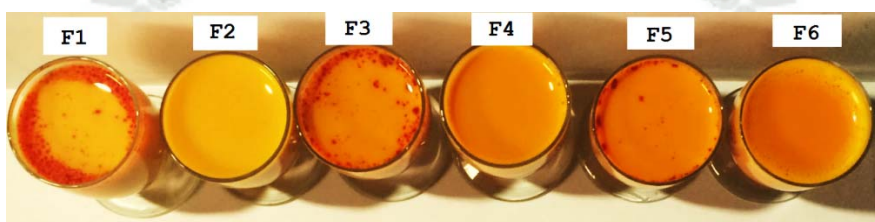
(15 ml. De Agua Destilada + 0.5 ml de Muestra)/FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

IMAGEN N°7



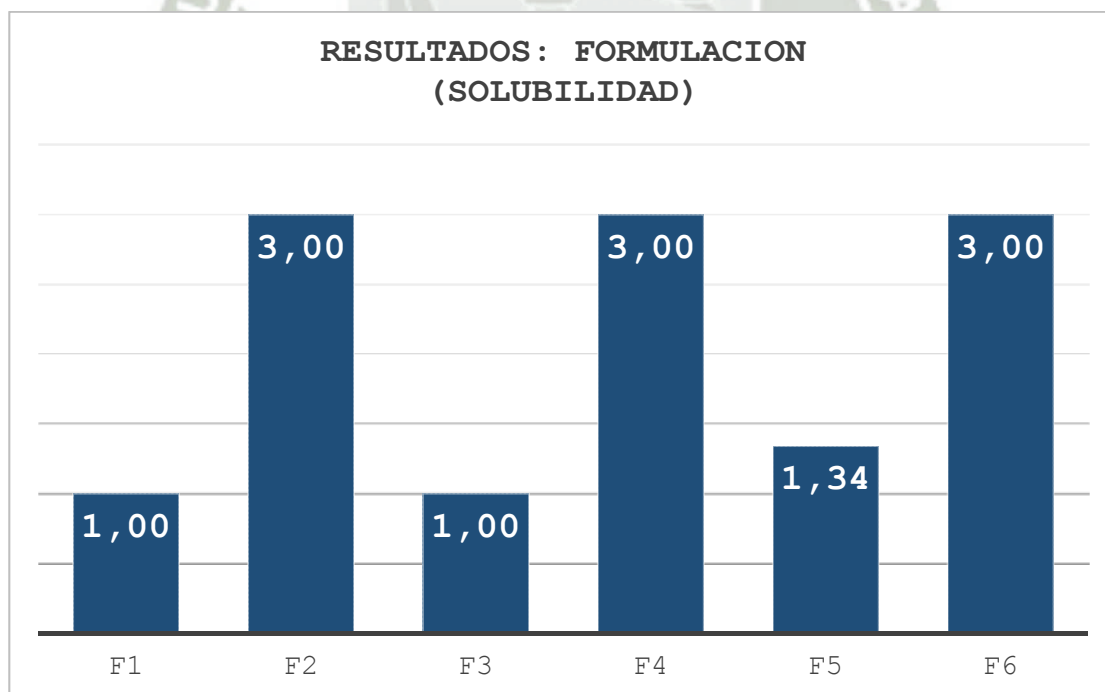
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

IMAGEN N°8



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICO N°17



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

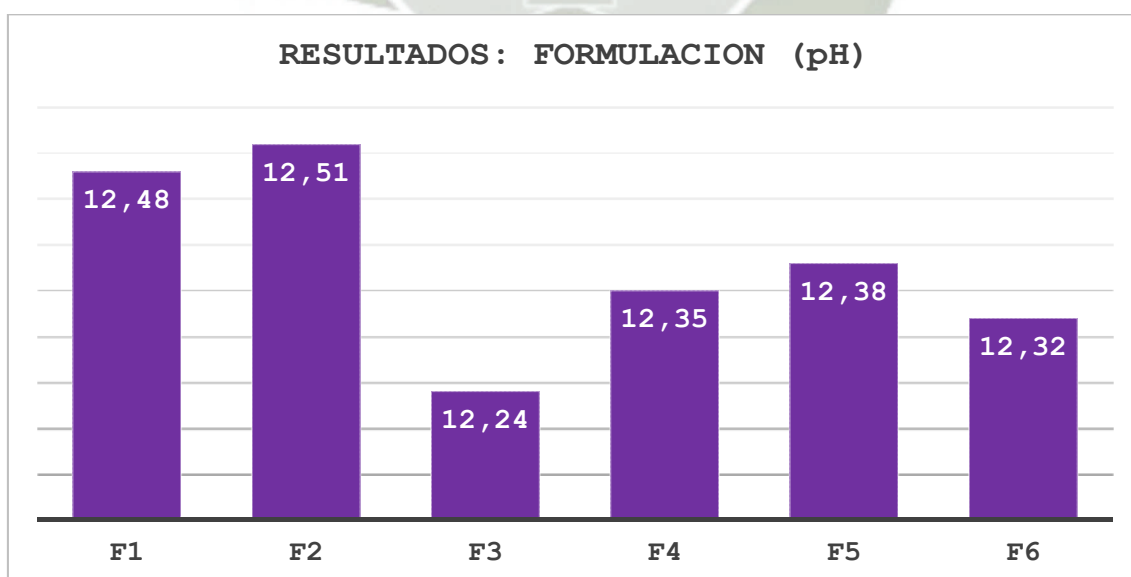
TABLA N° 28
ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, SOLUBILIDAD (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	48.8334	9.7667	234.4	3.51
BLOQUE	8	0.3334	0.0417	1	2.99
ERROR	40	1.6667	0.0417		
TOTAL	53	50.8334			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°29** se observa, que para el tratamiento: "SOLUBILIDAD" hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se procede a realizar Tukey.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "SOLUBILIDAD" F1, F2, F3, F4, F5 Y F6 (**ANEXO N° "3"**), en las formulaciones F2, F4 Y F6 no hay diferencia y entre las formulaciones F1, F3 y F5 no hay diferencia.

GRAFICO N°18


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

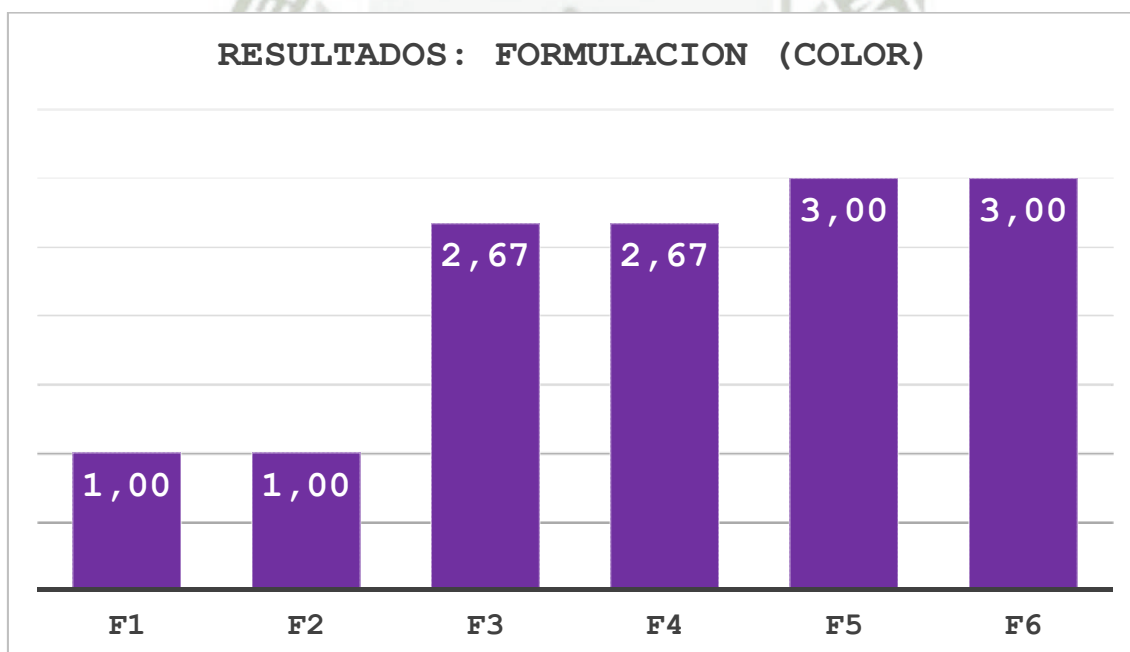
TABLA N° 29
ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, pH (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	0.16	0.04	4.00	5.06
ERROR	12	0.01	0.01		
TOTAL	17	0.17			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ **DISCUSION DE RESULTADOS**

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°30** se observa, que para el tratamiento: "pH" no hay diferencia significativa.

GRAFICO N°19
RESULTADOS: FORMULACION (COLOR)


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 30
ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	41.3334	8.2667	90.182	3.51
BLOQUE	8	0.3334	0.0417	0.4545	2.99
ERROR	40	3.6667	0.0917		
TOTAL	53	45.3334			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISCUSION DE RESULTADOS

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°31** se observa, que para el tratamiento: "COLOR" hay diferencia altamente significativa, por lo tanto se procede a realizar Tukey.
- Luego de realizar la prueba de Tukey para el tratamiento: "COLOR" F1, F2, F3, F4, F5 Y F6 (**ANEXO N° "3"**), en las formulaciones F1 Y F2 no hay diferencia y entre las formulaciones F3, f4, F5 y F6 no hay diferencia.

❖ CONCLUSIONES

- Luego de realizar el análisis estadístico y al evaluar los promedios obtenidos en cada evaluación: "Solubilidad", "pH" y "Color"; llegamos a la conclusión que la formulación óptima a escoger es la F6 ; ya que tiene el mayor puntaje de Color, un pH dentro de lo requerido para su estabilidad y una muy buena solubilidad.

❖ MODELOS MATEMATICOS

✓ **BALANCE DE MATERIA:**

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

INGRESO	CANTIDAD	UNIDAD
Norbixina en Polvo	40.00	Kg.
Glicerina	19.50	Kg.
Propilenglicol	35.00	Kg.
Agua destilada	900.00	Kg.
NaOH	5.00	Kg.
Sorbato de potasio	0.50	Kg.
TOTAL	1000	Kg.



FORMULACION



INGRESO	CANTIDAD	UNIDAD
Norbixina en Polvo	40.00	Kg.
Glicerina	19.50	Kg.
Propilenglicol	35.00	Kg.
Agua destilada	900.00	Kg.
NaOH	5.00	Kg.
Sorbato de potasio	0.50	Kg.
TOTAL	1000	Kg.

3.1.6. EXPERIMENTO N°5: APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA

En este experimento, primero se elaboró el embutido: "SALCHICHA HUACHANA", con sus respectivas características, en el proceso de mezclado se adiciona las cantidades propuestas de dosificación (4, 6, 8 ml. /Kg.)

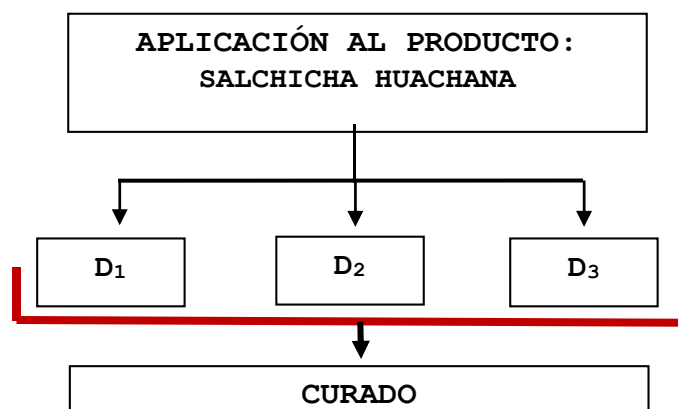
❖ VARIABLES:

o Dosificación

$D_1 = 4 \text{ ml. /kg.}$

$D_2 = 6 \text{ ml. /kg.}$

$D_3 = 8 \text{ ml. /kg.}$

❖ **DISEÑO EXPERIMENTAL:**

Leyenda:

D = Dosificación

Es un diseño estadístico de bloques completamente al azar con 3 repeticiones.

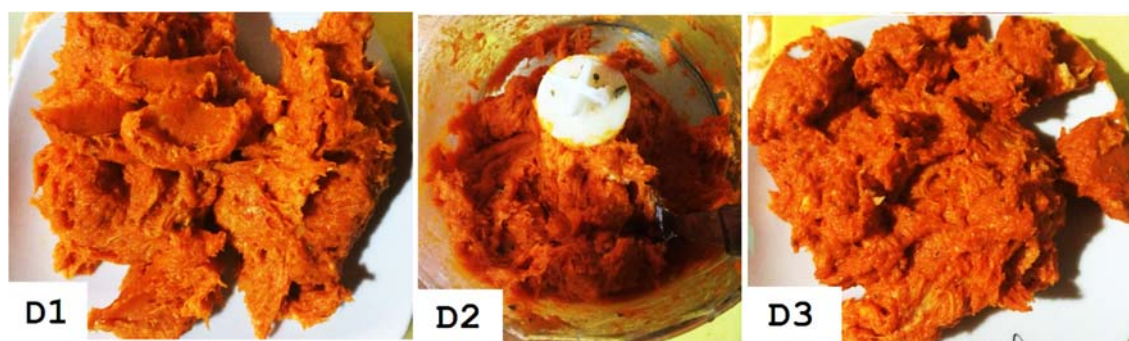
❖ **RESULTADOS DE APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA:**
CUADRO N° 52
RESULTADOS: APLICACIÓN DE FORMULACION EN SALCHICHA HUACHANA

CONTROLES	REP	D1	D2	D3
Color	1	2	2	2
Color	2	1	3	2
Color	3	2	2	3
Color	4	1	3	3
Color	5	2	3	2
Color	6	2	2	2
Color	7	1	2	3
Color	8	2	3	2
Color	9	2	2	2
Sabor	1	2	3	3
Sabor	2	3	3	3
Sabor	3	3	3	3
Sabor	4	2	3	3
Sabor	5	3	3	3
Sabor	6	3	3	3
Sabor	7	2	3	3
Sabor	8	3	3	3
Sabor	9	3	3	3

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

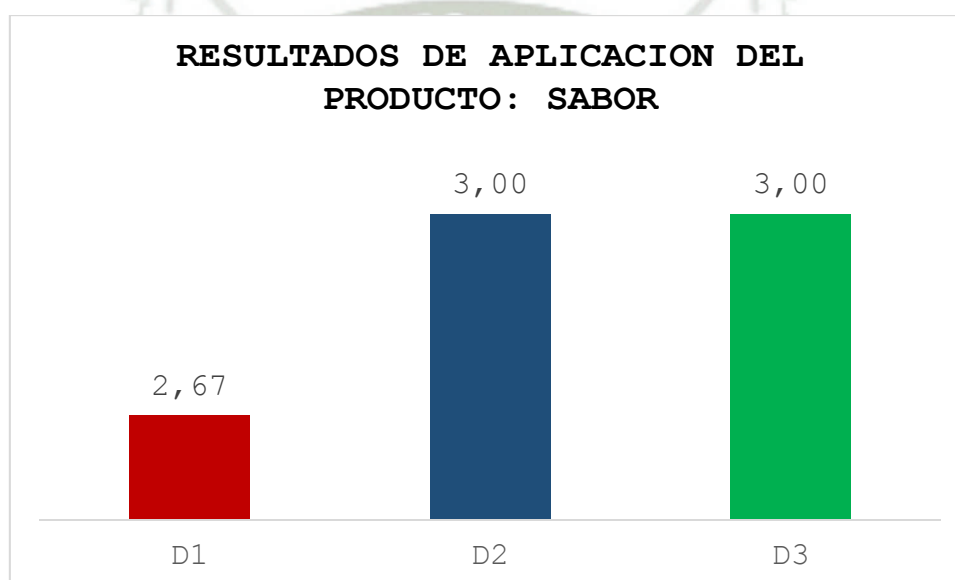
IMAGEN N° 9

RESULTADOS DE COLOR



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICO N° 20



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 31

ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5, SABOR (TABLA DE ANOVA)

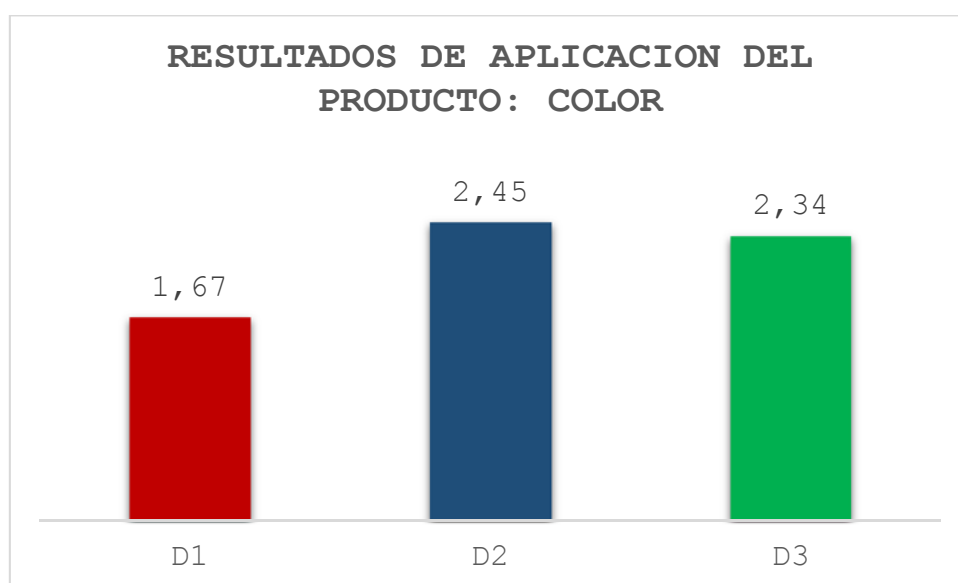
FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	2	0.6667	0.3334	4.00	6.23
BLOQUE	8	0.6667	0.0834	1.00	3.89
ERROR	16	1.3334	0.0834		
TOTAL	26	2.6667			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°32** se observa, que para el tratamiento: "APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA" no hay diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos seleccionados son parecidos entre sí.

GRAFICO N°21



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N°32

ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	2	3.1852	1.5926	4.65	6.23
BLOQUE	8	0.7408	0.0926	0.27	3.89
ERROR	16	5.4815	0.3426		
TOTAL	26	9.4075			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la **TABLA N°33** se observa, que para el tratamiento: "APLICACIÓN AL PRODUCTO: SALCHICHA HUACHANA" no hay diferencia significativa, por lo tanto los tratamientos seleccionados son parecidos entre sí.

❖ CONCLUSION

Al realizar el diseño estadístico para evaluar el "COLOR" y "SABOR" no existe diferencia significativa, lo cual quiere decir que se puede elegir cualquiera de las tres dosis evaluadas: $D_1 = 4\text{ml. /Kg.}$, $D_2 = 6\text{ml. /Kg.}$, $D_3 = 8\text{ml. /Kg.}$; pero al realizar la comparación de color de acuerdo al puntaje promedio, la D_2 y D_3 son muy similares; por tal motivo elegimos como óptimo la $D_2 = 6\text{ml. /Kg.}$, Para la Salchicha Huachana.

❖ APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS:

✓ BALANCE DE MATERIA:

$$MI = MS + MA$$

Dónde:

MI = Materia que ingresa

MS = Materia que sale

MA = Materia acumulada

Reemplazando:

MI =Masa de Salchicha +
Colorante

MI =500g.+ 6.2g.

.

**APLICACIÓN DE
COLORANTE**

MS = Masa de Salchicha

MS = 506.2g.

MA = Materia Acumulada

MA =0 g.

3.1.7. EXPERIMENTO N°6: DETERMINACION DE VIDA UTIL DE LA FORMULACION DEL COLORANTE NORBIXINA

Se determinó el tiempo de vida útil que tendrá el producto mediante pruebas aceleradas, almacenándolo a 3 temperaturas a diferentes periodos de tiempo.

❖ VARIABLES:

o Temperaturas

$T_1 = 15^{\circ}\text{C}$

$T_2 = 25^{\circ}\text{C}$

$T_3 = 35^{\circ}\text{C}$

❖ RESULTADOS:

CUADRO N°53
RESULTADOS DE pH

TIEMPO	TEMPERATURA		
(DIAS)	15°C	25°C	35°C
0	12.32	12.32	12.32
15	12.30	12.29	12.28
30	12.28	12.27	12.25
45	12.26	12.24	12.22
60	12.23	12.21	12.19

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ APLICACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS

Para determinar el orden de reacción se realiza una regresión para cada orden de modo de verificar cual se ajusta a estos datos experimentales, para ello el proceso se realiza de acuerdo a lo siguiente:

✓ CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION DE ORDEN CERO

$$[A] = [A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{[A] - [A_0]}{-k}$$

Donde:

[A]= Valor de la característica evaluada al tiempo t

[A₀]= Valor Inicial de la Característica Evaluada

K= Velocidad constante de deterioro

t= tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a= Intercepto = [A₀]

b= Pendiente = k

X = t

Y = [A]

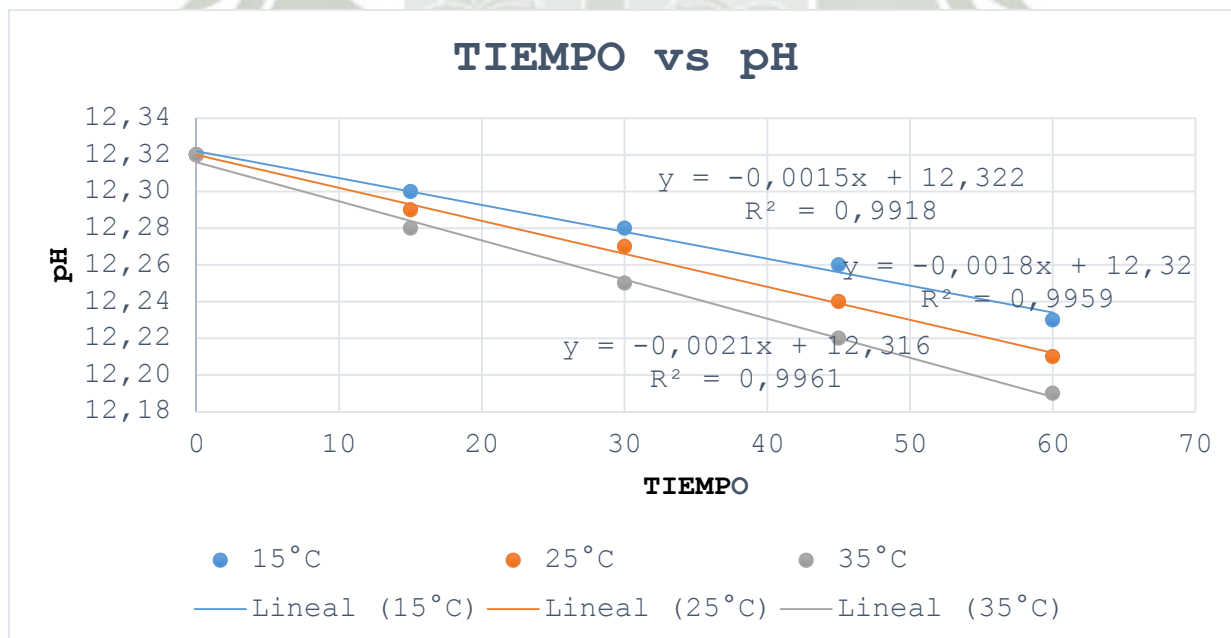
R² = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

[A] vs. t

GRAFICA N°22

REACCION DE ORDEN CERO



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ **CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION DE PRIMER ORDEN**

$$\ln[A] = \ln[A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{\ln[A] - \ln[A_0]}{-k}$$

Donde:

$\ln[A]$ = Valor de la característica evaluada al tiempo t

$\ln[A_0]$ = Valor Inicial de la Característica Evaluada

K = Velocidad constante de deterioro

t = tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a = Intercepto = $\ln[A_0]$

b = Pendiente = k

$X = t$

$Y = \ln[A]$

R^2 = Coeficiente de Variación

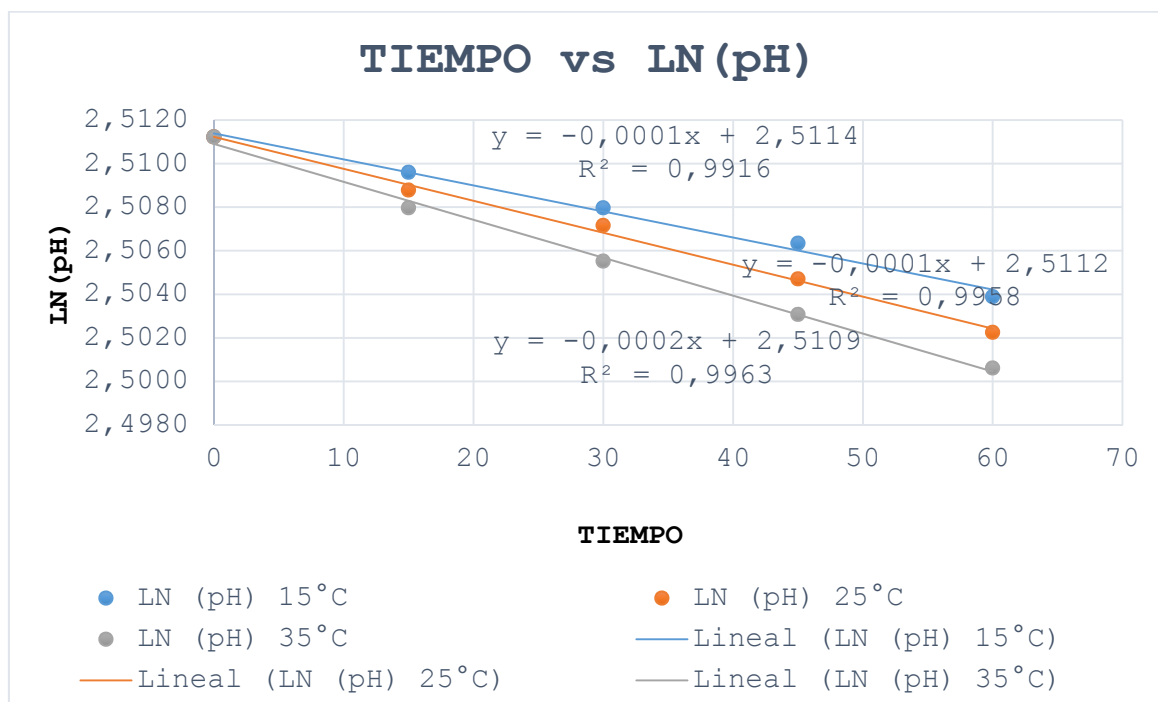
Relación Lineal:

$\ln[A]$ vs. T

CUADRO N° 54
RESULTADOS DE $\ln$ (pH)

TIEMPO (DIAS)	$\ln$ (pH)		
	15°C	25°C	35°C
0	2.5112	2.5112	2.5112
15	2.5096	2.5088	2.5080
30	2.5080	2.5072	2.5055
45	2.5063	2.5047	2.5031
60	2.5039	2.5023	2.5006

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICA N°23
REACCION DE ORDEN UNO


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ **CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE REGRESION DE UNA REACCION DE SEGUNDO ORDEN**

$$1/\ln[A] = 1/\ln[A_0] - k \cdot t$$

$$t = \frac{1/\ln[A] - 1/\ln[A_0]}{-k}$$

Donde:

1/ln[A]= Valor de la característica evaluada al tiempo t

1/ln[A₀]= Valor Inicial de la Característica Evaluada

K= Velocidad constante de deterioro

t= tiempo en que se realiza la evaluación

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

$a = \text{Intercepto} = 1/\ln[A_0]$

$b = \text{Pendiente} = k$

$X = t$

$Y = 1/\ln[A]$

$R^2 = \text{Coeficiente de Variación}$

Relación Lineal:

$1/\ln[A] \text{ vs. } T$

CUADRO N°55

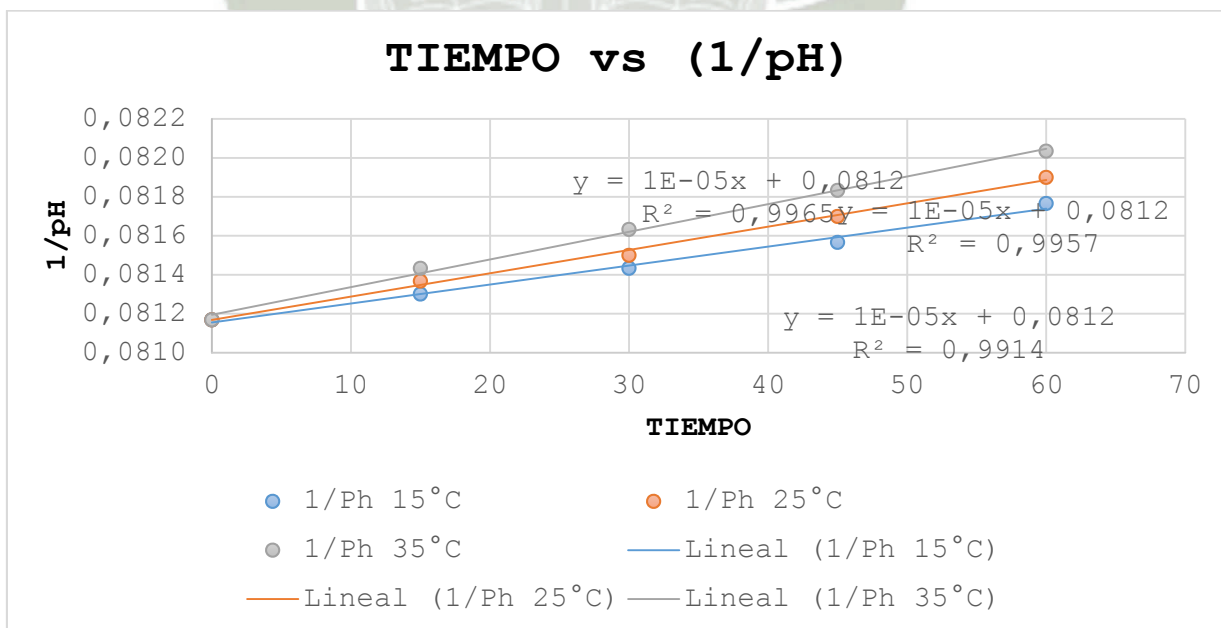
RESULTADOS DE $1/(\text{pH})$

TIEMPO (DIAS)	1/Ph		
	15°C	25°C	35°C
0	0.0812	0.0812	0.0812
15	0.0813	0.0814	0.0814
30	0.0814	0.0815	0.0816
45	0.0816	0.0817	0.0818
60	0.0818	0.0819	0.0820

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICA N°24

REACCION DE ORDEN DOS



FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 56
VALORES DE R²

TEMPERATURA	REACCION DE ORDEN 0	REACCION DE ORDEN 1	REACCION DE ORDEN 2
15°C	0.9918	0.9916	0.9965
25°C	0.9959	0.9958	0.9957
35°C	0.9961	0.9963	0.9914

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

DISCUSION DE RESULTADOS:

Los valores de coeficiente de variación obtenidos, se concluye que la reacción es de orden 0, debido a que presenta el mayor valor de r² como se muestra en la **CUADRO N° 90**.

Por lo tanto los datos obtenidos de la regresión para cada temperatura son, (según la **GRAFICA N°22**):

CUADRO N° 57
ECUACION DE REACCION DE PRIMER ORDEN

TEMPERATURA	ECUACION DE PRIMER ORDEN
15°C	y = -0.0015x + 12.322
25°C	y = -0.0018x + 12.320
35°C	y = -0.0021x + 12.316

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ CALCULO DE LA VELOCIDAD CONSTANTE DE DETERIORO

Para determinar la velocidad de deterioro de nuestro producto se trabaja con la ecuación de ARRENIUS que describe el efecto de la temperatura en la velocidad de deterioro.

$$K = A * e^{\frac{EA}{R * T}}$$

$$\ln K = \ln A + \ln e^{\frac{EA}{R} * \frac{1}{T}}$$

$$\ln K = \ln A + \frac{EA}{R * T}$$

$$\ln K = \ln A - \frac{EA}{R} * \frac{1}{T}$$

Donde:

K = Constante de velocidad de reacción

A = Constante de velocidad en la medida que la reacción tiende al infinito.

EA = Energía de activación

R = Constante de gases ideales

T = Temperatura en $^{\circ}K$

Ecuación de una Recta:

$$Y = a + b \cdot x$$

Donde:

a = Intercepto = A

b = Pendiente = EA

$X = 1/T$

$Y = \ln K$

R^2 = Coeficiente de Variación

Relación Lineal:

$\ln K$ vs. $1/T$

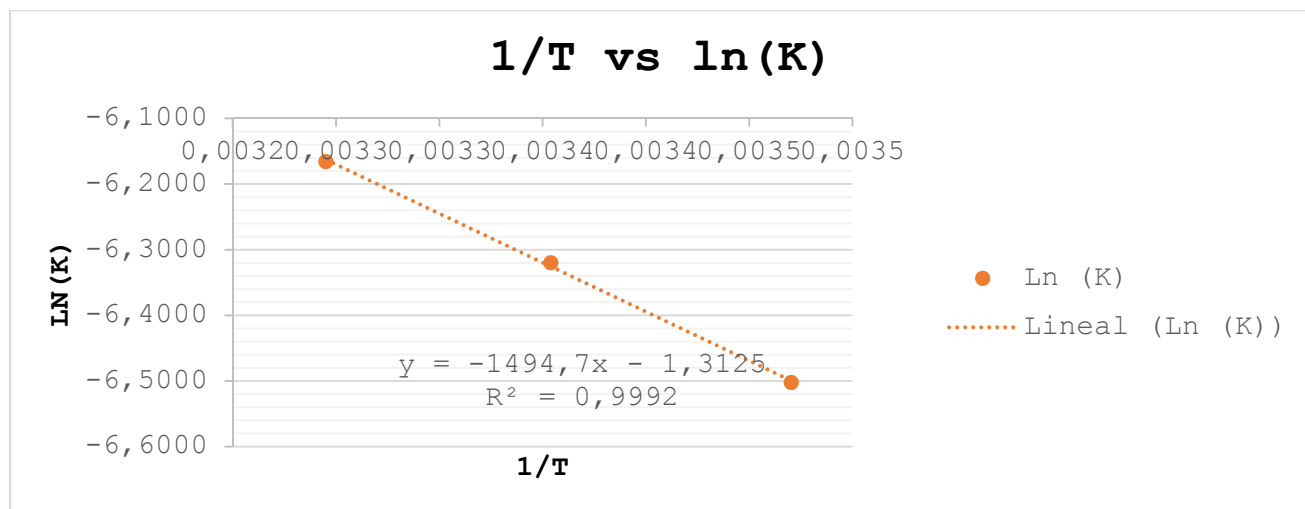
En donde se obtienen los siguientes datos:

CUADRO N°58

VELOCIDAD DE DETERIORO A TEMPERATURAS: 15, 25, 35 $^{\circ}C$

TEMPERATURA ($^{\circ}C$)	TEMPERATURA ($^{\circ}K$)	VALOR K	VALOR $1/T$	VALOR $\ln (K)$
15	288.15	1.50E-03	0.0035	-6.5023
25	298.15	1.80E-03	0.0034	-6.3200
35	308.15	2.10E-03	0.0032	-6.1658

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

GRAFICA N°25
1/T vs ln(K)


FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

En donde reemplazando los valores obtenidos en la ecuación de Arrhenius, se obtiene la siguiente ecuación:

Siendo:

$$\text{LN (K)} = -1494.7 * T^{-1} - 1.3125$$

Por lo tanto calculamos la Energía de Activación:

$$E_a/R = 1494.7$$

$$R = 8.314 \text{ KJ/mol KgK}$$

Entonces:

$$E_a = 1494.7 * 8.314 \text{ KJ/mol Kg K}$$

$$E_a = 12\,426.9358 \text{ KJ/mol Kg}$$

✓ **CALCULO DE VIDA ÚTIL**

Considerando como pH límite de 12, ya que a pH menor la Norbixina se degrada cambiando de color y formando precipitado, obtenemos el siguiente resultado:

CUADRO N° 59
VELOCIDAD DE DETERIORO A DIFERENTES TEMPERATURAS

TEMPERATURA		1/T	lnk	K	TIEMPO	TIEMPO
(°C)	(°K)				(DÍAS)	(MESES)
0	273.15	0.0037	-6.78458	0.0011	282.3268	9.41
1	274.15	0.0036	-6.76462	0.0012	276.7473	9.22
2	275.15	0.0036	-6.74481	0.0012	271.3175	9.04
3	276.15	0.0036	-6.72514	0.0012	266.0324	8.87
4	277.15	0.0036	-6.70561	0.0012	260.8873	8.70
5	278.15	0.0036	-6.68622	0.0012	255.8777	8.53
6	279.15	0.0036	-6.66697	0.0013	250.9990	8.37
7	280.15	0.0036	-6.64786	0.0013	246.2473	8.21
8	281.15	0.0036	-6.62888	0.0013	241.6183	8.05
9	282.15	0.0035	-6.61004	0.0013	237.1083	7.90
10	283.15	0.0035	-6.59133	0.0014	232.7134	7.76
11	284.15	0.0035	-6.57275	0.0014	228.4301	7.61
12	285.15	0.0035	-6.5543	0.0014	224.2548	7.48
13	286.15	0.0035	-6.53598	0.0015	220.1842	7.34
14	287.15	0.0035	-6.51779	0.0015	216.2151	7.21
15	288.15	0.0035	-6.49973	0.0015	212.3443	7.08
16	289.15	0.0035	-6.48179	0.0015	208.5689	6.95
17	290.15	0.0034	-6.46397	0.0016	204.8860	6.83
18	291.15	0.0034	-6.44628	0.0016	201.2927	6.71
19	292.15	0.0034	-6.42871	0.0016	197.7864	6.59
20	293.15	0.0034	-6.41125	0.0016	194.3645	6.48
21	294.15	0.0034	-6.39392	0.0017	191.0244	6.37
22	295.15	0.0034	-6.3767	0.0017	187.7638	6.26
23	296.15	0.0034	-6.3596	0.0017	184.5803	6.15
24	297.15	0.0034	-6.34262	0.0018	181.4717	6.05
25	298.15	0.0034	-6.32575	0.0018	178.4357	5.95
26	299.15	0.0033	-6.30899	0.0018	175.4704	5.85
27	300.15	0.0033	-6.29234	0.0019	172.5736	5.75
28	301.15	0.0033	-6.27581	0.0019	169.7433	5.66
29	302.15	0.0033	-6.25938	0.0019	166.9778	5.57
30	303.15	0.0033	-6.24306	0.0019	164.2751	5.48
31	304.15	0.0033	-6.22685	0.0020	161.6335	5.39
32	305.15	0.0033	-6.21075	0.0020	159.0513	5.30
33	306.15	0.0033	-6.19475	0.0020	156.5268	5.22
34	307.15	0.0033	-6.17885	0.0021	154.0585	5.14
35	308.15	0.0032	-6.16306	0.0021	151.6447	5.05

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 60

RESULTADOS DE VIDA UTIL A 15, 25 Y 35 °C

TEMPERATURA	VIDA UTIL (DIAS)	VIDA UTIL (MESES)
15°C	332.0374	7 Meses
25°C	279.0154	6 Meses
35°C	237.1229	5 Meses

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

✓ CALCULO DE Q_{10}

$$\ln Q_{10} = 10 * \frac{EA}{R} * \frac{1}{T_1 * T_2}$$

Donde:

Q_{10} = Número de veces que la velocidad de reacción cambia con una variación de temperatura de 10°C

EA = Energía de activación

R = Constante de gases ideales

T_1 = Temperatura que deseamos evaluar

T_2 = Temperatura evaluada más 10 °C

$$\ln Q_{10} = 10 * (1494.7) * (1 / (288.15 * 298.15))$$

$$\ln Q_{10} = 0.1740$$

$$Q_{10} = 1.19$$

❖ CONCLUSIONES

- ❖ Al realizar la regresión lineal para cada tipo de reacción: orden cero, primer orden y segundo orden; para determinar a cual se ajustan los datos experimentales de acuerdo al mayor valor de r^2 a las temperaturas de 15, 25 y 35 °C, obtuvimos que la reacción es de Orden Cero.
- ❖ En el tiempo que se estudió la degradación del color a través del pH, en el cual se observó cómo disminuyó el pH con el tiempo obteniendo los siguientes resultados:

- o Para 15°C, la formulación de Norbixina alcanza su valor límite en 7 meses.

- o Para 25°C, la formulación de Norbixina alcanza su valor límite en 6 meses.
- o Para 35°C, la formulación de Norbixina alcanza su valor límite en 5 meses.

Por lo tanto el producto obtenido debe almacenarse a una Temperatura de 15 °C para poder tener mayor durabilidad de este, ya que a pH < 12, la Norbixina se degrada (el color cambia, se oscurece) y existe presencia de sólidos (precipitación); por lo que el producto no es estable.

- ❖ El valor Q_{10} determinado, indica que la velocidad de reacción aumenta 1.19 veces por cada 10°C de aumento de temperatura.

3.1.8. RESULTADOS DE ANALISIS DE PRODUCTO TERMINADO

a) ANALISIS METALES TOTALES

CUADRO N° 61

RESULTADOS DE ANALISIS DE METALES PESADOS

ANLISIS DE METALES PESADOS E LA FORMULACION DE NORBIXINA (mg./Lt.)		
Aluminio	23.8	mg./Lt.
Boro	87.8	mg./Lt.
Bario	5.9	mg./Lt.
Bismuto	1	mg./Lt.
Calcio	9940	mg./Lt.
Cobre	0.6	mg./Lt.
Mercurio	0.4	mg./Lt.
Litio	3.2	mg./Lt.
Potasio	1135	mg./Lt.
Litio	3.2	mg./Lt.
Magnesio	6021	mg./Lt.
Manganeso	1.8	mg./Lt.
Molibdeno	0.9	mg./Lt.
Sodio	7256	mg./Lt.
Fosforo	4.4	mg./Lt.
Silicio	8289.0	mg./Lt.
Estroncio	125.4	mg./Lt.
Vanadio	1.3	mg./Lt.

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

b) ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL
CUADRO N° 62
RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LA FORMULACION DE NORBIXINA		
Proteínas	0.25	%
Carbohidratos	5.58	%
Fibra cruda	----	%
Grasa	6.05	%
Sólidos Solubles	13.5	%
Cenizas	1.62	%

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

c) ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
CUADRO N° 63
RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
pH	12.32
CONCENTRACION	Norbixina al 1.0 % +/- 0.2 %
ESTABILIDAD	pH:12.0 - 12.5
	Al calor: Bueno
	A la Luz: Regular

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

d) ANÁLISIS SENSORIAL
CUADRO N° 64
RESULTADOS DE ANÁLISIS SENSORIAL

ANÁLISIS SENSORIAL DE LA DE LA FORMULACION DE NORBIXINA	
Color	Este producto da tonalidades que varían desde el amarillo claro hasta el anaranjado rojizo, dependiendo del producto al que se aplicara y de la dosis.
Olor	Característico
Sabor	Ninguno
Apariencia	Líquido oscuro Marrón Anaranjado

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

e) ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

CUADRO N° 65

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA DE LA FORMULACION DE NORBIXINA		
AEROBIOS MESOFILOS	80	ufc/gr
HONGOS Y LEVADURAS	150	ufc/gr
COLIFORMES TOTALES	<3	ufc/gr
SALMONELLA	Ausencia	

FUENTE: LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD U.C.S.M.

3.2. MÉTODO PROPUESTO

3.2.1. FLUJOS DE PROCESO

3.2.2. MÉTODO ÓPTIMO

Una vez que se recepciona la materia prima se realiza una previa limpieza para luego proceder a la extracción del "Extracto Colorante" con una Dilución de 1:1 (Semilla: Solución) con una concentración de Na(OH) al 3 % y a una Temperatura de 70 °C, con agitación constante. Se realizan 2 re extracciones más con la semilla residual, la primera re-extracción 1:0.625 (Semilla: Solvente) y la Segunda reextracción 1:0.875 (Semilla: Solvente), con la finalidad de obtener más colorante.

Una vez extraído el colorante se procede al filtrado, y se procede a decantar por un periodo de 40 horas, y se procede a tomar la parte de "Norbixina Líquida" tamizándola en una tina tamiz.

Luego se procede a la precipitación en donde se adiciona ácido sulfúrico a una concentración de 70 % hasta llegar a un pH de 3, en donde se obtiene "Pasta de Norbixina" y se procede a filtrar.

Se procede al secado de la "Pasta de Norbixina" en un secador de bandejas por aire caliente a una temperatura de 60 °C por 7 horas con 30 minutos.

La "Norbixina en Gránulos Secos" es nuestro aditivo principal para la elaboración de una formulación que ayuda a mejorar la

solubilidad de la Norbixina para una fácil aplicación en embutidos, en este caso para la Salchicha Huachana, la cual consta de lo siguiente:

CUADRO N° 66

FORMULACION PARA EL COLORANTE

INGRESO	PORCENTAJE
Norbixina en Polvo	4.00%
Glicerina	1.95%
Propilenglicol	3.50%
Agua destilada	90.00%
NaOH	0.50%
Sorbato de potasio	0.05%

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

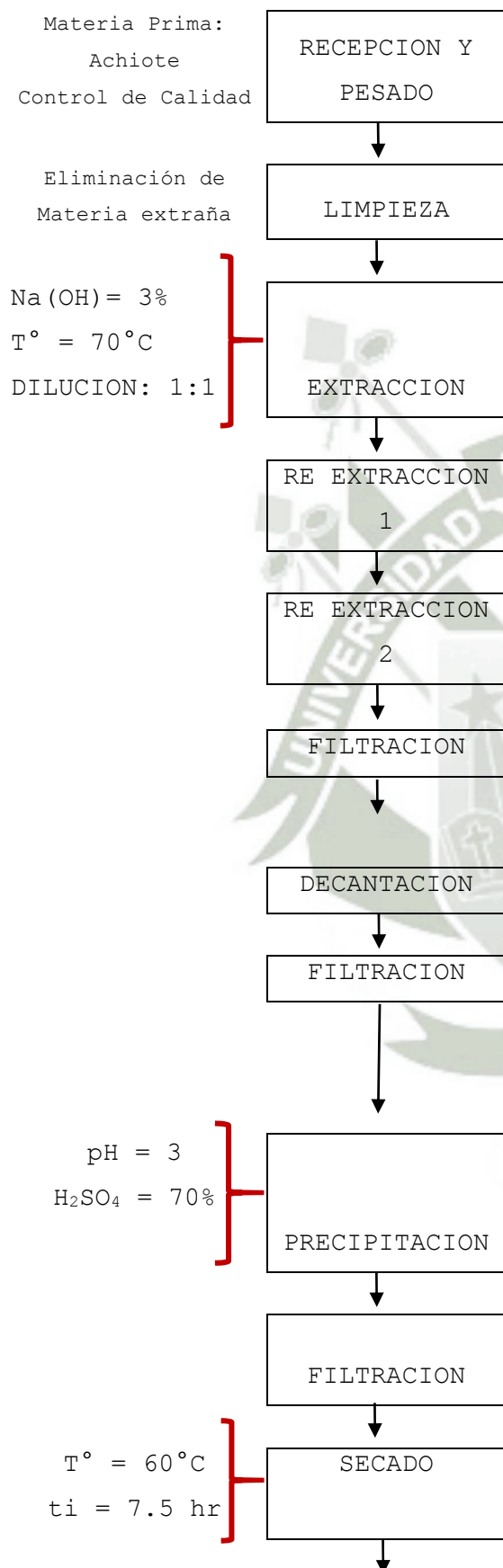
Finalmente se envasa usando botellas de polipropileno de 2 litros, luego son etiquetados con un film negro para evitar su degradación, es almacenado en un lugar libre de humedad, protegido del sol para evitar la degradación del color y condiciones sanitarias necesarias.

FIGURA N° 3

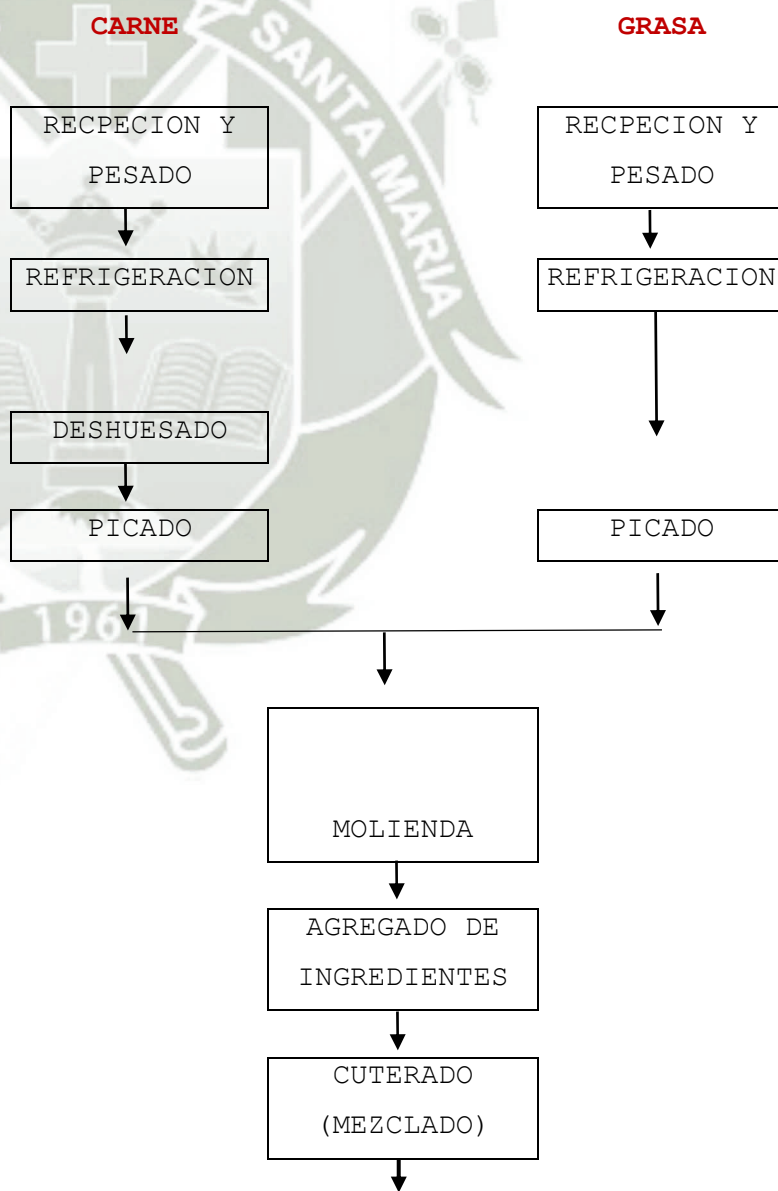
DIAGRAMA DE BLOQUES OPTIMO PARA LA EXTRACCION ALCALINA DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA A PARTIR DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (*BIXA ORELLANA*) Y SU FORMULACION COMO ADITIVO ALIMENTARIO PARA SU APLICACIÓN EN LA ELABORACION DE SALCHICHA HUACHANA

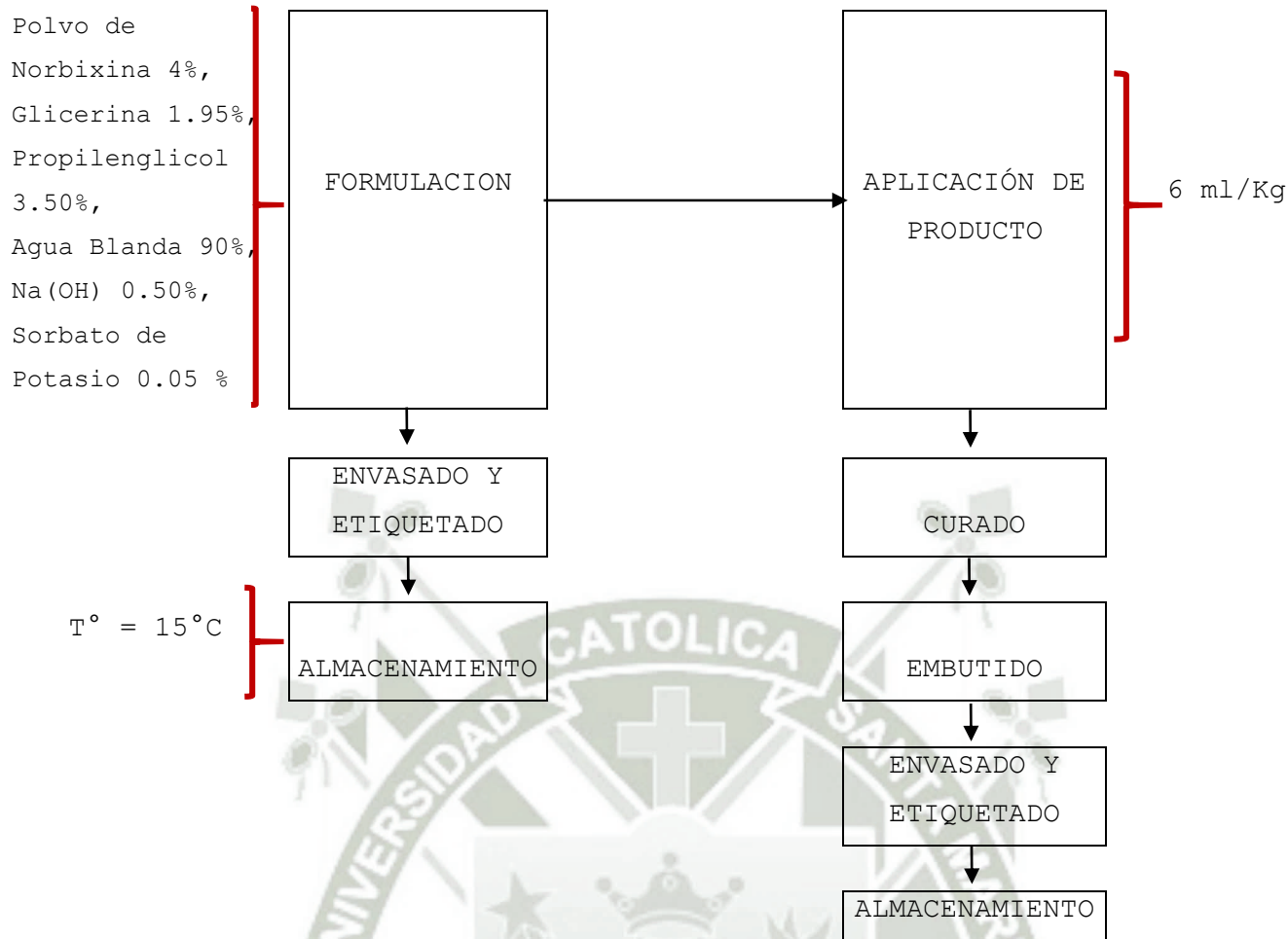
EXTRACCION DE COLORANTE NATURAL NORBIXINA Y SU

FORMULACION



**APLICACION DE COLORANTE EN LA ELABORACION
DE SALCHICHA HUACHANA**



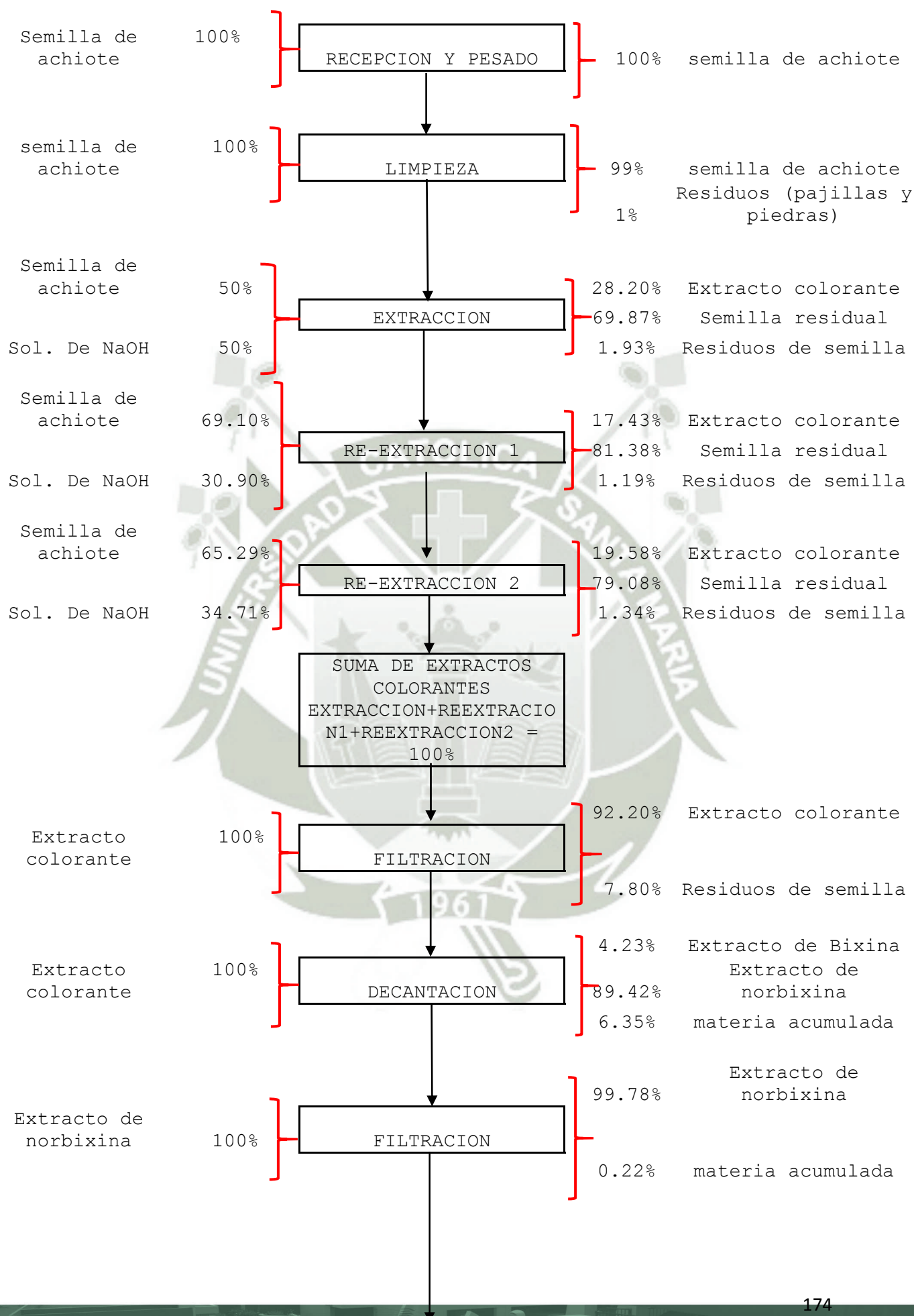


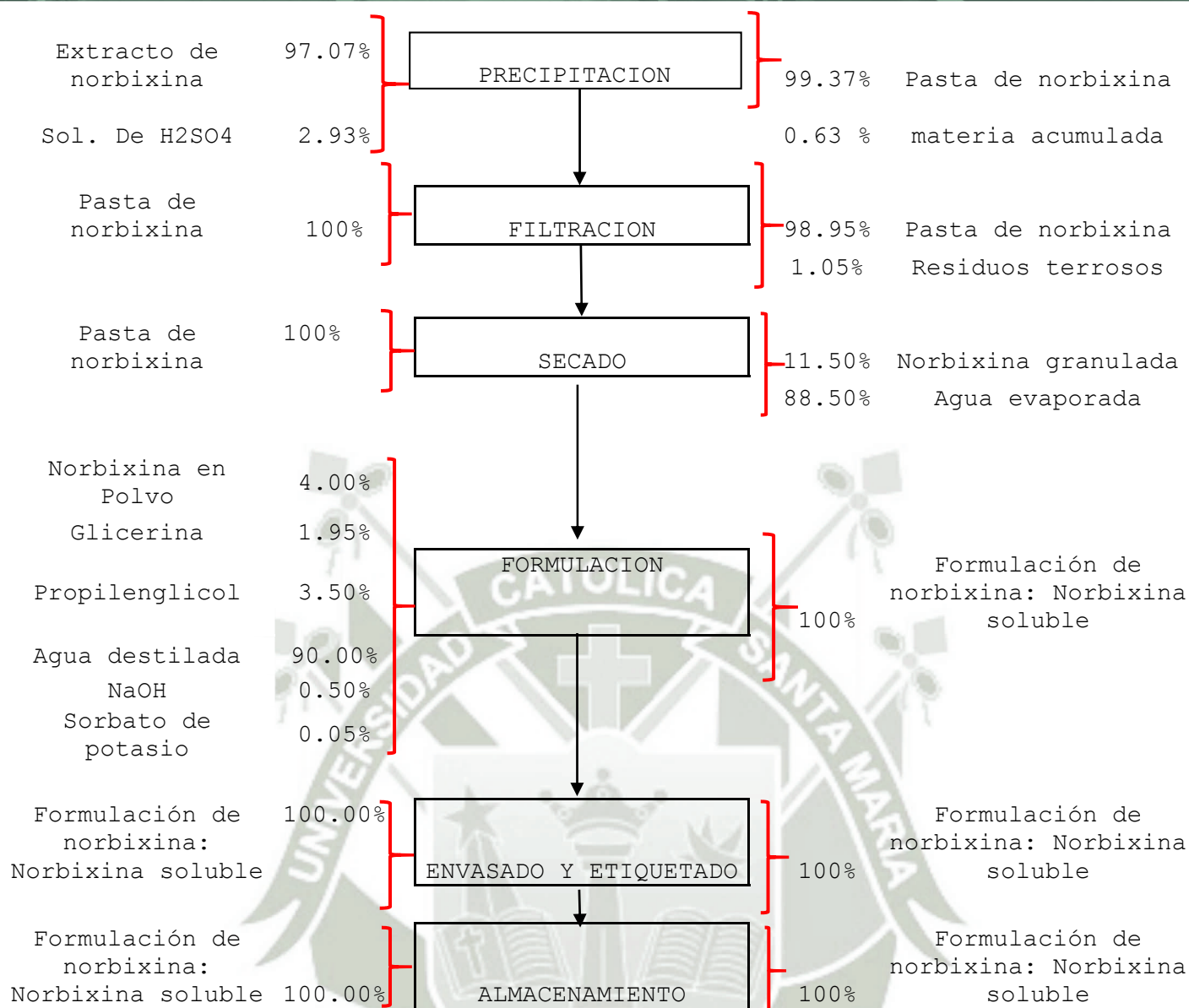
FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3.2.3. RENDIMIENTOS

FIGURA N° 4

DIAGRAMA DE RENDIMIENTO PARA LA EXTRACCION ALCALINA DEL COLORANTE NATURAL NORBIXINA A PARTIR DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (*BIXA ORELLANA*) Y SU FORMULACION COMO ADITIVO ALIMENTARIO PARA SU APLICACIÓN EN LA ELABORACION DE SALCHICHA HUACHANA





FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CAPITULO IV

IV. PROPUESTA A NIVEL DE PLANTA PILOTO Y/O INDUSTRIAL

4.1 CÁLCULOS DE INGENIERÍA

Los cálculos de ingeniería nos darán una idea concreta y real sobre la cual se trabajara los requerimientos de equipo, maquinaria, capacidades, y especificaciones de cada una de ellas.

El balance de materia y energía permite determinar la cantidad de materia prima a procesar en función del producto a obtener, así como los requerimientos energéticos y de insumos, como también las pérdidas de materia prima y energía presentados durante el proceso.

Todos estos cálculos nos darán una idea global de la rentabilidad y eficiencia de nuestro proceso.

4.1.1 CAPACIDAD Y LOCALIZACIÓN DE PLANTA

4.1.1.1 CAPACIDAD DE PLANTA

El tamaño de la planta está referido a la capacidad instalada de producción expresada en unidades de producción por unidad de tiempo, durante un periodo determinado de funcionamiento. Dicha solución del tamaño depende de varios factores como son: Mercado, tecnología, disponibilidad de materia prima, funcionamiento, así como de costos de producción.

$$C_p = f(A, B, C, D)$$

Donde:

CP: Capacidad de producción

A: Número de días de trabajo por año

B: Turnos de trabajo

C: Horas de trabajo/día

D: Producción TM/hora

Las alternativas de tamaño pertenecen al mismo tipo de proceso y tecnología.

CUADRO N° 67

ALTERNATIVAS DE TAMAÑO DE PLANTA

ALTERNATIVAS PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE PLANTA DE LA FORMULACIÓN DE NORBIXINA			
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
A	313 días/año	313 días/año	313 días/año
B	1 turno	1 turno	1 turno
C	8 horas / día	8 horas / día	8 horas / día
D	0.03 TM/hr	0.06 TM/hr	0.12 TM/hr
Cp	75.15 TM/año	149.85 TM/año	299.25 TM/año

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

❖ De acuerdo al balance de materia se produce 3324.861 kg de formulación/semana

➤ **Numero de semanas laborables por año:**

365 días ----- 52 semanas

➤ **Producción por semana aproximado:**

Alternativa 1 = $\frac{1}{2}$ de 3325 Kg/semana = 1662.5 Kg/semana

Alternativa 2 = 1 de 3325 Kg/semana = 3325 Kg/semana

Alternativa 3 = 2 de 3325 Kg/semana = 6650 Kg/semana

➤ **Producción por alternativa en TM/año:**

➤ Alternativa 1 = $\frac{1.67 \text{ TM}}{\text{Año}} * \frac{52 \text{ semanas}}{1 \text{ año}} = 86.94 \text{ TM/año}$

➤ Alternativa 2 = $\frac{3.33 \text{ TM}}{\text{Año}} * \frac{52 \text{ semanas}}{1 \text{ año}} = 173.16 \text{ TM/año}$

➤ Alternativa 3 = $\frac{6.65 \text{ TM}}{\text{Año}} * \frac{52 \text{ semanas}}{1 \text{ año}} = 345.8 \text{ TM/año}$

4.1.1.2 SELECCIÓN DE TAMAÑO

➤ **Relación tamaño-materia prima**

La disponibilidad de materia prima (semilla de achiote) no es limitada, puesto que se cultiva durante todo el año, siendo los meses más significativos son: Agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Por lo tanto la disponibilidad de materia prima no es una limitación para nuestro tamaño de planta.

➤ **Relación tamaño-mercado**

El mercado para el colorante natural norbixina extraída de la semilla de achiote no viene a ser un factor limitante en el tamaño de anteproyecto, puesto que la demanda de colorantes naturales de origen vegetal, como es el caso. Es elevada, mostrando así un mercado potencial.

➤ **Relación tamaño-tecnología**

Dado el avance de la tecnología se dispone de una gran variedad de maquinarias y equipos tanto nacionales como internacionales a diferente costo; los equipos deben ser medianos pues si son muy grandes los costos pueden ser elevados y su capacidad podría ser mayor a la capacidad diaria y si son pequeños ya no serían adecuados cuando se quisiera aumentar la producción de la empresa.

➤ **Relación tamaño-inversión**

En el Perú hay organismos estatales y privados que pueden financiar y dar apoyo de desarrollo agroindustrial.

➤ **Conclusión del estudio de tamaño**

El tamaño elegido es para una producción industrial de mediana empresa, teniendo la maquinaria y el equipo necesario en el mercado. Los requerimientos de materia prima son satisfactorios en holgura, un amplio margen de seguridad con inversiones del sector privado y apoyo financiero. La maquinaria y el equipo tienen las características apropiadas para el proyecto.

En el Siguiete cuadro se muestra la Capacidad de Producción óptima de acuerdo a la evaluación dada por las Alternativas de Tamaño de Planta:

CUADRO N° 68
CAPACIDAD DE PRODUCCION

CONDICIONES	CANTIDAD	UNIDAD
Kg/Batch (CP)	1662.43	Kg
Kg/Semana (CP)	3324.86	Kg
Kg/Año (CP)	172892.72	Kg
Semanas/Año	52	Semanas
Días/Año	365	Días
Turno / Día-tarde	2	Turno
Horas /Turno	8	Horas

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.1.3 LOCALIZACION

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital; u obtener el costo unitario mínimo.

El objetivo general es llegar a determinar el sitio donde se instalara la planta.

Ranking de Factores:

LEYENDA PARA EL ANALISIS DE RANKING DE FACTORES

GRADO DE PONDERACIÓN	%
Excesivamente importante	100
Muy importante	75
Importante	50
Moderadamente importante	25
No importa	5

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

ESCALA DE CLASIFICACION

Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 69:
RANKING DE FACTORES: MACROLOCALIZACION

FACTORES	N°			REGIÓN AREQUIPA		REGIÓN CUSCO	
		PONDERACIÓN		ESTRATIFICADO	RANKING	ESTRATIFICADO	RANKING
Terreno:	1		25	4	60	3	45
Costo		15		3	30	3	30
Disponibilidad		10					
Construcciones:	2		25	3	75	3	75
Costo		25					
Mano de obra:	3		50	3	60	3	60
Costo		20		4	40	3	30
Disponibilidad		10		3	60	2	40
Tecnificación		20					
Materia prima:	4		100	3	150	4	200
Costo		50		4	200	5	250
Disponibilidad		50					
Insumo:	5		75	4	160	2	80
Costo		40		4	140	2	70
Disponibilidad		35					
Energía:	6		50	5	125	4	100
Costo		25		5	125	4	100
Disponibilidad		25					
Agua:	7		75	5	125	4	100
Costo		25		5	125	4	100
Disponibilidad		25		5	125	3	75
Calidad		25					
Cercanía de MP:	8		75	4	160	3	120
Acceso		40		3	105	3	105
Costos de transporte		35					
Cercanía de Insumos:	9		50	4	100	3	75
Acceso		25		4	100	3	75
Costos de transporte		25					
Cercanía de Mercado:	10		50	4	100	3	75
Costo		25		3	75	2	50
Costo de transporte		25					
Seguridad	11	25	25	4	100	4	100
Promoción Industrial:	12	25	25	3	75	2	50
Disponibilidad	13		25				
Puerto		25		3	75	2	50
Disponibilidad	14		25				
Fronteras		25		3	75	3	75
Factor ambiental	15	50	50	4	200	4	200
TOTAL		725	725		2765		2330

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 70:
RANKING DE FACTORES: MICROLOCALIZACION

FACTORES	N°	PONDERACIÓN		CIUDAD AREQUIPA		CIUDAD CUSCO	
				ESTRATIFICADO	RANKING	ESTRATIFICADO	RANKING
Terreno:	1		25	4	60	3	45
Costo		15		3	30	3	30
Disponibilidad		10					
Construcciones:	2		25	3	75	3	75
Costo		25					
Mano de obra:	3		50	3	60	3	60
Costo		20		4	40	3	30
Disponibilidad		10		3	60	2	40
Tecnificación		20					
Materia prima:	4		100	3	150	4	200
Costo		50		4	200	5	250
Disponibilidad		50					
Insumo:	5		75	4	160	2	80
Costo		40		5	175	2	70
Disponibilidad		35					
Energía:	6		50	5	125	4	100
Costo		25		5	125	4	100
Disponibilidad		25					
Agua:	7		75	5	125	4	100
Costo		25		5	125	4	100
Disponibilidad		25		5	125	3	75
Calidad		25					
Cercanía de MP:	8		75	4	160	3	120
Acceso		40		4	140	3	105
Costos de transporte		35					
Cercanía de Insumos:	9		50	4	100	3	75
Acceso		25		4	100	3	75
Costos de transporte		25					
Cercanía de Mercado:	10		50	4	100	3	75
Costo		25		3	75	2	50
Costo de transporte		25					
Seguridad	11	25	25	4	100	4	100
Promoción Industrial:	12	25	25	3	75	2	50
Disponibilidad	13		25				
Puerto		25		3	75	2	50
Disponibilidad	14		25				
Fronteras		25		3	75	3	75
Factor ambiental	15	50	50	4	200	4	200
TOTAL		725	725		2835		2330

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.1.4 CONCLUSIONES: LOCALIZACIÓN ÓPTIMA

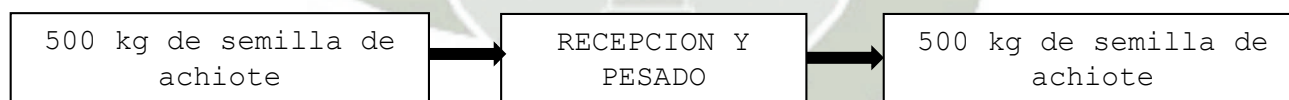
- La planta industrial se instalara en el departamento de Arequipa ya que se dispone de varias áreas de terreno, suficiente energía eléctrica, servicios de agua y desagüe, vías de acceso, bancos comerciales, universidades, institutos tecnológicos y otro que lo presentan como localización más óptima.
- En cuanto a micro localización la ciudad de Arequipa es la más óptima porque dispone de áreas de terreno de menor costo, suficiente energía eléctrica, servicios de agua y desagüe, vías de acceso, y otros que lo presentan como localización más óptima.

4.1.2 BALANCE MACROSCÓPICO DE MATERIA

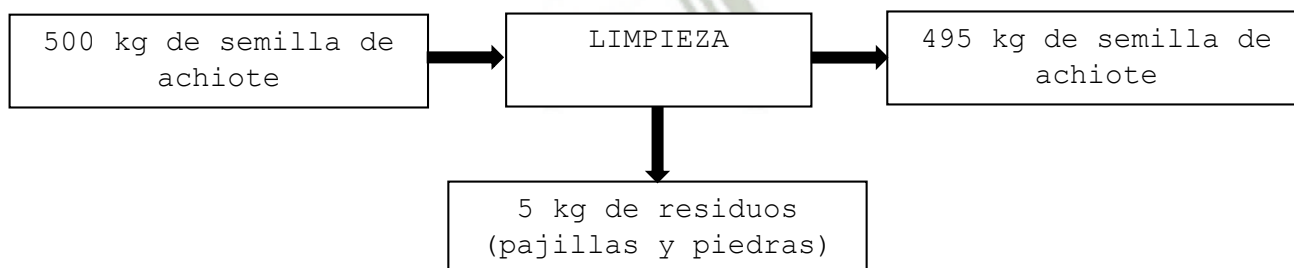
❖ Base de cálculo:

Se tomara 500 Kg de semilla de achiote por Batch, lo que implica un requerimiento de semilla de 52000 kg/año. Que de acuerdo a la proyección de materia prima de semilla de achiote visto en el **CUADRO N°7**, tenemos asegurado el abastecimiento de materia prima.

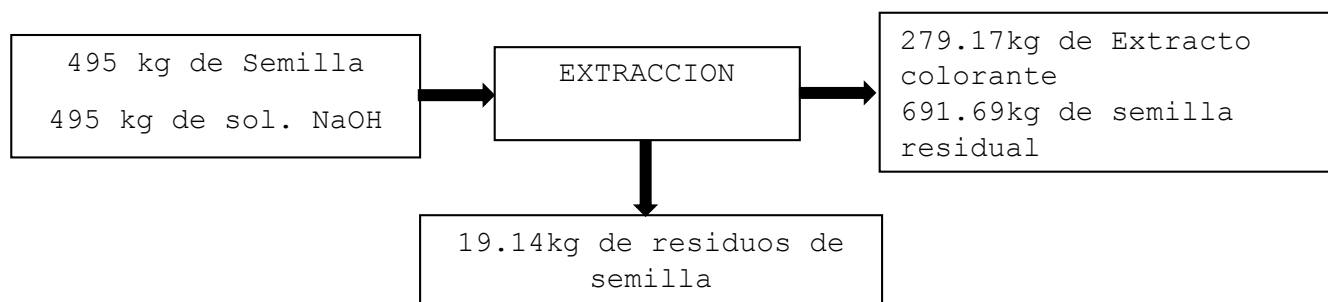
a) **BALANCE EN LA RECEPCIÓN Y PESADO DE MATERIA PRIMA**



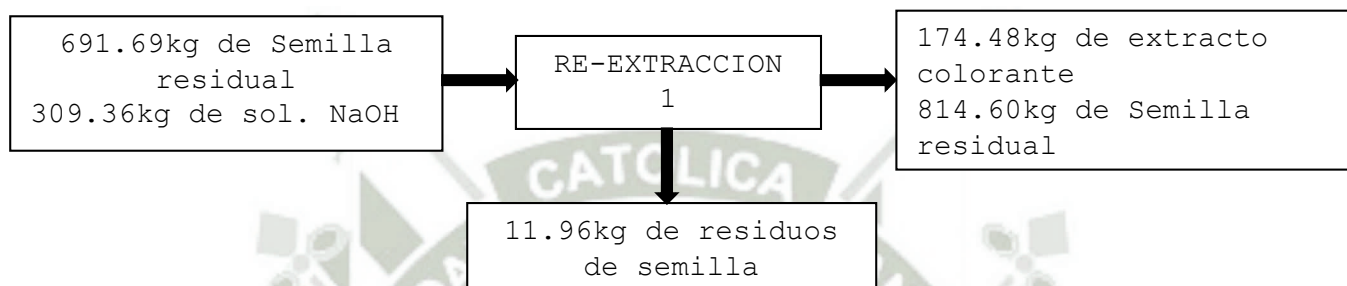
b) **BALANCE EN LA LIMPIEZA**



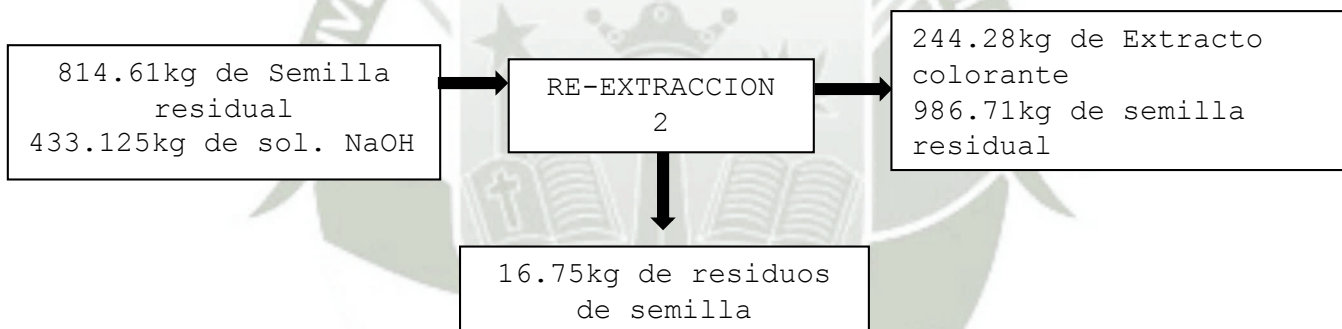
c) BALANCE EN LA EXTRACCIÓN



d) BALANCE EN LA RE EXTRACCION



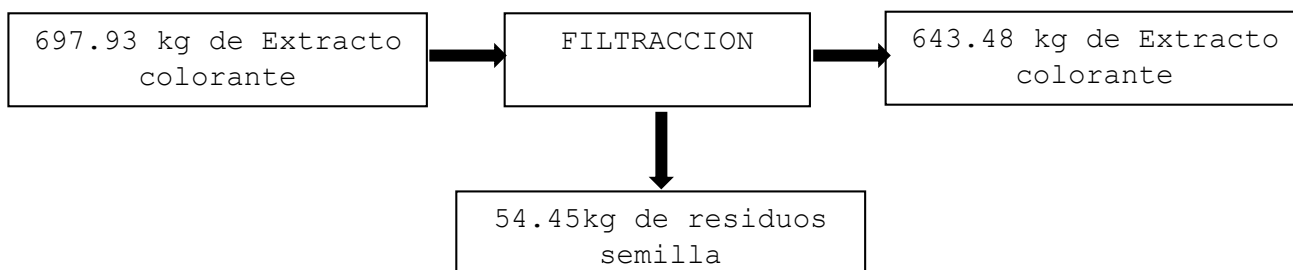
e) BALANCE EN LA RE-EXTRACCIÓN 2



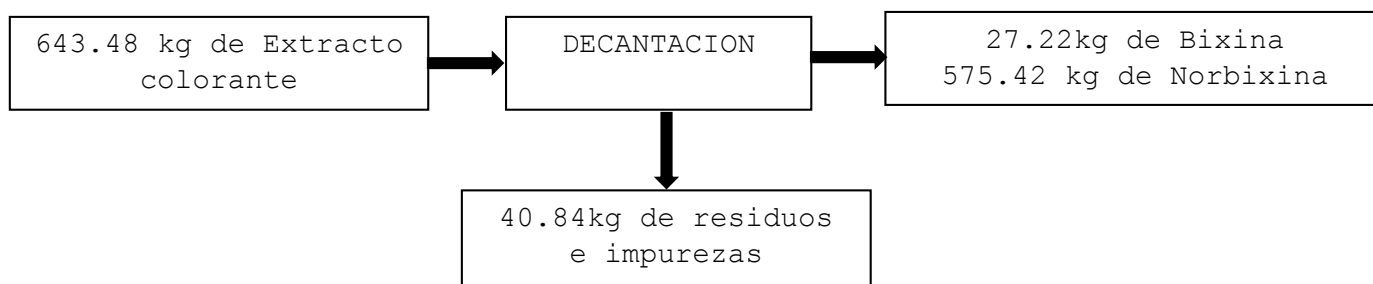
❖ **Suma de los extractos colorantes**

$279.17\text{kg} + 174.48\text{kg} + 244.28\text{kg} = 697.93 \text{ kg de extracto colorante}$

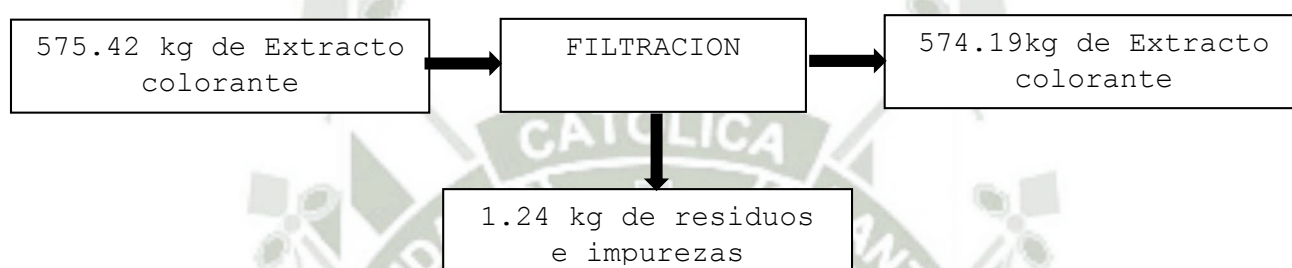
f) BALANCE EN LA FILTRACIÓN



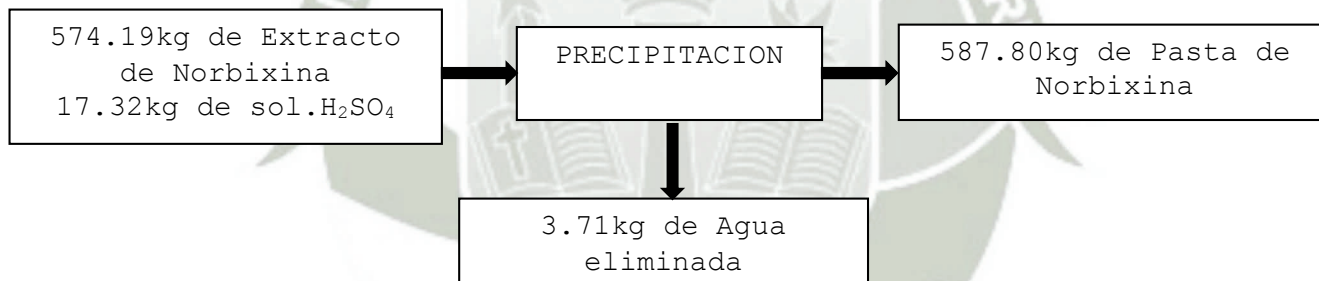
g) BALANCE EN LA DECANTACIÓN



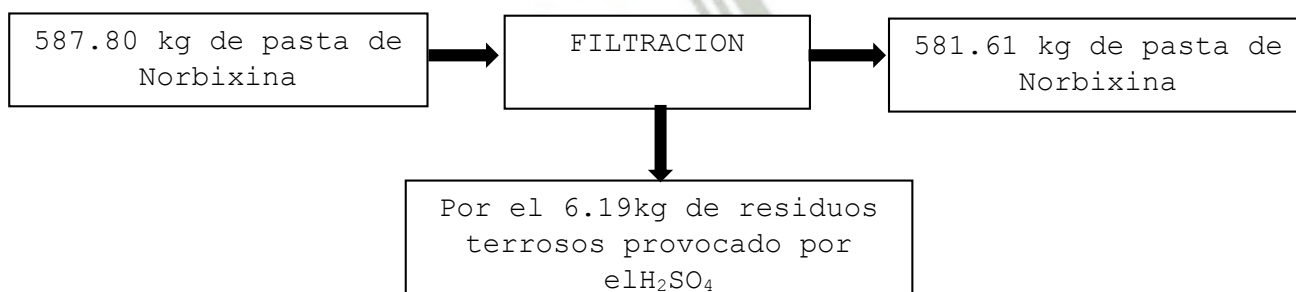
h) BALANCE EN LA FILTRACIÓN



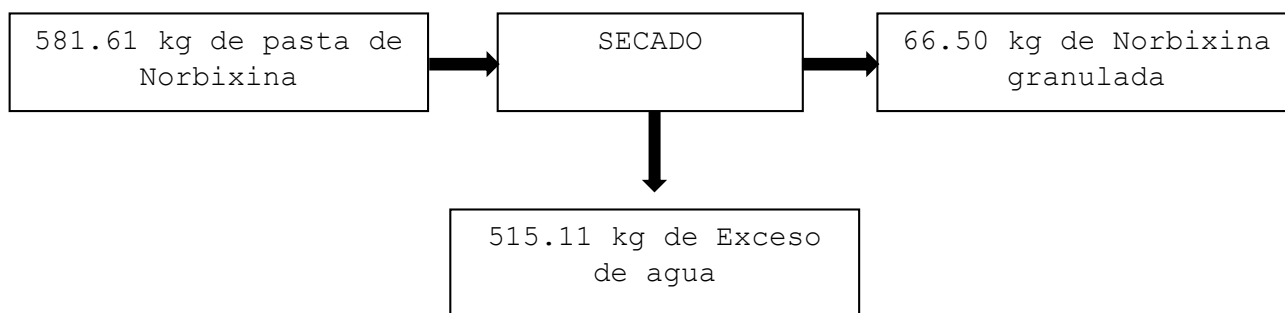
i) BALANCE EN LA PRECIPITACIÓN



j) BALANCE EN LA FILTRACIÓN



k) BALANCE EN EL SECADO



1) BALANCE EN LA FORMULACIÓN

INGRESO	CANTIDAD	UNIDAD
Norbixina en Polvo	66.50	Kg.
Glicerina	32.42	Kg.
Propilenglicol	58.19	Kg.
Agua destilada	1496.19	Kg.
NaOH	8.31	Kg.
Sorbato de potasio	0.83	Kg.
TOTAL	1662.46	Kg.

FORMULACION

INGRESO	CANTIDAD	UNIDAD
Norbixina en Polvo	66.50	Kg.
Glicerina	32.42	Kg.
Propilenglicol	58.19	Kg.
Agua destilada	1496.19	Kg.
NaOH	8.31	Kg.
Sorbato de potasio	0.83	Kg.
TOTAL	1662.46	Kg.

4.1.3 BALANCE MACROSCÓPICO DE ENERGÍA

4.1.3.1 CALCULO DE CP DE MEZCLA

➤ Cálculo del CP de la semilla de achiote

$$C_p = 1.424 X_c + 1.549 X_p + 1.675 X_f + 0.837 X_m + 4.187 X_w$$

Donde:

C_p = Calor específico en $\text{KJ/Kg}^\circ\text{K}$

X_c = Fracción de masa de carbohidratos.

X_p = Fracción de masa de proteínas.

X_f = Fracción de masa de grasa.

X_m = Fracción de masa de ceniza / sales minerales.

X_w = Fracción de masa de humedad.

➤ Composición química de la semilla de achiote

Proteína	10.93%
Grasa	8.47%
Ceniza	4.27%
Carbohidratos	67.4%
humedad	8.95%

Reemplazando:

$$C_p = 1.424 (0.674) + 1.549 (0.1093) + 1.675 (0.0847) + 0.837 (0.0425) + 4.187 (0.0895)$$

$$C_p = 1.68 \text{ KJ/Kg}^\circ\text{K} = 0.401 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

4.1.3.2 BALANCE DE ENERGIA EN LA EXTRACCION DEL COLORANTE NORBIXINA

El balance va a estar en función a la producción de 1 día de trabajo.

Modelo Matemático

$$Q_{\text{ext}} = M_t * C_{p_{\text{mezcla}}} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

Q_{ext} = Calor total de extracción en Kcal/Batch

M_t = Masa total en Kg/Batch (Semilla más Solvente)

$C_{p_{\text{mezcla}}}$ = Calor específico de la Mezcla en $\text{Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

T_1 = Temperatura Inicial en $^\circ\text{C}$

T_2 = Temperatura Final en $^\circ\text{C}$

CÁLCULO DE CP_{MEZCLA} :

$$Cp_{mezcla} = \frac{(Cp_A * Masa_A) + (Cp_B * Masa_B)}{Masa_A + Masa_B}$$

Dónde:

- Cp_{mezcla} = Calor específico de la Mezcla en Kcal/Kg°C
 Cp_A = Calor específico de la Semilla en Kcal/Kg°C
 $Masa_A$ = Masa de la semilla en Kg/Batch
 Cp_B = Calor específico del Solvente en Kcal/Kg°C
 $Masa_B$ = Masa del solvente en Kg/Batch

Datos:

- Cp_A = 0.401 Kcal/Kg°C
 $Masa_A$ = 495 Kg/Batch
 Cp_B = 0.350 Kcal/Kg°C
 $Masa_B$ = 495 Kg/Batch

Reemplazando:

$$Cp_{mezcla} = \frac{(0.401 * 495) + (0.350 * 495)}{990}$$

$$Cp_{mezcla} = 0.376 \text{ Kcal/Kg°C}$$

Datos:

- M_t = 990 Kg/Batch
 Cp_{mezcla} = 0.376 Kcal/Kg°C
 T_1 = 20 °C
 T_2 = 70 °C

Reemplazando:

$$Q_{ext} = 990 * 0.376 * (70 - 20)$$

$$Q_{ext} = 18\ 612 \text{ Kcal/Batch}$$

Dando un 5% por perdidas del sistema, trayecto y radiación

$$Q_{ext} = 19\ 542.6 \text{ Kcal/Batch}$$

4.1.3.3 BALANCE DE ENERGIA EN LA RE-EXTRACCION 1 DEL EXTRACTO COLORANTE

❖ Modelo Matemático

$$Q_{\text{ext}} = M_t * C_{p_{\text{mezcla}}} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

- Q_{ext} = Calor total de extracción en Kcal/Batch
 M_t = Masa total en Kg/Batch (Semilla más Solvente)
 $C_{p_{\text{mezcla}}}$ = Calor específico de la Mezcla en Kcal/Kg°C
 T_1 = Temperatura Inicial en °C
 T_2 = Temperatura Final en °C

Datos:

- M_t = 1001.05 Kg/Batch
 $C_{p_{\text{mezcla}}}$ = 0.376 Kcal/Kg°C
 T_1 = 20 °C
 T_2 = 70 °C

Reemplazando:

$$Q_{\text{ext}} = 1001.05 * 0.376 * (70 - 20)$$

$$Q_{\text{ext}} = 18819.74 \text{ Kcal/Batch}$$

Dando un 5% por perdidas del sistema, trayecto y radiación

$$Q_{\text{ext}} = 19760.73 \text{ Kcal/Batch}$$

4.1.3.4 BALANCE DE ENERGIA EN LA RE-EXTRACCION 2 DEL EXTRACTO COLORANTE

❖ Modelo Matemático

$$Q_{\text{ext}} = M_t * C_{p_{\text{mezcla}}} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

Q_{ext} = Calor total de extracción en Kcal/Batch
 M_t = Masa total en Kg/Batch (Semilla más Solvente)
 $C_{pmezcla}$ = Calor específico de la Mezcla en Kcal/Kg°C
 T_1 = Temperatura Inicial en °C
 T_2 = Temperatura Final en °C

Datos:

M_t = 1247.74 Kg/Batch
 $C_{pmezcla}$ = 0.376 Kcal/Kg°C
 T_1 = 20 °C
 T_2 = 70 °C

Reemplazando:

$Q_{ext} = 1247.74 * 0.376 * (70-20)$
 $Q_{ext} = 23457.51 \text{ Kcal/Batch}$

Dando un 5% por perdidas del sistema, trayecto y radiación

$Q_{ext} = 24630.39 \text{ Kcal/Batch}$

4.1.3.5 BALANCE DE ENERGIA EN EL SECADO DE LA PASTA COLORANTE NORBIXINA

Modelo Matemático

$$Q_{secado} = M_t * C_{pmezcla} * (T_2 - T_1)$$

Dónde:

Q_{secado} = Calor total de secado en Kcal/Batch
 M_t = Masa total en Kg/Batch Pasta de norbixina húmeda
 $C_{pmezcla}$ = Calor específico de la Mezcla en Kcal/Kg°C
 T_1 = Temperatura Inicial en °C
 T_2 = Temperatura Final en °C

Datos:

$$\begin{aligned} M_t &= 581.61 \text{ Kg/Batch} \\ C_{p_{mezcla}} &= 0.376 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C} \\ T_1 &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_2 &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Reemplazando:

$$\begin{aligned} Q_{ext} &= 581.61 * 0.376 * (60-20) \\ Q_{ext} &= 8747.41 \text{ Kcal/Batch} \end{aligned}$$

Dando un 5% por perdidas del sistema, trayecto y radiación

$$Q_{ext} = 9184.79 \text{ Kcal/Batch}$$

4.1.4 DISEÑO DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

4.1.4.1 DISEÑO DEL TANQUE DE EXTRACCIÓN

A. CALCULO DE LA DENSIDAD DE LA MEZCLA

$$D_m = \frac{(D_a * M_a) + (D_s * M_s) + (D_{NaOH} * M_{NaOH})}{M_a + M_s + M_{NaOH}}$$

Donde:

$$\begin{aligned} D_a &= \text{Densidad del H}_2\text{O en kg/m}^3 \\ M_a &= \text{Masa del H}_2\text{O en kg} \\ D_s &= \text{Densidad de la semilla en kg/m}^3 \\ M_s &= \text{Masa de la semilla kg} \\ D_{NaOH} &= \text{Densidad del Na (OH) en kg/m}^3 \\ M_{NaOH} &= \text{Masa del Na (OH) en kg} \end{aligned}$$

Reemplazando:

$$\begin{aligned} D_a &= 1000 \text{ kg/m}^3 \\ M_a &= 420.131 \text{ kg} \\ D_s &= 720 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$M_s = 814.61 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{\text{NaOH}} = 2130 \text{ kg/m}^3$$

$$M_{\text{NaOH}} = 12.994 \text{ kg}$$

$$D_m = \frac{(D_a * M_a) + (D_s * M_s) + (D_{\text{NaOH}} * M_{\text{NaOH}})}{M_a + M_s + M_{\text{NaOH}}}$$

$$D_m = \frac{(1000 \text{ kg/m}^3 * 420.131 \text{ kg}) + (720 \text{ kg/m}^3 * 814.61 \text{ kg/m}^3) + (2130 \text{ kg/m}^3 * 12.994 \text{ kg})}{420.131 \text{ kg} + 814.61 \text{ kg/m}^3 + 12.994 \text{ kg}}$$

$$D_m = 828.964 \text{ kg/m}^3$$

B. CALCULO DE VOLUMEN:

$$D = M / V$$

Donde:

D = densidad

M = Masa

V = volumen

Reemplazando

$$M = 1247.73 \text{ kg}$$

$$D = 828.964 \text{ kg/m}^3$$

$$D = M / V$$

$$V = M / D$$

$$V = 1247.73 \text{ kg} / 828.964 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 1.505 \text{ m}^3 \approx 1505 \text{ lt.}$$

Margen de seguridad 30%

$$V_t = 1.30 * 1505 \text{ lt} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}$$

$$V_t = 1.957 \text{ m}^3$$

Variables:

h = altura de cilindro

$r = h/2$ radio de cilindro

$h = h/2$ altura del cono

C. VOLUMEN DEL REACTOR CON FONDO CÓNICO

$$V = \pi * r^2 * h + \frac{1}{3} \pi * r^2 * h$$

$$h = \sqrt[3]{24 * V / 7 * \pi}$$

$$h = \sqrt[3]{24 * 1.957 / 7 * 3.1416}$$

$$h = 1.288 \text{ m}$$

D. MEDIDAS DEL TANQUE

h = Altura parte cilíndrica = 1.288 m

$\underline{h}$ = Radio del cilindro = 0.644 m

2

$\underline{h}$ = Radio de la parte cónica = 0.644 m

2

$\underline{h}$ = Altura parte cónica = 0.644 m

2

E. CALCULO DEL ESPESOR DE LA PARED DEL TANQUE (TE)

○ **CALCULO DE LA PRESIÓN LATERAL**

$$P = P_o + G/G_c + \rho * h$$

Donde:

P = Presión lateral = lbf/pulg²

P_o = Presión atmosférica en Arequipa 11.279 lbf/pulg²

$G = \text{Aceleración de la gravedad} = 32.2 \text{ pies /seg}^2$

$G_c = \text{Constante de proporcionalidad de ley de newton} = 32.2 \text{ lbm} \cdot \text{pie}$

$\rho = \text{Densidad lbm/pulg}^3$

$h = \text{Altura en pulgadas (cilíndrica, cónica)}$

$$h = h_{\text{cilíndrica}} + h_{\text{cónica}}$$

$$h = 1.288 \text{ m} + 0.644 \text{ m}$$

$$h = 1.932 \text{ m}$$

$$\rho = 0.829 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} * \frac{1 \text{ lbm}}{454 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} * \frac{(2.54 \text{ cm})^3}{1 \text{ pulg}^3} * \frac{1 \text{ m}^3 * 1000 \text{ gr}}{(100 \text{ cm})^3 * 1 \text{ kg}}$$

$$\rho = 0.030 \text{ lbm/pulg}^3$$

$$h = 1.932 \text{ m} * \frac{3.281 \text{ pie}}{1 \text{ m}} * \frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}}$$

$$h = 76.067 \text{ pulg.}$$

$$P = P_o + G/G_c + (\rho * h)$$

$$P_o = 11.279 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$P = 11.279 \frac{\text{lb-fuerza}}{\text{Pulg}^2} + \frac{32.2 \text{ pie/seg}^2}{32.2 \frac{\text{lbmasa} \cdot \text{pie}^2}{\text{lbf} \cdot \text{seg}^2}} + 0.030 \frac{\text{lbmasa}}{\text{pulg}^3} * 76.067 \text{ pulg}$$

$$P = 14.561 \text{ lbf/pulg}^2$$

Asumiendo un 20% de seguridad

$$P = 14.561 \text{ lbf/pulg}^2 * 1.20 = 17.473 \text{ lbf/pulg}^2$$

○ **CALCULO DEL ESPESOR DE LA PARED DE ACERO INOXIDABLE**

$$T = \frac{P * R_i}{2 \cos \theta (S * E - 0.6P)} + C$$

Donde:

Te = Espesor de plancha de acero inoxidable, pulg

P = Presión de diseño

Ri = Radio interno

θ = Angulo parte cónica Cos 45°

S = Esfuerzo permisible (acero inoxidable)

E = Eficiencia de la junta soldada 80%

C = Constante de corrosión

Reemplazando:

$$P = 17.473 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$R_i = 0.644 \text{ m}$$

$$\theta = 0.7071$$

$$S = 13750 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$E = 0.80$$

$$C = 0.125 \text{ pulg/año}$$

Calculando el espesor de la pared de acero inoxidable:

$$T_e = \frac{17.473 \text{ lbf/pulg}^2 * 0.644 \text{ m} * 100 \text{ cm/1m} * 1 \text{ pulg/2.54 cm} + 0.125 \text{ pulg}}{2 * 0.7071 (13750 \text{ lbf/pulg}^2 * 0.8 - 0.6 * 17.473 \text{ lbf/pulg}^2)}$$

$$T_e = 0.154 \text{ pulg. } 1/6 \text{ de espesor de acero inoxidable.304}$$

F. CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

Se utiliza un agitador tipo turbina de cuatro palas planas y 1.5R.P.S.

Diámetro del impulsor: $D_p = D_t/3$

$$D_p = \frac{1.288\text{m}}{3} * \frac{1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

$$D_p = 1.409 \text{ pie}$$

G. CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS:

$$Re = \frac{D_p^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde:

D_p = Diametro del impulsor (pies)

N = Velocidad (R.P.S.)

ρ = Densidad (libras/pie³)

μ = Viscosidad (lbs/pie*seg)

Reemplazando:

$$D_p = 1.409 \text{ pies}$$

$$N = 1.5 \text{ R.P.S.}$$

$$\rho = 0.829 \text{ kg}$$

$$\mu = 2.2 \text{ cp}$$

Convirtiendo la densidad:

$$\rho = 0.829 \text{ kg} * \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} * \frac{(0.3048\text{m})^3}{1 \text{ pie}}$$

$$\rho = 51.644 \text{ lb/pie}^3$$

Convirtiendo la viscosidad:

$$\mu = 2.2 \text{ cp, viscosidad}$$

$$\mu = 2.2 \text{ cp} * \frac{1 \text{ poise}}{100 \text{ cp}} * \frac{0.0672 \text{ lbs/pies*seg}}{1 \text{ poise}}$$

$$\mu = 0.0015 \text{ lbs/pies} \cdot \text{seg}$$

Calculando el número de Reynolds:

$$Re = \frac{(1.409 \text{ pie})^2 \cdot 1.5 \text{ R.P.S.} \cdot 51.644 \text{ lbs/pie}^3}{0.0015 \text{ lbs/pie} \cdot \text{seg}}$$

$$Re = 1.0 \cdot 10^5 \text{ flujo turbulento}$$

H. POTENCIA DEL AGITADOR

$$P = \frac{\Theta \cdot N^3 \cdot D_p^5 \cdot \rho}{G_c}$$

Θ = N° adimensional de potencia

P = Potencia del agitador (HP)

$$Re = 1.0 \cdot 10^5$$

$$\Theta = 7.0$$

$$N = 1.5 \text{ R.P.S.}$$

$$D_p = 1.409 \text{ pies}$$

$$\rho = 51.644 \text{ lb/pie}^3$$

$$G_c = 32.20 \text{ lbm} \cdot \text{pie/lbf} / \text{seg}^2$$

$$P = \frac{(7.0) \cdot (1.5 \text{ R.P.S.})^3 \cdot (1.409 \text{ pies})^5 \cdot 51.644 \text{ lbs/pie}^3}{32.20 \frac{\text{lbm} \cdot \text{pie}}{\text{lbf} \cdot \text{seg}^2}}$$

$$P = 210.422 \frac{\text{lbf} \cdot \text{pie}}{\text{seg}} \cdot \frac{1 \text{ HP}}{33000 \frac{\text{lbf} \cdot \text{pie}}{\text{min}}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$P = 0.383 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

I. CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

$$1 \text{ HP} \times 0.746 \frac{\text{Kw}}{\text{HP}} = 0.746 \text{ Kw}$$

J. CALCULO DE DIMENSIONES DE LA PANTALLA DEFLECTORA

$$\text{Ancho de pantalla} = D_t/10$$

$$\text{Ancho de pantalla} = 1.288\text{m}/10 = 0.1288 \text{ m}$$

K. CALCULO DE LA CHAQUETA DE VAPOR

Calor requerido para el calentamiento (Q)

$$Q = M \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Donde:

- Q_{ext} = Calor total de extracción en Kcal/Batch
- M = Masa total en Kg. (Semilla más Solvente)
- $C_{p_{\text{mezcla}}}$ = Calor específico de la Mezcla en Kcal/Kg°C
- T_1 = Temperatura Inicial en °C
- T_2 = Temperatura Final en °C

Reemplazando:

$$M = 1505 \text{ kg/Batch}$$

$$C_{p_{\text{mezcla}}} = 0.376 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 70^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C}$$

Calculando:

$$Q = 1505 \frac{\text{kg}}{\text{Batch}} \times 0.376 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (70-20)^\circ\text{C}$$

$$Q = 28294 \text{ Kcal/Batch}$$

L. VAPOR NECESARIO PARA LA CALEFACCIÓN (S) :

$$S = \frac{Q}{(H_g - h_s)}$$

Donde:

S = Flujo de vapor (Kg/Batch)

Q = Calor ganado o requerido (kcal/Batch)

H_g = Entalpía de vapor saturado (kcal/kg)

H_s = Entalpía líquido saturado (kcal/kg)

Vapor saturado presión 80 lbf/pulg²

Reemplazando:

Calor Total requerido para las 3 extracciones:

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Extracción}} + Q_{\text{Reextracción1}} + Q_{\text{Reextracción2}}$$

$$Q_{\text{Total}} = 19542.6 \text{ Kcal/Batch} + 19760.73 \text{ Kcal/Batch} + 24630.39 \text{ Kcal/Batch}$$

$$Q_{\text{Total}} = 63\,933.72 \text{ kcal/Batch}$$

Considerando el tiempo de funcionamiento del Caldero 4 horas

$$Q_{\text{Total}} = 63\,933.72 \text{ kcal/Batch} * 4 \text{ horas/Batch}$$

$$Q_{\text{Total}} = 255\,734.88 \text{ kcal}$$

$$\rho = 80 \text{ lbf/pulg}^2$$

$$T_{vs} = 155.5^{\circ}\text{C}$$

$$H_g = 657.3 \text{ kcal/kg}$$

$$H_s = 156.7 \text{ kcal/kg}$$

Calculando:

$$S = \frac{255\,734.88 \text{ kcal}}{(657.3 - 156.7) \text{ Kcal/kg}}$$

$$S = 510.86 \text{ kg}$$

M. CALCULO DE TRANSMISIÓN DE CALOR

$$Q = U \cdot A \cdot \Theta_m$$

Donde:

Q = Calor suministro (Kcal)

U = Coeficiente global de transmisión de calor (Kcal/hr.m².°C)

Θ = T° media logarítmica (°C)

Reemplazando:

$$Q = 255\,734.88 \text{ kcal}$$

$$U = 470 \text{ Kcal/hr.m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\Theta = \frac{\Delta\Theta_1 - \Delta\Theta_2}{\ln (\Delta\Theta_1 / \Delta\Theta_2)}$$

$$\Delta\Theta_1 = 155.5 - 20 = 135.5^\circ\text{C}$$

$$\Delta\Theta_2 = 155.5 - 70 = 85.5^\circ\text{C}$$

$$\Theta_m = 108.59^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Theta_m}$$

$$A = \frac{255\,734.88 \text{ kcal}}{470 \text{ Kcal/hr.m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot 108.59^\circ\text{C}}$$

$$A = 5.01 \text{ m}^2$$

N. CALCULO DEL ESPESOR DE LA CHAQUETA DE VAPOR

$$V_v = M_v * V_e$$

Donde:

V_v = Volumen de vapor en la chaqueta (m^3)

M_v = Masa de vapor necesario en la chaqueta (kg)

V_e = Volumen específico de vapor saturado = ($m^3.kg$)

Reemplazando:

$$M_v = 56.520 \text{ kg}$$

$$V_e = 0.3427 \text{ m}^3.kg$$

Calculando:

$$V_v = 56.520 \text{ Kg} * 0.3427 \text{ m}^3/kg$$

$$V_v = 19.369 \text{ m}^3$$

Asumimos que el tiempo de permanencia del vapor en la chaqueta es aproximadamente 1 minuto = 60 seg.

$$V_v = 19.369 \frac{m^3}{hr} * \frac{60 \text{ seg}}{3600 \text{ seg/hr}}$$

$$V_v = 0.323 \text{ m}^3$$

O. DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO EXTERIOR DEL TANQUE (DE)

$$D_e = D_i + 2T_e$$

$$D_e = 1.288 + 2*0.004m$$

$$D_e = 1.296 \text{ m.}$$

P. CALCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE (VT)

$$V_t = \frac{\pi * D_e^2 * h}{4}$$

$$V_t = \frac{3.1416 * (1.296)^2 * 1.932}{4}$$

$$V_t = 2.549 \text{ m}^3$$

Q. CALCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE MAS CHAQUETA

$$V_o = V_t + V_v$$

$$V_o = 2.549 \text{ m}^3 + 0.323 \text{ m}^3$$

$$V_o = 2.872 \text{ m}^3$$

R. CALCULO DE DIÁMETRO DEL TANQUE CON CHAQUETA DE VAPOR

$$V_o = \frac{\pi D^2}{4} * h$$

$$D = \sqrt{4 * V_o / \pi * h}$$

$$D = \sqrt{4 * 2.872 / \pi * 1.932}$$

$$D = 1.376 \text{ m}$$

S. CALCULO DE ESPESOR DE LA CHAQUETA

$$X = D - D_e$$

$$X = 1.376 \text{ m} - 1.296 \text{ m}$$

$$X = 0.08 \text{ m} \approx 8 \text{ cm}$$

4.1.4.2 DISEÑO DEL TANQUE DE DECANTACION

Función: Separar el extracto colorante de Norbixina y el extracto colorante Bixina.

A. CALCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE: (V_t)

$$V_t = M_t / D_m$$

Donde:

V_t = Volumen total en m^3

M_t = Masa total en kg

D_m = Densidad de la mezcla = 828.964 Kg/m^3

C. VOLUMEN DEL TANQUE

$$V_t = 643.48 / 828.964$$

$$V_t = 0.78 \text{ m}^3$$

Se asume que el volumen del tanque ocupara el 75% del total del volumen del tanque:

$$V_t = 0.78 / 0.75$$

$$V_t = 1.04 \text{ m}^3 = 1040 \text{ lt}$$

D. CALCULO DEL DIÁMETRO Y LA ALTURA DEL TANQUE DE PRECIPITACIÓN

$$V_t = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$

Donde:

V_t = Volumen del tanque

D = Diámetro del tanque

H = Altura del tanque

En la práctica para una mayor estabilidad del tanque, se considera la altura de la parte recta del cilindro igual al diámetro ($H = D$), sin considerar la torriesferica (parte ovalada inferior)

Por lo tanto:

$$V_t = \frac{\pi * D^2}{4} * D$$

$$V_t = \frac{\pi * D^3}{4}$$

$$D = H = \sqrt[3]{V_t / (\pi / 4)}$$

$$D = H = \sqrt[3]{1.04 / (\pi / 4)}$$

$D = H = 1.10 \text{ m}$. dando un margen de seguridad del 20% a la altura de la parte recta del cilindro entonces:

$$D = H = 1.32 \text{ m}$$

Asumiendo que la altura del fondo curvo es de 9 cm. Tenemos:

$$V_{tf} = ((1/6) * \pi * h_f * (3 (r)^2 + h_f^2))$$

Donde:

r = radio

h_f = Altura del fondo curvo

Reemplazando:

$$V_{tf} = ((1/6) * \pi * 9 * (3 (0.66)^2 + 9^2))$$

$$V_{tf} = 387.86 \text{ CC} = 0.39 \text{ lt}$$

E. VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE

$$V_{tk} = V_{tf} + V_t$$

$$V_{tk} = 0.39 \text{ lt} + 1040 \text{ lt}$$

$$V_{tk} = 1040.39 \text{ lt}$$

F. CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE

Calculo de la columna estática de fluido (presión que ejerce el producto contra las paredes del tanque)

$$P = P_{atm} + P_i$$

Donde:

P = Presión estática del fluido (lbf/pulg²)

P_{atm} = Presión atmosférica (11.279 lbf/pulg²)

P_i = presión lateral

$$P_i = \rho * h$$

Dado que:

$$\rho = 828.964 \text{ Kg/m}^3 * (3.61 * 10^{-5}) = 0.03 \text{ lb/pulg}^3$$

$$D = H = 1.32 \text{ m} * (39.37) \text{ pulg.} = 51.97 \text{ pulg. (Diámetro interno)}$$

Por lo tanto:

$$P_i = 0.03 \text{ lb/pulg}^3 * 151.58 \text{ pulg} = 4.55 \text{ lb/pulg}^2$$

Reemplazando:

$$P = 11.279 \text{ lbf/pulg}^2 + 4.55 \text{ lb/pulg}^2 = 15.83 \text{ lb/pulg}^2$$

Dando un margen de seguridad del 20% tenemos:

$$P = 15.83 \text{ lb/pulg}^2 * 1.20 = 18.99 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (presión interna)}$$

G. CALCULO DEL ESPESOR DE ACERO INOXIDABLE

$$T_e = \frac{P * D}{2 * S * E - (1.2 * P)} + C$$

Donde:

T_e = Espesor de plancha de acero inoxidable (pulg)

P = Presión interna (18.99 lb/pulg²)

D = Diámetro interno (51.97 pulg)

S = Factor de resistencia al acero (13750 lb/pulg²)

E = eficiencia de la junta soldada (80%=0.8)

C = factor de corrosión (0.129 pulg/año)

Reemplazando:

$$T_e = \frac{18.99 \text{ lb/pulg}^2 * 51.97 \text{ pulg}}{2 * 13750 \text{ lb/pulg}^2 * 0.8 - (1.2 * 18.99 \text{ lb/pulg}^2)} + 0.129 \text{ pulg/año}$$

$$T_e = 0.17 \text{ pulg} = 1/6 \text{ de espesor de acero inoxidable.304}$$

4.1.4.3 DISEÑO DEL TANQUE DE PRECIPITACION Y FORMULACIÓN

Función: Precipitar el extracto de norbixina con la solución de H_2SO_4 .

A. CALCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE: (V_t)

$$V_t = M_t / D_m$$

Donde:

V_t = Volumen total en m^3

M_t = Masa total en kg

D_m = Densidad de la mezcla en Kg/m^3

B. CALCULO DE DENSIDAD DE LA MEZCLA : (D_m)

$$D_m = \frac{[(D_{\text{Solución}} * M_{\text{Solución}}) + (D_{\text{aci.s}} * M_{\text{aci.s}})]}{M_{\text{Solución}} + M_{\text{aci.s}}}$$

Donde:

D_m = Densidad de la mezcla en Kg/m^3

$D_{\text{Solución}}$ = Densidad de la Solución (Extracto de Norbixina) en Kg/m^3

$M_{\text{Solución}}$ = Masa de la Solución (Extracto de Norbixina) en Kg.

$D_{\text{aci.s}}$ = Densidad del ácido sulfúrico Kg/m^3

$M_{\text{aci.s}}$ = Masa del ácido sulfúrico Kg.

Reemplazando:

$D_{\text{Solución}} = 1007 \text{ Kg/m}^3$

$M_{\text{Solución}} = 574.185 \text{ en Kg.}$

$D_{\text{aci.s}} = 1840 \text{ Kg/m}^3$

$M_{\text{aci.s}} = 17.325 \text{ Kg.}$

Calculando:

$$D_m = \frac{[(1007 * 574.185) + (1840 * 17.325)]}{574.185 + 17.325}$$

$$D_m = 1031.398 \text{ Kg/m}^3$$

C. VOLUMEN DEL TANQUE

$$V_t = 591.510 / 1031.398$$

$$V_t = 0.574 \text{ m}^3$$

Se asume que el volumen del tanque ocupara el 75% del total del volumen del tanque:

$$V_t = 0.574 / 0.75$$

$$V_t = 0.765 \text{ m}^3 = 765 \text{ lt}$$

D. CALCULO DEL DIÁMETRO Y LA ALTURA DEL TANQUE DE PRECIPITACIÓN

$$V_t = \frac{\pi * D^2}{4} * h$$

Donde:

V_t = Volumen del tanque

D = Diámetro del tanque

H = Altura del tanque

En la práctica para una mayor estabilidad del tanque, se considera la altura de la parte recta del cilindro igual al diámetro ($H = D$), sin considerar la torre esférica (parte ovalada inferior)

Por lo tanto:

$$V_t = \frac{\pi * D^2}{4} * D$$

$$V_t = \frac{\pi * D^3}{4}$$

$$D = H = \sqrt[3]{V_t / (\pi / 4)}$$

$$D = H = \sqrt[3]{0.765 / (\pi / 4)}$$

$D = H = 0.991 \text{ m}$. dando un margen de seguridad del 20% a la altura de la parte recta del cilindro entonces:

$$D = H = 1.19 \text{ m}$$

Asumiendo que la altura del fondo curvo es de 9cm. Tenemos:

$$V_{tf} = ((1/6) * \pi * h_f * (3 (r)^2 + h_f^2))$$

Donde:

r = radio

h_f = Altura del fondo curvo

Reemplazando:

$$V_{tf} = ((1/6) * \pi * 9 * (3 (0.60)^2 + 9^2))$$

$$V_{tf} = 386.793 \text{ CC} = 0.387 \text{ lt}$$

E. VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE

$$V_{tk} = V_{tf} + V_t$$

$$V_{tk} = 0.387 \text{ lt} + 765 \text{ lt}$$

$$V_{tk} = 765.387 \text{ lt}$$

F. CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACERO INOXIDABLE

Calculo de la columna estática de fluido (presión que ejerce el producto contra las paredes del tanque)

$$P = P_{atm} + P_i$$

Donde:

P = Presion estatica del fluido (lbf/pulg²)

P_{atm} = Presion atmosférica (11.279 lbf/pulg²)

P_i = presión lateral

$$P_i = \rho * h$$

Dado que:

$$\rho = 1031.398 \text{ Kg/m}^3 * (3.61 * 10^{-5}) = 0.037 \text{ lb/pulg}^3$$

$$D = H = 1.19 \text{ m} * (39.37) \text{ pulg} = 46.85 \text{ pulg (diámetro interno)}$$

Por lo tanto:

$$P_i = 0.037 \text{ lb/pulg}^3 * 151.58 \text{ pulg} = 5.608 \text{ lb/pulg}^2$$

Reemplazando:

$$P = 11.279 \text{ lbf/pulg}^2 + 5.608 \text{ lb/pulg}^2 = 16.887 \text{ lb/pulg}^2$$

Dando un margen de seguridad del 20% tenemos:

$$P = 16.887 \text{ lb/pulg}^2 * 1.20 = 20.26 \text{ lb/pulg}^2 \text{ (presión interna)}$$

G. CALCULO DEL ESPESOR DE ACERO INOXIDABLE

$$T_e = \frac{P * D}{2 * S * E - (1.2 * P)} + C$$

Donde:

T_e = Espesor de plancha de acero inoxidable (pulg)

P = Presión interna (20.26 lb/pulg²)

D = Diámetro interno (46.85 pulg)

S = Factor de resistencia al acero (13750 lb/pulg²)

E = eficiencia de la junta soldada (80%=0.8)

C = factor de corrosión (0.129 pulg/año)

Reemplazando:

$$T_e = \frac{20.26 \text{ lb/pulg}^2 * 46.85 \text{ pulg}}{2 * 13750 \text{ lb/pulg}^2 * 0.8 - (1.2 * 20.26 \text{ lb/pulg}^2)} + 0.129 \text{ pulg/año}$$

$$T_e = 0.172 \text{ pulg} = 1/6 \text{ de espesor de acero inoxidable.304}$$

H. CALCULO DE LA POTENCIA DEL AGITADOR

Se utiliza un agitador tipo turbina de cuatro palas planas y 1.5R.P.S.

$$\text{Diámetro del impulsor: } D_p = D_t/3$$

$$D_p = \frac{1.19 \text{ m}}{3} * \frac{1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}$$

$$D_p = 1.30 \text{ pies}$$

I. CALCULO DE NUMERO DE REYNOLDS:

$$Re = \frac{D_p^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde:

D_p = Diametro del impulsor (pies)

N = Velocidad (R.P.S.)

ρ = Densidad (libras/pie³)

μ = Viscosidad (lbs/pie*seg)

Reemplazando:

$$D_p = 1.30 \text{ pies}$$

$$N = 1.5 \text{ R.P.S.}$$

$$\rho = 1031.398 \text{ Kg/m}^3$$

$$\mu = 2.2 \text{ cp}$$

Convirtiendo la densidad:

$$\rho = 1.03 \text{ Kg} * \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} * \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3} * \frac{(0.3048 \text{ m})^3}{1 \text{ pie}}$$

$$\rho = 64.17 \text{ lb/pie}^3$$

Convirtiendo la viscosidad:

$$\mu = 2.2 \text{ cp, viscosidad}$$

$$\mu = 2.2 \text{ cp} * \frac{1 \text{ poise}}{100 \text{ cp}} * \frac{0.0672 \text{ lbs/pies*seg}}{1 \text{ poise}}$$

$$\mu = 0.0015 \text{ lbs/pies*seg}$$

Calculando el número de Reynolds:

$$Re = \frac{(1.30 \text{ pie})^2 * 1.5 \text{ R.P.S.} * 64.17 \text{ lbs/pie}^3}{0.0015 \text{ lbs/pie*seg}}$$

$$Re = 1.08 * 10^5 \text{ flujo turbulento}$$

H. POTENCIA DEL AGITADOR

$$P = \frac{\Theta * N^3 * D_p^5 * \rho}{G_c}$$

Θ = N° adimensional de potencia

P = Potencia del agitador (HP)

$$Re = 1.08 * 10^5$$

$$\Theta = 7.0$$

$$N = 1.5 \text{ R.P.S.}$$

$$D_p = 1.30 \text{ pies}$$

$$\rho = 64.17 \text{ lb/pie}^3$$

$$G_c = 32.20 \text{ lbm} * \text{pie/lbf} / \text{seg}^2$$

$$P = \frac{(7.0) * (1.5 \text{ R.P.S.})^3 * (1.30 \text{ pies})^5 * 64.17 \text{ lbs/pie}^3}{32.20 \frac{\text{lbm*pie}}{\text{lbf*seg}^2}}$$

$$P = \frac{174.81 \frac{\text{lbf*pie}}{\text{seg}} * \frac{1 \text{ HP}}{33000 \frac{\text{lbf*pie}}{\text{min}}}}{\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}}$$

$$P = 0.32 \text{ HP} \approx 1 \text{ HP}$$

I. CALCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

$$1 \text{ HP} * 0.746 \frac{\text{Kw}}{\text{HP}} = 0.746 \text{ Kw}$$

J. CALCULO DE DIMENSIONES DE LA PANTALLA DEFLECTORA

Ancho de pantalla = $Dt/10$

Ancho de pantalla = $1.19 \text{ m}/10 = 0.119 \text{ m}$

4.1.4.4 DISEÑO DE LA CALDERA

Datos:

Calor requerido = $(Q_{\text{extraccion}} + Q_{\text{reextraccion1}} + Q_{\text{reextraccion2}})$ Kcal/Batch

Tiempo de proceso = horas

Tipo de combustible = Diesel N°2

Se considera una pérdida del 20% del calor por seguridad

Reemplazando:

Calor requerido = $(24630.201 + 19760.7033 + 19542.6)$ Kcal/Batch

Calor requerido = 63933.61 Kcal/Batch

Tiempo de proceso = 8 hr/día

Calor requerido por día = $63933.61 \frac{\text{Kcal}}{\text{Batch}} \times \frac{2 \text{ Batch}}{\text{día}}$

Calor requerido por día = 127 867.22 Kcal/día

Se considera una pérdida del 40% del calor por seguridad =

$127 \ 867.22 \text{ Kcal/día} \times 1.40 = 179 \ 014.108 \text{ Kcal/día}$

A. CALCULO DE LA CANTIDAD DE VAPOR A UTILIZAR

$$M_s = [Q / (h_s - h_t)]$$

Donde:

M_s = Peso del vapor a producir en Kg/hr

Q = Calor producido por la caldera en Kcal/día

h_s = Entalpia del vapor en Kcal/Kg

h_t = Entalpia del agua de alimentación a 80°C en Kcal/Kg

Reemplazando:

$$M_s = [(179\ 014.108 \text{ Kcal/día}) / (654 - 79.95) \text{ Kcal/Kg.}]$$

$$M_s = 311.844 \text{ Kg Vapor / día}$$

$$M_s = 311.844 \text{ Kg Vapor / día} \cdot \text{día} / 8\text{hr}$$

$$M_s = 38.98 \text{ Kg/hr}$$

B. CALCULO DE LA POTENCIA DE LA CALDERA

$$BHp = \frac{[M_s \cdot (h_s \cdot T - h_t)]}{[(h_s - h_t) \cdot 15.66]}$$

Donde:

BHp = Potencia de la caldera al día

M_s = Peso del vapor a producir en Kg/h

T = Titulo del vapor a producir al 90%

h_s = Entalpia del vapor en Kcal/Kg

h_t = Entalpia del agua de alimentación a 80°C en Kcal/Kg

Reemplazando:

$$M_s = 38.98 \text{ Kg/hr}$$

$$T = 0.9$$

$$h_s = 654 \text{ Kcal/Kg}$$

$$h_t = 79.95 \text{ Kcal/Kg}$$

$$BHp = \frac{[38.98 \text{ Kg/hr} \cdot (654 \text{ Kcal/Kg} \cdot 0.9 - 79.95 \text{ Kcal/Kg})]}{[(654 - 79.95) \text{ Kcal/Kg} \cdot 15.66 \text{ Kg/hr}]}$$

$$BHp = 2.20$$

Dando un factor de seguridad de 45% necesitamos una caldera que produzca:

$$2.20 \text{ BHp} \cdot 1.45 = 3.19 \text{ BHp} \approx 4 \text{ BHp}$$

C. CALCULO DE LA SUPERFICIE DE CALEFACCION

$$S = BHp * Equiv(m^2 / BHp)$$

Donde:

S = superficie de calefacción en m²

BHp = Potencia de caldero

$$1BHp = 0.93 m^2$$

$$S = 4 BHp * 0.93 m^2/BHp$$

$$S = 3.72 m^2$$

D. CALCULO DEL CONSUMO DE AGUA

0.93 m² consume 15.68 Kg/hr.m² de agua

$$\text{Vapor de agua} = 3.72 m^2 * 15.68 Kg/hr.m^2 \text{ de agua}$$

$$\text{Vapor de agua} = 58.33 Kg/h \text{ de agua}$$

Consumo diario

$$58.33 Kg/h \text{ de agua} * \frac{8 \text{ horas /día}}{1 kg/Litro} = 466.64 \text{ litros/día de agua}$$

E. CALCULO DEL COMBUSTIBLE PARA EL QUEMADOR

Se usa Petróleo Diesel N°2

Datos:

Densidad especifica del combustible = 873.86 Kg/m³

Potencia calórica del combustible = 10342 Kcal/Kg

Rendimiento del combustible = 90%

Entonces tenemos:

$$10342 Kcal/Kg * 0.9 = 9307.8 Kcal / Kg$$

La cantidad de combustible será:

$$P = \frac{[Ms * (hs - ht)]}{Pc}$$

Donde:

P = Consumo de petróleo en Kg/día

Pc = Potencia calórica del combustible en Kcal/Kg

Ms = Peso del vapor a producir en Kg/h

hs = Entalpia del vapor en Kcal/Kg

ht = Entalpia del agua de alimentación a 80°C en Kcal/Kg

Reemplazando:

Pc = 9307.8 Kcal/Kg

Ms = 38.98 Kg/hr

hs = 654 Kcal/Kg

ht = 79.95 Kcal/Kg

$$P = \frac{[38.98 \text{ Kg/hr} * (654 - 79.95) \text{ Kcal/Kg}]}{9307.8 \text{ Kcal/Kg}}$$

P = 2.40 Kg / hora

P = 2.40 Kg / hora * 1 Gal. / 3.596 Kg

P = 0.67 Gal/hora * 8 hr/día

P = 5.35 Gal/ día ≈ 6 Gal/ día

P = 6 Gal/ día * 300 días/año

P = 1800 Gal/año

F. CALCULO DEL RENDIMIENTO GLOBAL DE LA CALDERA:

$$Rc = \frac{(Ms * (hs * 0.9 - ht)) * 100}{M * Pc}$$

Donde:

Rc = Rendimiento global de la caldera en porcentajes

M = Peso del combustible

Pc = Potencia Calórica del combustible Kcal/kg

Datos:

Densidad específica del combustible = 873.86 Kg/m³

Potencia calórica del combustible = 10342 Kcal/Kg

Rendimiento del combustible = 90%

Entonces tenemos:

$$10342 \text{ Kcal/Kg} * 0.9 = 9307.8 \text{ Kcal/Kg}$$

Calculo del peso del combustible:

$$P = 6 \text{ Gal/día} * 3.596 \text{ Kg/Gal} = 21.58 \text{ Kg/día}$$

Conversión de masa de vapor

$$Ms = 38.98 \text{ Kg/hr} * 8 \text{ hr/día} = 311.84 \text{ Kg/día}$$

Reemplazando:

$$Rc = \frac{(311.84 \text{ Kg/día} * (654 \text{ Kcal/Kg} * 0.9 - 79.95 \text{ Kcal/Kg}))}{21.58 \text{ Kg/día} * 9307.8 \text{ Kcal/Kg}} * 100$$

$$Rc = 78.97 \%$$

4.1.4.5 DISEÑO DEL TANQUE DE PETROLEO PARA LA CALDERA

A. CALCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE (Vt)

$$\text{Capacidad} = 6 \text{ Gal/día} * 30 \text{ días/mes} = 180 \text{ gal/mes}$$

$$Vt = \frac{180 \text{ Gal}}{\text{Mes}} * \frac{1 \text{ m}^3}{264.18 \text{ gal}}$$

$$Vt = 0.68 \text{ m}^3$$

$$\text{Dando un 30\% de seguridad } Vt = 0.89 \text{ m}^3$$

B. CALCULO DEL DIAMETRO Y LA ALTURA DEL TANQUE

Tomando $h = d = 2r$

Donde:

h = Altura en metros

d = diámetro en metros

r = radio en metros

$$V_t = 2 * \pi * r^3$$

$$R = (V/2 * \pi)^{1/3}$$

Reemplazando:

$$R = (0.89 / 2 * \pi)^{1/3}$$

$$R = 1.12 \text{ m}$$

Entonces el diámetro y la altura serán:

$$h = d = 1.12 \text{ m} * 2$$

$$h = d = 2.24 \text{ m}$$

C. CALCULO DEL ESPESOR DE LA PARED DEL TANQUE:

Calculo de la presión lateral y total que soporta el tanque

Calculo de la presión lateral:

$$P_l = h * D$$

Donde:

P_l = Presión lateral en lb/pulg²

h = Altura en metros

D = Densidad del Petróleo Diésel 2 en Kg/m³ = 873.86 Kg/m³

Calculando:

$$P_l = 2.24 \text{ m} * 873.86 \text{ Kg/m}^3 = 1957.45 \text{ Kg/m}^2$$

Otorgándole un margen de seguridad del 20%

$$P_l = 1957.45 \text{ Kg/m}^2 * 1.2 = 2348.94 \text{ Kg/m}^2 * 2.205/\text{Kg} * 1\text{m}^2/1550 \text{ pulg}^2$$

$$P_l = 3.34 \text{ lb/pulg}^2$$

D. CALCULO DE LA PRESIÓN TOTAL:

$$P_t = P_l + P_{atm}$$

Calculando:

$$P_t = (3.34 + 11.279) \text{ lb/pulg}^2$$

$$P_t = 14.62 \text{ lb/pulg}^2$$

E. CALCULO DEL ESPESOR DE LA PARED :

$$T_c = \frac{P_t * D}{[(2*S*E) - P_t]} + C$$

Donde:

T_c = Espesor de la pared en pulg

P_t = Presión total que soporta las paredes en lb/pulg²

D = Diámetro del tanque en pulg

S = Esfuerzo máximo del material, acero inoxidable lb/pulg²

E = Eficiente de junta

C = Factor de corrosión

Conversión del diámetro:

$$D = 2.24 \text{ m} * 39.3700787 = 88.19 \text{ pulg}$$

Reemplazando:

$$P_t = 14.62 \text{ lb/pulg}^2$$

$$D = 88.19 \text{ pulg}$$

$$S = 13\,750 \text{ lb/pulg}^2$$

$$E = 0.85$$

$$C = 0.125$$

Reemplazando:

$$T_c = \frac{14.62 \text{ lb/pulg}^2 * 88.19 \text{ pulg}}{[(2*13 \text{ 750 lb/pulg}^2*0.85) - 14.62 \text{ lb/pulg}^2]} + 0.125$$

$$T_c = 0.180 \text{ pulg}$$

$$T_c = 1/4 \text{ pulgadas}$$

4.1.4.6 DISEÑO DEL ABLANDOR:

CUADRO N°71

CONSUMO TOTAL DE AGUA PARA DISEÑO DEL ABLANDADOR

PROCESO	LITROS * BATCH	LITROS * DIA
CALDERO	233.32	466.64
EXTRACCIÓN	480.15	960.30
REXTRACCIÓN 1	300.08	600.16
REXTRACCIÓN 2	420.13	840.26
PRECIPITACIÓN	5.197366638	10.39
FORMULACIÓN	1504.917	3009.83
TOTAL		5887.59
USO PARA LAVADO DE MAQUINARIA 20%		1177.52
USO TOTAL DE AGUA		7065.11
MARGEN DE SEGURIDAD 30 %		9184.64

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

Dimensión del ablandador:

Tomando $h = D$

Donde:

h = altura

D = diámetro

El Volumen Total (V_t) para el consumo por día será:

$$V_t = \frac{9184.64 \text{ Litros}}{\text{Día}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Litros}}$$

$$V_t = 9.2 \text{ m}^3$$

Donde:

h = Altura en metros

d = diámetro en metros

r = radio en metros

$$V_t = 2 * \pi * r^3$$

$$V_t = 2 * \pi * (\text{Diámetro} / 2)^3$$

$$V_t = 2 * \pi * (h/2)^3$$

Entonces:

$$h = \left[\frac{V_t * 4}{\pi} \right]^{1/3}$$

Entonces el diámetro y la altura serán:

$$h = d = 2.24 \text{ m (Dato tanque de petróleo)}$$

$$h = (4 * 9.2 / \pi)^{1/3}$$

$$h = 2.27 \text{ m}$$

Área del ablandador

$$A = V/h$$

$$A = 9.2 / 2.27 = 4.05 \text{ m}^2$$

4.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

Las maquinarias y equipos se encuentran en el orden en el que serán empleados en el proceso de producción.

A. BALANZA DE PLATAFORMA

Función: Realizar el pesado de Materia prima e insumos

CUADRO N°72

ESPECIFICACION TECNICA (BALANZA)

Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	1.5 m (Largo) x 0.8 m (Ancho) x 1.20 m (Altura)
Capacidad	100 Kg - 500 Kg
Consumo de Energía	0.52 Kw/hr
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°73

ESPECIFICACION TECNICA (BALANZA)

Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	0.60 m (Largo) x 0.45 m (Ancho) x 1 m (Altura)
Capacidad	1 Kg - 150 Kg
Consumo de Energía	0.37 Kw/hr
Cantidad	2

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

B. ZARANDA VIBRATORIA

Función: Limpieza de Semilla (Separar piedras, Pajilla y tierra)

CUADRO N°74

ESPECIFICACION TECNICA (ZARANDA VIBRATORIA)

Material	Acero Inoxidable ASTM A-36
Tamaño	2.45 m (Largo) x 1.2 m (Ancho) x 1.30 m (Altura)
Capacidad	500 Kg /hr
Nro. De Malla	200 Micrones
Potencia	2 HP
Suministro	Monofásico o trifásico
voltaje	220-380-440
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

C. TANQUE DE EXTRACCION

Función: Extraer y re extraer el Colorante Norbixina con agitación Constante.

CUADRO N°75

ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE EXTRACCION)

Material	Acero Inoxidable N°304
Tamaño	1.376 m (Diámetro) x 1.932 m (Altura)
Capacidad	1.957 m ³
Espesor de la pared de acero inoxidable	1/6
Potencia	1 HP
Consumo de Energía	0.75 Kw
Cantidad	2

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

D. TINA DE FILTRADO

Función: Filtrar los extractos colorantes y atrapar los residuos sólidos (Resto de Semilla).

CUADRO N°76

ESPECIFICACION TECNICA (TINA DE FILTRADO)

Material	Acero Inoxidable
Tamaño	3.2 m (Largo) x 2.2 m (Ancho) x 1.3 m (Altura)
Capacidad	500 gr/hr
Espesor de la pared de acero I.	1/6
Malla	60
Cantidad	3

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

E. TANQUE DE DECANTACION

Función: Decantar el extracto colorante separando el extracto colorante Bixina y norbixina.

CUADRO N°77

ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE DECANTACION)

Material	Acero Inoxidable N°304
Tamaño	1.32 m (Diámetro) x 1.32 m (Altura)
Capacidad	1040.39 Litros
Espesor de la pared de acero inoxidable	1/6
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

F. TANQUE DE PRECIPITACION Y FORMULACIÓN

Función: Precipitar el extracto colorante Norbixina.

CUADRO N°78

ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE PRECIPITACION Y FORMULACION)

Material	Acero Inoxidable N°304
Tamaño	1.19 m (Diámetro) x 1.19 m (Altura)
Capacidad	765.387 Litros
Espesor de la pared de acero inoxidable	1/6
Cantidad	2
Potencia del agitador	1 Hp
Consumo de energía	0.75 Kw

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

G. FILTRO PRENSA

Función: Separar la pasta de Colorante de todo residuo de Agua.

CUADRO N°79

ESPECIFICACION TECNICA (FILTRO PRENSA)

Material	Acero Inoxidable
Tamaño	2.2 m (Largo) x 1.5 m (Ancho) x 1 m(Altura)
Capacidad	300 - 600 Kg/hr
Potencia	2 HP
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

H. SECADOR DE BANDEJAS

Función: Secado de la Pasta Colorante.

CUADRO N°80

ESPECIFICACION TECNICA (SECADOR DE BANDEJAS)

Material	Acero Inoxidable N°304
Tamaño	2.2 m (Ancho) x 5.5 m (Largo)x 2.5 m (Altura)
Capacidad	500 - 600 Kg
Potencia	1.5 HP
Nro. De Bandejas	512
Capacidad de Bandeja	1.2 Kg
Nro. De Carros	4
Consumo de Energía	6.6 Kw/hr
Termostato	30-100 °C
Consumo de Combustible	43.69 Kg/día
Tipo de Combustible	Gas propano
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

I. ENVASADORA - LLENADORA

Función: Dosifica, llena las Botellas de polietileno.

CUADRO N°81

ESPECIFICACION TECNICA (ENVASADORA - LLENADORA)

Material	Acero Inoxidable
Tamaño	0.5 m (Ancho) x 0.5 m (Largo)x 1.5 m (Altura)
Capacidad	30 - 50 Kg /hr.
Potencia	0.25 HP
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

J. MESAS

CUADRO N° 82

ESPECIFICACION TECNICA (MESAS)

Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	1.5 m (Largo) x 0.8 m (Ancho) x 1.00 m (Altura)
Cantidad	3

K. CALDERA

Función: Generar y proveer de vapor saturado al proceso de extracción, re-extracción 1 y re-extracción del colorante.

CUADRO N° 83

ESPECIFICACION TECNICA (CALDERA)

Característica	Piro tubular
Calor Requerido	179 014.14 Kcal/día
Cantidad de Vapor a utilizar	38.98 kg/hora
Consumo de Agua	460.64 Lt/día
Consumo de Combustible	6 Galones / día
Tipo de Combustible	Petróleo Diésel N°2
Tamaño	0.7 m (Ancho) x 0.75 m (Largo) x 1.0 m (Altura)
Potencia	4 HP
Cantidad	1
Rendimiento	78.97%

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

L. TANQUE DE PETROLEO

Función: Almacenar el petróleo para un mes de funcionamiento de la caldera.

CUADRO N° 84

ESPECIFICACION TECNICA (TANQUE DE PETROLEO)

Espesor de la pared	1/4
Tamaño	2.24 m (Diámetro) x 2.24 m (Altura)
Capacidad	0.89 m ³
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

M. ABLANDADOR

Función: Bajar la dureza del agua industrial hasta blanda o semi blanda para poder usarla en los calderos y evitar la corrosión en los tubos de los mismos calderos.

Según el consumo establecido por los catálogos de los fabricantes de calderos, para una potencia de 1HP/h se necesita 3 galones de petróleo.

CUADRO N° 85

ESPECIFICACION TECNICA (ABLANDADOR)

Espesor de la pared	1/6
Tamaño	2.27 m (Diámetro) x 2.27 m (Altura)
Capacidad	9.2 m ³
Cantidad	1

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

N. BOMBAS

CUADRO N° 86

ESPECIFICACION TECNICA (BOMBAS)

Tipo	Centrifugas		
Bomba 1	Tina de Filtrado	a	Tanque de Extracción y Re extracciones
Bomba 2	Tina de Filtrado	a	Tanque de Decantación
Bomba 3	Tina de Filtrado	a	Tanque de Precipitación
Bomba 4	Tanque de Precipitación	a	Filtro Prensa
Bomba 5	Ablandador	a	Caldero
Cantidad	5		

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.6 REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA, INSUMOS Y SERVICIOS AUXILIARES

4.1.6.1 MATERIA PRIMA

Considerando un periodo de trabajo de 52Semanas, tenemos:

PRODUCTO	Kg/BATCH	Kg/SEMANA	Kg/ AÑO
SEMILLA DE ACHIOTE	500	1000	52000

4.1.6.2 INSUMOS

Considerando un periodo de trabajo de 52 Semanas, tenemos:

CUADRO N° 87

OPERACION	INSUMO	Kg./Batch	Kg./Semana	Kg/Año	TN /Año
EXTRACCION	Hidróxido de Sodio	14.85	29.70	1544.40	1.54
REEXTRACCION 1	Hidróxido de Sodio	9.28	18.56	965.20	0.97
REXTRACCION 2	Hidróxido de Sodio	12.99	25.99	1351.35	1.35
PRECIPITACION	Ácido Sulfúrico	12.99	25.99	1351.35	1.35
FORMULACION	Glicerina	32.42	64.83	3371.41	3.37
	Propilenglicol	58.19	116.37	6051.25	6.05
	Hidróxido de Sodio	8.31	16.62	864.46	0.86
	Sorbato de potasio	0.83	1.66	86.32	0.09

TOTAL DE HIDROXIDO	45.44	90.87	4725.42	4.73
---------------------------	-------	-------	---------	------

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.6.3 SERVICIOS AUXILIARES

4.1.6.3.1 CONSUMO DE AGUA

Cantidad requerida para la maquinaria de la planta y área administrativa.

CUADRO N° 88

REQUERIMIENTO DE AGUA PARA PROCESO

DETALLE	LT./BATCH	LT./SEMANA	M³/SEMANA	M³/AÑO
Extracción	480.15	960.3	0.9603	41.2929
Re extracción 1	300.08	600.16	0.60016	25.80688
Re extracción 2	420.13	840.26	0.84026	36.13118
Precipitación	5.2	10.4	0.0104	0.4472
Formulación	1496.19	2992.375118	2.992375	128.6721301

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

CUADRO N° 89

REQUERIMIENTO DE AGUA PARA CALDERO Y ZONAS AUXILIARES

DETALLE	LT./BATCH	LT./SEMANA	M³/SEMANA	M³/AÑO
CALDERO	233.32	466.64	0.46664	24.26528
USO PARA LAVADO DE MAQUINARIA				50.48
SERVICIOS HIGIENICOS		7000	7	364
JARDINES		2100	2.1	109.2
TOTAL				547.94528
MARGEN DE SEGURIDAD AL 30%				164.383584
GRAN TOTAL				712.328864

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.6.3.2 CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

Requerimiento para el funcionamiento de maquinaria y equipos así como para servicios generales de la planta y oficinas administrativas.

CUADRO N° 90

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

MAQUINARIA	CANTIDAD	HP	(Kw/Hr)	HORAS FUNCIONANDO	CONSUMO (Kw/día)	CONSUMO (Kw/AÑO)
Balanza de Plataforma Grande	1	0.7	0.52	2	1.04	379.6
Balanza de Plataforma Chica	2	0.5	0.37	2	0.74	270.1
Zaranda Vibratoria	1	2	1.49	1.5	2.235	815.775
Tanque de Extracción	2	1	0.75	1.5	1.125	410.625
Tanque de Precipitación	2	1	0.75	0.45	0.3375	123.1875
Filtro Prensa	1	2	1.49	5	7.45	2719.25
Secador de Bandejas	1	1.5	1.12	8	8.96	3270.4
Envasadora y llenadora	1	0.25	0.19	1	0.19	69.35
Caldera	1	4	2.98	4	11.92	4350.8
Bombas	5	0.5	0.37	4	1.48	540.2
Zona de Fabricación, administración (Iluminación)					4.93	1799.45
SUBTOTAL					40.4075	14748.7375
MARGEN DE SEGURIDAD AL 20%					8.0815	2424.45
TOTAL					48.489	17173.1875

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.6.3.3 CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Requerimiento para el funcionamiento del caldero y secador de Bandejas.

CUADRO N° 91

CONSUMO DE PETROLEO

COMBUSTIBLE PARA	COMBUSTIBLE	(Gal/Dí a)	(Gal/Añ o)	(Lt./Añ o)
Caldero	Petróleo Diésel 2	6	2190	578.5

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 92

CONSUMO DE GAS

COMBUSTIBLE PARA	COMBUSTIBLE	(Kg/ Día)	(Kg/Año)
Secador de Bandejas	Gas propano	43.69	15946.85

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.7 MANEJO DE SISTEMAS NORMATIVOS

4.1.7.1 ISO 9000

Es un conjunto de normas de calidad que pueden ser aplicadas en cualquier tipo de organización ya sea a empresas de producción, empresas de servicios etc.

Su implementación en estas organizaciones es un duro trabajo, dándole a la empresa una gran cantidad de ventajas. Las principales son:

- ✓ Reducción de rechazos e incidencias en la producción o prestación al servicio.
- ✓ Aumento de la productividad.
- ✓ Mayor compromiso con los requisitos del cliente.
- ✓ Mejora continua.

La norma ISO 9000 regula la calidad de los bienes o de los servicios que venden u ofrecen las empresas, así como los aspectos ambientales involucrados en la producción de los mismos. Esta norma en su influencia tiene a dar estabilidad a la economía, ahorrar gastos, evitar el desempleo y garantizar el funcionamiento rentable de las empresas. La ISO 9000 es el modelo del diseño y desarrollo del producto. Este sistema obliga a una estrecha relación entre el cliente y el proveedor; también interrelaciona cada una de las áreas de la compañía o empresa y minimizar el factor de error en la toma de decisiones en toda la organización, ya sea en situaciones habituales o especiales.

La aplicación de ISO 9000 genera un cambio significativo ya que la misma persigue involucrar todo el proceso de producción, desde el desarrollo de la idea.

Este sistema de calidad alcanza a toda una organización, está enfocada a dar confianza al cliente. La principal norma de la familia es:

- ❖ ISO 9001 - 2000: Sistemas de gestión de la calidad - requisitos.
- ❖ ISO 9000 - 2000: Sistema de gestión de calidad - fundamentos y vocabulario.

- ❖ ISO 9000 - 2000: Es el primero y principal sistema global integrado para optimizar la eficiencia de la calidad de una empresa. Describe los principios básicos y terminología de los sistemas de gestión de calidad.
- ❖ ISO 9001 - 2000: Su fin es asegurar y satisfacer a sus clientes que cumplen con los requerimientos específicos. Esta norma tiene aplicación en aquellas compañías que diseñan, fabrican y dan servicios sobre sus productos. Consta de 20 cláusulas, cada una de las cuales establecen los requisitos para las diferentes áreas de sus sistemas de calidad.
- ❖ ISO 9002 - 2000: Sistema de calidad - modelo para el aseguramiento en calidad, en diseño, producción e instalación, estableciendo la prevención, detención y corrección de problemas durante la producción e instalación. Es más extensa y sofisticada que la ISO 9003.
- ❖ ISO 9003 - 2000: Su finalidad es el aseguramiento de la calidad en la inspección final y prueba. Es el menos amplio de los estándares. Establece requerimientos para la detección y control de problemas durante la inspección final y las pruebas.
- ❖ ISO 9004 - 2000: Proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de calidad. Su objetivo es la mejora en el desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.
- ❖ ISO 19011 - 2000: Proporciona orientación a las auditorías, a sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental.

Luego de que la empresa alimentaria conoce lo que es calidad en sus productos, los clientes y consumidores, lo primero que se debería de conseguir es poder garantizar que de forma continua va proporcionarles productos con dicha calidad, para ello es necesario el establecimiento de un sistema de aseguramiento de la calidad, es decir un conjunto de la estructura de organización, de responsabilidades, procedimientos de procesos y de recursos que establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad. Teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Requisitos de documentación, esto depende del tamaño de la organización, tipo de actividades, complejidad de procesos y la competencia del personal
- Responsabilidad de la dirección, la alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso con el desarrollo e implementación del sistema de gestión de calidad y mejora continua, para así asegurarse de los requisitos del cliente, política de calidad, planificación, responsabilidad, autoridad y comunicación.
- Gestión de recursos, la organización debe proporcionar los recursos para mantener y mejorar su eficacia del sistema de gestión de la calidad y de esta manera aumentar la satisfacción

del cliente. Para lograr la eficacia del sistema de gestión de la calidad el personal debe ser competente.

- También se debe tener muy en cuenta la infraestructura y el ambiente de trabajo, para así lograr la conformidad con los requisitos del producto.
- Realización del producto, la organización debe planificar la realización del producto, procesos relacionados con el cliente, diseño y desarrollo, a su vez debe asegurarse de que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados.
- Implementación de procesos de seguimiento, medición, análisis y mejor necesarios para demostrar la conformidad con los requisitos del producto y de esta manera obtener la satisfacción del cliente.

4.1.7.2 ISO 14000

Las normas ISO 14000 consisten en una serie de normas y guías internacionales que tratan sobre la gestión ambiental. Están involucradas con los procesos y no con los productos de la empresa.

El sistema de gestión ambiental permitirá asegurar que se ha hecho todo lo necesario para minimizar el impacto adverso sobre el medio ambiente al tomar consideración sobre la incidencia en los recursos naturales y la contaminación ambiental durante los procesos productivos y el ciclo de vida del producto, incluyendo su destino final.

Las normas ISO 14000 son normas voluntarias y genéricas pues la empresa decide libremente sobre su adopción y se aplican a cualquier organización grande o pequeña, cualquier sea su producto o servicio y en cualquier sector de la actividad.

Un sistema de gestión ambiental basado en las normas ISO 14000 es una herramienta de gestión que permite a una organización de cualquier tipo controlar el impacto de sus actividades, productos o servicios en el medioambiente, permitiendo un enfoque estructurado para:

- Fijar objetivos y metas ambientales
- Alcanzarlos
- Demostrar que han sido alcanzados

Las ventajas de ISO 14000 para la empresa son:

- Reduce el costo de la administración de residuos
- Promueve el ahorro en el consumo de energía y materiales
- Disminuye los costos de distribución
- Mejora la imagen corporativa frente a los organismos regulares, los clientes y el público en general.

4.1.7.2.1 FAMILIA DE LA ISO 14000

➤ ISO 14000 - 14004: Sistema de manejo ambiental

Es una especificación general que presenta los requerimientos básicos que debe seguir el sistema de gestión ambiental de una empresa dada de manera que el mismo pueda ser objetivo de una certificación. Cuenta con anexos que muestran los vínculos de la norma con las normas ISO 9000 de sistemas de gestión de la calidad, definiciones, interpretaciones de la norma, clarificaciones de los elementos más importantes. La norma ISO 14004 constituye una guía para la norma ISO 14001, la cual abarca información sobre las mejores prácticas, explicación de conceptos, así como opciones y sugerencias que van más allá de los requisitos propios de la certificación.

➤ ISO 14010 - 14015: Auditoria Medioambiental

Se encargan de brindar parámetros sobre los principios de una auditoria, los procedimientos de una auditoria, la evaluación de los auditores, los mecanismos de evaluación e investigaciones ambientales.

➤ ISO 14020 - 14024: Eco etiquetado ambiental

Estas normas están destinadas a brindar parámetros que orienten y uniformen los procesos de mercadeo y propaganda con conceptos ambientales.

➤ ISO 14031: Evaluación del comportamiento respecto al medio ambiental

Se busca especificar el grado de éxito que se espera obtener de la implantación de los sistemas de gestión ambiental, este concepto también incluye mejoramientos periódicos en el desempeño como un componente de la certificación. Busca establecer las pautas que permitan constituir un proceso para medir, analizar y determinar el desempeño ambiental de una organización.

➤ ISO 14041 - 14044: Análisis del ciclo de vida

Estas normas buscan establecer parámetros que permitan reducir el impacto ambiental de un producto a lo largo de la cadena de producción del mismo. Abarco aspecto como son el diseño conceptual de las fases del producto, el uso de materias primas, los impactos operaciones, el reciclaje o desecho de los productos. El trabajo está orientado a desarrollarse en cuatro áreas principales: Políticas y prácticas, principios generales, inventarios sobre el ciclo de vida y desecho de productos.

4.1.7.3 ISO 22000

La norma ISO 22000, especifica los requisitos para garantizar un sistema de gestión de la empresa que asegure la seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos.

La inocuidad de los alimentos se refiere a la existencia de peligros asociados a los alimentos en el momento de su consumo. Dado que estos peligros pueden encontrarse a lo largo de toda cadena alimentaria, es esencial un control adecuado a lo largo de toda ella. Por tanto, el ámbito de esta norma alcanza a todos los operadores implicados en la producción, transformación, comercialización y venta de los productos alimentarios.

Principales ventajas:

- Especificidad de requisitos para la industria alimentaria, pues está pensada exclusivamente para este campo.
- Posibilidad de aplicación a toda la cadena alimentaria, con lo que cubre todos los posibles peligros que puedan hacer que un alimento no sea inocuo.
- Aceptación a nivel internacional, al estar elaborada por una organización reconocida en numerosos países.
- Cobertura de los aspectos de calidad y seguridad alimentaria exigidos por las normas de certificación de seguridad alimentaria de las diferentes asociaciones de distribuidores, al integrar la mayoría de los conceptos de la calidad y seguridad alimentaria contenidos en dichas normas.
- Compatibilidad para su integración con otras normas ISO, como las de las series 9000 o las 14000 en sistemas de gestión integrado de calidad, seguridad alimentaria medioambiental, por seguir el esquema de las otras normas de serie ISO.
- Evitar la duplicación de documentación de los diferentes sistemas de calidad y seguridad alimentaria, al integrarlos todos en el mismo sistema de gestión. Es decir, estableciendo una política y unos objetivos comunes para todos.

4.1.7.4 HACCP

El plan HACCP es el método de prevención que ha logrado el mayor grado de evolución, adopción y aceptación por las diversas organizaciones, empresas y gobiernos para obtener una adecuada seguridad en todos los ámbitos de la producción primaria, transporte, elaboración, almacenamientos, distribución, comercialización y consumo de los alimentos. El HACCP analiza cada etapa del proceso que peligros pueden haber desde el punto de vista físico, biológicos y químico y si encuentra un peligro crítico analiza cómo se tiene que hacer para eliminarlo o reducirlo a fin de que no atente a la salud del consumidor. El HACCP al final al final queda sustentado en un manual de procedimientos y registros con sus respectivas acciones correctivas, monitoreo, etc.

Existen siete principios básicos en los que se fundamentan las bases del APPCC.

a) Principio 1: Peligros

Tras realizar un diagrama de flujo o cuadro para cada producto elaborado, se identifican todos los peligros potenciales (físicos, químicos y biológicos) que pueden aparecer en cada etapa de nuestro proceso y las medidas preventivas. Solo se estudiarán aquellos peligros potencialmente peligrosos para el consumidor. En ningún caso se estudiarán peligros que comprometan la calidad del producto.

b) Principio 2: Identificar los puntos de control crítico (PCC)

Una vez conocidos los peligros existentes y las medidas preventivas a tomar para evitarlos se deben determinar los puntos en los que hay que realizar un control para lograr la seguridad del producto, es decir, determinar los PCC.

Para realizar la determinación de los PCC se deben tener en cuenta aspectos tales como materia prima, factores intrínsecos del producto, diseño del proceso, máquinas o equipos de producción, personal, envases, almacenamiento, distribución y pre-requisitos.

Existen diferentes metodologías para el estudio de los peligros. Lo primero que debe hacerse es definir cuáles de los peligros detectados a lo largo del análisis son significativos (son peligros relevantes). Para definir la significancia se pueden utilizar dos métodos diferentes. Por un lado tenemos el índice de criticidad que consiste en valorar de 1 a 5 en cada fase o etapa los peligros en función de su probabilidad, severidad y persistencia. Una vez aplicada la fórmula, todas aquellas fases analizadas cuyo índice de criticidad sea 20 o mayor de 20 serán analizadas mediante el árbol de decisión.

c) Principio 3: Establecer los límites críticos

Debemos establecer para cada PCC los límites críticos de las medidas de control, que marquen la diferencia entre lo seguro y lo que no lo es. Tiene que incluir un parámetro medible (como temperatura, concentración) aunque también pueden ser valores subjetivos.

Cuando un valor aparece fuera de los límites, indica la presencia de una desviación y que por tanto, el proceso está fuera de control, de tal forma que el producto puede resultar peligroso para el consumidor.

d) Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia de los PCC

Debemos determinar qué acciones debemos realizar para saber si el proceso se está realizando bajo las condiciones que hemos fijado y que por tanto, se encuentra bajo control.

Estas acciones se realizan para cada PCC, estableciendo además la frecuencia de vigilancia, es decir, cada cuánto tiempo debe comprobarse, y quien realiza esa supervisión o vigilancia.

e) Principio 5: Establecer las acciones correctas

Se deben establecer unas acciones correctoras a realizar cuando el sistema de vigilancia detecte que un PCC no se encuentra bajo control.

Es necesario especificar, además de dichas acciones, quien es el responsable de llevarlas a cabo. Estas acciones serán las que consigan que el proceso vuelva a la normalidad y así trabajar bajo condiciones seguras.

f) Principio 6: Establecer un sistema de verificación

Este estará encaminado a confirmar que el sistema APPCC funciona correctamente, es decir, si este identifica y reduce hasta niveles aceptables todos los peligros significativos para el alimento.

g) Principio 7: Crear un sistema de documentación

Es relativo a todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación, y que estos sistemas de PCC puedan ser reconocidos por la norma establecida.



CUADRO N° 93
PLAN HACCP PARA LA OBTENCIÓN DEL COLORANTE NORBIXINA DE LA SEMILLA DE ACHIOTE

OPERACION	PELIGRO	TIPO PC	PPC	METODO DE CONTROL	MONITOREO	LIMITES CRITICOS	ACCION CORRECTIVA
Recepción y pesado	Biológico: carga microbiana	prevención	PCC2	Control de higiene en el transporte y almacenamiento y manipulación.	Muestreo para determinar carga microbiana, supervisión del transporte y almacenamiento.		Rechazo Lote. del
Limpieza	Físico: Elevado porcentaje de Piedras, restos de ramas, etc.	Reducción	PCC1	Evaluar presencia de Materia Extraña	Supervisión de la operación	Ausencia de Materia extraña	Reducir materia extraña. la
Extracción	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PPC2	Limpieza y desinfección del equipo previa al proceso.	Supervisión de la limpieza.		Nueva limpieza y desinfección del equipo.
	Químico: Presencia de residuos de hipoclorito de sodio en el tanque de extracción.	Prevención	PPC2	Control de Residuos de hipoclorito de sodio antes de iniciar el proceso.	Verificación del enjuague del equipo	Reacción positiva del indicador azul bromo timol	Re-enjuagar antes de reiniciar el proceso.
	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección de materiales y equipo a utilizar.	Registro de análisis microbiológico		Volver Limpiar desinfectar el Equipo

Filtración	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.		Re-enjuagar antes del proceso.
	Físico: Presencia de restos de malla	Prevención	PCC2	Control de la calidad de la malla del filtrado y mantenimiento preventivo	Supervisión de la malla antes y después de usarla		Arreglar la malla o cambiarla
Extracción 1	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PPC2	Limpieza y desinfección del equipo previa al proceso.	Supervisión de la limpieza.		Nueva limpieza y desinfección del equipo.
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PPC2	Control de Residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Verificación del enjuague del equipo	Reacción positiva del indicador azul bromo timol	Re-enjuagar antes de reiniciar el proceso.
Filtración	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección de materiales y equipo a utilizar.	Registro de análisis microbiológico		Limpiar y desinfectar el Equipo
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.		Reenjuagar antes del proceso.

	Físico: Presencia de restos de malla	Prevención	PCC2	Control de la calidad de la malla filtrado y mantenimiento preventivo	Supervisión de la malla antes y después de usarla	Arreglar malla cambiándola
Extracción 2	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PPC2	Limpieza y desinfección del equipo previa al proceso.	Supervisión de la limpieza.	Nueva limpieza y desinfección del equipo.
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PPC2	Control de Residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Verificación del enjuague del equipo	Reenjuagar antes de reiniciar el proceso.
Filtración	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección de materiales y equipo a utilizar.	Registro de análisis microbiológico	Volver Limpiar y desinfectar el Equipo
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.	Re-enjuagar antes del proceso.
Decantación	Físico: Presencia de restos de malla	Prevención	PCC2	Control de la calidad de la malla filtrado y mantenimiento preventivo	Supervisión de la malla antes y después de usarla	Arreglar malla cambiándola

	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PPC2	Limpieza y desinfección del equipo previa al proceso.	Supervisión de la limpieza.		Nueva limpieza y desinfección del equipo.
Filtración	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección de materiales y equipo a utilizar.	Registro de análisis microbiológico		Volver limpiar y desinfectar el Equipo
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.		Reenjuagar antes del proceso.
	Físico: Presencia de restos de malla	Prevención	PCC2	Control de la calidad de la malla del filtrado y mantenimiento preventivo	Supervisión de la malla antes y después de usarla		Arreglar la malla o cambiarla
Precipitación	Físico: Presencia de restos de torta y semilla.	Eliminación	PCC1	Eliminación de restos de Torta y semillas	Verificar registros de control		Volver filtrar.
Filtración	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.		Reenjuagar antes del proceso.
	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección del equipo.	Supervisión de la limpieza.		Volver limpiar y desinfectar el equipo.

Secado	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección de las bandejas donde se deposita el extracto. Higiene personal	Registro de análisis microbiológico.	Volver limpiar y desinfectar el equipo.
Formulación	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección del equipo.	Supervisión de la limpieza.	Volver limpiar y desinfectar el equipo.
	Químico: Presencia de residuos de detergente.	Prevención	PCC2	Control de residuos de detergente antes de iniciar el proceso.	Supervisión del enjuague del equipo.	Reenjuagar antes del proceso.
Envasado y Etiquetado	Biológico: Contaminación por microorganismos.	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección del equipo. Higiene personal	Supervisión de la limpieza y Registro de análisis microbiológico.	Limpieza y desinfección de equipos y personal
Almacenamiento	Biológico: Contaminación por microorganismos	Prevención	PCC2	Limpieza y desinfección del lugar. Condición de manipulación adecuada.	Supervisión	

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.8 CONTROL DE CALIDAD ESTADÍSTICO DEL PROCESO

Cuando se implementa un sistema de calidad, debe asegurarse que el sistema facilite y promueva un continuo mejoramiento de la calidad, el cual proporciona un mayor valor y satisfacción a los clientes.

Se ha realizado múltiples estudios sobre el comportamiento de los clientes a la hora de comprar los productos existentes en el mercado; llegando a la conclusión de que los clientes están dispuestos a pagar más por los productos de calidad y que los mayores beneficios de clientes satisfechos por la relación calidad-precio de los productos.

Existen dos aspectos fundamentales que deben considerarse:

- En primer lugar que las empresas con éxito se preocupen de satisfacer las necesidades de sus clientes identificando previamente el modo en que estos perciben la calidad.
- Y en segundo lugar es importante vigilar a la competencia, ya que no es calidad por si misma lo que asegura la mejor calidad respectiva.

Para el éxito del proyecto propuesto y para apoyar el mejoramiento de la calidad se hace uso apropiado de las herramientas y técnicas desarrolladas tales como:

➤ DIAGRAMA DEL PROCESO:

Es el proceso de encontrar las causas de los productos defectuosos. Para reducir el número de productos defectuosos, primero se debe de hacer un diagnóstico correcto para ver cuáles son las verdaderas causas de los defectos.

➤ FLUJOGRAMA DE PROCESOS:

Ayuda a rastrear el flujo de información, documentos y material.

También se puede identificar los puntos en el sistema que requieren control.

➤ TORMENTA DE IDEAS:

Este permite que el equipo de trabajo exprese toda clase de ideas desde su punto de vista, evaluarlas y criticarlas durante la sesión.

➤ DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO:

Organiza las ideas de la tormenta en categorías tales como método, material medio ambiente, equipo y personal. Este tipo de organización relaciona las diversas ideas; como también ayuda hacer el seguimiento del proceso para la solución del problema.

Este diagrama es útil para seguir un servicio durante la secuencia de operaciones, analizando cada etapa del proceso.

➤ **HISTOGRAMA DE FRECUENCIA:**

Es un método grafico para representar lo que sucede en un momento dado en cualquier operación, donde representa la frecuencia con que ocurre cada medición y se calcula el promedio y dispersión general.

➤ **GRAFICA DE CONTROL:**

Es como una serie de trabajo, donde se ve el registro constante del trabajo, indica cuando este funciona bien y cuando requiere atención.

Es una excelente herramienta de calidad por que utiliza límites de control, que son los puntos extremos de la gráfica dentro de los cuales debe operar, basándose en el rendimiento anterior en donde indica la existencia de un problema, así como la solución exitosa de este.

4.1.9 SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

Conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajador, así como el buen uso y cuidado de las máquinas, equipos y herramientas de la empresa.

La palabra seguro en términos de seguridad industrial, significa que el trabajador se encuentre libre y exento de todo daño o riesgo, la seguridad industrial es una actividad técnico administrativa, encaminada a prevenir la ocurrencia de accidente, cuyo resultado final es el daño que a su vez se traduce en pérdidas.

4.1.9.1 OBJETIVOS Y PRINCIPIOS:

El objetivo principal consiste en que los trabajadores se encuentren en las mejores condiciones de salud y protegidos de cualquier riesgo ocasionado por: sustancias, equipos, maquinarias, herramientas, o por condiciones de ambiente donde se desarrollan sus actividades laborales.

Dentro de los principios fundamentales de la higiene y seguridad industrial que determinan el tipo de acciones que deben de adoptarse para la prevención de riesgos y enfermedades profesionales, tenemos las siguientes:

- ❖ Los accidentes y enfermedades profesionales están determinados por las condiciones importantes en el ambiente de trabajo y actitudes del trabajador.

- ❖ Los accidentes y enfermedades profesionales no son hechos imprevisibles ni productos del azar, más bien constituyen una cadena casual de hechos y circunstancia, los que ser conocidos y analizados correctamente pueden prevenirse.
- ❖ En cuanto a las enfermedades profesionales, estas son producidas por distintas sustancias tóxicas que pueden encontrarse en el ambiente de trabajo y que al ingresar al organismo humano en cantidad suficiente producen una serie de enfermedades.
Controlando los límites de estas sustancias tóxicas, puede esperarse que no produzca enfermedades o molestias a los trabajadores.
- ❖ La aplicación de técnicas de prevención de accidentes y enfermedades profesionales no constituyen un costo de inversión no reproductiva, sino que por el contrario resulta económicamente ventajosa para los empresarios. Debido a que una ocurrencia repetida de accidentes y enfermedades profesionales, afectan a la producción de la empresa.

Entre las condiciones ambientales recomendables para la planta industrial tenemos:

1) ORDEN Y LIMPIEZA:

La limpieza es la primera condición básica para la salud de los trabajadores; todos los ambientes, equipos, maquinarias e instalaciones deben mantenerse en óptimas condiciones higiénicas. El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes.

2) AGUA POTABLE:

El personal deberá tener a su disposición el abastecimiento adecuado de agua potable, limpia y fresca proveniente de fuentes seguras y en los lugares cómodamente asequibles desde los locales de trabajo.

3) VENTILACIÓN:

La ventilación adecuada es necesaria para la salud y bienestar de los trabajadores, constituyendo un factor de eficiencia.

La renovación de aire debe efectuarse mediante ventilación natural o mediante ventilación artificial con extractores de aire. El flujo de renovación de aire recomendable para los lugares de trabajo deberá ser de 0.3 metros cúbicos por persona y por minuto.

4) ILUMINACIÓN:

En los ambientes de trabajo deberá existir una óptima iluminación, ya sea natural o artificial.

5) SERVICIOS HIGIÉNICOS:

La relación de servicios higiénicos mínimo que debe existir de acuerdo al número de trabajadores (50 trabajadores) es el siguiente:

W.C	05
Lavatorios	10
Duchas	02
Urinarios	04

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

✓ BRIGADA CONTRA INCENDIOS

Según reglamento gubernamental (R.M.N° 1472 - 72 - IC-DGI), obliga a las empresas industriales con más de 50 trabajadores a conformar una brigada contra incendios de la siguiente manera.

- 1 jefe de brigada
- 1 sub-jefe de brigada
- 3 operarios de manga
- 3 operarios de boquilla
- 2 operadores de hidrantes y/o extintores
- Auxiliares de apoyo

4.1.9.2 HIGIENE INDUSTRIAL

La higiene industrial es el conjunto de actividades orientadas a reconocer, evaluar y controlar los factores que provienen de los lugares de trabajo y que pueden causar enfermedades, disminución de salud o bienestar, e eficiencia.

- La reducción del número de accidentes
- Lograr mejor relaciones humanas entre los trabajadores
- Eficiente mantenimiento de los equipos de producción de buena calidad

Programa de sanidad industrial

En este tipo de industria alimentaria, el aspecto de higiene industrial juega un papel de gran importancia, por lo que la empresa deberá cumplir y sujetarse al reglamento sanitario,

iniciando con la selección apropiada de los materiales para el equipo destinado a la manufactura alimenticia.

El programa comprenderá básicamente:

- Diseño apropiado para la limpieza de cada uno de los elementos de los equipos de procesamiento de alimentos
- Prevención de contaminación bacteriana
- Inspecciones frecuentes para hacer cumplir el programa de sanidad

Requisito de higiene a considerarse:

- En la planta: Los ambientes deben estar en todo momento bien aseados, las paredes deberán estar bien establecidas interiormente de mayólica o azulejos, y por lo menos hasta una altura de 1.80 mts. Del nivel del piso. En la sala de proceso se debe eliminar la suciedad, basuras, y todo material residual de materias primas, depositándose en recipientes adecuados.
- En maquinarias y equipos: Los procedimientos de limpieza y desinfección deben aplicarse en: tanques de extracción, tanque de precipitación y decantación, filtros y bombas centrifugas, Generalmente se utiliza agua y un detergente comercial, así mismo, es recomendable utilizar desinfectantes, por ejemplo el hipoclorito de sodio.

4.1.10 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

4.1.10.1 TIPO DE EMPRESA

La planta procesadora de Colorante de Norbixina Soluble, será una privada, constituida bajo la modalidad de Sociedad Anónima; que es el tipo de unidad empresarial en el que el capital está representado por acciones y se integra o conforma por aporte a los socios y accionistas, quienes no responden personalmente de las deudas sociales contraída durante el ejercicio del correspondiente.

4.1.10.2 ESTRUCTURA ORGANICA

La planta procesadora de Colorante Norbixina Soluble tendrá la siguiente estructura orgánica:

CUADRO N° 94
REQUERIMIENTO DE PERSONAL

CARGO	CALIFICACION	CANTIDAD	GRADO DE INSTRUCCION
Gerente General	Profesional	1	Ingeniero Alimentario
Administrador	Profesional	1	Administrador
Secretaria	Técnico/ Calificado	1	Ejecutiva
Jefe de Contabilidad y Finanzas	Profesional	1	Contador
Jefe de Producción y Control de Calidad	Profesional	2	Ingeniero Alimentario
Jefe de Almacén	Profesional	1	Ingeniero Industrial
Obreros	Calificado	7	Formación Secundaria con experiencia en Industria de Alimentos
Mantenimiento	Técnico	1	Especialista en mantenimiento de planta
Chofer	Calificado	1	Brevete Categoría A3
Vigilancia y guardianía	Calificado	1	Con experiencia
TOTAL		17	

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.1.11 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución de planta se refiere al acondicionamiento de las máquinas dentro del espacio señalado a las operaciones productivas y en función de otras áreas tales como administración, servicios, etc.

Objetivos de la Distribución de planta:

- ❖ Favorecer el proceso productivo, de manera que el material transcurra sin incidente a través de las máquinas y equipos, estableciendo condiciones adecuadas de calidad y eliminando demoras innecesarias.
- ❖ Disminuir el manejo de materiales, tratando que se en lo posible mecánico, propiciando que los materiales circulen siempre hacia su expedición y procurando realizar la mayor cantidad de procesos.
- ❖ Adecuada utilización del espacio disponible.
- ❖ Utilización efectiva de la mano de obra.
- ❖ Minimizar inversión de maquinarias y equipo.
- ❖ Proporcionar confort a los trabajadores.

Principios básicos de Distribución de planta:

- ❖ **Principio de Integración total:** El mejor trazo de la planta es aquel que se considera a las maquinarias y equipos, personal y materiales como un solo conjunto, interrelacionado entre sí.
- ❖ **Principio de mínima distancia recorrida:** Se debe seleccionar el flujo más adecuado al tipo de materia prima, de la forma y ubicación del terreno, de manera que las operaciones se realizaran de forma secuencial o continúa.
- ❖ **Principio de la Circulación o flujo de Materiales:** En la igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución o proceso que esté en el mismo orden o secuencia en que se transforma, tratan o montan los materiales.
- ❖ **Principio de Espacio Cúbico:** La mejor distribución (Layout) es aquella que aprovecha tanto las dimensiones horizontales como las verticales.
- ❖ **Principio de la Seguridad y Satisfacción:** Es necesario tener presente que la distribución de la planta debe proporcionar al personal, libertad de movimiento, comodidad y sobre todo seguridad en cuanto accidentes de trabajo se refiere.
- ❖ **Principio de la Flexibilidad:** Debe evaluarse la posibilidad de modificar la distribución de las maquinarias y equipos o del proceso, pensando en futuras ampliaciones a la alternativa de procesar diferentes tipos de productos.

4.1.12 TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

Existen 3 tipos de distribución de planta, al que pueden adjuntar la totalidad de industria:

4.1.12.1 DISTRIBUCION POR POSICION FIJA: Significa que el material o componente principal permanece en el sitio, en una posición fija, mientras que los equipos y herramientas van hacia él.

4.1.12.2 DISTRIBUCION POR PROCESOS: Se basa en que todas las operaciones del mismo proceso se agrupa.

4.1.12.3 DISTRIBUCION EN LINEA: En este tipo de distribución, el producto influye pasando de operación a otra, permaneciendo fija las máquinas por línea o por producto.

Tomando en consideración los tipos de distribución de planta, el tipo de distribución en línea ya que el material pasa de una operación a otra hasta llegar al producto final.

4.1.13 DETERMINACIÓN DEL AREA DE PROCESO

Para la determinación de las áreas ocupadas por la maquinaria, equipos, flujo personal, material, etc; se trabajará con el método de GUERCHET, el cual consiste en el cálculo de tres tipos de áreas:

4.1.13.1 ÁREA ESTATICA (As) : Es el área que ocupa físicamente cada máquina o equipo y se calcula multiplicando el largo por el ancho de cada máquina y luego por el número de máquina.

$$As = (L \cdot a) Nm$$

Dónde:

As = Área estática (m²)
L = Longitud (m)
a = Ancho (m)
Nm = Número de máquinas del tipo

4.1.13.2 ÁREA GRAVITACIONAL (Ag) : Se calcula multiplicando el área estática por el número de lados que se estima para el movimiento de las personas.

$$Ag = As \cdot Nl$$

Dónde:

Ag = Área Gravitacional
As = Área estática
Nl = Número de lados a estimar para el desplazamiento del personal

4.1.13.3 ÁREA DE EVALUACION (Ae) : Se calcula multiplicando la suma de la superficie estática, más el área gravitacional, por una constante.

$$Ae = (As + Ag) \cdot k$$

Dónde:

Ae = Área Evaluación
As = Área estática
Ag = Área Gravitacional
k = Constante

k = h/2H

Dónde:

h = Altura promedio del personal (1.70 m)

H = Altura promedio de las maquinarias (1.65 m)

Reemplazando:

$k = h/2H$

$k = 1.70 / (2 \cdot 1.65) = 0.520$

4.1.13.4 ÁREA TOTAL (A_t): Se calcula sumando el área estática, más el área gravitacional, más el área de evaluación.

$$A_t = (A_s + A_g + A_e)$$



CUADRO N° 95

AREA REQUERIDA EN LA ZONA DE PROCESO

MAQUINARIA	CANTIDAD	L (m)	A (m)	h (m)	d (m)	N		As (m²)	Ag (m²)	Ae (m²)	At (m²)	
						(LADOS)						
ZONA DE PRODUCCION												
Balanza de Plataforma (Grande)	1	1.5	0.8	1.2			2	1.20	2.40	1.87	5.47	
Balanza de Plataforma (Chica)	2	0.6	0.45	1			2	0.54	1.08	0.84	2.46	
Zaranda Vibratoria	1	2.45	1.2	1.3			2	2.94	5.88	4.59	13.41	
Tanque de Extracción	2			1.932	1.376		1	2.97	2.97	3.09	9.04	
Tina de Filtrado	3	3.2	2.2	1.3			3	21.12	63.36	43.93	128.41	
Tanque de Decantación	1			1.32	1.32		1	1.37	1.37	1.42	4.16	
Tanque de Precipitación	2			1.19	1.19		1	2.22	2.22	2.31	6.76	
Filtro Prensa	1	2.2	1.5	1			2	3.30	6.60	5.15	15.05	
Secador de Bandejas	1	2.2	5.5	2.5			2	12.10	24.20	18.88	55.18	
Envasadora y llenadora	1	0.5	0.5	1.5			1	0.25	0.25	0.26	0.76	
ZONA DE FUERZA												
Caldera	1	0.7	0.75	1			1	0.53	0.53	0.55	1.60	
Tanque de Petróleo	1			2.24	2.24		1	3.94	3.94	4.10	11.98	
Ablandador	1			2.27	2.27		1	4.05	4.05	4.21	12.30	
										AREA TOTAL		266.58
										20 % AMPLIACION		53.31547
										10 % PAREDES Y MOVIMIENTO		26.65773
										AREA TOTAL DE SALA DE PRODUCCION		346.55

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.14 DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA EN LA SALA DE PROCESO

Por lo ya establecido las máquinas y equipos tendrán una ubicación estable y la que realiza el movimiento es la materia prima desde su ingreso hasta su salida como producto terminado.

Las máquinas ubicadas en la sala de proceso serán:

MAQUINARIAS	CANTIDAD
1. Balanza de Plataforma (Grande)	1
2. Balanza de Plataforma (Chica)	2
3. Zaranda Vibratoria	1
4. Tanque de Extracción	2
5. Tina de Filtrado	3
6. Tanque de Decantación	1
7. Tanque de Precipitación	1
8. Filtro Prensa	1
9. Secador de Bandejas	1
10. Tanque de Formulación	1
11. Envasadora y llenadora	1
ZONA DE FUERZA	
12. Caldera	1
13. Tanque de Petróleo	1
14. Ablandador	1

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.14.1 TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

Es un cuadro organizado que mediante diagonales de intersección se puede establecer las diversas relaciones que se dan entre las funciones, actividades y sectores varios de una planta industrial.

La tabla debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Integrar en forma analítica los diversos sectores productivos, operacionales y de servicios administrativos de una empresa, prever la disposición de los servicios y de las oficinas en las cuales apenas ocurra un mínimo recorrido.
- La característica primordial del diagrama relacional de actividades, es que además de presentar las decisiones de proximidad tomadas, presenta también la fundamentación de estas mediante el registro de los motivos o razones que justifica la proximidad o lejanía de las diversas actividades y sectores de una empresa industrial.

4.1.14.2. ORDENACIÓN DE EQUIPO Y MAQUINARIA

Según la mejor distribución de Layout, podemos obtener la siguiente figura con la ordenación de equipos y maquinarias en la sala de proceso.

CUADRO N° 96

DIAGRAMA DE REDES DE LA ZONA DE PRODUCCION

CODIGO	COLOR	N° DE LINEAS
A	Rojo	4
E	Amarillo	3
I	Verde	2
O	Azul	1
U	-----	---
X	Plomo	1 línea punteada
XX	negro	2 líneas punteadas

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 97

DIAGRAMA DE REDES (CODIGO - VALOR ASIGNADO)

CODIGO	VALOR ASIGNADO
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u orden
U	Sin importancia
X	No recomendado
XX	Altamente no deseable

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

FIGURA N° 6
DIAGRAMA DE REDES DEL AREA DE DISTRIBUCION

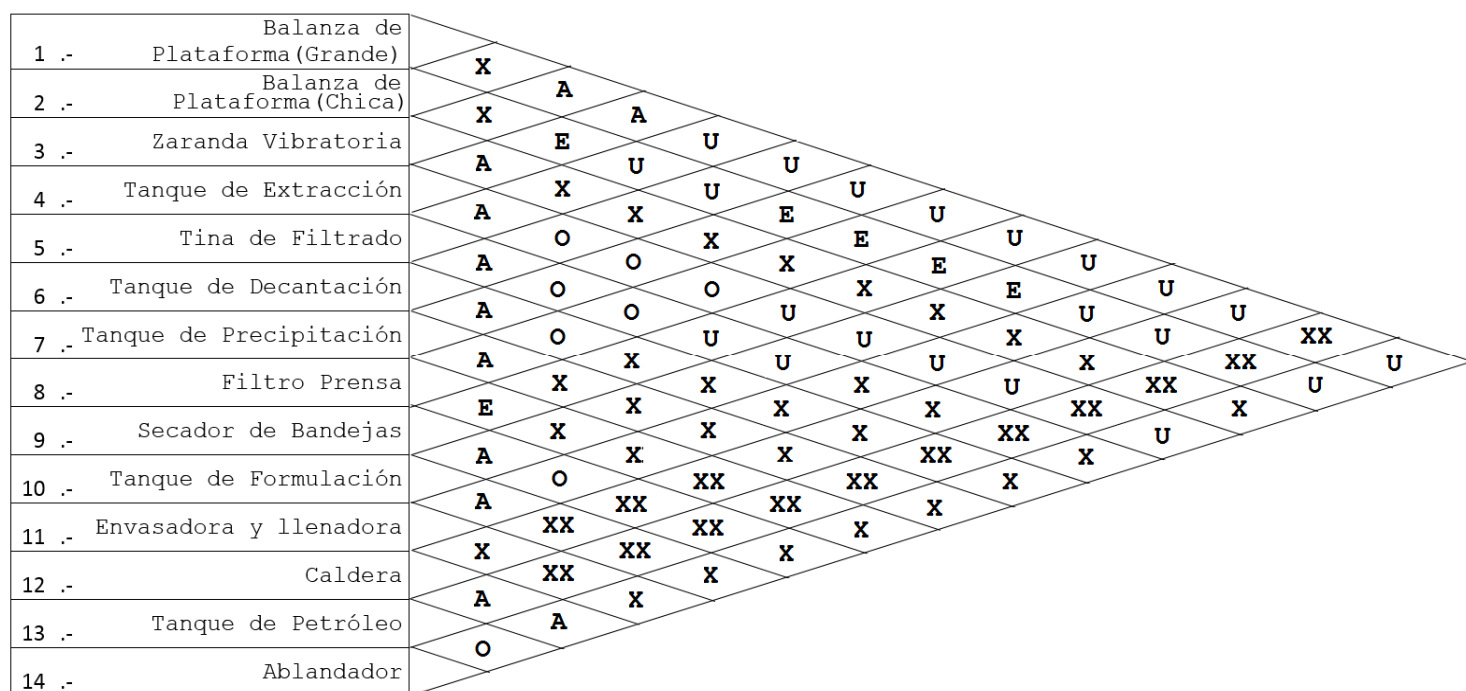
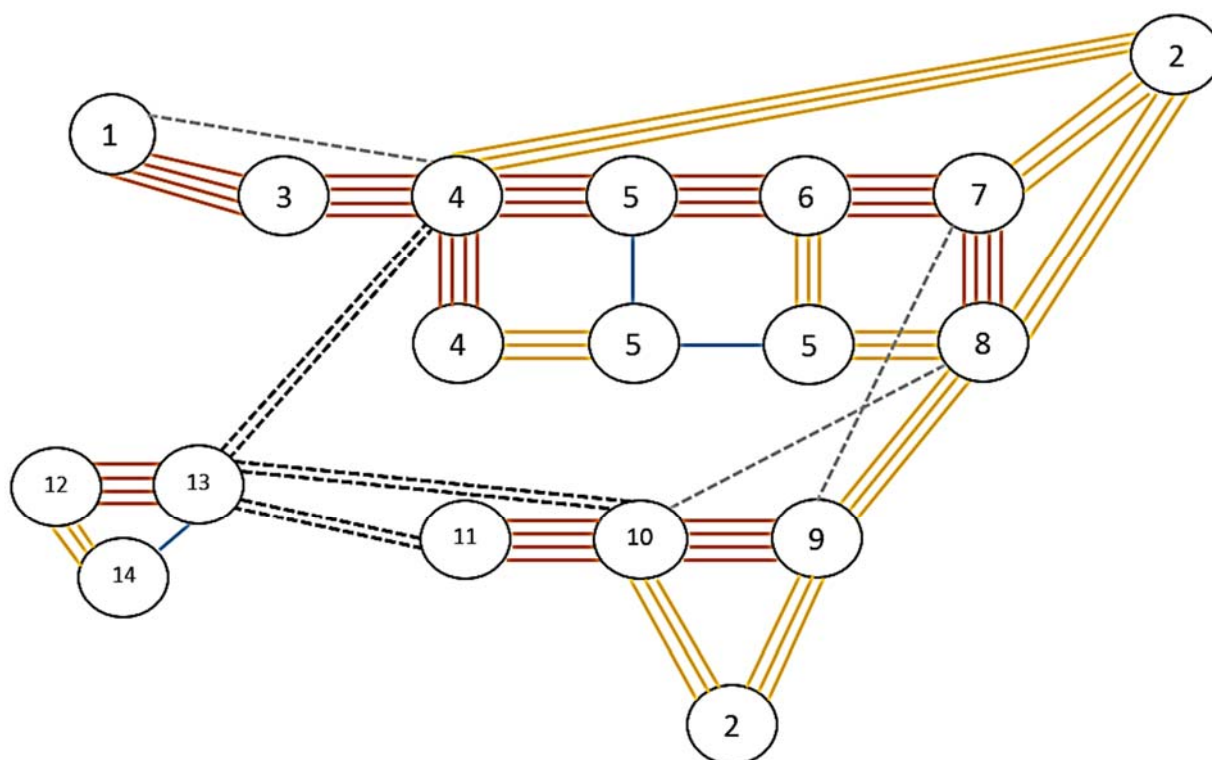


FIGURA N° 6
DIAGRAMA DE REDES DEL AREA DE DISTRIBUCION



LEYENDA

MAQUINARIAS	CANTIDAD
1. Balanza de Plataforma (Grande)	1
2. Balanza de Plataforma (Chica)	2
3. Zaranda Vibratoria	1
4. Tanque de Extracción	2
5. Tina de Filtrado	3
6. Tanque de Decantación	1
7. Tanque de Precipitación	1
8. Filtro Prensa	1
9. Secador de Bandejas	1
10. Tanque de Formulación	1
11. Envasadora y llenadora	1
ZONA DE FUERZA	
12. Caldera	1
13. Tanque de Petróleo	1
14. Ablandador	1

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

FIGURA N° 7

DIAGRAMA DE PROXIMIDAD DEL AREA DE DISTRIBUCION

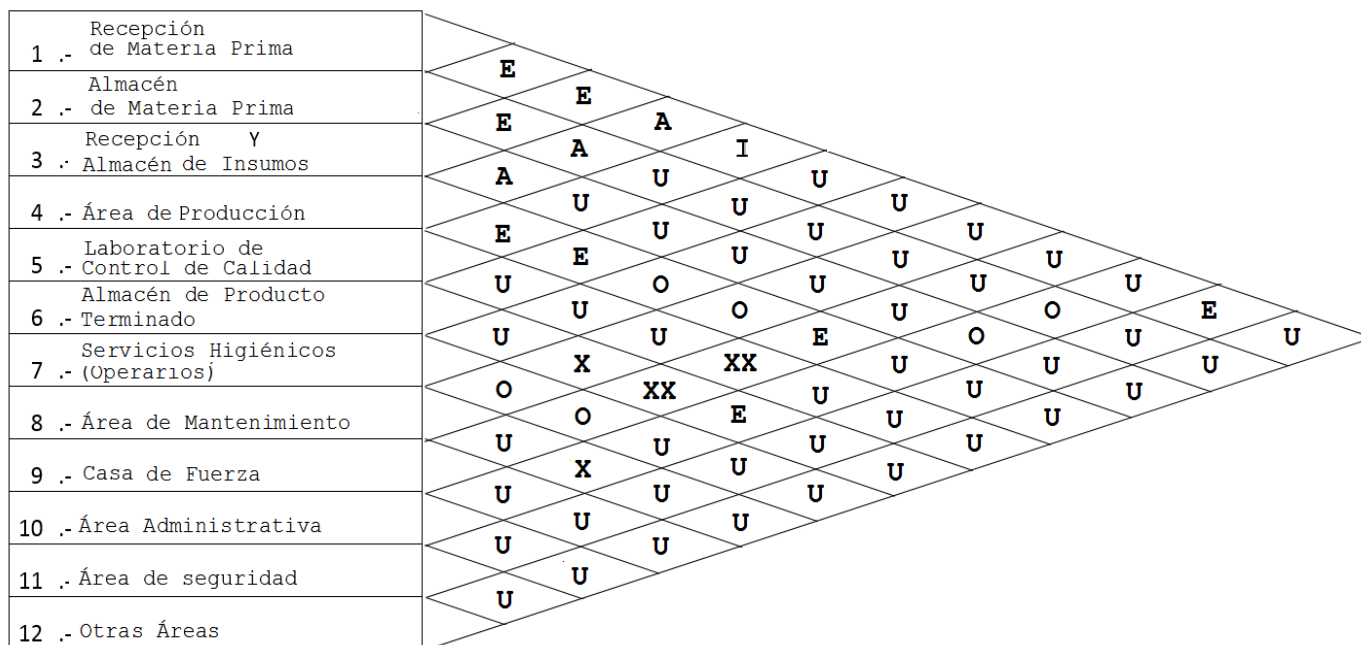
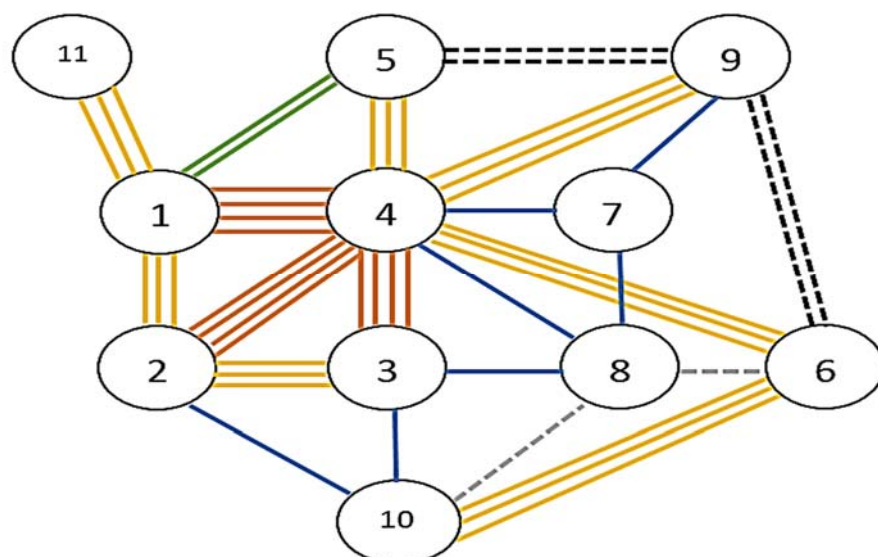


FIGURA N° 8

DIAGRAMA DE REDES DE LAS AREAS DE PLANTA



LEYENDA

CODIGO	AREA
1	Recepción de Materia Prima
2	Almacén de Materia Prima
3	Almacén y recepción de insumos
4	Área de Producción
5	Laboratorio de Control de Calidad
6	Almacén de Producto Terminado
7	Servicios Higiénicos personal/operarios
8	Área de Mantenimiento
9	Casa de Fuerza
10	Área administrativa
11	Área de seguridad
12	Otras Áreas

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.15 ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

La ecología define las relaciones de interdependencia que hay entre el hombre, los animales y las plantas, en equilibrio con el medio ambiente en que viven. Un ecosistema es la ecología referida a un sistema. A cada ecosistema se le reconoce una vocación ecológica, de donde deriva precisamente los ecosistemas agrícolas de protección integrada. Por lo tanto al difundir una tecnología en un determinado ecosistema agro-industrial, se debe de cuidar que sea compatible con su vocación ecológica, de lo contrario se estaría atentando seriamente con el equilibrio ecológico al que hemos referido, pudiendo medrar los recursos productivos y el medio ambiente.

Las plantas procesadoras de alimentos normalmente tienen residuos asociados a una flora microbiana que proviene de los alimentos procesados o son los desechos líquidos provenientes de la operación de limpieza.

Recomendaciones para el control de los residuos líquidos:

- Utilizar el volumen mínimo de agua necesaria.
- Durante las operaciones de limpieza, usar agua a alta presión, en volúmenes reducidos.
- Mantener los residuos sólidos separados y eliminarlos en forma separada.
- Usar detergentes en la proporción adecuada seleccionando aquellos que requieran un mínimo enjuague.

En cuanto a los efluentes que generan esta industria pertenecen a los estados físicos: Sólidos y líquidos. En cuanto a los efluentes sólidos y líquidos se encuentran principalmente los desperdicios de las operaciones de lavado, selección y prensado, siendo todos desechos orgánicos los cuales pueden ser re utilizados para la producción de biogás que es un combustible alternativo para la industria.

4.2 INVERSIONES Y FINANCIAMIENTOS

4.2.1 INVERSIONES

En el presente capítulo determinamos la inversión económica requerida para el presente proyecto, se eligió la zona Parque industrial, por lo visto en la micro localización de planta. Las inversiones antes de la puesta en marcha del presente proyecto se agrupan en dos tipos:

- Inversión fija
- Capital de trabajo

4.2.1.1 INVERSIÓN FIJA

4.2.1.1.1 INVERSIÓN TANGIBLE

Son aquellas que se utilizan en el proceso de transformación de los insumos o que sirven de apoyo a la operación normal del proyecto. Si está sujeta a depreciación por desgaste a excepción de los terrenos. Se considera inversiones tangibles para el funcionamiento de la planta lo siguiente:

- Terrenos
- Construcciones y obras civiles
- Mobiliario y equipo de oficina
- Equipo y Control de Calidad
- Imprevistos
- Vehículos
- Herramientas y otros

Se les llamas activos fijos porque la empresa no puede desprenderse fácilmente de ellos sin que ello ocasione problemas en sus actividades productivas.

Se trabajara con un tipo de cambio de S/. : 3.14

a.1. TERRENO

CUADRO N° 98

COSTO DE TERRENO		
Área	1050	m ²
Costo US\$ por m ²	600	\$
Costo s/. por m ²	1884	s/.
Costo total \$	630000	\$

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.2. EDIFICACIONES Y OBRAS CIVILES

CUADRO N° 99

COSTO DE CONSTRUCCION Y OBRAS CIVILES

ZONA	AREA (m ²)	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO UNIT. (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Zona de Administración (A)	140	420	133.76	18726.11465
Zona de Producción (B)	347	600	191.08	66305.73248
Zonas Auxiliares (C)	382	250	79.62	30414.01274
Otras áreas (D)	181	200	63.69	11528.66242
TOTAL				126974.5223

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.3. MAQUINARIA Y EQUIPO

CUADRO N°100
COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO BASICO

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/ .)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Balanza de Plataforma(Grande)	1	650	207.01	207.01
Balanza de Plataforma(Chica)	2	350	111.46	222.93
Zaranda Vibratoria	1	5000	1592.36	1592.36
Tanque de Extracción	2	25000	7961.78	15923.57
Tina de Filtrado	3	6000	1910.83	5732.48
Tanque de Decantación	1	15000	4777.07	4777.07
Tanque de Precipitación	1	20000	6369.43	6369.43
Filtro Prensa	1	18840	6000.00	6000.00
Secador de Bandejas	1	30000	9554.14	9554.14
Tanque de Formulación	1	15000	4777.07	4777.07
Envasadora y llenadora	1	6000	1910.83	1910.83
Mesas de Trabajo	3	350	111.46	334.39
TOTAL				57401.27

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.4. COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO COMPLEMENTARIO

CUADRO N°101
COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO COMPLEMENTARIO

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/ .)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Caldera	1	6000	1910.83	1910.83
Tanque de Petróleo	1	1000	318.47	318.47
Ablandador	1	15000	4777.07	4777.07
Bombas	4	630	200.64	802.55
Equipo de Laboratorio	1	11000	3503.18	3503.18
TOTAL				11312.10

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.5. RESUMEN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

CUADRO N°102
RESUMEN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

DETALLE	MONTO (US\$)
Maquinaria y Equipo Básico	57401.27
Maquinaria y Equipo Complementario	11312.10
SUBTOTAL	68713.38
Instrumentación (10%)	6871.34
Equipo de Laboratorio (2%)	3000.00
TOTAL	78584.71
Instalación (20%)	15716.94
TOTAL GENERAL	94301.66

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.6. COSTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA

CUADRO N°103
COSTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA

DETALLE	UNIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Escritorio ejecutivo	5	220	70.06	350.32
Escritorio secretaria	1	150	47.77	47.77
Mesa de reuniones	1	200	63.69	63.69
Sillas	12	45	14.33	171.97
Archivadores	72	4.5	1.43	103.18
Computadoras	5	1500	477.71	2388.54
Extintores	4	65	20.70	82.80
teléfono	1	100	31.85	31.85
celular	3	90	28.66	85.99
TOTAL				3326.11

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.7. COSTO DE VEHÍCULO

CUADRO N°104
COSTO DE VEHICULO

VEHICULO	UNIDAD	MARCA	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
CAMIONETA	1	DODGE	78500	25000	25000

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.8. INVERSIÓN TANGIBLE

CUADRO N°105
INVERSION TANGIBLE

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Terreno	630000.00
Edificaciones y obras civiles	126974.52
Equipo y maquinaria	94301.66
Mobiliario y equipo de oficina	3326.11
Vehículo	25000.00
SUBTOTAL	879602.29
Imprevistos (5%)	43980.11
TOTAL	923582.41

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.1.1.2 INVERSIÓN INTANGIBLE

Son todas aquellas inversiones que se realizan sobre los activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Esta inversión se caracteriza por su inmaterialidad y está formada por los servicios o derechos adquiridos necesarios por el estudio e implementación del proyecto y como tales no están sujetos a desgaste físico, sin embargo para los efectos de su recuperación, se acostumbra a consignar entre los gastos de operación en rubro denominado; "Amortización" de inversiones intangibles en el que incluyen cantidades anuales que cubren el valor de las inversiones intangibles son un plazo convencional (5 a 10) años.

También encontramos: gastos de organización, desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras de instalación y por el diseño de los sistemas y procedimientos administrativos de gestión y apoyo, así como los gastos legales que implique la constitución jurídica de la empresa que se creara por el proyecto.

Se considera los siguientes ítems:

- **Gastos en Patentes y licencias:**

Son los gastos que corresponden al pago por derecho al uso de una marcha, fórmula o proceso productivo y a los permisos municipales, autorizaciones notariales y licencia generales que certifican el funcionamiento del proyecto.

▪ **Gastos de Puesta en Marcha:**

Son todos aquellos gastos que deben realizarse al iniciar el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en el inicio de la operación y hasta que alcance un funcionamiento óptimo.

▪ **Gastos de Capacitación:**

Consisten en aquellos gastos tendientes a la instrucción y capacitación del personal para el desarrollo de las habilidades y conocimientos.

Presentándose en el siguiente cuadro:

CUADRO N°106
INVERSION INTANGIBLE

DETALLE	PORCENTAJE	MONTO (US\$)
Estudio de Pre inversión	1.00%	9235.82
Estudios de Ingeniería	2.00%	18471.65
Gastos de Puesta en Marcha	2.00%	18471.65
Gastos de Organización y Administración	2.00%	18471.65
Intereses Pre Operaciones	1.00%	9235.82
Montaje Industrial	15.00%	138537.36
TOTAL		212423.95

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.1.2 CAPITAL DE TRABAJO

Es la cantidad necesaria de dinero para el adecuado funcionamiento de la unidad productiva, que es utilizada como activo corriente o circulante para la operación normal de la planta durante un ciclo productivo para una capacidad utilizada y un tamaño dado en la planta.

Comprende: Costo de producción y Gastos de operación

4.2.1.2.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

a.1. COSTOS DIRECTOS

CUADRO N°107
COSTO TOTAL DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

DETALLE	Kg/ AÑO	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL ANUAL (US\$)
Semilla de Achiote	52000.00	8.38	2.67	138777.07
Glicerina	3371.68	10.60	3.38	11382.10
Propilenglicol	6051.76	21.50	6.85	41437.21
Agua	280981.47	0.0021	0.0007	190.60
Na(OH)	4725.76	7.44	2.37	11197.34
Sorbato de potasio	86.32	13.19	4.20	362.60
Ácido Sulfúrico	1261.52	200.80	63.95	80673.00
TOTAL				284019.93
RESERVA (2 MESES)				47336.65
TOTAL				331356.58

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°108
MANO DE OBRA DIRECTA

DETALLE	CANTIDAD	REMUNERACION MENSUAL (S/.)	REMUNERACION MENSUAL (US\$)	REMUNERACION ANUAL (US\$)
Obreros de Planta	6	750	238.85	17197.45
Obreros Auxiliares	1	750	238.85	2866.24
SUBTOTAL				20063.69
65% DE PROVISIONES Y BENEFICIOS SOCIALES				13041.40
TOTAL				33105.10
RESERVA 2 (MESES)				5517.52
TOTAL GENERAL				38622.61

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°109
COSTO DE MATERIAL DE ENVASE Y EMBALAJE

DETALLE	UNIDADES	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL ANUAL (US\$)
Envases de 2 Litro	71485.00	1.50	0.48	34148.89
Etiqueta	71485.00	0.90	0.29	20489.33
Cajas de Embalaje	5960	1.8	0.57	3416.56
TOTAL				58054.78
RESERVA (2 MESES)				9675.80
TOTAL				67730.57

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°110
COSTO DIRECTOS

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Materia Prima e Insumos	331356.58
Mano de Obra Directa	38622.61
Material de Envase y Embalaje	67730.57
TOTAL	437709.77

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.2. GASTOS DE FABRICACIÓN

CUADRO N°111
COSTO DE MATERIAL INDIRECTO

DETALLE	COSTO TOTAL (S/.)	COSTO TOTAL (US\$.)
Repuestos	7000.00	2000.00
TOTAL		2000.00

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°112
COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA

DETALLE	CANTIDAD	REMUNERACION MENSUAL (S/.)	REMUNERACION MENSUAL (US\$)	REMUNERACION ANUAL (US\$)
Jefe de Producción	1	2000	636.9426752	7643.312102
Jefe de Área de mantenimiento	1	1500	477.7070064	5732.484076
SUBTOTAL				13375.79618
65% Provisiones y beneficios sociales				8694.267516
TOTAL				22070.06369

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

a.3. GASTOS INDIRECTOS

CUADRO N°113
COSTOS DE AGUA

DETALLE	Lt./Batch	Lt./Semana	m3/Semana	m3/Año	COSTO	COSTO	COSTO
					UNITARIO (S/.)	UNITARIO (US\$)	TOTAL (US\$)
CALDERO	233.32	466.64	0.46664	24.26528	2.13	6.6882	162.29
USO PARA LAVADO DE MAQUINARIA				50.48	2.13	6.6882	337.62
SERVICIOS HIGIENICOS		7000	7	364	2.13	6.6882	2434.50
JARDINES		2100	2.1	109.2	2.13	6.6882	730.35
TOTAL				547.94528	2.13	6.6882	3664.77
MARGEN DE SEGURIDAD AL 30%				164.383584	2.13	6.6882	1099.43
GRAN TOTAL				712.328864	2.13	6.6882	4764.20

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



CUADRO N° 114
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

MAQUINARIA	CANTIDAD	HP	(Kw/Hr)	HORAS FUNCIONANDO	CONSUMO (Kw/día)	CONSUMO (Kw/año)	COSTO \$	COSTO \$	COSTO TOTAL
Balanza de Plataforma Grande	1	0.7	0.52	2	1.04	379.6	0.53	0.17	64.53
Balanza de Plataforma Chica	2	0.5	0.37	2	0.74	270.1	0.53	0.17	45.92
Zaranda Vibratoria	1	2	1.49	1.5	2.235	815.775	0.53	0.17	138.68
Tanque de Extracción	2	1	0.75	1.5	1.125	410.625	0.53	0.17	69.81
Tanque de Precipitación	2	1	0.75	0.45	0.3375	123.1875	0.53	0.17	20.94
Filtro Prensa	1	2	1.49	5	7.45	2719.25	0.53	0.17	462.27
Secador de Bandejas	1	1.5	1.12	8	8.96	3270.4	0.53	0.17	555.97
Envasadora y llenadora	1	0.25	0.19	1	0.19	69.35	0.53	0.17	11.79
Caldera	1	4	2.98	4	11.92	4350.8	0.53	0.17	739.64
Bombas	5	0.5	0.37	4	1.48	540.2	0.53	0.17	91.83
Zona de Fabricación, administración (Iluminación)									
SUBTOTAL					40.4075	14748.7375	0.53	0.17	2507.29
MARGEN DE SEGURIDAD AL 20%					8.0815	2424.45	0.53	0.17	412.16
TOTAL					48.489	17173.1875	0.53	0.17	2919.44

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 115
COSTO DE COMBUSTIBLE

COMBUSTIBLE PARA	COMBUSTIBLE	(Gal/Día)	(Gal/Año)	(Lt./Año)	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO UNITARIO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Caldero	Petróleo Diesel 2	6	2190	578.54	12.00	3.82	2210.968633
Secador de Bandejas	Gas propano	43.69	15946.85		2.00	0.64	10157.2293
TOTAL							12368.19793

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 116

RESUMEN COSTO DE SERVICIO

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Agua	4764.20
Energía Eléctrica	2919.44
Combustible	12368.19793
TOTAL	20051.84

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°117
COSTOS DE DEPRECIACION

DETALLE	TASA (%)	MONTO INVERSION (\$)	DEPRECIACION ANUAL (US\$)
Edificación y construcción civiles	5.00%	126974.5223	6348.726115
Costo de maquinaria y equipo básico	25.00%	94301.66	23575.41401
Vehículo	20.00%	25000.00	5000
Mobiliario y equipo de oficina	15.00%	3326.11	498.9171975
TOTAL			35423.05732

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°118
COSTOS DE MANTENIMIENTO

DETALLE	TASA (%)	MONTO INVERSION (\$)	DEPRECIACION ANUAL (US\$)
Edificación y construcción civiles	3.50%	126974.5223	4444.11
Costo de maquinaria y equipo básico	5.00%	94301.65605	4715.08
Vehículo	5.00%	25000	1250.00
Mobiliario y equipo de oficina	3.00%	3326.11465	99.78
TOTAL			10508.97

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°119
COSTO DE SEGUROS

DETALLE	TASA (%)	MONTO INVERSION FIJA (US\$)	DEPRECIACION ANUAL (US\$)
Terreno	0.50%	630000	3150
Edificación y construcción civiles	2.00%	126974.5223	2539.490446
Maquinaria y equipo	0.50%	94301.66	471.5082803
Mobiliario y Equipo de oficina	1.00%	3326.11	33.2611465
Vehículo	1.00%	25000	250
TOTAL			6444.26

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°120

IMPREVISTOS

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Material Indirecto	2000.00
Mano de Obra Directa	38622.61
Depreciaciones	35423.05732
Mantenimiento	10508.97
Seguros	6444.26
Servicio	20051.84
SUBTOTAL	111050.74
Imprevistos al 5%	5552.537045

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°121

RESUMEN DE GASTOS DE FABRICACION

DETALLE	MONTO ANUAL (US\$)
Material Indirecto	2000.00
Mano de Obra Directa	38622.61
Mano de Obra Indirecta	22070.06
Depreciaciones	35423.06
Mantenimiento	10508.97
Seguros	6444.26
Servicios	20051.84
Imprevistos	5552.54
SUBTOTAL	140673.34
RESERVA (2 MESES)	23445.56
TOTAL	164118.90

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°122

COSTOS DE PRODUCCION

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Costos Directos	437709.77
Gastos de Fabricación	164118.90
SUBTOTAL	601828.66

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.1.2.2 GASTOS DE OPERACIÓN

b.1. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN

CUADRO N°123

GASTOS DE REMUNERACION DEL PERSONAL

CARGOS	CANTIDAD	REMUNERACION MENSUAL (S/.)	REMUNERACION MENSUAL (US\$)	REMUNERACION ANUAL (US\$)
Gerente General	1	8000	2547.77	30573.24841
Administrador	1	2000	636.94	7643.312102
Ing. Alimentario	1	2500	796.18	9554.140127
Secretaria	1	900	286.62	3439.490446
Chofer	1	800	254.78	3057.324841
Guardián	1	800	254.78	3057.324841
Jefe de Almacén	1	1200	382.17	4585.987261
Jefe de Contabilidad y Finanzas	1	2000	636.94	7643.312102
SUBTOTAL				69554.14013
65% PROVISIONES Y BENEFICIOS SOCIALES				45210.19108
TOTAL				114764.3312

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°124

GASTOS ADMINISTRATIVOS

DETALLE	%	COSTO (US\$)	COSTO TOTAL (US\$)
Remuneración del personal	30.00%	114764.33	34429.30
Depreciación	30.00%	35423.06	10626.92
Mantenimiento	30.00%	10508.97	3152.69
Seguros	30.00%	6444.26	1933.28
Servicios	30.00%	20051.84	6015.55
Amortización de Inversión Intangible	10.00%	212423.95	21242.40
Servicio Telefónico	100.00%	850.00	850.00
Gastos de Vehículo	10.00%	25000.00	2500.00
Imprevistos	100.00%	1000.00	1000.00
SUBTOTAL			81750.13
RESERVA (2 MESES)			13625.02226
TOTAL			95375.15583

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

b.2. GASTOS DE VENTAS
CUADRO N°125
GASTOS DE VENTA

DETALLE	COSTO (S/.)	COSTO (US\$)
Gastos de promoción y publicidad	1200	382.17
Gastos de distribución	1200	382.17
Útiles de escritorio y papelería	500	159.24
SUBTOTAL	2900	923.57
IMPREVISTO (5%)	145	46.18
TOTAL	3045	969.75
RESERVA (2 MESES)	507.5	161.62
TOTAL GENERAL	3552.5	1131.37

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

b.3. TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN
CUADRO N°126
GASTOS DE OPERACIÓN

DETALLE	COSTO TOTAL (US\$)
Gastos Administrativos	95375.15583
Gastos de Venta	1131.37
TOTAL	96506.52526

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.1.2.3 TOTAL CAPITAL DE TRABAJO
CUADRO N°127
CAPITAL DE TRABAJO

DETALLE	COSTO (US\$)
Costo de Materia Prima	47336.65
Costo de Mano de Obra Directa	5517.52
Costo de Material de Envase y Embalaje	9675.80
Gasto Administrativo	13625.02226
Gasto de Ventas	161.62
Gasto de Fabricación	23445.56
TOTAL	99762.17

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.1.2.3.1 INVERSIÓN TOTAL

CUADRO N°128

TOTAL DE INVERSION

DETALLE	COSTO (US\$)
INVERSION TANGIBLE	923582.41
INVERSION INTANGIBLE	212423.95
CAPITAL DE TRABAJO	99762.17
TOTAL	1235768.53

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.2 FINANCIAMIENTO

El objetivo de esa parte del estudio del proyecto, es definir las fuentes y condiciones en que se obtendrán los recursos monetarios para la utilización del proyecto.

4.2.2.1 FUENTES FINANCIERAS UTILIZADAS

Se consideró que los recursos monetarios para el proyecto provendrán de 2 fuentes de financiamiento:

A. RECURSOS PROPIOS (40%)

Son las contribuciones de recursos reales financieros efectuados por personas naturales o jurídicas a favor del proyecto, a cambio del derecho sobre una parte proporcional de la propiedad, utilidades y gestión del mismo.

B. CREDITOS (60%)

Se ha determinado que la entidad financiera que completara el financiamiento requerido será la Corporación Financiera de Desarrollo (COFIDE), mediante sus programas y líneas de financiamiento para las medianas y pequeñas empresas, cuyo objetivo y condición se adecuan al proyecto.

4.2.2.2 ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO

Una vez seleccionada la fuente de financiamiento, se contempla la relación de partición de las fuentes de financiamiento o estructura del capital de inversión total.

En el siguiente cuadro se presenta la estructura financiera del capital de proyecto:

CUADRO N°129

ESTRUCTURA DEL REQUERIMIENTO DE INVERSION Y SU FINANCIAMIENTO

RUBRO	APORTE PROPIO	APORTE COFIDE	TOTAL (US\$)
INVERSION FIJA	369432.96	554149.44	923582.41
Terreno	252000.00	378000.00	630000.00
Edificio y obras civiles	50789.81	76184.71	126974.52
Maquinaria y equipo	37720.66	56580.99	94301.66
Mobiliario y equipo de Oficina	1330.45	1995.67	3326.11
Vehículo	10000.00	15000.00	25000.00
Imprevistos	17592.05	26388.07	43980.11
INVERSION INTANGIBLE	84969.58	127454.37	212423.95
Estudio de Pre inversión	3694.33	5541.49	9235.82
Estudios de Ingeniería	7388.66	11082.99	18471.65
Gastos de Puesta en Marcha	7388.66	11082.99	18471.65
Gastos de Organización y Administración	7388.66	11082.99	18471.65
Intereses Pre Operaciones	3694.33	5541.49	9235.82
Montaje Industrial	55414.94	83122.42	138537.36
CAPITAL DE TRABAJO	39904.87	59857.30	99762.17
Inversión Total	494307.41	741461.12	1235768.53
Cobertura (%)	40%	60%	100%

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.2.2.3 CONDICIONES DE CRÉDITO

Constituyen las diversas formas de préstamos adquiridos para el estudio, ejecución y operación del proyecto.

4.2.2.3.1 PLAN DE AMORTIZACION

La amortización del principal acorde a las condiciones establecidas es:

CUADRO N°130

PLAN DE AMORTIZACION

CONDICIONES DE FINANCIAMIENTO	
Préstamo:	\$741,461.12
Años:	5
Tasa anual	12.00%
Tasa mensual	0.95%
No Cuotas mes	60
Cuota mes S/. :	\$16,264.47
Pago Total S/.	\$975,867.94
Intereses S/.	\$234,406.82

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

TABLA N° 33
TABLA DE AMORTIZACION MENSUAL

Mes	Saldo Inicial	Intereses	Saldo Final + Int.	Amortización	Cuota	Saldo final
1	\$741,461.12	\$7,035.57	\$748,496.69	\$9,228.89	\$16,264.47	\$732,232.22
2	\$732,232.22	\$6,948.00	\$739,180.22	\$9,316.47	\$16,264.47	\$722,915.76
3	\$722,915.76	\$6,859.60	\$729,775.36	\$9,404.87	\$16,264.47	\$713,510.89
4	\$713,510.89	\$6,770.36	\$720,281.25	\$9,494.11	\$16,264.47	\$704,016.78
5	\$704,016.78	\$6,680.27	\$710,697.05	\$9,584.20	\$16,264.47	\$694,432.59
6	\$694,432.59	\$6,589.33	\$701,021.91	\$9,675.14	\$16,264.47	\$684,757.45
7	\$684,757.45	\$6,497.52	\$691,254.97	\$9,766.94	\$16,264.47	\$674,990.50
8	\$674,990.50	\$6,404.85	\$681,395.35	\$9,859.62	\$16,264.47	\$665,130.88
9	\$665,130.88	\$6,311.29	\$671,442.17	\$9,953.18	\$16,264.47	\$655,177.71
10	\$655,177.71	\$6,216.85	\$661,394.55	\$10,047.62	\$16,264.47	\$645,130.09
11	\$645,130.09	\$6,121.51	\$651,251.59	\$10,142.96	\$16,264.47	\$634,987.13
12	\$634,987.13	\$6,025.26	\$641,012.39	\$10,239.20	\$16,264.47	\$624,747.92
13	\$624,747.92	\$5,928.10	\$630,676.03	\$10,336.36	\$16,264.47	\$614,411.56
14	\$614,411.56	\$5,830.02	\$620,241.59	\$10,434.44	\$16,264.47	\$603,977.12
15	\$603,977.12	\$5,731.01	\$609,708.13	\$10,533.45	\$16,264.47	\$593,443.67
16	\$593,443.67	\$5,631.06	\$599,074.73	\$10,633.40	\$16,264.47	\$582,810.27
17	\$582,810.27	\$5,530.17	\$588,340.43	\$10,734.30	\$16,264.47	\$572,075.97
18	\$572,075.97	\$5,428.31	\$577,504.28	\$10,836.16	\$16,264.47	\$561,239.81
19	\$561,239.81	\$5,325.49	\$566,565.30	\$10,938.98	\$16,264.47	\$550,300.83
20	\$550,300.83	\$5,221.69	\$555,522.52	\$11,042.77	\$16,264.47	\$539,258.06
21	\$539,258.06	\$5,116.91	\$544,374.97	\$11,147.56	\$16,264.47	\$528,110.50
22	\$528,110.50	\$5,011.13	\$533,121.63	\$11,253.33	\$16,264.47	\$516,857.17
23	\$516,857.17	\$4,904.35	\$521,761.52	\$11,360.11	\$16,264.47	\$505,497.05
24	\$505,497.05	\$4,796.56	\$510,293.61	\$11,467.91	\$16,264.47	\$494,029.14
25	\$494,029.14	\$4,687.74	\$498,716.88	\$11,576.73	\$16,264.47	\$482,452.42
26	\$482,452.42	\$4,577.89	\$487,030.31	\$11,686.57	\$16,264.47	\$470,765.84
27	\$470,765.84	\$4,467.00	\$475,232.84	\$11,797.47	\$16,264.47	\$458,968.38
28	\$458,968.38	\$4,355.06	\$463,323.43	\$11,909.41	\$16,264.47	\$447,058.97
29	\$447,058.97	\$4,242.05	\$451,301.02	\$12,022.42	\$16,264.47	\$435,036.55
30	\$435,036.55	\$4,127.97	\$439,164.52	\$12,136.49	\$16,264.47	\$422,900.06
31	\$422,900.06	\$4,012.81	\$426,912.87	\$12,251.65	\$16,264.47	\$410,648.40
32	\$410,648.40	\$3,896.56	\$414,544.96	\$12,367.91	\$16,264.47	\$398,280.50
33	\$398,280.50	\$3,779.20	\$402,059.70	\$12,485.26	\$16,264.47	\$385,795.23
34	\$385,795.23	\$3,660.73	\$389,455.96	\$12,603.73	\$16,264.47	\$373,191.50
35	\$373,191.50	\$3,541.14	\$376,732.63	\$12,723.33	\$16,264.47	\$360,468.17
36	\$360,468.17	\$3,420.41	\$363,888.58	\$12,844.06	\$16,264.47	\$347,624.11
37	\$347,624.11	\$3,298.53	\$350,922.64	\$12,965.93	\$16,264.47	\$334,658.18
38	\$334,658.18	\$3,175.50	\$337,833.68	\$13,088.96	\$16,264.47	\$321,569.21
39	\$321,569.21	\$3,051.30	\$324,620.52	\$13,213.16	\$16,264.47	\$308,356.05
40	\$308,356.05	\$2,925.93	\$311,281.98	\$13,338.54	\$16,264.47	\$295,017.51

41	\$295,017.51	\$2,799.36	\$297,816.87	\$13,465.11	\$16,264.47	\$281,552.41
42	\$281,552.41	\$2,671.59	\$284,224.00	\$13,592.87	\$16,264.47	\$267,959.54
43	\$267,959.54	\$2,542.61	\$270,502.15	\$13,721.85	\$16,264.47	\$254,237.68
44	\$254,237.68	\$2,412.41	\$256,650.09	\$13,852.06	\$16,264.47	\$240,385.63
45	\$240,385.63	\$2,280.97	\$242,666.59	\$13,983.50	\$16,264.47	\$226,402.13
46	\$226,402.13	\$2,148.28	\$228,550.41	\$14,116.18	\$16,264.47	\$212,285.95
47	\$212,285.95	\$2,014.34	\$214,300.28	\$14,250.13	\$16,264.47	\$198,035.82
48	\$198,035.82	\$1,879.12	\$199,914.94	\$14,385.34	\$16,264.47	\$183,650.47
49	\$183,650.47	\$1,742.62	\$185,393.09	\$14,521.84	\$16,264.47	\$169,128.63
50	\$169,128.63	\$1,604.83	\$170,733.46	\$14,659.64	\$16,264.47	\$154,468.99
51	\$154,468.99	\$1,465.72	\$155,934.71	\$14,798.74	\$16,264.47	\$139,670.25
52	\$139,670.25	\$1,325.30	\$140,995.55	\$14,939.16	\$16,264.47	\$124,731.09
53	\$124,731.09	\$1,183.55	\$125,914.63	\$15,080.92	\$16,264.47	\$109,650.17
54	\$109,650.17	\$1,040.45	\$110,690.61	\$15,224.02	\$16,264.47	\$94,426.15
55	\$94,426.15	\$895.99	\$95,322.14	\$15,368.48	\$16,264.47	\$79,057.67
56	\$79,057.67	\$750.16	\$79,807.84	\$15,514.30	\$16,264.47	\$63,543.37
57	\$63,543.37	\$602.95	\$64,146.32	\$15,661.52	\$16,264.47	\$47,881.85
58	\$47,881.85	\$454.34	\$48,336.20	\$15,810.12	\$16,264.47	\$32,071.73
59	\$32,071.73	\$304.32	\$32,376.05	\$15,960.14	\$16,264.47	\$16,111.59
60	\$16,111.59	\$152.88	\$16,264.47	\$16,111.59	\$16,264.47	\$0.00
TOTAL		\$234,406.82	TOTAL	\$741,461.12		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°131
RESUMEN DE GASTOS FINANCIEROS ANUALES

AÑOS	TOTALS/.
1	78460.39
2	64454.81
3	48768.55
4	31199.95
5	11523.11
TOTAL	234406.82
PROMEDIO	46881.36

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N°132
RESUMEN DE AMOTIZACION ANUAL

AÑOS	TOTALS/.
1	116713.20
2	130718.78
3	146405.03
4	163973.64
5	183650.47
TOTAL	741461.12
PROMEDIO	148292.22

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.3 EGRESOS

Se entiende por egresos o costos a valores de los recursos reales o financieros utilizados para la producción en un periodo determinado de tiempo y se constituye por la suma de los costos de producción más los gastos de operación.

4.3.1 COSTOS FIJOS Y COSTOS VARIABLES

Los costos fijos son aquellos que tienen que ejecutarse en cantidades constantes para una misma planta independiente del nivel de producción.

Los costos variables se relacionan con la producción y aumentan o disminuyen en proporción directa al volumen de producción. La función de los costos totales de la planta están dados por la sumatoria de los costos fijos más los costos variables.

CUADRO N°133

COSTOS FIJOS Y VARIABLES PARA EL PRIMER AÑO DE PRODUCCION (2015)

DETALLE	COSTOS FIJOS (%)	COSTO TOTAL (US\$)	COSTOS FIJOS (US\$)	COSTOS VARIABLES (US\$)
COSTOS DIRECTOS				
Costo de Materia Prima e Insumos	0.00%	284019.93	---	284,019.93
Costo de Mano de Obra Directa	0.00%	33105.10	---	33105.09554
Costo de Material de Envase y Embalaje	0.00%	58054.78	---	58054.77707
GASTOS DE FABRICACION				
Materiales Indirectos	0.00%	2000.00	---	2000.00
Mano de Obra Indirecta	100.00%	22070.06369	22070.06369	
Depreciación	100.00%	35423.05732	35423.05732	
Mantenimiento	20.00%	10508.97	2101.794904	8,407.18
Seguros	100.00%	6444.26	6444.259873	
Servicios	20.00%	20051.84	4010.367543	16041.47017
Imprevistos	0.00%	111050.74	---	111050.74
GASTOS DE OPERACIÓN				
Gastos Administrativos	100.00%	81750.13	81750.13357	
Gastos de Ventas	80.00%	969.75	775.7961783	193.9490446
TOTAL		665448.61	152575.47	512873.14

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.4 INGRESOS

4.4.1 COSTO UNITARIO DE PRODUCCION (CUP)

Para calcular el costo unitario de producción se necesita contar con los valores de los egresos totales para cada producto así como su producción anual.

CUADRO N° 134

COSTO UNITARIO DE PRODUCCION

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD
Número de Kg/Batch	1662.43	Kg/Batch
Número de Kg/Semana	3324.86	Kg/Semana
Número de Semanas de Producción	52.00	(Semanas /Año)
Volumen de Producción	172892.72	Kg/Año
Costo total US\$	665448.61	U\$

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

El costo unitario de producción se calcula de la siguiente fórmula:

$$\text{CUP} = \frac{\text{TOTAL DE EGRESOS ANUAL (US$/AÑO)}}{\text{PRODUCCION ANUAL (Kg/AÑO)}}$$

$$\text{CUP} = \frac{665448.61 \text{ (US$/AÑO)}}{172892.72 \text{ (Kg//AÑO)}}$$

$$\text{CUP} = 3.85 \text{ U$/Kg}$$

4.4.2 COSTO UNITARIO DE VENTAS (CUV)

La determinación del Costo Unitario de venta se hará en función del costo unitario de producción y del porcentaje de ganancia que se debe obtener.

Para determinar CUV hacemos uso de la siguiente formula:

$$\text{CUV} = \text{CUP} + (\% \text{ G} * \text{CUP})$$

$$\text{CUV} = 3.85 + (\%90 * 3.85)$$

$$\text{CUV} = 7.31 \text{ U$/Kg}$$

4.4.3 PRECIO DE VENTA (PV)

La determinación del precio de venta se hará en función del costo unitario de Venta Y del porcentaje de IGV.

Para determinar PV hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$\text{PV} = \text{CUV} + (\% \text{ IGV} * \text{CUV})$$

$$\text{PV} = 7.31 + (\% 18 * 7.31)$$

$$PV = 8.63 \text{ U\$U\$}/\text{Kg}$$

4.4.4 INGRESOS ANUALES

Los ingresos son determinados por la venta de los productos obtenidos en el proceso de fabricación.

CUADRO N°135

INGRESO ANUAL (2015)

DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	MONTO TOTAL
	Kg/Año	(U\\$)	(US\$)
Colorante Formulado	172892.72	7.31	1264352.36

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



4.4.4.4.1 INGRESOS PROYECTADOS

CUADRO N°136

INGRESOS PROYECTADOS

PROYECCION	2016	2017	2018	2019	2020-2025
Costo Unitario de Venta (US\$ /Kg)	7.31	7.31	7.31	7.31	7.31
Venta estimada de Colorante Formulado (Kg.)	173757.1836	174625.9695	175499.0994	176376.5949	177258.4778
INGRESO ESTIMADO (US\$)	1270674.125	1277027.495	1283412.633	1289829.696	1296278.845

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.4.4.4.2 COSTOS PROYECTADOS

Se consideran como las cantidades monetarias que tienen que pagar para adquirir bienes y servicios. En tanto los gastos, son los costos de los bienes o servicios adquiridos por la empresa que ya han generado ingresos, por todo ello los gastos son reconocidos por el principio de causa-efecto.

CUADRO N°137

COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS PROYECTADOS

PROYECCION	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO (5-10) (2020 -2025)
Costo de Materia Prima e Insumos	285440.03	286867.23	288301.56	289743.07	291191.

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 138

COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA PROYECTADOS

PROYECCION	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO (5-10) (2020 -2025)
Costo de Mano de Obra Directa	33270.62	33436.97	33604.16	33772.18	33941.04

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 139

COSTO DE MATERIAL DE ENVASE Y EMBALAJE PROYECTADOS

PROYECCION	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO (5-10) (2020 -2025)
Costo de Material de Envase y Embalaje	58345.05	58636.78	58929.96	59224.61	59520.73

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 140

GASTOS DE FABRICACION PROYECTADOS

AÑO	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO (5-10) (2020 -2025)
GASTOS DE FABRICACION	208586.68	209629.61	210677.76	211731.15	212789.80
Materiales Indirectos	2010.00	2020.05	2030.15	2040.30	2050.50
Mano de Obra Indirecta	22180.41	22291.32	22402.77	22514.79	22627.36
	35600.17	35778.17	35957.06	36136.85	36317.53
Mantenimiento	10561.52	10614.33	10667.40	10720.74	10774.34
Seguros	6476.48	6508.86	6541.41	6574.11	6606.99
Servicios	20152.10	20252.86	20354.12	20455.89	20558.17
Imprevistos	111605.99	112164.02	112724.84	113288.47	113854.91

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

CUADRO N° 141

GASTOS DE OPERACION PROYECTADOS

AÑO	AÑO 1 (2015)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO (5-10) (2020 -2025)
GASTOS DE OPERACIÓN	83133.48	83549.15	83966.89	84386.73	84808.66
Gastos Administrativos	82158.88	82569.68	82982.53	83397.44	83814.43
Gastos de Ventas	974.59	979.47	984.36	989.29	994.23

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Los estados financieros son expresiones de resumir la situación económica del proyecto en un momento determinado.

El objetivo del estado financiero consiste en mostrar la diferencia entre los ingresos y egresos o gastos, y probar que el proyecto en estudio es capaz de generar un flujo anual de utilidades netas a lo largo de su vida útil del proyecto.

4.5.1 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

El objetivo es mostrar la diferencia entre los ingresos y los egresos y probar que el proyecto en estudio es capaz de generar un flujo anual de utilidades a lo largo de su vida útil.

CUADRO N° 142

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

	AÑO	AÑO 1 (2016)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO 5 (2020)	AÑO 6 (2021)	AÑO 7 (2022)	AÑO 8 (2023)	AÑO 9 (2024)	AÑO 10 (2025)
TOTAL DE INGRESOS		1270674.12	1277027.50	1283412.63	1289829.70	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84
COSTOS DIRECTOS		377055.70	378940.98	380835.68	382739.86	384653.56	384653.56	384653.56	384653.56	384653.56	384653.56
Costo de Materia Prima e Insumos		285440.03	286867.23	288301.56	289743.07	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79
Costo de Mano de Obra Directa		33270.62	33436.97	33604.16	33772.18	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04
Costo de Material de Envase y Embalaje		58345.05	58636.78	58929.96	59224.61	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73
GASTOS DE FABRICACION		208586.68	209629.61	210677.76	211731.15	212789.80	212789.80	212789.80	212789.80	212789.80	212789.80
Materiales Indirectos		2010.00	2020.05	2030.15	2040.30	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50
Mano de Obra Indirecta		22180.41	22291.32	22402.77	22514.79	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36
Depreciacion		35600.17	35778.17	35957.06	36136.85	36317.53	36317.53	36317.53	36317.53	36317.53	36317.53
Mantenimiento		10561.52	10614.33	10667.40	10720.74	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34
Seguros		6476.48	6508.86	6541.41	6574.11	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99
Servicios		20152.10	20252.86	20354.12	20455.89	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17
Imprevistos		111605.99	112164.02	112724.84	113288.47	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91
UTILIDAD BRUTA		685031.75	688456.91	691899.19	695358.69	698835.48	698835.48	698835.48	698835.48	698835.48	698835.48
GASTOS DE OPERACIÓN		83133.48	83549.15	83966.89	84386.73	84808.66	84808.66	84808.66	84808.66	84808.66	84808.66
Gastos Administrativos		82158.88	82569.68	82982.53	83397.44	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43
Gastos de Ventas		974.59	979.47	984.36	989.29	994.23	994.23	994.23	994.23	994.23	994.23
UTILIDAD OPERATIVA		601898.27	604907.76	607932.30	610971.96	614026.82	614026.82	614026.82	614026.82	614026.82	614026.82
GASTOS FINANCIEROS (INTERESES)		78460.39	64454.81	48768.55	31199.95	11523.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UTILIDAD ANTES DEL IMPUESTO		523437.88	540452.95	559163.75	579772.01	602503.71	614026.82	614026.82	614026.82	614026.82	614026.82
IMPUESTO A LA RENTA *		146562.61	145922.30	150974.21	150740.72	156650.96	159646.97	159646.97	159646.97	159646.97	159646.97
UTILIDAD DESPUES DEL IMPUESTO		376875.27	394530.66	408189.53	429031.29	445852.74	454379.85	454379.85	454379.85	454379.85	454379.85
RESERVA LEGAL (10%)		37687.53	39453.07	40818.95	42903.13	44585.27	45437.98	45437.98	45437.98	45437.98	45437.98
UTILIDAD NETA		339187.75	355077.59	367370.58	386128.16	401267.47	408941.86	408941.86	408941.86	408941.86	408941.86

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.5.2 RENTABILIDAD

La rentabilidad de la empresa o proyecto significa, evalúa si los recursos obtenidos por la misma mediante la producción, no solo cubre los gastos efectuados sino también aseguran la obtención de ganancias.

a. Rentabilidad sobre las ventas para el primer año

$$RV = UN/IV * 100$$

Donde:

UN = Utilidad neta

IV = Ingreso por ventas

Reemplazando:

$$RV = \frac{339187.75}{1270674.12} * 100$$

$$RV = 26.69 \%$$

b. Rentabilidad sobre la inversión total para el primer año

$$Ri = UN/IT * 100$$

Donde:

UN = Utilidad neta

IT = inversión total

Reemplazando:

$$Ri = (339187.75/1235768.53) * 100$$

$$Ri = 27.45 \%$$

c. Tiempo de recuperación de la inversión

$$TRI = 100/Ri$$

$$TRI = 100/ 27.45$$

Reemplazando:

$$TRI = 3.64$$

Tiempo de recuperación 3 años y 6 meses

CUADRO N°143

RESUMEN DE RENTABILIDAD

DETALLE	VALOR
Rentabilidad sobre Ventas RV %	26.69 %
Rentabilidad sobre la Inversión total Ri %	27.45 %
Tiempo de recuperación de la IT	3.64

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

CUADRO N°144

FLUJO DE CAJA



FLUJO DE CAJA

DETALLE	AÑO 0 (2015)	AÑO 1 (2016)	AÑO 2 (2017)	AÑO 3 (2018)	AÑO 4 (2019)	AÑO 5 (2020)	AÑO 6 (2021)	AÑO 7 (2022)	AÑO 8 (2023)	AÑO 9 (2024)	AÑO 10 (2025)
TOTAL DE INGRESOS		1270674.12	1277027.50	1283412.63	1289829.70	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84	1296278.84
EGRESOS		633175.68	636341.56	639523.27	642720.89	645934.49	645934.49	645934.49	645934.49	645934.49	645934.49
Costo de Materia Prima e Insumos		285440.03	286867.23	288301.56	289743.07	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79	291191.79
Costo de Mano de Obra Directa		33270.62	33436.97	33604.16	33772.18	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04	33941.04
Costo de Material de Envase y Embalaje		58345.05	58636.78	58929.96	59224.61	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73	59520.73
Materiales Indirectos		2010.00	2020.05	2030.15	2040.30	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50	2050.50
Mano de Obra Indirecta		22180.41	22291.32	22402.77	22514.79	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36	22627.36
Mantenimiento		10561.52	10614.33	10667.40	10720.74	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34	10774.34
Seguros		6476.48	6508.86	6541.41	6574.11	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99	6606.99
Servicios		20152.10	20252.86	20354.12	20455.89	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17	20558.17
Imprevistos		111605.99	112164.02	112724.84	113288.47	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91	113854.91
Gastos Administrativos		82158.88	82569.68	82982.53	83397.44	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43	83814.43
Gastos de Ventas		974.59	979.47	984.36	989.29	994.23	994.23	994.23	994.23	994.23	994.23
Tributos (IGV)		114749.72	115323.47	115900.09	116479.59	117061.98	117061.98	117061.98	117061.98	117061.98	117061.98
IMPUESTO A LA RENTA *		146562.61	145922.30	150974.21	150740.72	156650.96	159646.97	159646.97	159646.97	159646.97	159646.97
TOTAL DE EGRESOS		894488.01	897587.33	906397.57	909941.19	919647.44	922643.45	922643.45	922643.45	922643.45	922643.45
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	-	1448016.64	376186.12	377015.07	379888.50	376631.41	373635.40	373635.40	373635.40	373635.40	373635.40
Inversión	1235768.53										
Préstamo	741461.12										
Amortización	0.00	116713.20	130718.78	146405.03	163973.64	183650.47					
Gasto Financiero	0.00	78460.39	64454.81	48768.55	31199.95	11523.11					
FLUJO DE CAJA FINANCIERO	-706555.53	181012.53	184266.58	181841.48	184714.91	181457.82	373635.40	373635.40	373635.40	373635.40	373635.40

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.I., 2015 UCSM

El flujo de caja es la proyección de los ingresos y egresos que una empresa va a experimentar en un periodo, y sirve para prever la necesidad de recursos en determinado momento.

4.5.3 PUNTO DE EQUILIO:

El punto de equilibrio económico es el punto en el cual no se gana ni se pierde, es decir es el nivel económico de producción o ventas, en donde los ingresos totales se igualan a los egresos o costos totales. En este punto las utilidades son igual a cero, e indica la capacidad mínima de producción con la cual se garantiza un balance favorable a la empresa.

a. Punto de Equilibrio en Función a la Capacidad Productiva:

$$PE_{\text{Capacidad productiva}} = \frac{\text{Costos Fijos} * \text{Producción Anual}}{\text{Ingresos Ventas} - \text{Costos Variables}}$$

Reemplazando:

$$PE_{\text{Capacidad productiva}} = \frac{152575.47 * 172892.72}{1270674.12 - 512873.14}$$

$$PE_{\text{Capacidad productiva}} = 34810.18 \text{ Kg. De Colorante}$$

b. Punto de Equilibrio en Función a la Producción Proyectada

$$PE_{\text{producción proyectada}} = \frac{PE_{\text{Capacidad productiva}} * 100}{\text{Producción anual}}$$

Reemplazando:

$$PE_{\text{producción proyectada}} = \frac{34810.18}{172892.72} * 100$$

$$PE_{\text{producción proyectada}} = 20.13\%$$

c. Ganancia

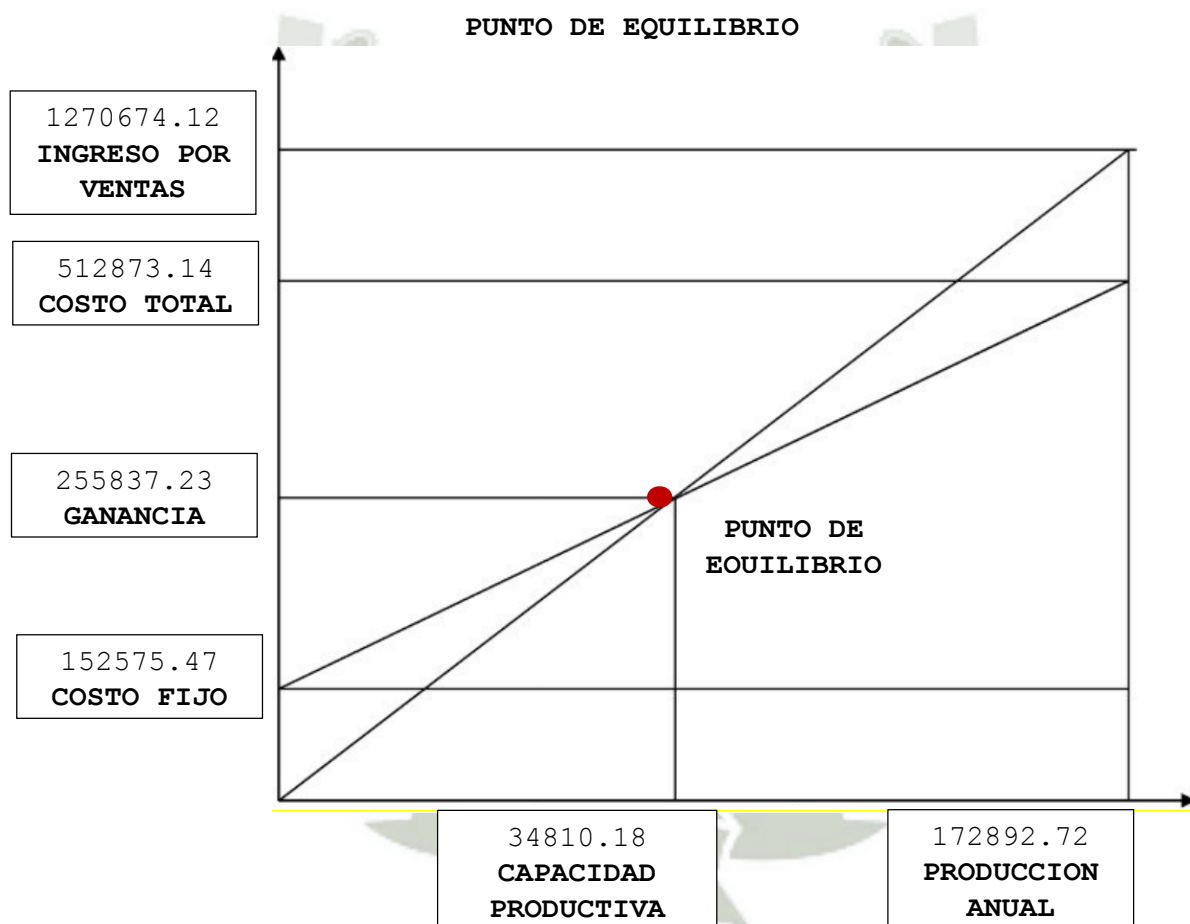
$$PE = \frac{PE_{\text{Capacidad productiva}} * \text{Ingresos ventas}}{\text{Producción Anual}}$$

Reemplazando:

$$PE = \frac{34810.18 * 1270674.12}{172892.72}$$

$$PE = 255837.23 \text{ U\$}$$

GRAFICA N°26



El monto mínimo de la producción deberá ser de 43354.3694Kg. Para mantener el equilibrio entre los ingresos totales y los gastos totales, a partir de esta cantidad las ventas adicionales podrán generar utilidades.

Con la finalidad de cubrir todos los gastos y mantener el punto de equilibrio, se requiere llegar a un nivel de producción igual al 25.08 % de la capacidad instalada de la fábrica.

4.5.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

Evaluación Económica: Con este tipo de evaluación buscamos determinar el valor económico del proyecto sin tenerse en consideración el financiamiento externo. Los indicadores a utilizar son:

- Valor actual Neto Económico (VANE)
- Tasa Interna de Retorno Económica (TIRE)
- Ratio Beneficio Costo Económico B/Ce

Evaluación Financiera: Con ello se estima el valor del proyecto una vez incluida el efecto del financiamiento, lo cual permitirá realizar la comparación con la evaluación económica y determinar el beneficio o desventaja que se obtendrá de efectivamente recurrir al financiamiento parcial del proyecto.

- Valor Actual Neto Financiero (VANF)
- Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF)
- Ratio Beneficio Financiero B/Cf

a) VALOR ACTUAL NETO (VAN) - ECONOMICA

Denominada también valor presente neto, considerado como indicador financiero de rentabilidad y se define como la diferencia de la sumatoria de las utilidades netas actualizadas, a una tasa de descuento predeterminada, menos la inversión, expresada en la moneda actual, el VAN muestra la cantidad excedente actualizada que otorga el proyecto.

Es una técnica para calcular en la fecha el valor de los ingresos y egresos futuros en una tasa de recorte <<i>> determinada. Además de ser una forma de evaluación de la rentabilidad de una inversión propuesta.

Existen 2 tipos de VAN:

- VAN - Económico: A partir del flujo de fondo económico
- VAN - Financiero: A partir del flujo de fondo Financiero

La fórmula para obtener el VAN es la siguiente:

$$VAN - E = \sum li * f sa(tde,i) + \sum Fei * f sa(tde,i) + VR * f sa(tde,n)$$

Dónde:

I = Inversión
Fsa = Factor simple de Actualización

FE = Flujo Económico
VR = Valor Residual
tde = Tasa de descuento económico
i = Interés
n = Periodo

$$tde = \%Aportes (COK + R) + \%Préstamo*(\% Intereses)$$

Dónde:

COK = Costo de Operatividad de Capital
R = Porcentaje de riesgo del proyecto
Fsa = $1/(1 + tde)^n$

Las reglas para la toma de decisiones son:

- VAN = 0; Indica que el proyecto proporciona una utilidad exacta a la que el inversionista exige a la inversión.
- VAN > 0; Indica que se debe aceptar el proyecto, puesto que el proyecto proporciona un remanente sobre lo exigido.
- VAN < 0; indica que se debe rechazar el proyecto, debido a que no cubre la inversión.

b) RRELACION BENEFICIO Y COSTO - ECONOMICA

Considerada como una medida de la bondad relativa del proyecto, por ser el indicador que permite conocer la relación existente entre los ingresos y costos. La cual resulta de dividir los flujos actualizados de ingresos y egresos.

Criterio para la toma de decisiones:

- B/C = 0, es indiferente llevar a cabo el proyecto
- B/C > 0, se acepta el proyecto
- B/C < 0, se rechaza el proyecto

La relación costo beneficio es expresado de siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{BENEFICIOS ACTUALIZADOS}}{\text{COSTOS ACTUALIZADOS}}$$

c) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) - ECONOMICA

La tasa interna de retorno es un indicador económico que permite establecer la rentabilidad de un proyecto y representa la tasa de rendimiento al cual el proyecto se hace factible. Es la tasa de retorno para un proyecto, que supone que todos los flujos de caja positivos son reinvertidos en la tasa de retorno que satisface la ecuación del equilibrio. El TIR está muy relacionado con el VAN pues produce como resultado que el VAN sea cero o lo más cercano posible a este valor.

$$TIR = Ia + (IS - Ia) (VANs / VANs - VANa)$$

Donde:

IA = tasa de descuento inferior 50

IS = Tasa de descuento superior 40

VANs = Valor actual neto superior, (positivo)

VANa = Valor actual neto inferior, (negativo)

Las reglas para tomar las decisiones son:

- TIR > interés pagado: Se acepta el proyecto
- TIR < interés pagado: El proyecto debe ser rechazado

CUADRO N°145

INDICADORES ECONOMICOS

INDICADORES	ECONOMICOS	CRITERIO DE ACEPTACION
VAN - E	785088.85 U\$	> a 0
TIR - E	22.63 %	> interés pagado
B/C - E	1.02	> 0
DECISION	ACEPTADO	

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

d) VALOR ACTUAL NETO (VAN) - FINANCIERA

La fórmula para obtener el VAN-F es:

$$VAN - E = \sum A_i * fsa(tdf, i) + \sum F_{fi} * fsa(tdf, i) + VR * fsa(tdf, n)$$

Donde:

a = aporte propio

Fsa = Factor simple de actualización

FF = Flujo financiero

VR = Valor residual

tde = Tasa de descuento financiero

i = interés

n = periodo

$$tdf = \% \text{ aportes } (COK+R) + \% \text{ prestamos } * (\% \text{ interés})$$

Donde:

COK = Costo de oportunidad de capital

R = Porcentaje de riesgo del proyecto

T = Impuesto a la renta 30%

e) RELACION BENEFICIO Y COSTO - FINANCIERA

Considerada como una medida de la bondad relativa del proyecto, por ser el indicador que permite conocer la relación existente entre los ingresos y costos. La cual resulta de dividir los flujos actualizados de ingresos y egresos.

Criterio para la toma de decisiones:

- B/C = 0, es indiferente llevar a cabo el proyecto
- B/C > 0, se acepta el proyecto
- B/C < 0, se rechaza el proyecto

La relación costo beneficio es expresado de siguiente manera:

$$B/C = \frac{\text{BENEFICIOS ACTUALIZADOS}}{\text{COSTOS ACTUALIZADOS}}$$

f) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) - FINANCIERA

$$TIR = Ia + (Is - Ia) \frac{VANs}{VANs - VANa}$$

Las reglas para tomar las decisiones son:

- TIR > interés pagado: Se aceptó el proyecto
- TIR < interés pagado: El proyecto debe ser rechazado

CUADRO N°146

INDICADORES FINANCIEROS

INDICADORES	FINANCIEROS	CRITERIO DE ACEPTACION
VAN - E	786543.09 U\$	> a 0
TIR - E	29.27 %	> interés pagado
B/C - E	1.71	> 0
DECISION	ACEPTADO	

FUENTE: Elaboración propia J.F.A y K.F.L, 2015 UCSM

4.5.5 EVALUACIÓN SOCIAL

La implementación del presente proyecto tiende a la elevación del nivel ingreso del productor, mediante el incremento de la productividad, ampliación de la frontera avícola e industrialización de los platos preparados, se tienen como objetivo:

- El fortalecimiento del autoabastecimiento alimentario
- Mejoramiento del empleo rural
- Promoción, desarrollo e incremento del sector avícola
- Elevación del nivel de ingreso del campesino
- Conservación del ecosistema

El aporte que hace el proyecto a nivel empresarial sobre la comunidad la expresamos como:

DENSIDAD DE CAPITAL

Puestos de Trabajo: 17

$$D_t = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Puestos Generados}}$$

Reemplazando:

$$D_t = \frac{1235768.53}{17}$$

$$D_t = 72692.27$$

La densidad de capital está referida al precio social del trabajo (mano de obra), se aprecia que implementado el proyecto, permite ocupar 17 puestos de trabajo en 5 años por un costo de 72692.27 US\$, además de la ocupación de personal calificado en 5 años, cuya repercusión porcentual es importante en la utilización de mano de obra desocupada.

CONCLUSIONES

1. Se logró extraer el colorante norbixina a partir de semilla de achiote (Bixa Orellana) mediante el método de extracción alcalina y con el colorante obtenido se consiguió formular el aditivo colorante respectivo que fue aplicado a una salchicha Huachana obteniéndose un producto de buena calidad.
2. Se determinó los parámetros óptimos para el proceso de extracción alcalina del colorante a partir de la semilla de achiote, los cuales se reportó en el experimento N°1, cuyos valores son: Dilución, $D_3 = 1:1$ (semilla: solución de Na(OH)); Concentración de la solución de (NaOH), $C_1 = 3\%$ m/v; Temperatura de extracción, $T_2 = 70^\circ\text{C}$; con agitación constante; % de norbixina 1.8%.

Se observó también presencia de impurezas residuales las que deberán ser consideradas en el desarrollo del diseño de la planta para su separación mediante filtración.

Cabe indicar que el proceso de extracción considera así mismo dos re-extracciones cuyos parámetros en la re-extracción 1 es: Dilución (1: 0.625) (semilla inicial: solución de Na(OH)); en la re-extracción 2 es: Dilución (1:0.875) (semilla inicial: solución de Na(OH)); tiempo de agitación constante hasta que llegue a la temperatura de 70°C .

3. En cuanto al proceso de precipitación del colorante natural norbixina, se obtuvo los siguientes parámetros óptimos: Concentración de ácido sulfúrico, $C_1 = 70\%$; pH, $P_2 = 3$; Porcentaje de norbixina 2.45%, reportados en el experimento 2.
4. Se determinó los parámetros óptimos de tiempo y temperatura para el proceso de secado en la obtención del colorante natural norbixina granulado siendo estos temperatura, $T_1 = 60^\circ\text{C}$ y para un tiempo $t_2 = 7$ hr con 30 min (450 minutos); reportando una humedad residual dentro del rango permitido del 7% a 12 % (Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura); % de norbixina 13.87%; presentando un color rojizo oscuro de buena apariencia. Reportados en el experimento N°3.

5. Se estableció que la formulación adecuada del colorante natural norbixina que permite mejorar la solubilidad y diseminación en formulación de productos cárnicos (Salchicha Huachana) es la siguiente: Formulación, F6 = norbixina = 4%, Glicerina = 1.95%, Propilenglicol = 3.50%, NaOH = 0.50%, Sorbato de potasio = 0.50 y agua destilada = 90%; obteniéndose un producto cuyo color se reporta en la tabla de colores del experimento N°4, reportando también una buena solubilidad y un pH adecuado; comparativo y aceptable con productos comerciales aceptables.
6. Se obtuvo una dosificación adecuada para la coloración de un producto cárnico en este caso Salchicha Huachana, cuyo resultados se reportan en el experimento N°5, que corresponde a una dosificación, $D_2 = 6$ ml/kg obteniéndose un color y sabor característico del producto comercial.
7. En cuanto a la vida útil de la formulación óptima obtenida se determinó un tiempo de almacenamiento máximo de 7 meses manteniendo una temperatura de almacenamiento máxima de 15°C sobre la cual se detecta una disminución del pH inferior a 12 provocando cambio de color hacia una oscurecimiento y presencia de precipitados sólidos; por lo tanto se le considera no estable bajo otras condiciones. Aumentando con una velocidad de 1.19 veces por cada 10°C el proceso de deterioro en base al cálculo de Q_{10} visto en el experimento N°6.
8. Mediante análisis físico químico, químico proximal, sensorial y microbiológicos del producto final hechos en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María cumple con las normas establecidas como la norma técnica peruana.
9. Por estudios preliminares de ubicación de la posible planta industrial se determinó que la mejor ubicación estará en el departamento de Arequipa, Provincia de Arequipa; parque industrial, requiriendo un área de 1050 m².
10. La inversión total del proyecto asciende a 1235768.53 US\$ los cuales estarán financiados por COFIDE 60% y 40% inversión propia; según los indicadores macroeconómicos se tiene:

VAN - Económico	785088.85 U\$
VAN - Financiero	786543.09 U\$
TIR - Económico	22.63 %
TIR - Financiero	29.27 %
Beneficio/Costo - Económico	1.02 US\$
Beneficio/Costo - Financiero	1.71 US\$
11. El tiempo de recuperación de la inversión es 3 años con 6 meses.
12. El costo unitario de la producción es de 3.85 US\$, el costo unitario de venta es de 7.31 US\$ y el Precio de venta es de 8.63

US\$, considerando una utilidad del 90 %, lo cual comparándolo con productos similares, el precio promedio por Kg. es de 10 US\$, lo cual indica que nuestro Precio de Venta está por debajo, por lo tanto nos permite ingresar al Mercado con un producto muy rentable.

RECOMENDACIONES

1. Promover la industrialización de la semilla de achiote (Bixa Orellana) como fuente de colorante natural, ya que en el mercado mundial la demanda del colorante de Bixa es muy solicitado.
2. Es recomendable trabajar con los dos tipos de colorante que tiene la semilla de achiote es decir la Bixina y la norbixina para tener una mayor carta de colorantes naturales que un futuro cliente pueda solicitar y a su vez tener un mejor rendimiento de producción.
3. Después del estudio realizado se recomienda que a nivel industrial se use una centrifuga de discos en el proceso de decantación para mejorar el tiempo del proceso de decantación.
4. En el proceso de secado es recomendable remover la pasta de norbixina una vez que pase las 3 primeras horas para acelerar el proceso de secado y que el secado sea uniforme; esto se debe realizar con las condiciones óptimas de higiene y normas de calidad para evitar posible contaminación en la norbixina granulada.
5. Se recomienda continuar investigando sobre otras posibles formulaciones para su aplicación en las diferentes ramas de la industria alimentaria.

BIBLIOGRAFIA

PAGINAS DE INTERNET

- ❖ Agustín Gonzales Coral. Manual Para La Producción Del Achiote (Bixa Orellana l.) Folia Amazónica vol. NRO.41-1992 [Internet]. [Consultado 2014 Octubre 10].
Disponible en:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31357/1/leonardojavie rnarcisoreyes.pdf>
- ❖ Perú Cóndor. Artículos Sobre La Semilla De Achiote [Internet]. [Consultado 2014 Octubre 25].
Disponible en:
http://www.perucondor.com/articulos/es_achiote01.htm
- ❖ Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Extracción y Purificación De Colorantes a Partir Del Achiote (Annato) [Internet]. [Consultado 2014 Octubre 25].
Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/238768153/EXTRACCIONYPURIFICACIONDECOLORANTESAPARTIRDELACHIOTEannato>
- ❖ Sierra Exportadora. Composición Química de la Semilla de Achiote. [Internet]. [Consultado 2014 Octubre 28].
Disponible en:
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.leatherheadfood.com/&prev=search>

- ❖ Lourido Pérez. Revista Cubana de Farmacia [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 04].
Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152010000200012

- ❖ Laboratorio de Química Agrícola de Centa. Manual Técnico del Achiote, Bixa Orellana [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 07].
Disponible en:
<http://www.cich.org/publicaciones/3/CNTAF-Manual-Tecnico-del-Achiote.pdf>

- ❖ Universidad EAFIT. Planta Piloto para Obtener Colorante de la Semilla de Achiote [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 07].
Disponible en:
<http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/viewFile/899/805>

- ❖ ZOTYEN 2002. Usos Tradicionales, Medicinales de la Semilla de Achiote [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 13].
Disponible en:
<http://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Vademecum%20Colombiano%20de%20Plantas%20Medicinales.PDF>

- ❖ Bristhar Laboratorios. Bixina y Norbixina (E 160) [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 13].
Disponible en:
<http://www.bristhar.com.ve/bixina.html>

- ❖ Orlando Olcese. Biblioteca Agrícola Nacional [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 13].
Disponible en:
http://issuu.com/bibliotecaagricolanacional/docs/facultad_agronomia

- ❖ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura San José, Costa Rica. Compendio de Agronomía Tropical [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 15].
Disponible en:
<http://urologiaperuana.blogspot.com/2012/05/el-achiote-en-el-tratamiento-de-la.html>

- ❖ ADEX DATA TRADE. Exportaciones de la Semilla de Achiote y Colorantes Naturales [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 17].
Disponible en:
WWW.ADEX.COM

- ❖ Biblioteca Humboldt. Sondeo del Mercado Internacional de Achiote y Colorantes Naturales [Internet]. [Consultado 2014 Noviembre 17]. Disponible en:
<http://biblioteca.humboldt.org.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=3902>

- ❖ Química Service. Instrumentación Para Laboratorios [Internet]. [Consultado 2015 Mayo 04]. Disponible en:
www.analitica.com/art

- ❖ Ciclopaedia. Aditivos Alimentarios [Internet]. [Consultado 2015 Mayo 04]. Disponible en:
<http://www.aditivos-alimentarios.com/2014/01/e160b-annatto-bixina-norbixina.html>

- ❖ Ministerio de Agricultura Perú. Estadísticas de Producción [Internet]. [Consultado 2015 Junio 15]. Disponible en:
http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult

LIBROS DE INTERNET

- ❖ Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Extracción DE Colorante (Bixina) a Partir de la Semilla de Achiote 2012. [Internet]. Chachapoyas. Tecnología de Procesos Agroindustriales 2012 [Consultado 2015 Junio 15]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/138814552/Extraccion-de-Bixina-de-Achiote>

- ❖ Lucero del Carmen Huerta Cárdenas y Renzo Rodrigo Ostos Arias. Estudio de Prefactibilidad de una Empresa Productora y Comercializadora de Bixina Dirigido al Mercado de Japón. [Internet]. Lima 2014 [Consultado 2015 Junio 15]. Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5380/HUERTA_LUCERO_ESTUDIO_PRE_FACTIBILIDAD_EMPRESA_PRODUCTORA_COMERCIALIZADORA_BIXINA_JAPON.pdf

- ❖ Dr. Pedro Valle Vega y Bernardo Luque Florentino. Toxicología de los alimentos. [Internet]. México D.F. Instituto Nacional de Salud Pública Centro Nacional de Salud Ambiental 2000 [Consultado 2015 Junio 15]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/202557356/Toxicologia-de-Alimentos>

ANEXOS N° 1



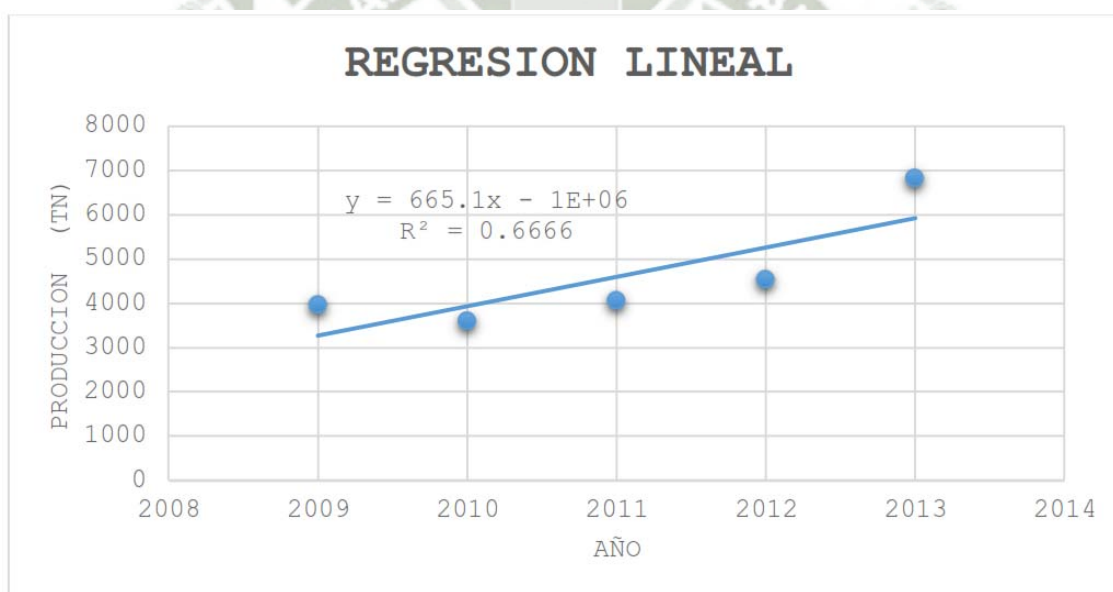
PRODUCCION Y PROYECCION

1. PRODUCCION DE SEMILLA DE ACHIOTE EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO (2009-2013)

AÑOS	CUSCO	PASCO	TOTAL
2009	2779	1184	3963
2010	2440	1164	3604
2011	2200	1859	4059
2012	2106	2429	4535
2013	3264	3559	6823

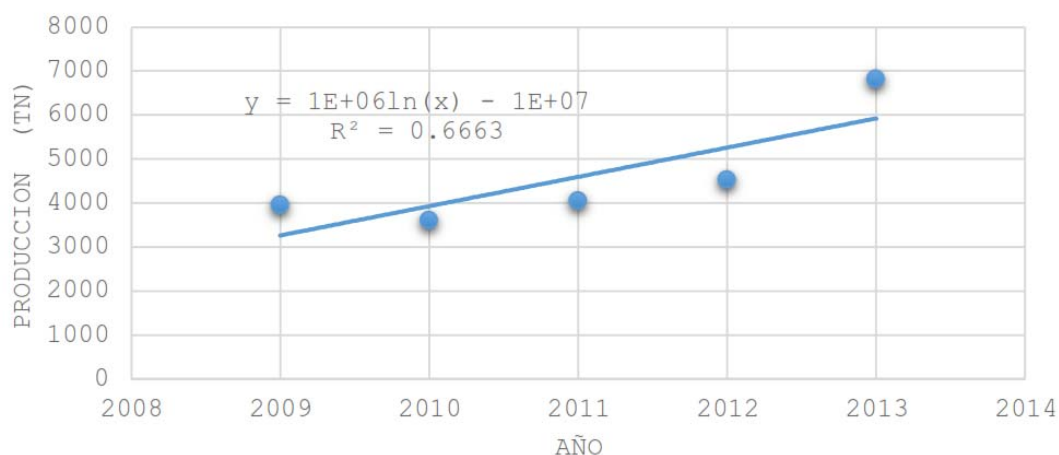
1.1. APLICANDO MODELOS MATEMATICOS

1.1.1. REGRESION LINEAL



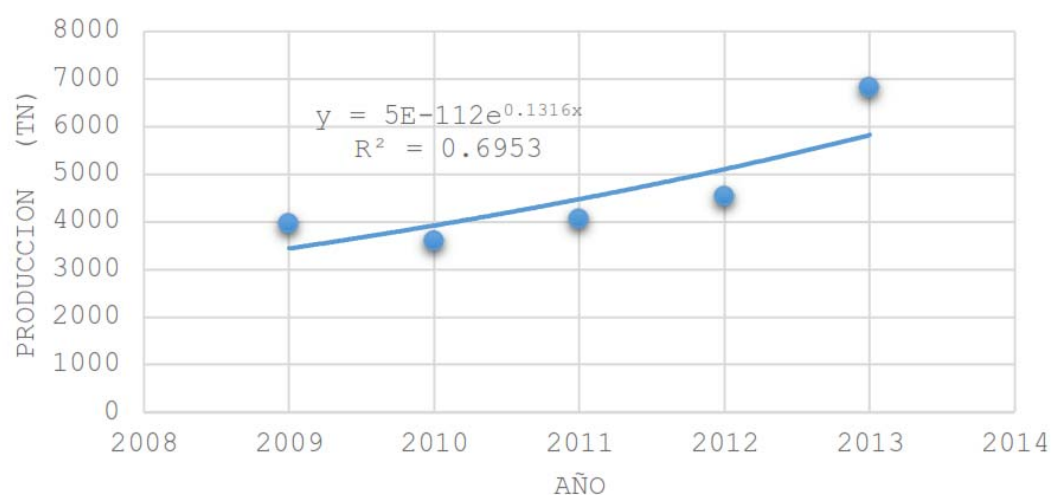
1.1.2. REGRESION LOGARITMICA

REGRESION LOGARITMICA



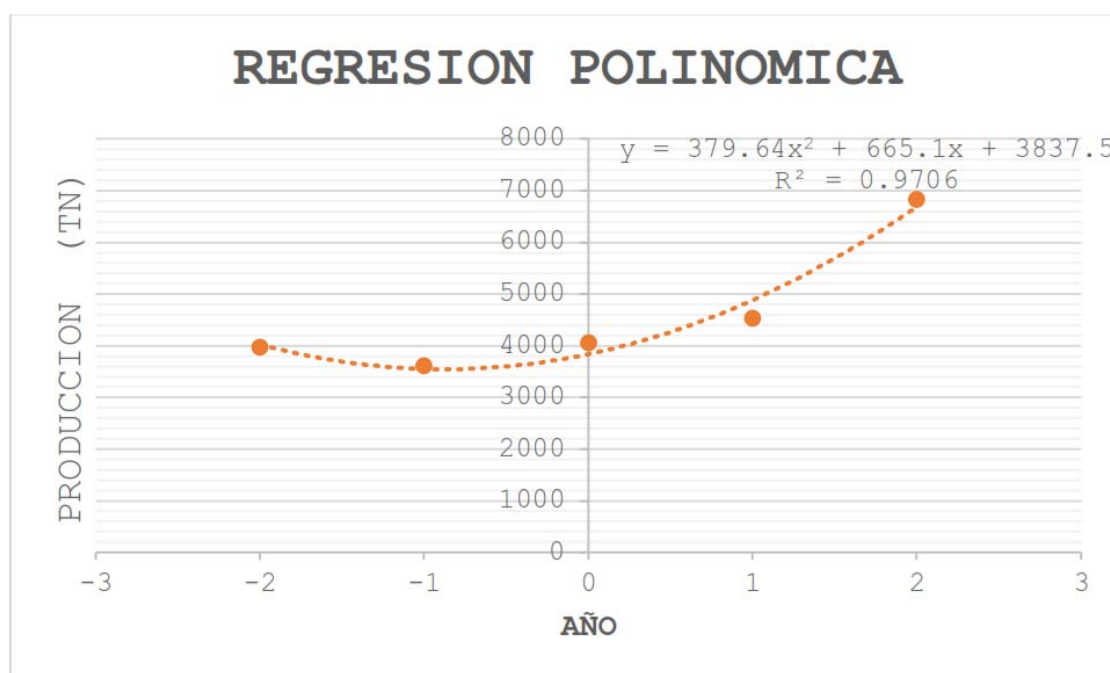
1.1.3. REGRESION EXPONENCIAL

REGRESION EXPONENCIAL



1.1.4. REGRESION POLIMONICA DE ORDEN 2

	AÑO	PRODUCCION (TN)
-2	2009	3963
-1	2010	3604
0	2011	4059
1	2012	4535
2	2013	6823



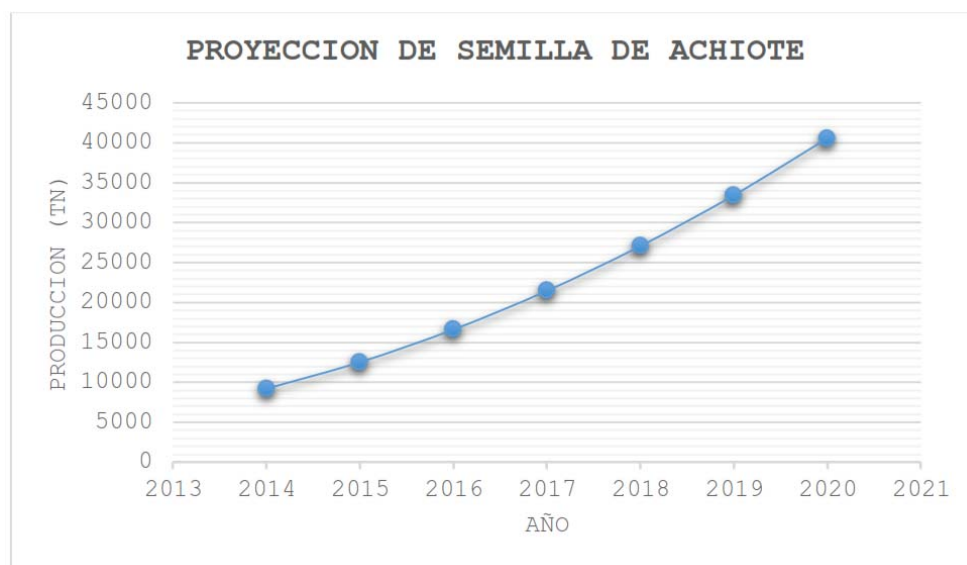
2. PROYECCION DE LA SEMILLA DE ACHIOTE EN LA CIUDAD DE CUSCO Y PASCO (2014-2020)

AÑO	PROYECCION (Kg.)
2014	9249.26
2015	12571.74
2016	16653.5
2017	21494.54
2018	27094.86
2019	33454.46
2020	40573.34

Aplicando la Ecuación de la Regresion Polinómica de Orden 2, tenemos:

$$y = 379.64x^2 + 665.1x + 3837.5$$

$$R^2 = 0.9706$$

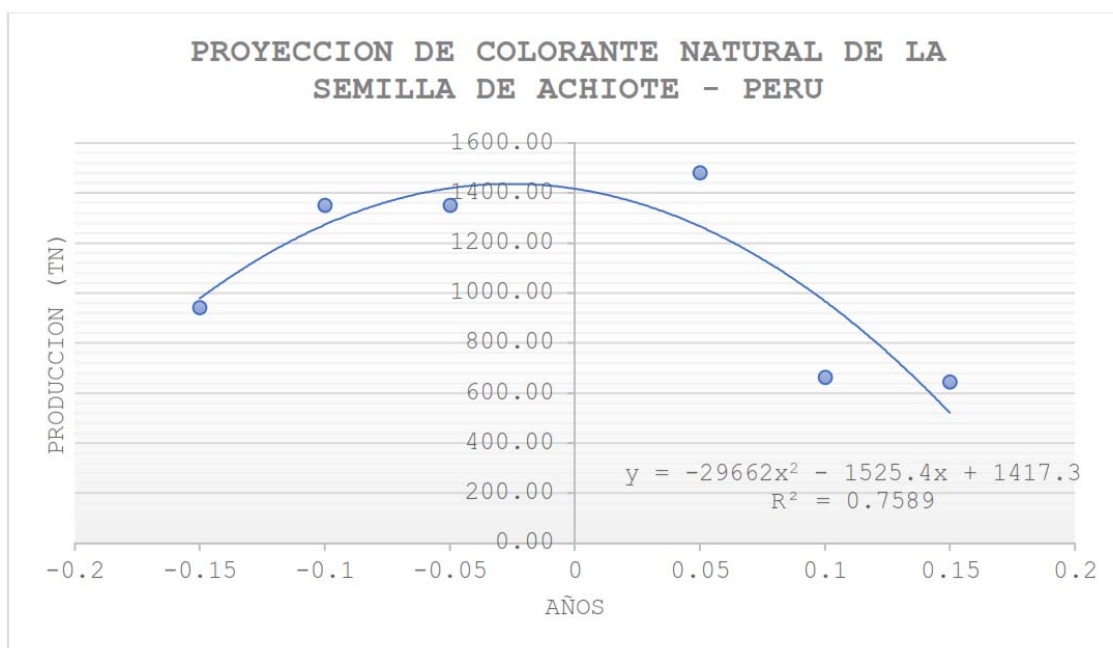


3. ESTADISTICA DE PRODUCCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE (2008-2013)

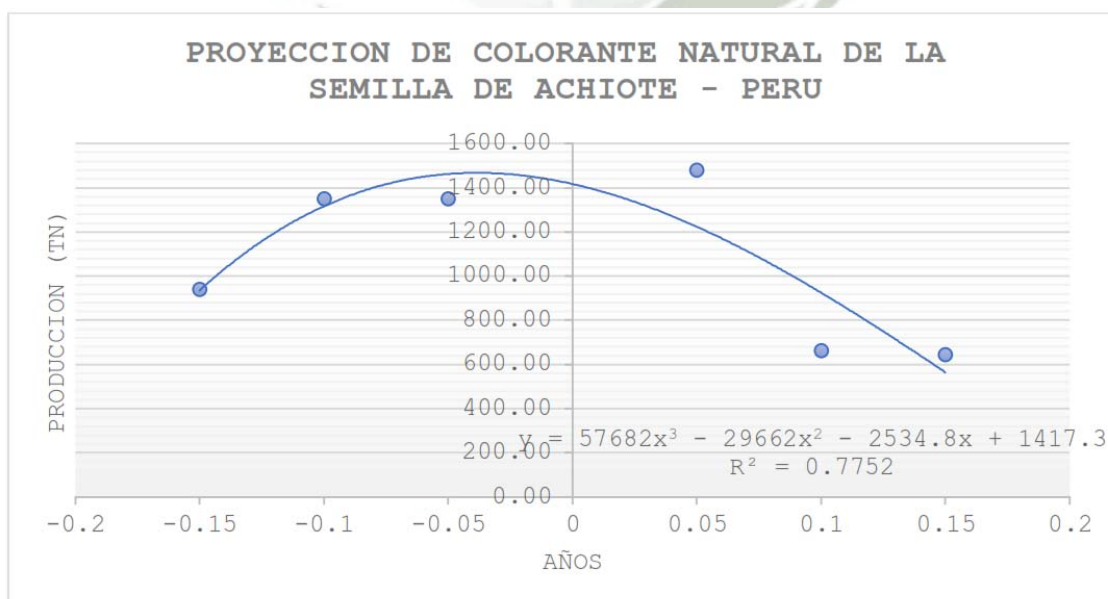
	AÑO	PRODUCCION (TN.)
-0.15	2008	941.50
-0.1	2009	1349.68
-0.05	2010	1349.68
0.05	2011	1479.81
0.1	2012	662.74
0.15	2013	644.26

3.1. APLICANDO LOS MODELOS MATEMATICOS

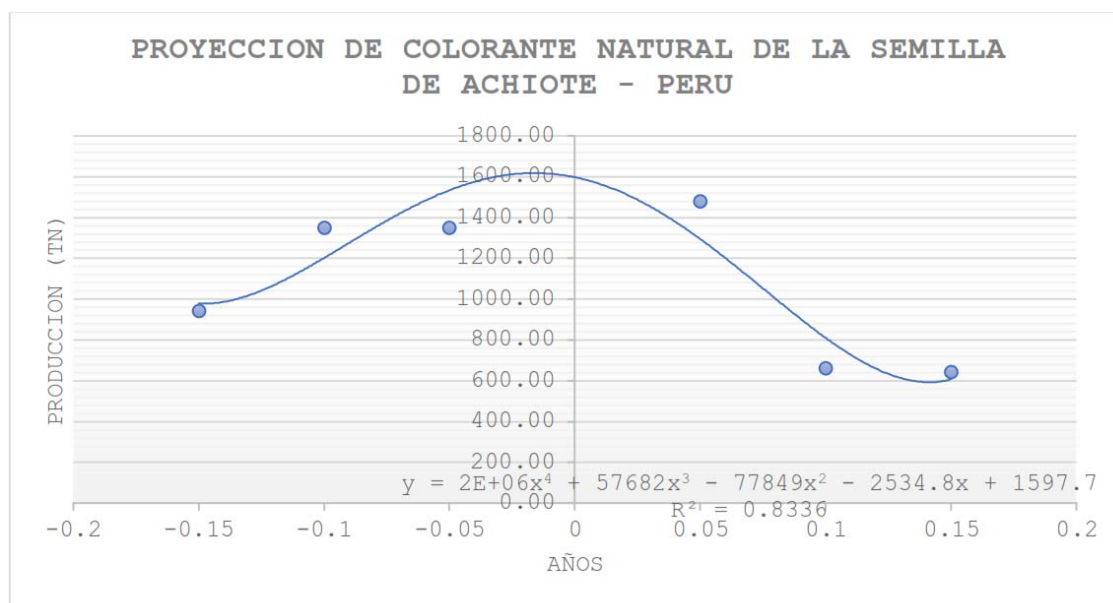
3.1.1. REGRESION POLIMONICA DE ORDEN 2



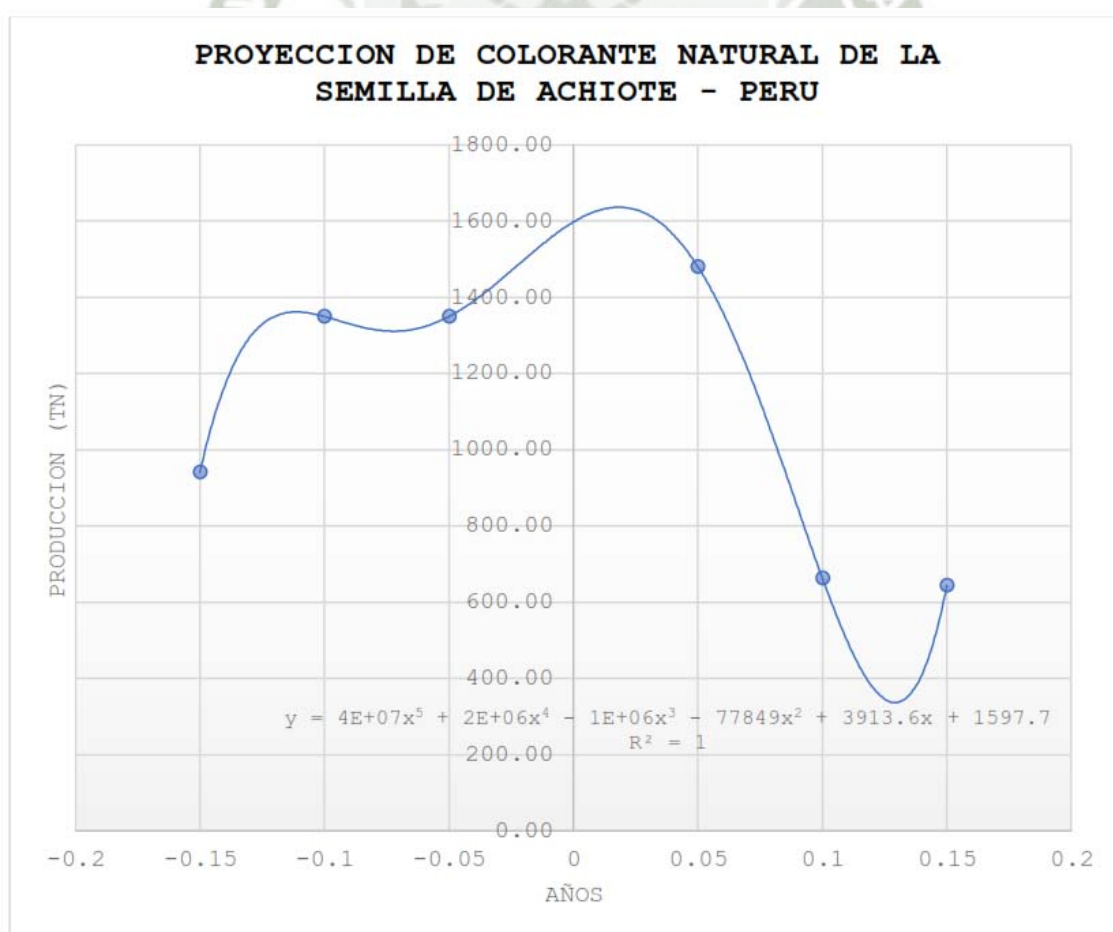
3.1.2. REGRESION POLIMONICA DE ORDEN 3



3.1.3. REGRESION POLIMONICA DE ORDEN 4



3.1.4. REGRESION POLIMONICA DE ORDEN 5



4.PROYECCION DEL COLORANTE NATURAL DE LA SEMILLA DE ACHIOTE EN PERU (2014-2020)

Aplicando la Ecuación de la Regresion Polinómica de Orden 5, tenemos:

$$y = 4E+07x^5 + 2E+06x^4 - 1E+06x^3 - 77849x^2 + 3913.6x + 1597.7$$

$$R^2 = 1$$

AÑO	PROYECCION (TN.)
2014	7266.34
2015	28960.39
2016	82165.19
2017	190655.75
2018	387507.06
2019	716594.13
2020	1234091.95

ANEXOS N° 2



ANALISIS DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI – CRT CON REGISTRO N° LE - 070**



**INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA12C15.001596**

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARCON
KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
Dirección del Cliente : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : COLORANTE NORBIXINA
Tamaño de muestra : 30 g
Fecha de Recepción : 12/03/2015
Fecha de Inicio del Ensayo : 12/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 20/03/2015
Página : 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) FOODS .DETERMINATION OF PROTEINS NMX-F-068-S-1980.	5,40
*DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (%) Método Rápido de la Termobalanza	7,30
*DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (%) Adaptado de NTP 205.003.1980	No detectable
*DETERMINACIÓN DE GRASA (%) Adaptado del Metodo gravimetrico NTP 209.263.2001	16,88
*DETERMINACIÓN DE CENIZA (%) Metodo gravimetrico adaptado de NTP 209.265.2001	1,37
*DETERMINACIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO (%) Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	69,05
*DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES (mg/L) Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	
Arsénico (As)	No detectable
Cadmio (Cd)	No detectable
Cromo (Cr)	0,0267
Cobre (Cu)	0,1316
Mercurio (Hg)	No detectable
Niquel (Ni)	0,0068
Plomo (Pb)	0,105
Antimonio (Sb)	0,0027
Estaño (Sn)	No detectable
Zinc (Zn)	0,0317



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayoucsm@gmail.com 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> 📍 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI - CRT CON REGISTRO N° LE-070**



**INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA12C15.001596**

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARGON
KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
Dirección del Cliente : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : COLORANTE NORBIXINA
Tamaño de muestra : 30 g
Fecha de Recepción : 12/03/2015
Fecha de Inicio del Ensayo : 12/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 20/03/2015
Página : 2 de 2

II. *ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
*NUMERACION DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS VIABLES (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 120-124(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	<10
*NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	< 10
*NUMERACION DE COLIFORMES TOTALES(NMP/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	< 3
*DETECCION DE Salmonella sp (AUSENCIA/ PRESENCIA en 25 g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	Ausencia

OBSERVACIONES:

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA
(**) Ensayo subcontratado

Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
CQFDA 00624
JEFE DE LABORATORIO LECC



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD
Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 51 54 251210 ANEXO 1166
✉ laboratorioensayoucsm@gmail.com 🌐 <http://www.ucsm.edu.pe> 📞 Aptdo. 1350
AREQUIPA - PERU



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI - CRT CON REGISTRO N° LE-070**



**INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA20C15.001613**

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARCON
KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
Dirección del Cliente : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : SEMILLA DE ACHIOTE
Tamaño de muestra : 30 g
Fecha de Recepción : 20/03/2015
Fecha de Inicio del Ensayo : 20/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 27/03/2015
Página : 1 de 2

I. ANALISIS FISICO - QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%) FOODS. DETERMINATION OF PROTEINS NMX-F-068-S-1980.	10,93
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (%) Metodo Rápido de la Termobalanza	8,95
*DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (%) Adaptado de NTP 205.003.1980	5,60
*DETERMINACIÓN DE GRASA (%) Adaptado del Metodo gravimetrico NTP 209.263.2001	8,47
*DETERMINACIÓN DE CENIZA (%) Metodo gravimetrico adaptado de NTP 209.265.2001	4,25
*DETERMINACIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO (%) Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	67,4
*DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES (mg/L) Adaptado de "Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry EPA METHOD 200.7"	
Plata (Ag)	0,001
Aluminio (Al)	0,016
Arsénico (As)	No detectable
Boro (B)	0,065
Bario (Ba)	0,092
Berilio (Be)	No detectable
Bismuto (Bi)	No detectable
Calcio (Ca)	2,389
Cadmio (Cd)	No detectable
Cobalto (Co)	No detectable
Cromo (Cr)	No detectable
Cobre (Cu)	No detectable
Hierro (Fe)	0,029
Mercurio (Hg)	0,286
Potasio (K)	No detectable
Litio (Li)	17,030
Magnesio (Mg)	No detectable
Manganeso (Mn)	2,996
Molibdeno (Mo)	3,088

Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INDECOPI - CRT CON REGISTRO N° LE - 070**



INFORME DE ENSAYO
N° DE INFORME: ANA20C15.001613

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARCON
KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
Dirección del Cliente : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : SEMILLA DE ACHIOTE
Tamaño de muestra : 30 g
Fecha de Recepción : 20/03/2015
Fecha de Inicio del Ensayo : 20/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 27/03/2015
Página : 2 de 2

Sodio (Na)	4,585
Níquel (Ni)	No detectable
Fósforo (P)	29,71
Plomo (Pb)	No detectable
Antimonio (Sb)	No detectable
Selenio (Se)	No detectable
Silicio (Si)	0,792
Estaño (Sn)	No detectable
Estroncio (Sr)	0,104
Titanio (Ti)	No detectable
Talio (Tl)	No detectable
Vanadio (V)	0,002
Zinc (Zn)	0,589

II. *ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
*NUMERACION DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS VIABLES (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 120-124(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	200
*NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	100
*NUMERACION DE COLIFORMES TOTALES(NMP/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	< 3
*DETECCION DE Salmonella sp (AUSENCIA/ PRESENCIA en 25 g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	Ausencia

OBSERVACIONES:

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA
(**) Ensayo subcontratado

Q.F. Ricardo A. Abril Ramirez
CQFDA 00624
JEFE DE LABORATORIO LECC



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Univ. San José S.M. Unesco C.A.M.P.U.S. UNIVERSITARIO 14-254225 18 + 51 54 251216 ANEXO 1106
E-mail: laboratorioensayo@ucsm.edu.pe Web: www.ucsm.edu.pe Tel: 051 54 251216
AGS.GRUPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA24C15.001618

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARCON
KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
Dirección del Cliente : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
RUC : NO CORRESPONDE
Condición del Muestreado : POR EL CLIENTE
Descripción : NORBIXINA SOLUBLE
Tamaño de muestra : 400 mL
Fecha de Recepción : 24/03/2015
Fecha de Inicio del Ensayo : 24/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 07/04/2015
Página : 1 de 2

I. ANALISIS FISICO – QUIMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS (%)	0,25
FOODS. DETERMINATION OF PROTEINS NMX-F-068-S-1980.	
*DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES A 20 °C (° Brix) Método instrumental Directo , Refractómetro tipo Abbe	13,5
*DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA (%)	No detectable
Adaptado de NTP 205.003.1980	
*DETERMINACIÓN DE GRASA (%)	6,05
Adaptado del Metodo gravimetrico NTP 209.263.2001	
*DETERMINACIÓN DE CENIZA (%)	1,62
Metodo gravimetrico adaptado de NTP 209.265.2001	
*DETERMINACION DE HIDRATOS DE CARBONO (%)	5,58
Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	
*DETERMINACIÓN DE METALES TOTALES (mg/L)	
Determination of Metals and Trace Elements by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry	
Plata (Ag)	No detectable
Aluminio (Al)	23,8
Arsénico (As)	No detectable
Boro (B)	87,8
Bario (Ba)	5,9
Berilio (Be)	No detectable
Bismuto (Bi)	1,0
Calcio (Ca)	9940,0
Cadmio (Cd)	No detectable
Cobalto (Co)	No detectable
Cromo (Cr)	No detectable
Cobre (Cu)	0,6
Hierro (Fe)	No detectable
Mercurio (Hg)	0,4
Potasio (K)	1135,0
Litio (Li)	3,2
Magnesio (Mg)	6021,0
Manganeso (Mn)	1,8

Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 251210 ANEXO 1166
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1350
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO
Nº DE INFORME: ANA24C15.001618

Nombre del Cliente : JESUS FERNANDEZ DE ALARCON
Dirección del Cliente : KATHERINE DEL PILAR FERNANDEZ LAJO
RUC : CALLE ANTIQUILLA 131 YANAHUARA
Condición del Muestreado : NO CORRESPONDE
Descripción : POR EL CLIENTE
Tamaño de muestra : NORBIXINA SOLUBLE
Fecha de Recepción : 400 mL
Fecha de Inicio del Ensayo : 24/03/2015
Fecha de Emisión de Informe : 24/03/2015
Página : 07/04/2015
: 2 de 2

Molibdeno (Mo)	0,9
Sodio (Na)	7256,0
Niquel (Ni)	No detectable
Fosforo (P)	4,4
Plomo (Pb)	No detectable
Antimonio (Sb)	No detectable
Selenio (Se)	No detectable
Silicio (Si)	8289,0
Estaño (Sn)	No detectable
Estroncio (Sr)	125,4
Titanio (Ti)	No detectable
Talio (Tl)	No detectable
Vanadio (V)	1,3
Zinc (Zn)	No detectable

II. *ANALISIS MICROBIOLOGICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
*NUMERACION DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS VIABLES (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 120-124(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	80
*NUMERACION DE MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 166-167(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	150
*NUMERACION DE COLIFORMES TOTALES(NMP/g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 132-134(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	< 3
*DETECCION DE Salmonella sp (AUSENCIA/ PRESENCIA en 25 g) ICMSF Vol I Ed.II Met 1 pag 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acibia)	Ausencia

OBSERVACIONES:

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA
(**) Ensayo subcontratado

[Firma]
Ricardo A. Abril Ramirez
JEFE DE LABORATORIO



Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas. Este documento no debe ser reproducido. Si se desea reproducir, debe ser autorizado por el Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

ANEXOS N° 3



DISEÑO ESTADÍSTICOS

DISEÑO ESTADÍSTICO FACTORIAL COMPLETAMENTE AL AZAR

El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, \dots, a ; j = 1, 2, \dots, b ; k = 1, 2, \dots, c ; l = 1, 2, \dots, r$$

Donde "r" es el número de replicaciones y "n" = abcr es el número de observaciones.

Las sumas de cuadrados tienen las siguientes expresiones:

- $SCT = \sum_{i,j,k,l} y_{ijkl}^2 - (y_{....})^2 / (abcr) ; SCA = \left(\sum_i y_{i...}^2 \right) / (bcr) - (y_{....})^2 / (abcr)$
- $SCB = \left(\sum_j y_{.j..}^2 \right) / (acr) - (y_{....})^2 / (abcr) ; SCC = \left(\sum_k y_{...k}^2 \right) / (abr) - (y_{....})^2 / (abcr)$
- $SC(AB) = \left(\sum_{i,j} y_{ij..}^2 \right) / (cr) - (y_{....})^2 / (abcr) - SCA - SCB$
- $SC(BC) = \left(\sum_{j,k} y_{.jk.}^2 \right) / (ar) - (y_{....})^2 / (abcr) - SCB - SCC$
- $SC(AC) = \left(\sum_{i,k} y_{i.k.}^2 \right) / (br) - (y_{....})^2 / (abcr) - SCA - SCC$
- $SC(ABC) = \left(\sum_{i,j,k} y_{ijk.}^2 \right) / r - (y_{....})^2 / (abcr) - SCA - SCB - SCC - SC(AB) - SC(AC) - SC(BC)$
- $SCR = SCT - SCA - SCB - SCC - SC(AB) - SC(AC) - SC(BC) - SC(ABC).$

En este modelo, el objetivo del análisis es realizar los contrastes de hipótesis nula que, junto al estadístico de contraste, se muestran a continuación:

- i) $H_{0A} \equiv \tau_1 = \dots = \tau_a = 0 : F_A = \frac{CMA}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0A}} F_{(a-1), abc(r-1)}$
- ii) $H_{0B} \equiv \beta_1 = \dots = \beta_b = 0 : F_B = \frac{CMB}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0B}} F_{(b-1), abc(r-1)}$
- iii) $H_{0C} \equiv \gamma_1 = \dots = \gamma_c = 0 : F_C = \frac{CMC}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0C}} F_{(c-1), abc(r-1)}$
- iv) $H_{0(AB)} \equiv (\tau\beta)_{ij} = 0, \forall i, j : F_{(AB)} = \frac{CM(AB)}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0(AB)}} F_{(a-1)(b-1), abc(r-1)}$
- v) $H_{0(AC)} \equiv (\tau\gamma)_{ik} = 0, \forall i, k : F_{(AC)} = \frac{CM(AC)}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0(AC)}} F_{(a-1)(c-1), abc(r-1)}$
- vi) $H_{0(BC)} \equiv (\beta\gamma)_{jk} = 0, \forall j, k : F_{(BC)} = \frac{CM(BC)}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0(BC)}} F_{(b-1)(c-1), abc(r-1)}$
- vii) $H_{0(ABC)} \equiv (\alpha\beta\gamma)_{ijk} = 0, \forall i, j, k : F_{(ABC)} = \frac{CM(ABC)}{CMR} \rightsquigarrow^{H_{0(ABC)}} F_{(a-1)(b-1)(c-1), abc(r-1)}$

TABLA ANOVA: MODELO FACTORIAL CON TRES FACTORES (CON REPLICACIÓN)

F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F_{exp}
Factor <i>A</i>	<i>SCA</i>	$a - 1$	<i>CMA</i>	CMA/CMR
Factor <i>B</i>	<i>SCB</i>	$b - 1$	<i>CMB</i>	CMB/CMR
Factor <i>C</i>	<i>SCC</i>	$c - 1$	<i>CMC</i>	CMC/CMR
<i>AxB</i>	<i>SC(AB)</i>	$(a - 1)(b - 1)$	<i>CM(AB)</i>	$CM(AB)/CMR$
<i>AxC</i>	<i>SC(AC)</i>	$(a - 1)(c - 1)$	<i>CM(AC)</i>	$CM(AC)/CMR$
<i>BxC</i>	<i>SC(BC)</i>	$(b - 1)(c - 1)$	<i>CM(BC)</i>	$CM(BC)/CMR$
<i>AxBxC</i>	<i>SC(ABC)</i>	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	<i>CM(ABC)</i>	$CM(ABC)/CMR$
Residual	<i>SCR</i>	$abc(r - 1)$	<i>CMR</i>	
TOTAL	<i>SCT</i>	$abcr - 1$	<i>CMT</i>	





EXPERIMENTO Nº 1

**DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL
EXPERIMENTO N°1: EXTRACCION - TURBIDEZ**

"EXPERIMENTO FACTORIAL APLICANDO UN DISEÑO COMPLETAMENTE
AL AZAR DE 3X3X2 CON 9 REPETICIONES"

NRO. DE FACTORES	3	A x B x C
N° TOTAL DE FACTORES	pqh	P = Dilución = 3 q = Concentración = 3 h = Temperatura = 2
N° DE COMBINACIONES	3 * 3 * 2	18
N° TOTAL UNIDADES EXPERIMENTALES		

DATOS PARA REALIZAR EL ANALISIS DE VARIANZA

D ₁ , D ₂ , D ₃	DILUCION- MASA:VOLUMEN	3
C ₁ , C ₂ , C ₃	CONCENTRACIONES	3
T ₁ , T ₂	TEMPERATURAS	2
R	REPETICION	9

ANALISIS DE VARIANZA DE UN EXPERIMENTO 3x3x2

	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	3	3	2	3	3	1	2	2	2	21
	3	3	3	2	4	2	2	3	1	23
	2	2	3	2	2	2	1	3	1	18
	3	3	2	2	3	1	2	2	2	20
	3	2	3	2	4	2	1	3	1	21
	2	3	3	2	2	2	2	3	1	20
	2	3	3	2	3	1	1	2	2	19
	3	3	3	2	4	2	1	3	1	22
	3	2	3	2	3	2	2	3	1	21
T2	2	3	3	2	3	2	1	2	4	22
	3	3	4	2	3	2	1	2	4	24
	3	3	3	2	3	2	2	2	4	24
	2	2	4	2	3	2	1	2	3	21
	3	3	4	2	3	2	1	2	4	24
	3	2	3	2	3	2	2	2	4	23
	2	2	4	2	3	1	1	2	3	20
	3	3	3	2	3	2	1	2	4	23
	3	2	3	2	3	2	1	2	4	22
SUMATORIA	48	47	56	37	55	32	25	42	46	388

TXCXD	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	24	24	25	19	28	15	14	24	12	185
T2	24	23	31	18	27	17	11	18	34	203

TXC	C1	C2	C3
T1	57	76	52
T2	53	68	82
TOTAL	110	144	134

TXD	D1	D2	D3
T1	73	62	50
T2	78	62	63
TOTAL	151	124	113

CXD	D1	D2	D3
C1	48	37	25
C2	47	55	42
C3	56	32	46

1.1. RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, TURBIDEZ (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	2.0000	2.0000	9.8863	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	11.3087	5.6544	27.9506	4.82
SC (DILUCION)	2	14.1605	7.0803	34.9990	4.82
SC (T*C)	2	16.1482	8.0741	39.9115	4.82
SC (T*D)	2	1.5926	0.7963	3.9362	4.82
SC (C*D)	4	21.4692	5.3673	26.5314	3.51
SC (T*C*D)	4	12.0371	3.0093	14.8754	3.51
SC (BLOQUES)	8	2.4939	0.3118	1.5413	2.69
ERROR	136	27.5062	0.2023		
TOTAL	161	108.7161			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.1.1. METODO DE TUKEY: PARA C (CONCENTRACION), TURBIDEZ

a) MEDIAS

C1	2.0370
C2	2.6667
C3	2.4815

b) HALLAR S_x

- R = 54
- CM error = 0.2023

$$S_x = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX	0.0612
----	--------

c) HALLAR ALS

- $(C1, C2, C3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 136$
- $P3 = 3.94$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0612 * 3.94$$

ALS =	0.2412
--------------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	2.6667	2.4815	2.0370
TRATAMIENTOS	C2	C3	C1
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.6296	>	0.2412	Hay diferencia
III-II	0.1852	<	0.2412	No hay diferencia
II-I	0.4444	>	0.2412	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
C2	C3	C1

1.1.2. METODO DE TUKEY: PARA D (DILUCION), TURBIDEZ

a) MEDIAS

D1	2.7963
D2	2.2963
D3	2.0926

b) HALLAR Sx

- $R = 54$
- $CM\ error = 0.2023$

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

Sx =	0.0612
-------------	--------

c) HALLAR ALS

- $(D1, D2, D3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 136$
- $P3 = 3.94$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0612 * 3.94$$

ALS =	0.2412
--------------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	2.7963	2.2963	2.0926
TRATAMIENTOS	D1	D2	D3
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.7037	>	0.2412	Hay diferencia
III-II	0.5000	>	0.2412	Hay diferencia
II-I	0.2037	<	0.2412	No hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
D1	D2	D3

1.1.3. ANALISIS DE FACTORES (TxC) (CONCENTRACION x TEMPERATURA), TURBIDEZ

TXC	C1	C2	C3
T1	57	76	52
T2	53	68	82
TOTAL	110	144	134

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
Sc (T1C)	2	35.6297	17.8149	88.0618	4.82
Sc (T2C)	2	46.7408	23.3704	115.5235	4.82
Sc (C1T)	2	0.8889	0.4445	2.1972	4.82
Sc (C2T)	1	3.5556	3.5556	17.5759	6.89
Sc (C3T)	1	50.0001	50.0001	247.1582	6.89
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.1.4. ANALISIS DE FACTORES (Cx D) - (CONCENTRACION x DILUCION), TURBIDEZ

CXD	D1	D2	D3
C1	48	37	25
C2	47	55	42
C3	56	32	46

FV	GL	SC	CM	FC	F _t 1%
Sc (C1D)	2	29.4075	14.7038	72.6831	4.82
Sc (C2D)	2	9.5556	4.7778	23.6174	4.82
Sc (C3D)	2	32.2963	16.1482	79.8230	4.82
Sc (D1C)	2	5.4075	2.7038	13.3653	4.82
Sc (D2C)	1	32.5186	32.5186	160.7444	6.89
Sc (D3C)	1	27.6297	27.6297	136.5779	6.89
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.1.5. ANÁLISIS DE FACTORES (T_xC_xD) (TEMPERATURA xCONCENTRACION x DILUCION), TURBIDEZ

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (D1CT)	2	6.7963	3.3982	16.7978	4.82
Sc (D2CT)	2	32.5186	16.2593	80.3722	4.82
Sc (D3CT)	2	37.0186	18.5093	91.4943	4.82
Sc (C1TD)	2	30.2963	15.1482	74.8799	4.82
Sc (C2TD)	2	13.1112	6.5556	32.4053	4.82
Sc (C3TD)	2	82.2963	41.1482	203.4019	4.82
Sc (T1CD)	4	65.0371	16.2593	80.3722	3.51
Sc (T2CD)	4	64.5926	16.1482	79.8230	3.51
ERROR	136	27.5062	0.2023		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

2. DESARROLLO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL EXPERIMENTO N°1: EXTRACCIÓN - COLOR

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN EXPERIMENTO 3x3x2

	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	2	3	3	4	1	3	5	3	4	28
	4	3	3	4	2	3	5	3	4	31
	5	4	4	4	3	3	5	3	4	35
	5	3	3	4	1	3	5	3	4	31
	5	3	3	4	2	3	5	3	4	32
	5	4	4	4	3	3	5	3	4	35
	5	3	3	4	1	3	5	3	4	31
	5	3	3	4	2	3	5	3	4	32
	1	4	4	4	3	3	5	3	4	31
T2	3	3	2	4	3	4	2	4	3	28
	3	3	2	3	3	3	5	4	3	29
	3	4	2	4	3	4	5	4	3	32
	3	3	2	4	3	4	5	4	3	31
	3	3	2	3	3	3	4	4	3	28
	3	4	2	4	3	4	5	4	3	32
	3	3	2	4	3	4	5	4	3	31
	3	3	2	3	3	3	5	4	3	29
	3	4	2	4	3	4	2	4	3	29
SUMATORIA	64	60	48	69	45	60	83	63	63	555

	D1			D2			D3			
TXCXD	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	37	30	30	36	18	27	45	27	36	286
T2	27	30	18	33	27	33	38	36	27	269

TXC	C1	C2	C3
T1	118	75	93
T2	98	93	78
TOTAL	216	168	171

TXD	D1	D2	D3
T1	97	81	108
T2	75	93	101
TOTAL	172	174	209

CXD	D1	D2	D3
C1	64	69	83
C2	60	45	63
C3	48	60	63

2.1 RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	1.7840	1.7840	5.6420	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	26.7778	13.3889	42.3431	4.82
SC (DILUCION)	2	16.0371	8.0186	25.3593	4.82
SC (T*C)	2	15.7902	7.8951	24.9687	4.82
SC (T*D)	2	10.7531	5.3766	17.0038	4.82
SC (C*D)	4	12.0741	3.0186	9.5465	3.51
SC (T*C*D)	4	3.9507	0.9877	3.1237	3.51
SC (BLOQUES)	8	5.4445	0.6806	2.1524	2.69
ERROR	136	43.0000	0.3162		
TOTAL	161	135.6112			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

2.1.1.1. METODO DE TUKEY: PARA C (CONCENTRACION), COLOR

a) MEDIAS

C1	4.0000
C2	3.1111
C3	3.1667

b) HALLAR S_x

- R = 54
- CM error = 0.3162

$$S_x = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

S_x =	0.0765
------------------------	--------

c) HALLAR ALS

- (C1, C2, C3) = 3 Tratamientos
- GL(Error) = 136
- P3 = 3.94

$$ALS = S_x * P3$$

$$ALS = 0.0765 * 3.94$$

ALS =	0.3015
--------------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	4.0000	3.1667	3.1111
TRATAMIENTOS	C1	C3	C2
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.8889	>	0.3015	Hay diferencia
III-II	0.8333	>	0.3015	Hay diferencia
II-I	0.0556	<	0.3015	NO Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
C1	C3	C2

2.1.2. METODO DE TUKEY: PARA D (DILUCION) , COLOR

a) MEDIAS

D1	3.1852
D2	3.2222
D3	3.8704

b) HALLAR Sx

- R = 54
- CM error = 0.3162

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

Sx =	0.0765
-------------	--------

c) HALLAR ALS

- $(D1, D2, D3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 136$
- $P3 = 3.94$

$$ALS = S_x * P3$$

$$ALS = 0.0765 * 3.94$$

ALS =	0.3015
--------------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	3.8704	3.2222	3.1852
TRATAMIENTOS	D3	D2	D1
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.6852	>	0.3015	Hay diferencia
III-II	0.6481	>	0.3015	Hay diferencia
II-I	0.0370	<	0.3015	No hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
D3	D2	D1

2.1.3. ANÁLISIS DE FACTORES (C,T) (CONCENTRACION x TEMPERATURA) , COLOR

TXC	C1	C2	C3
T1	118	75	93
T2	98	93	78
TOTAL	216	168	171

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
Sc (T1C)	2	103.6297	51.8149	163.8795	4.82
Sc (T2C)	2	24.0741	12.0371	38.0707	4.82
Sc (C1T)	2	22.2223	11.1112	35.1422	4.82
Sc (C2T)	1	18.0000	18.0000	56.9303	6.89
Sc (C3T)	1	12.5000	12.5000	39.5349	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

2.1.4. ANÁLISIS DE FACTORES (C,D) (CONCENTRACION x DILUCION) ,COLOR

CXD	D1	D2	D3
C1	64	69	83
C2	60	45	63
C3	48	60	63

FV	GL	SC	CM	FC	F _t 1%
Sc (C1D)	2	21.5556	10.7778	34.0854	4.82
Sc (C2D)	2	20.6667	10.3334	32.6799	4.82
Sc (C3D)	2	14.0000	7.0000	22.1379	4.82
Sc (D1C)	2	15.4075	7.7038	24.3637	4.82
Sc (D2C)	1	32.6667	32.6667	103.3102	6.89
Sc (D3C)	1	29.6297	29.6297	93.7056	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

2.1.5. ANÁLISIS DE FACTORES (T,D) (DILUCION x TEMPERATURA) , COLOR

TXD	D1	D2	D3
T1	97	81	108
T2	75	93	101
TOTAL	172	174	209

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1D)	2	40.9630	20.4815	64.7787	4.82
Sc (T2D)	2	39.4075	19.7038	62.3187	4.82
Sc (D1T)	1	26.8889	26.8889	85.0440	6.89
Sc (D2T)	1	8.0000	8.0000	25.3024	6.89
Sc (D3T)	1	2.7223	2.7223	8.6099	6.89
ERROR	136	43.0000	0.3162		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3. DESARROLLO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL EXPERIMENTO N°1: EXTRACCION – IMPUREZAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN EXPERIMENTO 3x3x2

	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	3	4	4	3	3	3	4	4	4	32
	4	4	4	3	2	3	4	4	4	32
	4	4	4	3	3	2	4	4	4	32
	4	4	4	3	3	3	4	4	4	33
	4	4	4	3	2	3	4	4	4	32
	4	4	4	3	3	2	4	4	4	32
	4	4	4	3	3	3	4	4	4	33
	4	4	4	3	2	3	4	4	4	32
	4	4	4	3	3	2	4	4	4	32
T2	2	4	4	4	1	3	4	4	3	29
	2	4	4	3	1	2	4	4	3	27
	2	4	4	3	1	1	4	3	3	25
	2	4	4	4	1	3	4	4	3	29
	2	4	4	3	1	2	4	4	3	27
	2	4	4	3	1	1	4	3	3	25
	2	4	4	4	1	3	4	4	3	29
	2	4	4	3	1	2	4	4	3	27
	2	4	4	3	1	1	4	3	3	25
SUMATORIA	53	72	72	57	33	42	72	69	63	533

AXBXC	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	35	36	36	27	24	24	36	36	36	290
T2	18	36	36	30	9	18	36	33	27	243

TXC	C1	C2	C3
T1	98	96	96
T2	84	78	81
TOTAL	182	174	177

TXD	D1	D2	D3
T1	107	75	108
T2	90	57	96
TOTAL	197	132	204

CXD	D1	D2	D3
C1	53	57	72
C2	72	33	69
C3	72	42	63

3.1. RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, IMPUREZAS (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t 1%
SC (TEMPERATURA)	1	13.6359	13.6359	142.3372	6.89
SC (CONCENTRACION)	2	0.6050	0.3025	3.1576	4.82
SC (DILUCION)	2	58.3828	29.1914	304.7119	4.82
SC (T*C)	2	0.1605	0.0803	0.8382	4.82
SC (T*D)	2	0.3828	0.1914	1.9979	4.82
SC (C*D)	4	31.4321	7.8581	82.0261	3.51
SC (T*C*D)	4	21.8766	5.4692	57.0898	3.51
SC (BLOQUES)	8	1.8642	0.2331	2.4332	2.69
ERROR	136	13.0247	0.0958		
TOTAL	161	141.3642			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3.1.1. METODO DE TUKEY: PARA D (DILUCION) , IMPUREZAS

a) MEDIAS

D1	3.6481
D2	2.4444
D3	3.7778

b) HALLAR S_x

- $R = 54$
- $CM\ error = 0.0958$

$$S_x = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

$$S_x = 0.0421$$

c) HALLAR ALS

- $(D1, D2, D3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 136$
- $P3 = 3.94$

$$ALS = S_x * P3$$

$$ALS = 0.0421 * 3.94$$

ALS =	0.1660
-------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	3.7778	3.6481	2.4444
TRATAMIENTOS	D3	D1	D2
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	1.3333	>	0.1660	Hay diferencia
III-II	0.1296	<	0.1660	No hay diferencia
II-I	1.2037	>	0.1660	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
D3	D1	D2

3.1.2. ANÁLISIS DE FACTORES (C,D) (CONCENTRACION x DILUCION) , IMPUREZA

CXD	D1	D2	D3
C1	53	57	72
C2	72	33	69
C3	72	42	63

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (C1D)	2	22.2963	11.1482	116.3695	4.82
Sc (C2D)	2	104.6667	52.3334	546.2777	4.82
Sc (C3D)	2	52.6667	26.3334	274.8789	4.82
Sc (D1C)	2	26.7408	13.3704	139.5658	4.82
Sc (D2C)	1	32.6667	32.6667	340.9885	6.89
Sc (D3C)	1	4.6667	4.6667	48.7129	6.89
ERROR	136	13.0247	0.0958		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3.1.3. ANALISIS DE FACTORES (T,C,D) (TEMPERATURA, CONCENTRACION, DILUCION), IMPUREZAS

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (D1CT)	2	42.7963	21.3982	223.3633	4.82
Sc (D2CT)	2	50.6667	25.3334	264.4405	4.82
Sc (D3CT)	2	12.6667	6.3334	66.1106	4.82
Sc (C1TD)	2	33.1852	16.5926	173.2004	4.82
Sc (C2TD)	2	122.6667	61.3334	640.2234	4.82
Sc (C3TD)	2	65.1667	32.5834	340.1190	4.82
Sc (T1CD)	4	78.5926	19.6482	205.0960	3.51
Sc (T2CD)	4	100.0000	25.0000	260.9603	3.51
ERROR	136	13.0247	0.0958		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°1: EXTRACCION - % NORBIXINA

ANALISIS DE VARIANZA DE UN EXPERIMENTO 3x3x2

	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	0.556	0.302	0.151	0.742	0.974	0.878	1.609	1.054	1.492	7.758
	0.566	0.312	0.146	0.742	0.972	0.875	1.607	1.05	1.483	7.753
	0.556	0.308	0.152	0.737	0.981	0.878	1.609	1.057	1.487	7.765
T2	0.588	0.362	0.12	0.967	1.043	0.906	1.846	0.994	1.713	8.539
	0.585	0.362	0.12	0.963	1.041	0.899	1.844	0.99	1.705	8.509
	0.591	0.364	0.124	0.97	1.05	0.906	1.847	0.995	1.717	8.564
SUMATORIA	3.442	2.01	0.813	5.121	6.061	5.342	10.362	6.14	9.597	48.888

TxCxD	D1			D2			D3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	
T1	1.6780	0.9220	0.4490	2.2210	2.9270	2.6310	4.8250	3.1610	4.4620	23.276
T2	1.7640	1.0880	0.3640	2.9000	3.1340	2.7110	5.5370	2.9790	5.1350	25.612

TxC	C1	C2	C3
T1	8.724	7.01	7.542
T2	10.201	7.201	8.21
TOTAL	18.925	14.211	15.752

TxD	D1	D2	D3
T1	3.049	7.779	12.448
T2	3.216	8.745	13.651
TOTAL	6.265	16.524	26.099

4.1. RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 1, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (TEMPERATURA)	1	0.1011	0.1011	1011	7.39
SC (CONCENTRACION)	2	0.6420	0.3210	3210	5.25
SC (DILUCION)	2	10.9318	5.4659	54659	5.25
SC (T*C)	2	0.0470	0.0235	235	5.25
SC (T*D)	2	0.0328	0.0164	164	5.25
SC (C*D)	4	1.7029	0.4258	4258	3.89
SC (T*C*D)	4	0.0769	0.0193	193	3.89
ERROR	36	0.0005	0.0001		
TOTAL	53	13.5347			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.1.1. METODO DE TUKEY: PARA C (CONCENTRACION) , % NORBIXINA

a) MEDIAS

C1	18.925/18 =	1.0514
C2	14.211/18 =	0.7895
C3	15.752/18 =	0.8751

b) HALLAR Sx

- $R = 18$
- $CM\ error = 0.0001$

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

$$Sx = 0.0024$$

c) HALLAR ALS

- $(C1, C2, C3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 36$
- $P3 = 4.402$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0024 * 4.402$$

$$ALS = 0.0106$$

d) ORDEN

PROMEDIO	1.0514	0.8751	0.7895
TRATAMIENTOS	C1	C3	C2
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.2619	>	0.0106	Hay diferencia
III-II	0.1763	>	0.0106	Hay diferencia
II-I	0.0856	>	0.0106	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
C1	C3	C2

4.1.2. METODO DE TUKEY: PARA D (DILUCION) , % NORBIXINA

a) MEDIAS

D1	6.265/18 =	0.3481
D2	16.524/18 =	0.9180
D3	26.099/18 =	1.4499

b) HALLAR Sx

$$R = 18$$

$$CM \text{ error} = 0.0001$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CM \text{ ERROR}}{R}}$$

$$S_x = 0.0024$$

c)
HALLAR
ALS

- (D1, D2, D3)= 3 Tratamientos
- GL(Error) = 36

- $P3 = 4.402$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0024 * 4.402$$

ALS =	0.0106
-------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	1.4499	0.9180	0.3481
TRATAMIENTOS	D3	D2	D1
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	1.1019	>	0.0106	Hay diferencia
III-II	0.5319	>	0.0106	Hay diferencia
II-I	0.5699	>	0.0106	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
D3	D2	D1

4.1.3. ANALISIS DE FACTORES (T.C) (CONCENTRACION x TEMPERATURA) , %
NORBIXINA

T _x C	C1	C2	C3	
T1	8.724	7.01	7.542	23.276
T2	10.201	7.201	8.21	25.612
TOTAL	18.925	14.211	15.752	

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1C)	2	0.5132	0.2566	2566	5.25
Sc (T2C)	2	1.5536	0.7768	7768	5.25
Sc (C1T)	2	0.3636	0.1818	1818	5.25
Sc (C2T)	1	0.0061	0.0061	61	7.39
Sc (C3T)	1	0.0744	0.0744	744	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.4. ANÁLISIS DE FACTORES (C_xD) (CONCENTRACION x DILUCION, %NORBIXINA)

C _x D	D1	D2	D3	
C1	3.442	5.121	10.362	18.925
C2	2.01	6.061	6.14	14.211
C3	0.813	5.342	9.597	15.752
TOTAL	6.265	16.524	26.099	

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (C1D)	2	8.686	4.343	43430	5.25
Sc (C2D)	2	3.7194	1.8597	18597	5.25
Sc (C3D)	2	12.864	6.432	64320	5.25
Sc (D1C)	2	1.1551	0.5776	5776	5.25
Sc (D2C)	1	0.1611	0.1611	1611	7.39
Sc (D3C)	1	3.3735	3.3735	33735	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.5. ANALISIS DE FACTORES (T_xD) (TEMPERATURA x DILUCION, %NORBIXINA

T _x D	D1	D2	D3	
T1	3.049	7.779	12.448	23.276
T2	3.216	8.745	13.651	25.612
TOTAL	6.265	16.524	26.099	

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (T1D)	2	14.7238	7.3619	73619	5.25
Sc (T2D)	2	18.1698	9.0849	90849	5.25
Sc (D1T)	1	0.0047	0.0047	47	7.39
Sc (D2T)	1	0.1556	0.1556	1556	7.39
Sc (D3T)	1	0.2413	0.2413	2413	7.39
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

4.1.6. ANALISIS DE FACTORES (T_xC_xD) (TEMPERATURA x CONCENTRACION x DILUCION), % NORBIXINA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
Sc (D1CT)	2	1.1597	0.5799	5799	5.25
Sc (D2CT)	2	0.3166	0.1583	1583	5.25
Sc (D3CT)	2	3.6147	1.8074	18074	5.25
Sc (C1TD)	2	9.0496	4.5248	45248	5.25
Sc (C2TD)	2	3.7254	1.8627	18627	5.25
Sc (C3TD)	2	12.9384	6.4692	64692	5.25
Sc (T1CD)	4	15.2369	3.8093	38093	3.89
Sc (T2CD)	4	19.7234	4.9309	49309	3.89
ERROR	36	0.0005	0.0001		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



EXPERIMENTO Nº 2



EXPERIMENTO

N°2

1. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACION – SEDIMENTACION



RESULTADOS DE SEDIMENTACION CON 9 REPETICIONES

	C1			C2			C3		
REP	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	2	2	2	2	2	3	1	2	2
2	1	3	3	1	2	2	2	2	2
3	2	3	3	2	2	3	2	3	3
4	2	2	2	1	2	3	2	2	2
5	2	3	3	1	2	2	2	2	2
6	1	3	3	2	2	3	1	3	3
7	2	2	2	1	2	3	2	2	2
8	2	3	3	2	2	2	2	2	2
9	2	3	3	2	2	3	1	3	3
TOTAL	16	24	24	14	18	24	15	21	21

1.1. CUADRO RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, SEDIMENTACION (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	1.4074	0.7038	3.6186	4.96
PH	2	11.5556	5.7778	29.7060	4.96
CONCENTRACION * PH	4	1.4815	0.3704	1.9044	3.63
SC (BLOQUE)	8	3.3333	0.4167	2.1425	2.8
SC (ERROR)	64	12.4444	0.1945		
TOTAL	80	30.2222			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.1.1. METODO DE TUKEY: PARA pH, (SEDIMENTACION)

a) MEDIAS

PROMEDIO P1	1.6667
PROMEDIO P2	2.3333
PROMEDIO P3	2.5556

b) HALLAR Sx

- R = 27
- CM error = 0.1945

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX	0.0849
-----------	--------

c) HALLAR ALS

- (P1, P2, P3)= 3 Tratamientos
- GL(Error) = 64
- P3 = 4.105

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0849 * 4.105$$

ALS =	0.3484
--------------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	2.5556	2.3333	1.6667
TRATAMIENTOS	P3	P2	P1
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.8889	>	0.3484	Hay diferencia
III-II	0.2222	<	0.3484	No hay diferencia
II-I	0.6667	>	0.3484	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
P3	P2	P1



2. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°2:
PRECIPITACION - % NORBIXINA



RESULTADOS DE % NORBIXINA CON 3 REPETICIONES

	C1			C2			C3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
REP.1	2.235	2.403	2.328	2.373	2.218	2.256	2.143	2.071	2.098
REP.2	2.222	2.465	2.188	2.269	2.162	2.235	2.157	2.078	2.021
REP.3	2.284	2.472	2.209	2.179	2.134	2.277	2.094	1.981	1.937
	6.741	7.339	6.725	6.821	6.514	6.768	6.394	6.130	6.056

2.1. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2,
%NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	0.2874	0.1437	42.2647	6.01
PH	2	0.0133	0.0067	1.9706	6.01
CONCENTRACION * PH	4	0.1077	0.027	7.9412	4.58
ERROR	18	0.0608	0.0034		
TOTAL	26	0.4691			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

2.1.1. METODO DE TUKEY: PARA CONCENTRACION, (% NORBIXINA)

a) MEDIAS

PROMEDIO C1	20.805/9	2.3117
PROMEDIO C2	20.103/9	2.2337
PROMEDIO C3	18.581/9	2.0645

b) HALLAR S_x

- $R = 9$
- $CM\ error = 0.0034$

$$S_x = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

S_x	0.0195
-------	--------

c) HALLAR ALS

- $(C_1, C_2, C_3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 18$
- $P_3 = 4.70$



$$ALS = S_x * P_3$$

$$ALS = 0.0194 * 4.70$$

$$ALS = 0.0917$$

d) ORDEN

PROMEDIO	2.3117	2.2337	2.0645
TRATAMIENTOS	C1	C2	C3
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.2472	>	0.0917	Hay diferencia
III-II	0.0780	<	0.0917	No hay diferencia
II-I	0.1692	>	0.0917	Hay diferencia

f) CONCLUSION

III	II	I
C1	C2	C3

2.1.2. ANALISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), % NORBIXINA

	C1	C2	C3	
P1	6.740935	6.821083	6.39439	19.956
P2	7.339432	6.513983	6.1304	19.984
P3	6.724739	6.768105	6.05575	19.549
	20.80511	20.10317	18.5805	

DATOS:

CONCENTRACION	3
pH	3
GL (Error)	18
R	3

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (P1C)	2	42.0679	21.0340	6186.471	6.01
SC (P2C)	2	42.4066	21.2033	6236.265	6.01
SC (P3C)	2	40.3951	20.1976	5940.471	6.01
SC (C1P)	2	45.8649	22.9325	6744.853	6.01
SC (C2P)	2	42.6885	21.3443	6277.735	6.01
SC (C3P)	2	36.3163	18.1582	5340.647	6.01
ERROR	18	0.0608	0.0034		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°2: PRECIPITACION - COLOR



RESULTADOS DE COLOR CON 9 REPETICIONES

REP	C1			C2			C3		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	2	4	4	2	1	4	3	3	1
2	2	4	4	3	2	4	3	3	3
3	2	4	4	1	1	3	3	3	3
4	2	4	4	2	1	4	3	3	3
5	1	4	4	3	2	4	3	3	3
6	2	4	4	1	1	3	2	3	3
7	1	4	4	2	1	4	3	3	3
8	2	4	4	3	2	4	3	3	3
9	2	4	4	1	1	3	3	3	3
TOTAL	16	36	36	18	12	33	26	27	25

3.1. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 2, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
CONCENTRACION	2	11.7284	5.8642	29.1607	4.96
PH	2	21.5062	10.7531	53.4715	4.96
CONCENTRACION * PH	4	34.3457	8.5865	42.6977	3.63
SC (BLOQUE)	8	3.1358	0.3920	1.9493	2.8
SC (ERROR)	64	12.8642	0.2011		
TOTAL	80	83.58025			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

3.1.1. METODO DE TUKEY: PARA CONCENTRACION, (COLOR)

a) MEDIAS

PROMEDIO C1	3.2593
PROMEDIO C2	2.3333
PROMEDIO C3	2.8889

b) HALLAR Sx

- $R = 27$
- $CM\ error = 0.2011$

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX	0.0863
----	--------

c) HALLAR ALS

- $(C1, C2, C3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 64$
- $P3 = 4.105$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0863 * 4.105$$

ALS =	0.3543
-------	--------

d) ORDEN

PROMEDIO	3.2593	2.8889	2.3333
TRATAMIENTOS	C1	C3	C2
CLAVE	III	II	I

e) COMPARACION

III-I	0.9259	>	0.3543	Hay diferencia
III-II	0.3704	>	0.3543	Hay diferencia
II-I	0.5556	>	0.3543	Hay diferencia

f) CONCLUSION

C1	C3	C2
III	II	I

3.1.2. METODO DE TUKEY: PARA pH, (COLOR)

a) MEDIAS

PROMEDIO P1	2.2222
PROMEDIO P2	2.7778
PROMEDIO P3	3.4815

b) HALLAR Sx

- $R = 27$
- $CM\ error = 0.2011$

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX	0.0863
-----------	--------

c) **HALLAR ALS**

- $(P1, P2, P3) = 3$ Tratamientos
- $GL(Error) = 64$
- $P3 = 4.105$

$$ALS = Sx * P3$$

$$ALS = 0.0863 * 4.105$$

ALS =	0.3543
--------------	--------

d) **ORDEN**

PROMEDIO	3.4815	2.7778	2.2222
TRATAMIENTOS	P3	P2	P1
CLAVE	III	II	I

e) **COMPARACION**

III-I	1.2593	>	0.3543	Hay diferencia
III-II	0.7037	>	0.3543	Hay diferencia
II-I	0.5556	>	0.3543	Hay diferencia

f) **CONCLUSION**

P3	P2	P1
III	II	I

3.1.3. ANÁLISIS DE FACTORES (A x B) (CONCENTRACION x pH), COLOR

	C1	C2	C3	
P1	16	18	26	60
P2	36	12	27	75
P3	36	33	25	94
	88	63	78	

DATOS:

CONCENTRACION	3
pH	3
GL (Error)	64
R	9

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (P1C)	2	137.3334	68.6667	341.62	4.96
SC (P2C)	2	238.2223	119.1112	592.5835	4.96
SC (P3C)	2	330.9630	165.4815	823.2784	4.96
SC (C1P)	2	313.1852	156.5926	779.0557	4.96
SC (C2P)	2	170.6667	85.3334	424.5375	4.96
SC (C3P)	2	222.6667	111.3334	553.8887	4.96
ERROR	64	12.8642	0.2011		

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM



EXPERIMENTO Nº 3

EXPERIMENTO N° 3

1. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N° 3: SECADO - % HUMEDAD



RESULTADOS DE % HUMEDAD CON 3 REPETICIONES

	T1		T2	
	ti 1	ti 2	ti 1	ti 2
REP. 1	7.78	6.65	7.05	7.49
REP. 2	7.73	6.6	7.1	7.53
REP. 3	7.75	6.62	7.05	7.47
	23.26	19.87	21.2	22.49

1.1. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N°

3, % HUMEDAD (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.0262	0.0262	32.75	11.26
TIEMPO	1	0.3676	0.3676	459.5	11.26
T * ti	1	1.8252	1.8252	2281.5	11.26
ERROR	8	0.0061	0.0008		
TOTAL	11	2.225			

1.1.1. ANALISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), % HUMEDAD

	T1	T2	
ti1	23.26	21.2	44.46
ti2	19.87	22.49	42.36
	43.13	43.69	86.82

DATOS:

TEMPERATURA	2
TIEMPO	2
GL (Error)	8
R	3

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (ti1 CON T)	1	322.7459	322.7459	403432.3750	11.26
SC (ti2 CON T)	1	293.1457	293.1457	366432.1250	11.26
SC (T1 CON ti)	1	304.7599	304.7599	380949.8750	11.26
SC (T2 CON ti)	1	311.1317	311.1317	388914.6250	11.26
ERROR	8	0.0061	0.0008		

2. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO

N°3: SECADO – % NORBIXINA

RESULTADOS DE % NORBIXINA CON 3 REPETICIONES

	T1		T2	
	ti 1	ti 2	ti 1	ti 2
REP.1	13.31	13.84	12.94	13.76
REP.2	13.35	13.87	13.03	13.79
REP.3	13.34	13.89	12.99	13.81
	40.00	41.59	38.96	41.36

2.1. CUADRO RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO
N°3, % NORBIXINA (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.14	0.14	14.00	11.26
TIEMPO	1	1.33	1.33	133.00	11.26
T * t	1	0.06	0.06	6.00	11.26
ERROR	8	0.01	0.0100		
TOTAL	11	1.53			



3. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO

N°3: SECADO - COLOR

RESULTADOS DE COLOR CON 9 REPETICIONES

	T1		T2		
REP	ti 1	ti 2	ti 1	ti 2	
1	4	1	3	2	10
2	4	1	2	3	10
3	4	2	3	3	12
4	4	2	2	3	11
5	4	2	2	2	10
6	4	2	3	3	12
7	4	1	2	3	10
8	4	1	3	2	10
9	4	1	2	2	9
TOTAL	36	13	22	23	94

3.1. CUADRO RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N°3, COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.4445	0.4445	2.3127	7.82
TIEMPO	1	13.4445	13.4445	69.9506	7.82
T * t	1	16	16	83.2466	7.82
BLOQUES	8	2.0556	0.257	1.3371	3.36
ERROR	24	4.6112	0.1922		
TOTAL	35	36.5556			

3.1.1. ANÁLISIS DE FACTORES (A x B) (TEMPERATURA x TIEMPO), COLOR

	T1	T2	
ti1	36	22	58
ti2	13	23	36
	49	45	94

DATOS:

TEMPERATURA	2
TIEMPO	2
GL (Error)	24
R	9

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
SC (Ti1 CON T)	1	584	584	127	7.82
SC (Ti2 CON T)	1	227	227	49	7.82
SC (T1 CON ti)	1	480	480	104	7.82
SC (T2 CON ti)	1	330	330	72	7.82
ERROR	24	4.6112	0.1922		

4. DESARROLLO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EL EXPERIMENTO Nº3: SECADO - RENDIMIENTO

RESULTADOS DE RENDIMIENTO CON 3 REPETICIONES

	T1		T2	
	ti 1	ti 2	ti 1	ti 2
REP.1	10.55	10.52	10.41	10.55
REP.2	10.86	10.64	10.75	10.86
REP.3	10.60	10.90	10.56	10.68
	32.01	32.06	31.72	32.09

5. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 3,
RENDIMIENTO(TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TEMPERATURA	1	0.0058	0.0058	0.1986	11.26
TIEMPO	1	0.0150	0.0150	0.5137	11.26
T * t	1	0.0090	0.0090	0.3082	11.26
ERROR	8	0.2331	0.0292		
TOTAL	11	0.2627			





EXPERIMENTO

Nº 4

EXPERIMENTO N° 4

1. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N° 4: FORMULACION – SOLUBILIDAD



RESULTADOS DE SOLUBILIDAD CON 9 REPETICIONES

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
REP. 1	1	3	1	3	1	3
REP. 2	1	3	1	3	2	3
REP. 3	1	3	1	3	1	3
REP. 4	1	3	1	3	1	3
REP. 5	1	3	1	3	2	3
REP. 6	1	3	1	3	1	3
REP. 7	1	3	1	3	1	3
REP. 8	1	3	1	3	2	3
REP. 9	1	3	1	3	1	3

1.1. CUADRO RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4, SOLUBILIDAD (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	48.8334	9.7667	234.4	3.51
BLOQUE	8	0.3334	0.0417	1	2.99
ERROR	40	1.6667	0.0417		
TOTAL	53	50.8334			

FUENTE: Elaboración propia K.F.L y J.F.A, 2015 UCSM

1.1.1. METODO DE TUKEY: PARA FORMULACION, (SOLUBILIDAD)

a) MEDIAS

F1	1.00
F2	3.00
F3	1.00
F4	3.00
F5	1.33
F6	3.00

b) HALLAR Sx

- $R = 9$
- $CM\ error = 0.0417$

$$Sx = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX	0.0681
-----------	--------

c) HALLAR ALS

- $(F1, F2, F3, F4, F5, F6) = 6$ Tratamientos
- $GL(Error) = 40$
- $P6 = 5.11$

$$ALS = Sx * P6$$

$$ALS = 0.0681 * 5.11$$

ALS =	0.348
--------------	-------

d) ORDEN

PROMEDIO	3.00	3.00	3.00	1.33	1.00	1.00
TRATAMIENTOS	F2	F4	F6	F5	F1	F3
CLAVE	VI	V	IV	III	II	I

e) COMPARACION

VI - V	0.0000	<	0.3480	No hay diferencia
VI - IV	0.0000	<	0.3480	No hay diferencia
VI -III	1.6667	>	0.3480	Hay diferencia
VI -II	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
VI -I	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
V-IV	0.0000	<	0.3480	No hay diferencia
V-III	1.6667	>	0.3480	Hay diferencia
V-II	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
V-I	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
IV-III	1.6667	>	0.3480	Hay diferencia
IV-II	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
IV-I	2.0000	>	0.3480	Hay diferencia
III-II	0.3333	<	0.3480	No hay diferencia
III-I	0.3333	<	0.3480	No hay diferencia
II-I	0.0000	<	0.3480	No hay diferencia

f) CONCLUSION

F2	F4	F6	F5	F1	F3
----	----	----	----	----	----

2. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°4: FORMULACION - pH



RESULTADOS DE pH CON 3 REPETICIONES

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
REP.1	12.46	12.5	12.24	12.3	12.35	12.31
REP.2	12.48	12.52	12.26	12.39	12.39	12.35
REP.3	12.5	12.5	12.2	12.35	12.4	12.3

2.1.1. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N°

4, pH (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	0.16	0.04	4.00	5.06
ERROR	12	0.01	0.01		
TOTAL	17	0.17			

3. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N°4: FORMULACION - COLOR



S DE COLOR CON 9 REPETICIONES

RESULTADO

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
REP. 1	1	1	3	2	3	3
REP. 2	1	1	2	3	3	3
REP. 3	1	1	3	3	3	3
REP. 4	1	1	3	2	3	3
REP. 5	1	1	2	3	3	3
REP. 6	1	1	3	3	3	3
REP. 7	1	1	3	2	3	3
REP. 8	1	1	2	3	3	3
REP. 9	1	1	3	3	3	3

4. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 4,
COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	5	41.3334	8.2667	90.182	3.51
BLOQUE	8	0.3334	0.0417	0.4545	2.99
ERROR	40	3.6667	0.0917		
TOTAL	53	45.3334			

METODO DE TUKEY: PARA COLOR, (pH)

1. MEDIAS

F1	1.00
F2	1.00
F3	2.67
F4	2.67
F5	3.00
F6	3.00

2. HALLAR S_x

- R = 9
- CM error = 0.0917

$$S_x = \sqrt{\frac{CM\ ERROR}{R}}$$

SX 0.101

3. HALLAR ALS

- (F1, F2, F3, F4, F5, F6)= 6 Tratamientos
- GL(Error) = 40
- P6 = 5.11

$$ALS = S_x * P6$$

$$ALS = 0.101 * 5.11$$

ALS = 0.5162

4. ORDEN

PROMEDIO	3.00	3.00	2.67	2.67	1.00	1.00
TRATAMIENTOS	F6	F5	F4	F3	F2	F1
CLAVE	VI	V	IV	III	II	I

5. COMPARACION

VI - V	0.0000	<	0.5162	No hay diferencia
VI - IV	0.3333	<	0.5162	No hay diferencia
VI -III	0.3333	<	0.5162	No hay diferencia
VI -II	2.0000	>	0.5162	Hay diferencia
VI -I	2.0000	>	0.5162	Hay diferencia
V-IV	0.3333	<	0.5162	No hay diferencia
V-III	0.3333	<	0.5162	No hay diferencia
V-II	2.0000	>	0.5162	Hay diferencia
V-I	2.0000	>	0.5162	Hay diferencia
IV-III	0.0000	<	0.5162	No hay diferencia
IV-II	1.6667	>	0.5162	Hay diferencia
IV-I	2.0000	>	0.5162	Hay diferencia
III-II	1.6667	<	0.5162	Hay diferencia
III-I	1.6667	<	0.5162	Hay diferencia
II-I	0.0000	<	0.5162	No hay diferencia

6. CONCLUSION

VI	V	IV	III	II	I
F6	F5	F4	F3	F2	F1

EXPERIMENTO Nº 5



EXPERIMENTO N° 5

1. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N° 5: APLICACIÓN AL PRODUCTO – SABOR



RESULTADOS DE SABOR CON 9 REPETICIONES

D1	2	3	3	2	3	3	2	3	3	24
D2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
D3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
TOTAL	8	9	9	8	9	9	8	9	9	78

1.1. CUADRO RESUMEN – ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5, SABOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	2	0.6667	0.3334	4.00	6.23
BLOQUE	8	0.6667	0.0834	1.00	3.89
ERROR	16	1.3334	0.0834		
TOTAL	26	2.6667			

2. DESARROLLO DE ANALISIS ESTADISTICO PARA EL EXPERIMENTO N° 5: APLICACIÓN AL PRODUCTO – COLOR



RESULTADOS DE COLOR CON 9 REPETICIONES

D1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	15
D2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	22
D3	2	2	3	3	2	2	3	2	2	21
TOTAL	6	6	7	7	7	6	6	7	6	58

2.1. CUADRO RESUMEN - ANALISIS ESTADISTICO: EXPERIMENTO N° 5,
COLOR (TABLA DE ANOVA)

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 1%
TRATAMIENTO	2	3.1852	1.5926	4.65	6.23
BLOQUE	8	0.7408	0.0926	0.27	3.89
ERROR	16	5.4815	0.3426		
TOTAL	26	9.4075			

ANEXO N° 4



FICHAS TECNICAS DE MATERIALES, Y/O EQUIPOS

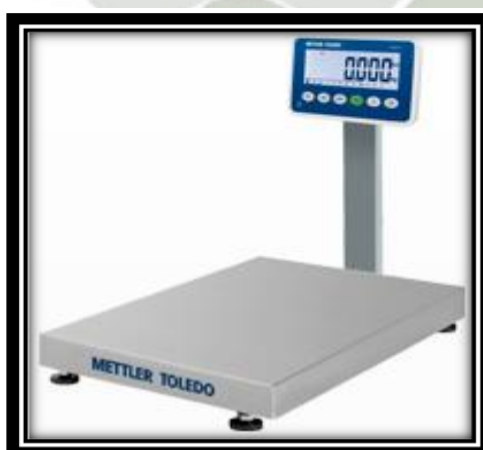
ZARANDA VIBRATORIA

299



Material	Acero Inoxidable ASTM A-36
Tamaño	2.45 m (Largo) x 1.2 m (Ancho) x 1.30 m (Altura)
Capacidad	500 Kg /hr
Nro. De Malla	200 Micrones
Potencia	2 HP
Suministro	Monofásico o trifásico
voltaje	220-380-440
Cantidad	1

BALANZA DE PLATAFORMA



Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	1.5 m (Largo) x 0.8 m (Ancho)x 1.20 m (Altura)
Capacidad	100 Kg - 500 Kg
Consumo de	0.52 Kw/hr
Cantidad	1

372

Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	0.60 m (Largo) x 0.45 m (Ancho) x 1 m (Altura)
Capacidad	1 Kg- 150 Kg
Consumo de	0.37 Kw/hr
Cantidad	2

TINA DE FILTRACION



Material	Acero Inoxidable
Tamaño	3.2 m (Largo) x 2.2 m (Ancho)
Capacidad	500 gr/hr
Espesor de la pared de acero	1/6
Malla	60
Cantidad	3

FILTRO PRENSA



Material	Acero Inoxidable
Tamaño	2.2 m (Largo) x 1.5 m (Ancho) x 1 m (Altura)
Capacidad	300 - 600 Kg/hr
Potencia	2 HP
Cantidad	1

SECADOR DE BANDEJAS



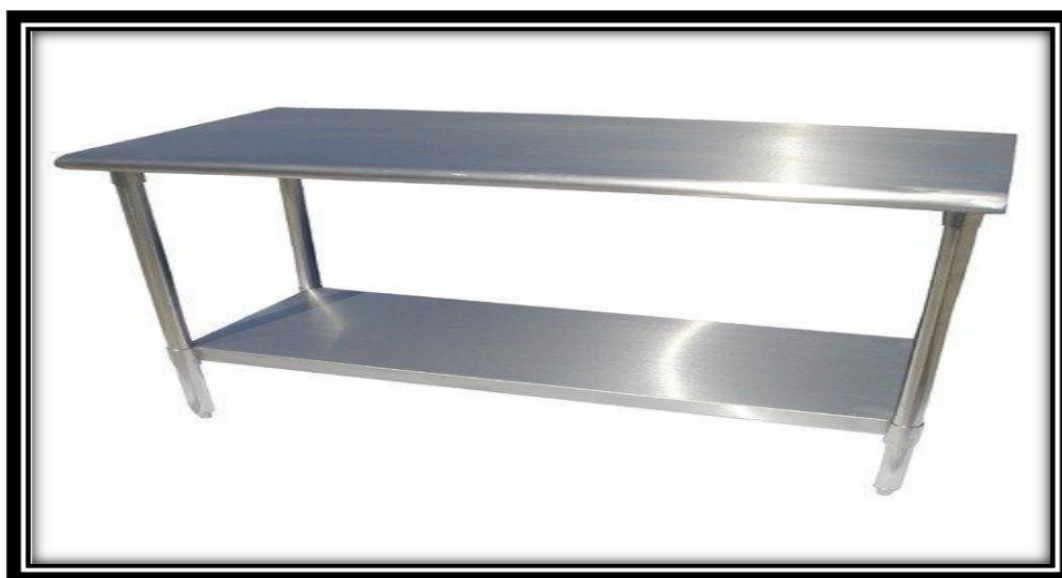
Material	Acero Inoxidable N°304
Tamaño	2.2 m (Ancho) x 5.5 m (Largo) x 2.5 m (Altura)
Capacidad	500 - 600 Kg
Potencia	1.5 HP
Nro. De Bandejas	512
Capacidad de Bandeja	1.2 Kg
Nro. De Carros	4
Consumo de Energía	6.6 Kw/hr
Termostato	30-100 °C
Consumo de Combustible	43.69 Kg/día
Tipo de Combustible	Gas propano
Cantidad	1

ENVASADORA - LLENADORA



Material	Acero Inoxidable
Tamaño	0.5 m (Ancho) x 0.5 m (Largo) x 1.5 m (Altura)
Capacidad	30 - 50 Kg /hr.
Potencia	0.25 HP
Cantidad	1

MESA DE ACERO INOXIDABLE



Material	Acero Inoxidable (E-304)
Tamaño	1.5 m (Largo) x 0.8 m (Ancho) x 1.00 m (Altura)

ANEXOS N° 5



NORMA TECNICA PERUANA

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
1991 (Revisada el 2010)**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**ACHIOTE Y SUS DERIVADOS Determinación de bixina
y de norbixina**

ANNATO AND ITS DERIVED PRODUCTS. Determination of bixin and norbixin

2010-09-29

1ª Edición

R.0025-2010/CNB-INDECOPI. Publicada el 2010-12-17

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 67.220.20

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Achiote, bixina, norbixina

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

PRÓLOGO (De Revisión 2010)

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión del ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 209.256:1991 fue aprobada mediante resolución R.D. N° 451-91-ITINTEC/DG 1991-09-19 y el Comité Técnico de Normalización de Aditivos alimentarios la revisó acordando en su sesión del 2010-09-17, mantenerla vigente.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como **NTP 209.256:1991 (Revisada el 2010) ACHIOTE Y SUS DERIVADOS. Determinación de bixina y de norbixina**, el 17 de diciembre de 2010.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, mas no su actualización.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 209.256:1991 **ACHIOTE Y SUS DERIVADOS. Determinación de bixina y de norbixina**. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE ADITIVOS ALIMENTARIOS

Secretaría	Comité de Esencias y Aditivos para las industrias Alimentarias y Cosmética de la Sociedad Nacional de Industrias
Presidente	Luciana Cabrera – Kraft Foods Perú S.A.
Secretario	Miguel Sarria Arana

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Ajinomoto del Perú S.A.	Carolina Nuñez Ely Su
Aromas del Perú S.A.	Alex Lévano Carolina García
Coca Cola Servicios del Perú S.A.	Ernesto Dávila
Colegio de Ingenieros del Perú	Carmen Cruz María Domínguez
Colegio de Nutricionistas del Perú	Elizabeth Mendiola Roxana Fernández
Digesa	María de la Colina
DSM Nutricional Products Perú S.A	Patricia Zevallos
Esencias Químicas S.A.C.	Diana Nolzco Gustavo Salazar
Global Alimentos S.A.C.	Verónica Echevarría Elsa Carrillo
INS/CENAN	Martha Costilla Sonia Córdova
Montana S.A.	Liliana Arce Antonietta de Mann
Nestlé S.A.	Ernesto Chavez
Sensoria S.A.C	Rocío Tavera
SGS del Perú S.A.	Nancy Mendoza
Universidad Nacional de Ingeniería	Cristina Viza Enrique Neira
Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Facultad de Química e Ingeniería Química)	Martha Bravo Norma Salas
Esencias, Fragancias y Sabores Industriales S.A	Milagros E Rita Santa cruz
Consultor	Moisés Chong

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

ACHIOTE Y SUS DERIVADOS. Determinación de bixina y de norbixina

1. NORMAS A CONSULTAR

1.1 Para la aplicación de esta Norma Técnica Peruana no es necesaria la consulta específica de ninguna otra.

2. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 La presente Norma establece los métodos para determinar el contenido de bixina (% m/m) y de norbixina (% m/m) en el achiote y sus productos derivados en el sentido siguiente:

Producto	Determinación	Método
- Semilla de achiote	Bixina	Cloroformo
- Bixina en cristales	Bixina	Cloroformo
- Extracto de achiote en polvo (véase apéndice O)	Bixina	Cloroformo
- Norbixina en polvo	Norbixina	Hansen

3. PRINCIPIO DEL MÉTODO

3.1 Método del cloroformo

3.1.1 El método se basa en la extracción del colorante bixina en el solvente orgánico cloroformo y su posterior determinación espectrofotométrica a una longitud de onda de 503 nm y 404 nm .

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
2 de 9**

3.2 Método de Hansen

3.2.1 El método se basa en la solubilidad del colorante norbixina en un medio alcalino y su posterior determinación espectrofotométrica a una longitud de onda de 453 nm.

4. APARATOS

4.1 Espectrofotómetro, capaz de emitir longitudes de onda a 453 nm, 404 nm y 503 nm .

4.2 Balanza analítica de una precisión de 0,1 mg .

4.3 Agitador magnético con calentamiento controlado.

4.4 Termómetro con rango de 0 °C a 100 °C .

4.5 Matraces aforados de 50 ml, 100 ml y 200 ml de capacidad.

4.6 Pipetas de 0,1 ml, 1 ml y 10 ml de capacidad.

4.7 Vasos de precipitado de 500 ml y 1 000 ml .

4.8 Probetas de 50 ml y 100 ml .

5. REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 Cloroformo (p.a.)

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
3 de 9**

5.2 Solución de hidróxido de potasio al 0,33 % m/v (KOH). Se pesan 0,33 g de KOH anhidro (p.a.) y se lleva a un volumen de 100 ml con agua destilada.

5.3 Solución de hidróxido de potasio al 45 % m/v (KOH). Se pesan 45 g de KOH anhidro (p.a.) y se lleva a un volumen de 100 ml con agua destilada.

6. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

6.1 La muestra se lleva al ensayo tal cual se presenta.

7. PROCEDIMIENTO*

7.1 Determinación de bixina (método de cloroformo)

7.1.1 En semilla

7.1.1.1 Se pesan 10 g de muestra en una balanza analítica y se transfiere a un matraz volumétrico de 200 ml .

7.1.1.2 Se adiciona 100 ml de cloroformo.

7.1.1.3 Se procede a agitar el contenido del matraz con un agitador magnético por un tiempo aproximado de 40 min . Si se nota que transcurrido este tiempo la semilla aún contiene colorante, se continúa la extracción hasta que se observe que dicho colorante haya sido extraído completamente.

7.1.1.4 Luego se lleva a volumen con cloroformo y se homogeniza bien la mezcla.

* Se recomienda cubrir el matraz volumétrico con papel (ejemplo: papel aluminio) para protegerlo de la luz durante el ensayo tanto para la determinación de bixina como para la de norbixina.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 209.256
4 de 9

7.1.1.5 Se toma 2 ml de la solución anterior y se lleva a un matraz volumétrico de 50 ml . Se enrasa a volumen con cloroformo.

7.1.1.6 Se lee la absorbancia a 503 nm y a 404 nm empleando cloroformo como blanco de referencia.

7.1.2 En bixina en cristales

7.1.2.1 Se pesan 100 mg de muestra en un matraz volumétrico de 100 ml .

7.1.2.2 Se adiciona 50 ml de cloroformo.

7.1.2.3 Luego se procede a agitar el contenido del matraz con un agitador magnético por un tiempo aproximado de 15 min .

7.1.2.4 Luego se lleva a volumen con cloroformo y se homogeniza bien la mezcla.

7.1.2.5 Se toma 4 ml de la solución anterior y se le lleva a un matraz volumétrico de 50 ml . Se enrasa con cloroformo y se agita.

7.1.2.6 Se toma 2 ml de la solución anterior y se le lleva a un matraz volumétrico de 50 ml . Se enrasa con cloroformo y se agita.

7.1.2.7 Se lee la absorbancia a 503 nm y a 404 nm empleando cloroformo como blanco de referencia.

7.1.3 En extracto de achiote en polvo.

7.1.3.1 Se pesan 1 g de muestra en un matraz volumétrico de 100 ml .

7.1.3.2 Se adiciona 50 ml de cloroformo.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
5 de 9**

7.1.3.3 Luego se procede a agitar el contenido del matraz con un agitador magnético por un tiempo aproximado de 15 min .

7.1.3.4 Luego se lleva a volumen con cloroformo y se homogeniza bien la mezcla.

7.1.3.5 Se toma 1 ml de la solución anterior y se lleva a un matraz volumétrico de 100 ml . Se enrasa con cloroformo y se agita.

7.1.3.6 Se toma 5 ml de la solución anterior y se lleva a un matraz volumétrico de 100 ml . Se enrasa con cloroformo y se agita.

7.1.3.7 Se lee la absorbancia a 503 nm y a 404 nm empleando cloroformo como blanco de referencia.

7.2 Determinación de norbixina (método de Hansen)

7.2.1 Se pesan 5 g de muestra en un matraz volumétrico de 1 L de capacidad.

7.2.2 Se agrega 30 ml de solución de hidróxido de potasio (KOH) a 45 % .

7.2.3 Se agrega aproximadamente 400 ml de agua destilada.

7.2.4 Se cubre la boca del matraz con papel aluminio.

7.2.5 Se calienta la solución con continuo movimiento hasta 90 °C – 92 °C .

7.2.6 Se enfria hasta temperatura ambiente en forma rápida (se recomienda enfriar en un baño de agua con hielo).

7.2.7 Se lleva a volumen de 1 L con agua destilada.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
6 de 9**

7.2.8 Se toma 1 ml de la solución anterior (apartado 7.2.7) y se le lleva a un matraz volumétrico de 1 000 ml . Luego se enrasa, a volumen, con solución de hidróxido de potasio (KOH) 0,33 % .

7.2.9 Se lee la absorbancia a 453 nm empleando solución de KOH 0,33 % como blanco de referencia.

8. EXPRESIÓN DE RESULTADOS

8.1 Método de cálculo y fórmula

8.1.1 Para calcular el porcentaje total de carotenoides expresado como bixina se aplica la fórmula siguiente:

$$\frac{|(A_{503} + A_{404}) - 0,256(A_{503})| \times 100}{cbk}$$

Donde:

A = es la absorbancia medida a longitudes de onda de 404 nm y 503 nm

b = es el diámetro del tubo en cm (1 ml)

*c = es la concentración en g/l de la solución mencionada, según el caso,
(ejemplo en: 7.1.1.5 – c = 2 g/l – en 7.1.2.6 – c = 0,0032 g/l – en
7.1.3.6 – c = 0,005 g/l)

k = es el coeficiente de extinción en l/g . cm (282,6)

8.1.2 Para calcular el porcentaje total de carotenoides expresado como norbixina se aplica la fórmula siguiente:

$$\frac{(A_{453})(100)}{bck}$$

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
7 de 9**

Donde:

- A = es la absorbancia medida a una longitud de onda de 453 nm
- b = es el diámetro del tubo en cm (1 cm)
- *c = es la concentración en g/l de la solución mencionada en apartado 7.2.8
(ejemplo: 0,05 g/l)
- k = es el coeficiente de extinción en l/g . cm (347,3)

9. INFORME DEL ENSAYO

9.1 En el informe del ensayo se debe indicar el método usado y el resultado obtenido. Se debe también mencionar cualquier condición de operación no especificada en esta norma o señalada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido en el resultado.

9.2 En el informe se debe incluir todos los detalles requeridos para la completa identificación de la muestra.

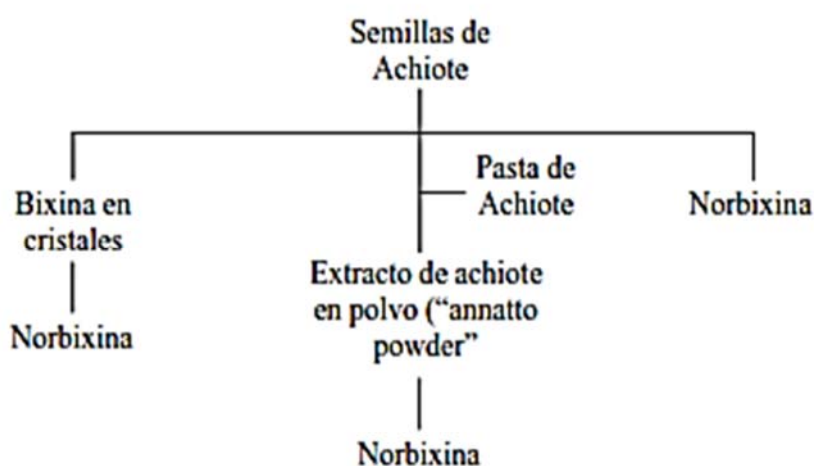
9.3 En el informe se debe indicar el tipo de espectrofotómetro utilizado.

* El valor de “c” deberá ser calculado en forma exacta por el analista en función del peso de la muestra que utilice y de la dilución que realice.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

10. APÉNDICE

A. Diagrama sobre el achiote y sus derivados



B. Definiciones

B.1 semilla de achiote: Es el producto constituido por las semillas maduras, previamente secadas, de la especie *Bixa orellana*.

B.2 bixina en cristales: Es el producto obtenido a partir de la remoción con solvente orgánico del colorante de la semilla del achiote y posterior secado. Se presenta en forma de cristales romboédricos de color violáceo.

B.3 extracto de achiote en polvo ("annatto powder"): Es el producto obtenido por extracción acuosa-alcalina del colorante de las semillas de achiote* seguida de una neutralización con ácido inorgánico o por técnica de extracción por solvente y posterior secado.

* La materia colorante o pigmento en la semilla de achiote se encuentra concentrada en la capa periférica.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 209.256
9 de 9**

B.4 norbixina en polvo: Es el producto obtenido (a partir de cualquiera de las formas presentadas en el diagrama A) por saponificación del grupo esten de la bixina con álcali seguida o no de una neutralización y posterior secado.

C. Comercialmente, a veces, se utiliza en forma indistinta el término “annatto powder” tanto para el extracto de achiote en polvo como para la norbixina en polvo, lo cual causa confusión al analista. En principio, es importante tener en cuenta que la bixina es soluble en cloroformo y que la norbixina lo es en álcali con calor.

Asimismo, dependiendo del proceso de obtención el extracto de achiote en polvo puede contener bixina y norbixina. En este caso se recomienda iniciar el tratamiento de la muestra como si se fuera a determinar bixina (según apartado 7.1.3); de no encontrar una solubilidad total, se filtra la solución, se lava el papel filtro con el solvente hasta que quede limpio y luego se procede a la determinación de bixina en la solución. El analista debe hacer las diluciones según las circunstancias del ensayo.

Luego se toma otra muestra del mismo producto y se le determina norbixina (según apartado 7.2). Se debe reportar tanto el contenido de bixina como el de norbixina.

11. ANTECEDENTES

11.1 Comité Especializado de Achiote.

11.2 Laboratorio de Química.

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL

ANEXOS N° 6

NORMA TECNICA DE COLORANTE ANNATO

E 160b ANNATTO, BIXIN, NORBIXIN

Synonyms

CI Natural Orange 4

Definition

Class

Carotenoid

Colour Index No

75120

301

Einecs

Annatto: 215-735-4, annatto seed extract: 289-561-2;
bixin: 230-248-7

Chemical names

Bixin: 6'-Methylhydrogen-9'-cis-6,6'-diapocarotene-6,6'-dioate

6'-Methylhydrogen-9'-trans-6,6'-diapocarotene-6,6'-dioate

Norbixin: 9'Cis-6,6'-diapocarotene-6,6'-dioic acid

9'-Trans-6,6'-diapocarotene-6,6'-dioic acid

Chemical formula

Bixin: $C_{25}H_{30}O_4$

Norbixin: $C_{24}H_{28}O_4$

Molecular weight

Bixin: 394,51

Norbixin: 380,48

Description

Reddish-brown powder, suspension or solution

Identification

Spectrometry

Bixin: maximum in chloroform at ca 502 nm

Norbixin: maximum in dilute KOH solution at ca 482 nm

(i) Solvent extracted bixin and norbixin

Definition

Bixin is prepared by the extraction of the outer coating of the seeds of the annatto tree (*Bixa orellana* L.) with one or more of the following solvents: acetone, methanol, hexane or dichloromethane, carbon dioxide followed by the removal of the solvent.

Norbixin is prepared by hydrolysis by aqueous alkali of the extracted bixin.

Bixin and norbixin may contain other materials extracted from the annatto seed.

The bixin powder contains several coloured components, the major single one being bixin, which may be present in both cis- and trans- forms. Thermal degradation products of bixin may also be present.

The norbixin powder contains the hydrolysis product of bixin, in the form of the sodium or potassium salts as the major colouring principle. Both cis- and trans-forms may be present.

Assay

Content of bixin powders not less than 75 % total carotenoids calculated as bixin.

Content of norbixin powders not less than 25 % total carotenoids calculated as norbixin

Bixin: $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ 2 870 at ca 502 nm in chloroform

Norbixin: $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ 2 870 at ca 482 nm in KOH solution

Purity Solvent residues Arsenic Lead Mercury Cadmium Heavy metals (as Pb)	Acetone Methanol Hexane Dichloromethane: Not more than 3 mg/kg Not more than 10 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 40 mg/kg
(ii) <i>Alkali extracted annatto</i> Definition Assay Purity Arsenic Lead Mercury Cadmium Heavy metals (as Pb)	Water soluble annatto is prepared by extraction with aqueous alkali (sodium or potassium hydroxide) of the outer coating of the seeds of the annatto tree (<i>Bixa orellana L.</i>) Water soluble annatto contains norbixin, the hydrolysis product of bixin, in the form of the sodium or potassium salts, as the major colouring principle. Both cis- and trans- forms may be present. Contains not less than 0,1 % of total carotenoids expressed as norbixin Norbixin: Not more than 3 mg/kg Not more than 10 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 40 mg/kg
(iii) <i>Oil extracted annatto</i> Definition Purity Arsenic Lead Mercury Cadmium Heavy metals (as Pb)	Annatto extracts in oil, as solution or suspension, are prepared by extraction of the outer coating of the seeds of the annatto tree (<i>Bixa orellana L.</i>) with edible vegetable oil. Annatto extract in oil contains several coloured components, the major single one being bixin, which may be present in both cis- and trans- forms. Thermal degradation products of bixin may also be present. Norbixin: Not more than 3 mg/kg Not more than 10 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 40 mg/kg
(iii) <i>Oil extracted annatto</i> Definition Assay	Annatto extracts in oil, as solution or suspension, are prepared by extraction of the outer coating of the seeds of the annatto tree (<i>Bixa orellana L.</i>) with edible vegetable oil. Annatto extract in oil contains several coloured components, the major single one being bixin, which may be present in both cis- and trans- forms. Thermal degradation products of bixin may also be present. Contains not less than 0,1 % of total carotenoids expressed as bixin Bixin: $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ 2 870 at ca 502 nm in chloroform
Purity Assay Purity Arsenic Lead Mercury Cadmium Heavy metals (as Pb)	Thermal degradation products of bixin may also be present. Contains not less than 0,1 % of total carotenoids expressed as bixin Bixin: $E_{1\text{ cm}}^{1\%}$ 2 870 at ca 502 nm in chloroform Not more than 3 mg/kg Not more than 10 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 1 mg/kg Not more than 40 mg/kg

ESTABILIDAD DE LOS PIGMENTOS CAROTENOIDES EN LOS ALIMENTOS

Antonio J. Meléndez-Martínez, Isabel M. Vicario, Francisco J. Heredia.

Area de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia.
Universidad de Sevilla- Sevilla, España.

RESUMEN

Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos

Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales. Numerosos estudios publicados recientemente han demostrado el efecto beneficioso de estos compuestos en la salud humana, por lo que, desde un punto de vista nutricional, resulta de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de los carotenoides, ya que su pérdida, además de producir cambios de color en el alimento, conlleva una disminución de su valor nutritivo. La inestabilidad de los carotenoides se debe al hecho de que son compuestos altamente insaturados, degradándose fundamentalmente debido a procesos oxidativos. Otros factores como la temperatura, la luz o el pH también pueden producir importantes cambios cualitativos en estos compuestos debido a reacciones de isomerización.

INTRODUCCION

Los carotenoides son los pigmentos responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras, debido a la presencia en su molécula de un cromóforo consistente total o principalmente en una cadena de dobles enlaces conjugados. Están presentes en todos los tejidos fotosintéticos, junto con las clorofilas, así como en tejidos vegetales no fotosintéticos, como componentes de cromoplastos, que pueden ser considerados como cloroplastos degenerados.

Químicamente los carotenoides son terpenoides, formados básicamente por ocho unidades de isopreno, de tal forma que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. En los carotenoides naturales sólo se encuentran tres elementos: C, H y O. El oxígeno puede estar presente como grupo hidroxilo, metoxilo, epoxi, carboxilo o carbonilo. Dentro de los carotenoides podemos distinguir dos grupos: los carotenos, que son hidrocarburos, y las xantofilas, que poseen oxígeno en su molécula.

Los dobles enlaces conjugados presentes en los carotenoides son los responsables de la intensa coloración de los alimentos que contienen estos pigmentos. Así, por ejemplo, los colores naranja

de la zanahoria y rojo del tomate, se deben a la presencia de β -caroteno y licopeno, respectivamente (Figura 1). Otros compuestos más saturados y de estructura similar son incoloros, como les sucede al fitoeno y al fitoflueno (Figura 2) que también se presentan en algunas plantas comestibles.

FIGURA 1
Estructuras químicas de β -caroteno y licopeno

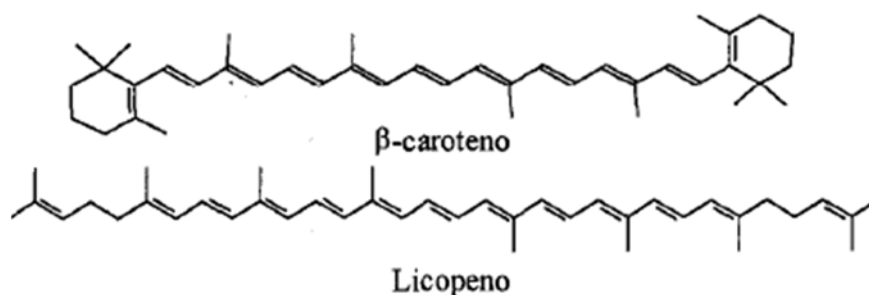
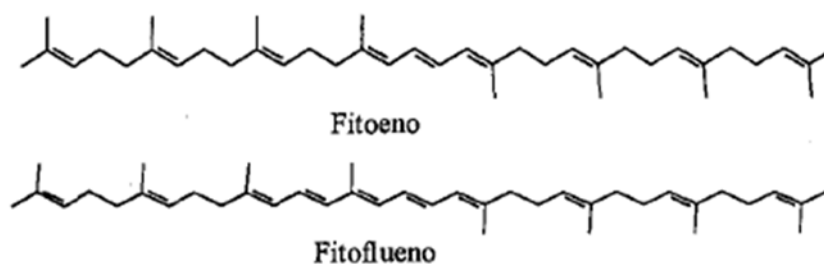


FIGURA 2
Estructuras químicas de fitoeno y fitoflueno



Debido a su estructura, los carotenoides están sujetos a muchos cambios químicos inducidos por las distintas condiciones de procesamiento que se emplean en la industria alimentaria. Por ello, desde un punto de vista nutricional, es de gran importancia conocer qué factores intervienen en la degradación de estos compuestos, ya que su pérdida, además de producir cambios en el color del alimento, conlleva una disminución de su valor nutritivo.

ESTABILIDAD DE CAROTENOIDES

Los carotenoides son pigmentos estables en su ambiente natural, pero cuando los alimentos se calientan, o cuando son extraídos en disolución en aceites o en disolventes orgánicos, se vuelven mucho más lábiles. Así, se ha comprobado que los procesos de oxidación son más acusados cuando se pierde la integridad celular, de forma que en alimentos vegetales triturados, la pérdida de compartimentación celular pone en contacto sustancias que pueden

modificar estructuralmente, e incluso destruir los pigmentos. No todos los tipos de cocinado afectan en la misma medida a los carotenoides, de forma que la pérdida de estos pigmentos aumenta en el siguiente orden: cocinado con microondas < cocinado al vapor < hervido < salteado (1).

Los carotenoides, excepto algunas excepciones, son insolubles en agua y por lo tanto las pérdidas por lixiviación durante el lavado y procesamiento de frutos son mínimas. Otros tratamientos empleados en las industrias alimentarias, como por ejemplo el tratamiento a alta presión, parecen no afectar significativamente a los niveles de carotenoides en diversos productos vegetales. El escaldado industrial de los alimentos puede producir pérdidas de carotenoides, si bien la inactivación enzimática que produce previene pérdidas posteriores durante el procesado y almacenamiento. En cambio, la congelación, la adición de antioxidantes y la exclusión del oxígeno (vacío, envases impermeables al oxígeno, atmósfera inerte) disminuyen las pérdidas durante el procesado y almacenamiento de los alimentos (1).

La destrucción de estos pigmentos reduce el valor nutritivo de los alimentos e induce una decoloración y una pérdida de sus características organolépticas. El grado de decoloración va a depender fundamentalmente de la presencia de agentes oxidantes en el medio (sobre todo oxígeno molecular) y de que se comunique energía suficiente para que la reacción de degradación tenga lugar. La energía se aporta en forma de luz o calor. La reacción de decoloración supone la pérdida de conjugación de la molécula y, en principio, no tiene por qué implicar la rotura del esqueleto hidrocarbonado, por lo que cualquier factor capaz de interrumpir la deslocalización electrónica existente, podría producir pérdida de color. Si las condiciones oxidantes son débiles y la energía suministrada no es suficiente, se vuelve a restaurar el orbital molecular con la posibilidad de que la estructura adopte la configuración cis o trans, en función de que haya habido rotación en el enlace. Si las condiciones son muy severas, el grado de degradación progresa, fragmentándose entonces el pigmento.

En resumen puede decirse que los factores que influyen en la degradación de carotenoides en sistemas modelo son varios, como por ejemplo estructura del carotenoide, exposición a la luz, actividad de agua, temperatura, presencia de oxidantes o antioxidantes, presencia de sulfitos, etc. Estos estudios de estabilidad, sin embargo, son más complejos en los alimentos, debido a sus diferencias estructurales y de composición, diferentes tipos de procesados industriales, etc.

EFFECTO DE LA OXIDACIÓN

La degradación de los carotenoides se debe fundamentalmente a reacciones de oxidación, ya sean no enzimáticas o debidas a enzimas como las lipoxigenasas, y se presenta generalmente durante el secado de frutas y vegetales. Los primeros datos que existen sobre oxidación de carotenoides son los de Cole y Kapur, quienes conjugan las variables oxígeno y temperatura en la degradación del licopeno. La interacción de los carotenoides con algunos constituyentes de los alimentos ejerce un efecto protector contra dichas reacciones, de tal forma que se oxidan más rápidamente cuando se extraen del fruto o se purifican. Es decir, la intensidad de la oxidación de los carotenoides depende de si el pigmento se encuentra in vivo o in vitro y de las condiciones ambientales. Por ejemplo el licopeno, pigmento responsable de la coloración de los tomates, es muy estable en ese fruto, pero extraído y purificado es muy lábil. Al igual que con los lípidos, la oxidación de los carotenoides se acelera por la temperatura, la presencia de metales, luz y enzimas y se reduce por la adición de antioxidantes. Los alimentos que contienen antioxidantes, como tocoferoles o vitamina C, conservan mejor los carotenoides y por tanto, su color.

En los alimentos procesados, el mecanismo de oxidación es complejo y depende de muchos factores. Los pigmentos pueden auto oxidarse por reacción con oxígeno atmosférico a velocidades que dependen de la luz, el calor y la presencia de pro- y antioxidantes, como ya se ha comentado. El mecanismo de oxidación de los carotenoides, a diferencia del de los lípidos, no está totalmente claro. Al parecer estos procesos oxidativos implican reacciones de epoxidación, formación de apocarotenoides (carotenoides de menos de 40 átomos de carbono) e hidroxilación, obteniéndose finalmente compuestos de bajo peso molecular similares a los que aparecen como consecuencia de la oxidación de ácidos grasos. Debido a estos procesos, los carotenoides, tras perder su color y sus propiedades beneficiosas para la salud, dan lugar a compuestos aromáticos que en algunos casos son agradables (té, vino) y en otros no (zanahoria deshidratada).

Hasta aquí se ha expuesto la acción del oxígeno, sin embargo también el ozono influye en la estabilidad de los carotenoides. En un interesante ensayo se comprobó el efecto que una corriente continua de agua saturada de oxígeno y ozono a 30°C ejercía sobre una serie de carotenoides (todo-trans-b -caroteno, 9-cis-b -caroteno, b -criptoxantina y licopeno) adsorbidos en fase sólida (C₁₈) . Se comprobó que aproximadamente el 90% de todo-trans-b -caroteno, 9-cis-b -caroteno y b -criptoxantina se perdía después de 7 horas de exposición al ozono. Una pérdida de licopeno cuantitativamente similar se producía en sólo 1 hora. Cuando los

citados carotenoides fueron sometidos a la acción del oxígeno, todos, a excepción de la b -criptoxantina, se degradaban a menor velocidad. En este estudio la mayor velocidad de degradación corresponde al licopeno, y la menor al 9-cis-b -caroteno (licopeno > b -criptoxantina > todo-trans-b -caroteno > 9-cis-b -caroteno).

En los últimos años se han realizado una serie de estudios que confirman que la encapsulación de carotenoides los hacen más manejables y estables frente a la oxidación.

Los carotenoides pueden actuar como pro- o antioxidantes dependiendo del potencial redox de la molécula y del entorno, entre otros factores. La propia inestabilidad de los carotenoides en procesos oxidativos se corresponde con una alta protección para otros compuestos frente a agentes oxidantes. Los carotenoides que contienen 9 o más dobles enlaces conjugados pueden inactivar ciertas formas reactivas de oxígeno, como el oxígeno singlete. En este sentido, el b -caroteno posee como característica importante, que lo diferencia del resto de antioxidantes solubles en grasas (como la vitamina E), la de ser más efectivo a bajas presiones de oxígeno.

EFFECTO DE LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA

Los carotenoides pueden sufrir oxidación acoplada en presencia de lípidos a velocidades que dependen del sistema. El efecto de la composición lipídica ha sido objeto de varios estudios, sobre todo en productos derivados del pimiento rojo, donde se ha demostrado que el cambio del perfil lipídico de un medio poliinsaturado a otro mono insaturado mejora la estabilidad de los carotenoides. El estudio de la velocidad de degradación de carotenoides esterificados y no esterificados del pimiento rojo indicó que el que se degrada a menor velocidad es capsorrubina, seguido de zeaxantina, capsantina y b -caroteno. Asimismo, se comprobó que capsantina y capsorrubina y sus ésteres se degradaban a la misma velocidad, mientras que los ésteres de zeaxantina se degradaban más rápido que el pigmento libre, presumiblemente debido a que dicho pigmento está esterificado principalmente por el ácido graso poliinsaturado linolénico.

En otro interesante estudio, se evaluó el comportamiento de clorofila a y b -caroteno durante tratamientos térmicos en sistemas modelo de lípidos. La tasa de degradación de ambos pigmentos fue mayor en metil estearato, seguida por metil oleato y metil linoleato. Es decir, la reacción entre el carotenoide y los radicales libres se minimiza en presencia de metil linoleato, posiblemente debido a la mayor reactividad de éste con el oxígeno. No obstante, en otra investigación se llegó a la conclusión

contraria, es decir, que el β -caroteno es más inestable que el ácido linolénico y, por tanto, puede proteger a éste durante tratamientos térmicos.

Teniendo en cuenta los estudios a los que se ha hecho referencia en este apartado, queda claro que existen resultados contradictorios en relación a la influencia del contenido lipídico en la estabilidad de los carotenoides frente a los procesos oxidativos, y que la presencia de otros compuestos en los alimentos podría influir en los resultados.

EFFECTO DE LA ESTRUCTURA

Las diferencias de estabilidad entre los distintos carotenoides está influenciada por su estructura individual. La reactividad de estos pigmentos en reacciones de captación ("scavenging") de radicales, en general, disminuye al disminuir el número de dobles enlaces coplanares y debido a la presencia de grupos hidroxilos y carbonilos. La reactividad, por tanto, disminuye de los carotenos a los hidroxicarotenoides y de estos a los cetocarotenoides. El licopeno es el mejor captador de radicales libres, debido a sus 11 dobles enlaces conjugados. En el caso del β -caroteno, dos de sus dobles enlaces conjugados no son coplanares con la cadena poliénica, de ahí que presente una menor reactividad que el licopeno. La diferencia existente entre la β -criptoxantina y el β -caroteno es la presencia de un grupo hidroxilo en el C3 de aquella, cambio que no implica una importante variación de reactividad con respecto al β -caroteno. Se ha comprobado, en cambio, que cuando cada anillo de β -ionona contiene un grupo hidroxilo (como ocurre en la zeaxantina), dicha variación sí es patente. En otro estudio también se comprobó, teniendo en cuenta tres sistemas oxidantes distintos, que el licopeno era más reactivo que el β -caroteno, siéndolo los dicetocarotenoides astaxantina y cantaxantina mucho menos, atribuyendo la escasa reactividad de los cetocarotenoides, a pesar de la presencia de dobles enlaces conjugados adicionales debidos a los grupos ceto, a la existencia de sustituyentes en las posiciones C-4 y C-4'.

La configuración geométrica de los carotenoides implica también diferencias en cuanto a estabilidad de los mismos. En un sistema modelo acuoso el todo-trans- β -caroteno es ligeramente más sensible al ozono que el 9-cis- β -caroteno, sin embargo, en presencia de oxígeno, éste último isómero es bastante menos sensible a la oxidación. Por otro lado, la estabilidad de los dos isómeros anteriormente citados no difería significativamente en un medio lipídico en caliente. En contraste, en otro trabajo llevado a cabo en una microalga se observó que el 9-cis- β -caroteno se degradaba con mayor rapidez que el todo-trans- β -caroteno en

presencia de agentes oxidantes . Parece ser que sistemas con 9-cis-b -caroteno presentan una menor acumulación de hidroperóxidos y que el isómero 9-cis posee una mayor potencia antioxidante que el todo-trans-b -caroteno . Se ha sugerido que la mayor reactividad de la molécula cis en relación con los radicales libres es debida a una mayor interferencia estérica entre las dos partes al otro lado del doble enlace cis, aunque en la actualidad, no existe una explicación aparente de estas discrepancias.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA

La influencia de la temperatura en la estabilidad de los pigmentos es clara; tanto para reacciones anhidras como hidratadas, siempre actúa como acelerador de la reacción de degradación. Por lo general, los carotenos con mayor actividad biológica son aquellos que tienen todos sus dobles enlaces en forma del isómero trans, que se transforman parcialmente en la forma cis durante tratamientos térmicos en ausencia de oxígeno; esta reacción de isomerización se puede efectuar durante el proceso de esterilización de productos enlatados, con lo que se pierde parte del poder vitamínico de los carotenos. Estudios recientes revelan que la degradación del b -caroteno y licopeno debida a diferentes condiciones de calentamiento sigue una cinética de primer orden. En uno de estos estudios se evaluó el efecto del calentamiento de una disolución de b -caroteno-todo-trans en horno (50, 100, 125 y 150°C) y a reflujo (70°C), comprobándose que, en el caso del tratamiento térmico en horno, los isómeros formados mayoritarios fueron 13-cis-b -caroteno y 13,15-di-cis-b -caroteno, mientras que como consecuencia del calentamiento a reflujo, se favorecía la formación de 13-cis-b -caroteno. Asimismo, se ha comprobado que el calentamiento del b -caroteno a diferentes temperaturas (60 y 120°C) en sistemas modelo de lípidos con distinto grado de insaturación, conduce a la aparición de cuatro isómeros cis (9-cis-, 13-cis-, 15-cis- y 13,15-di-cis-b -caroteno) . En cuanto al a -caroteno, parece ser que su degradación como consecuencia de la acción de la luz o el calor, sigue también una cinética de primer orden . El calentamiento del todo-trans-b -caroteno a 50°C o 100°C durante media hora no produce grandes pérdidas, si bien cuando la temperatura es de 150°C las pérdidas si son notorias, habiéndose comprobado que los fenómenos de termoisomerización y fotoisomerización son más acusados en el a -caroteno que en el b -caroteno . Con respecto al licopeno, un estudio reciente ha puesto de manifiesto que como consecuencia del calentamiento de disoluciones modelo de este pigmento a 50, 100 y 150°C se forman hasta seis isómeros distintos: dos di-cis-isómeros, 5-cis, 9- cis,13- cis y 15- cis-licopeno.

Debido a su importancia nutricional como fuente de carotenos, muchos de los estudios de estabilidad de estos compuestos se han realizado en zanahorias y productos derivados. En algunos de estos estudios se ha evaluado el impacto del escaldado, empleado para inactivar la lipoxigenasa, en el contenido de los carotenoides. La influencia de este tratamiento en los niveles de a - y b -caroteno en la pulpa y en el zumo de zanahorias ha sido objeto de estudio por parte de Bao y Chang . El escaldado (previo a la obtención de pulpa o zumo) en agua hirviendo y en una solución de ácido acético hirviendo durante 5 minutos, produce una retención de estos compuestos del 35,4% y el 31,7% en la pulpa, respectivamente, con respecto al contenido de estos pigmentos en las zanahorias frescas, mientras que en la pulpa no escaldada, la retención fue sólo del 18% . En cuanto a los zumos, tanto escaldados como frescos, una vez obtenidos se calentaron a 82°C antes de ser transferidos a latas de metal, siendo sometidos a continuación a distintos tratamientos: esterilización a 115,6°C durante 25 minutos, esterilización a 121,1°C durante 10 minutos, concentración en rotavapor a 40-50°C y liofilización. Se comprobó que dentro de cada grupo de zumos, el escaldado reducía la retención de carotenos. Exceptuando el zumo fresco, los zumos no escaldados tratados a 115,6°C y los zumos no escaldados concentrados, fueron los que retuvieron un mayor porcentaje de los carotenos estudiados (51,3 y 51,2%, respectivamente) .

También se ha estudiado el efecto del escaldado de zanahorias de la variedad Kintoki en los niveles de licopeno, que es el carotenoide mayoritario en esta variedad, y b -caroteno . El escaldado en agua a diferentes temperaturas (50, 70 y 90°C) durante 15 minutos mantiene los niveles de licopeno bastante estables independientemente de las temperaturas ensayadas, si bien el contenido de b -caroteno disminuye ligeramente como consecuencia del escaldado a 90°C.

Howard et al. estudiaron el efecto de diferentes temperaturas y tiempos de esterilización (118,3°C durante 34,2 min, 121,1°C durante 29,2 min y 123,9°C durante 27°C) en el contenido total de carotenoides de zanahorias, comprobando que no difería mucho en función de los distintos métodos de esterilización ensayados.

El efecto de diferentes formas de cocinar zanahorias en los niveles de a - y b -caroteno ha sido evaluado recientemente , comprobándose que a menor tiempo y temperatura de cocinado y contacto con agua, mayor es la retención de carotenoides. De entre las distintas formas de cocinado evaluadas (al vapor, cocidas a presión, trituras, etc), la cocción de las zanahorias en agua y sin presión resultó ser la que producía una mayor retención de los carotenoides estudiados. Por su parte, Sulaeman et al. estudiaron los cambios en el contenido de carotenoides en zanahorias

escaldadas y posteriormente fritas en diferentes aceites (canola, palma y soja parcialmente hidrogenada) y a diferentes temperaturas (165, 175 y 185°C), comprobando que, los niveles de carotenoides diferían significativamente en función de la temperatura pero no en función del aceite empleado para una misma temperatura.

El efecto de la temperatura en los niveles de carotenoides en otros alimentos también está siendo objeto de estudio en la actualidad. Abushita et al. estudiaron el efecto de las altas temperaturas a las que es sometido el tomate durante su procesado industrial en el contenido de estos pigmentos, llegando a la conclusión de que la distribución cualitativa de carotenoides en el tomate no procesado y en el producto final, pasta de tomate, era idéntica. El contenido total de todo-trans-licopeno en la pasta aumentó considerablemente con respecto a fruto fresco debido, probablemente, a la eliminación de la piel y las semillas y a la evaporación de agua, si bien el contenido de todo-trans- β -caroteno en la pasta descendió considerablemente y aumentó el nivel del isómerocis, porque el tratamiento térmico favorece los procesos de isomerización. En el caso del licopeno, los niveles del isómero cis- apenas variaron como consecuencia del procesado.

En cuanto al efecto de la pasteurización (90°C, 30 s) en zumos de naranja de la variedad Valencia, se ha comprobado que la variación en el contenido total de carotenoides es significativa. Los cambios cualitativos en el perfil de carotenoides fueron notorios, de forma que los niveles de los carotenoides 5,6-epóxido cis-violaxantina y anteraxantina, pigmentos mayoritarios en el zumo fresco, descendieron como consecuencia del tratamiento térmico, siendo los carotenoides más importantes en términos cuantitativos en el zumo procesado luteína y zeaxantina. En los carotenoides provitamínicos, β -criptoxantina y a - y β -caroteno, no se observaron pérdidas significativas.

EFEECTO DE LA LUZ

La acción intensa de la luz sobre los carotenos induce su ruptura con la consiguiente formación de compuestos incoloros de bajo peso molecular. Estas reacciones tienen mucha importancia en la industria alimentaria ya que los carotenos pierden, además de su función biológica de provitamina A, su color característico. Existen investigaciones en las que se estudia la relación existente entre la pérdida de pigmentos, la exposición a la luz y la presencia de ácidos grasos, encontrándose que la insaturación de los ácidos grasos protege en estas condiciones a los pigmentos. Existen estudios que demuestran que la degradación del β -caroteno debida a la iluminación con luz fluorescente sigue un modelo de primer orden, favoreciendo dicha iluminación la formación de 13,15-di-

cis-b -caroteno . En cuanto al a -caroteno, como ya se ha comentado con anterioridad, la reacción también sigue una cinética de primer orden, siendo la fotoisomerización mayor que en el caso del b -caroteno. El principal isómero que aparece como consecuencia de la iluminación con luz fluorescente es el 13-cis-a -caroteno . En cuanto al licopeno, se ha puesto de manifiesto que la iluminación de disoluciones modelo con luz fluorescente provoca la formación de 5 isómeros diferentes: di-cis, 5-cis, 9- cis, 13- cis y 15- cis-licopeno.

EFFECTO DEL PH

Los carotenoides extraídos son relativamente resistente a valores de pH extremos, los ácidos y álcalis pueden provocar isomerizaciones cis/trans de ciertos dobles enlaces, reagrupamientos y desesterificaciones, lo cual debe ser tenido en cuenta a la hora de manipularlos en laboratorio con fines analíticos. Así, por ejemplo, algunas xantofilas como fucoxantina y astaxantina, son excepcionalmente lábiles al medio alcalino, de ahí que a la hora de analizar fuentes naturales de estos carotenoides se recomienda no saponificar el extracto de pigmentos.

No obstante, volviendo a la estabilidad de los carotenoides en los alimentos, hay que tener en cuenta que los epoxicarotenoides son muy inestables en medio ácido, lo cual tiene una gran importancia debido a la acidez inherente de algunos alimentos en particular. Este hecho es conocido tanto en la elaboración de zumos como en vegetales fermentados, donde las condiciones ácidas del proceso promueven algunas conversiones espontáneas de los grupos 5,6 y 5',6'-epóxidos a 5,8 y 5',8'-furanoides (Figura 3). En un reciente estudio se ha sugerido que el importante cambio en el perfil de carotenoides del mango como consecuencia del procesado, puede ser debido a estas reacciones. En este estudio se observó que mientras que en la fruta fresca el principal carotenoide era violaxantina, en el producto procesado como zumo dicho carotenoide no se detectaba, aunque sí era apreciable la cantidad de auroxantina, no presente en la fruta fresca. Este hecho podría explicarse como consecuencia de la conversión de los grupos 5,6-epóxido de la violaxantina en 5,8-furanoides de la auroxantina, posiblemente debido a la liberación de ácidos orgánicos del mango durante el procesado industrial.

FIGURA

3

Conversión de carotenoides 5,6-epóxidos en 5,8-furanoides



Estas isomerizaciones también se han descrito en los procesos fermentativos que tienen lugar en el procesamiento de las aceitunas.

EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO

Por otro lado, el efecto del almacenamiento sobre los carotenoides va a depender, indudablemente, de las condiciones en las que se lleve a cabo. En un interesante estudio se han evaluado los cambios que tienen lugar en a -caroteno, b -caroteno y luteína cuando se mantienen en la oscuridad a diferentes temperaturas (4°C, 25°C y 45°C) y cuando se almacenan a 25°C expuestos a la luz. Para ello utilizaron carotenoides en polvo liofilizados, obtenidos a partir de zanahorias. Los resultados revelaron que los niveles de las formas todo-trans de estos tres carotenoides disminuían al aumentar la temperatura de almacenamiento o el tiempo de iluminación. Los isómeros mayoritarios formados durante el almacenamiento al abrigo de la luz fueron 13-cis-a-caroteno, 13-cis-b -caroteno y 13-cis-luteína. La iluminación, en cambio, favorece la formación de 9-cis-a -caroteno, 9-cis-b -caroteno y 9-cis-luteína.

Wagner y Warthesen evaluaron la estabilidad de a - y b -caroteno en polvo de zanahoria encapsulado en diferentes tipos de almidón hidrolizado, comprobando que la degradación de los carotenos estudiados como consecuencia del almacenamiento a temperaturas comprendidas entre 37°C y 65°C, seguía una cinética de primer orden. No todos los tipos de almidón hidrolizado empleados para encapsular el producto fueron igual de eficientes, comprobándose que el de 36.5 equivalentes de dextrosa mejoraba la retención de carotenos en comparación con el resto (4, 15 y 25 equivalentes de dextrosa). Los resultados del estudio muestran que la encapsulación aumentaba la vida media del producto a 21°C entre 70 y 220 veces, en función del tipo de almidón empleado. En cuanto al efecto de la luz, se observó que la retención de los carotenos estudiados en las muestras expuestas a la luz y en la muestra mantenida en la oscuridad tras ocho semanas era prácticamente la misma, sugiriéndose que la degradación de carotenos en polvo de zanahoria encapsulado se debía fundamentalmente a procesos de autooxidación.

Oruña-Concha et al. evaluaron la evolución de clorofilas a y b, b -caroteno y luteína en judías verdes frescas y escaldadas y en pimientos de Padrón almacenadas durante un año a -22°C. En las

judías verdes no escaldadas se comprobó que los niveles de los pigmentos disminuían sensiblemente durante el primer mes de almacenamiento, estabilizándose después, aunque en el caso del β -caroteno también hubo pérdidas durante el segundo mes antes de la estabilización. En el caso de las judías escaldadas los resultados fueron similares, si bien la retención de carotenoides fue mayor debido a la inactivación de la lipoxigenasa como consecuencia del escaldado. En cuanto a los pimientos de Padrón, los niveles de los pigmentos estudiados permanecieron más o menos constantes a lo largo de todo el estudio.

Selim et al. estudiaron la cinética de degradación de los carotenoides del azafrán, principalmente crocinas, encapsulados en tres matrices diferentes, pululan y dos polivinilpirrolodonas (PVP), PVP40 y PVP360, comprobando que la encapsulación los protegía de la oxidación. Las crocinas son carotenoides hidrosolubles, por lo que los ensayos se realizaron a diferentes actividades de agua y en la oscuridad a 35°C. Los resultados del estudio indicaron que la encapsulación con PVP40 era la que reducía en mayor medida la velocidad de oxidación en todas las condiciones de almacenamiento ensayadas.

Choi et al. estudiaron la relación existente entre la retención de vitamina C y la estabilidad de los pigmentos presentes en el zumo de naranja durante su almacenamiento durante 7 semanas a 4,5°C. Para ello emplearon muestras de zumo de naranja de la variedad Moro, de color rojizo debido a la presencia de pigmentos antocianos y carotenoides. Comprobaron que la degradación de la vitamina C estaba correlacionada linealmente ($r > 0.93$) con la pérdida de antocianos. En el caso de los carotenoides, se observó que las pérdidas eran menos sensibles que en el caso de los antocianos, debido al efecto estabilizante de la vitamina C, que protege a los carotenoides de procesos oxidativos.

ANEXOS N° 7



DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO (FOTOS)

DIAGRAMA DEL PROCESO

EXTRACCION DEL COLORANTE NORBIXINA A PARTIR DE LA SEMILLA DE ACHIOTE Y SU APLICACIÓN EN UN EMBUTIDO

1. SEMILLA DE ACHIOTE



1.1.

SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO



1.2. EXTRACCION Y RE-EXTRACCION DEL COLORANTE DE LA SEMILLA DE
ACHIOTE



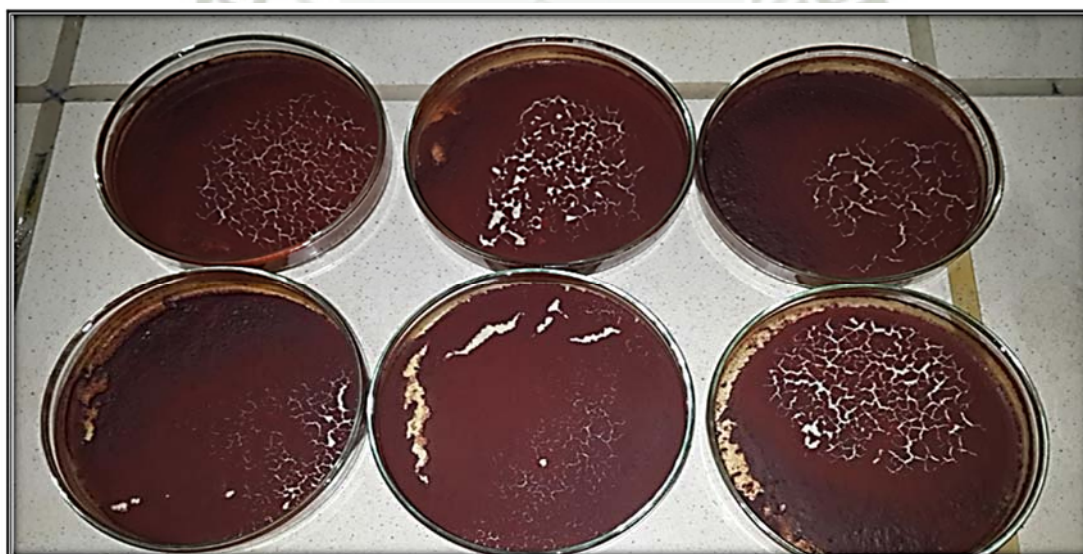
2. DECANTACION

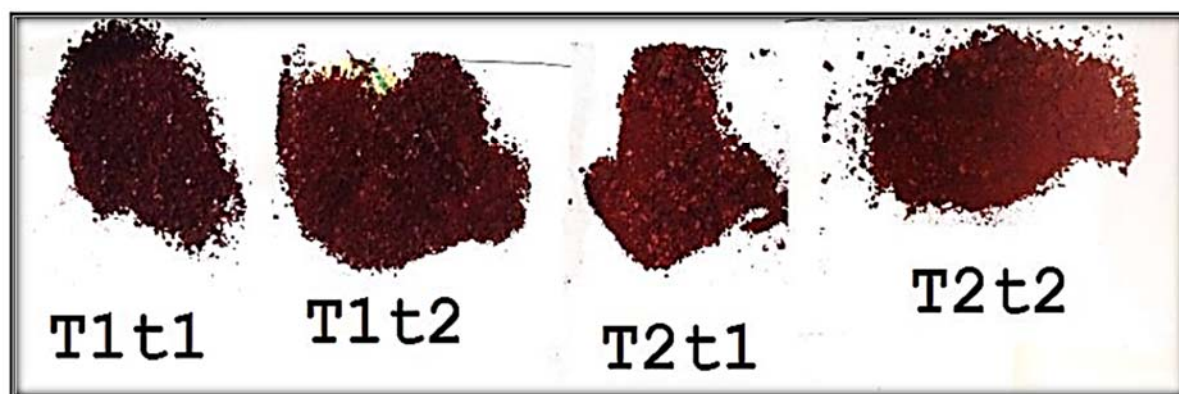


3. PRECIPITACION



SECADO



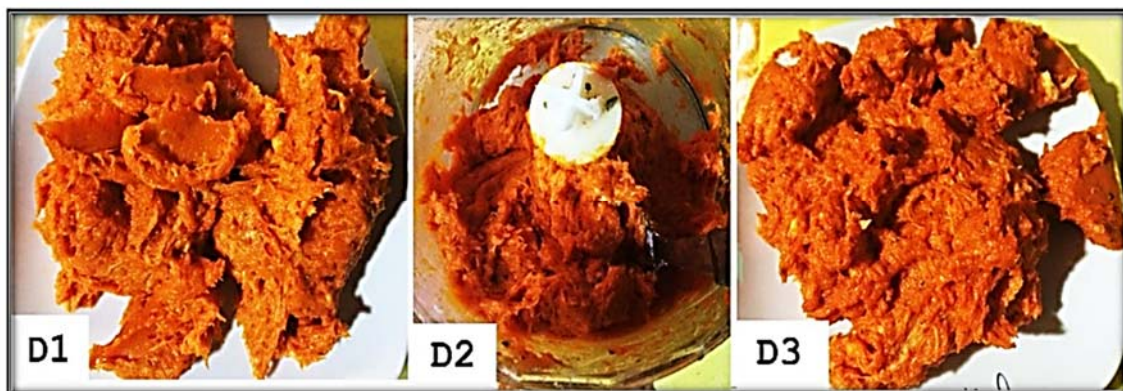


FORMULACION



**APLICACIÓN DE LA FORMULACION DE NORBIXINA HIDROSOLUBLE EN LA
PREPARACION DE LA SALCHICHA HUACHANA**





ANEXOS N° 8



COTIZACION DE TERRENO



grupomontealto
CONSULTORES INMOBILIARIOS

ESTIMADO SR. JESUS FERNANDEZ.-

LE ENVIÓ LA COTIZACIÓN DE ACUERDO A LO CONVERSADO.

TERRENO, EN AV. JACINTO IBAÑEZ A UNA CUADRA DE LOS BANCOS ,CREDITO, CONTINENTAL,
SCOTIABANK, EN EL PARQUE INDUSTRIAL CERCADO DE AREQUIPA

- SUPERFICIE 3850 M2.
- PRECIO ANTERIOR US\$ 800.00
- PRECIO DE OCASION US\$ 600.00

TRATAR A LOS TELEFONOS 993741210 - 950313565 COMPLETAMENTE SANEADO LISTO PARA
TRASPASO, CUALQUIER CONSULTA NO DUDE EN COMUNICARSE CON NOSOTROS.

Ubicación del Inmueble

