



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**



---

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y  
FITOQUÍMICAS DEL ACEITE DE RICINO GENERADO EN  
SEMILLAS DE ECOTIPOS AUTÓCTONOS DE HIGUERILLA  
(*Ricinus communis*), EN TUNGURAHUA Y MANABÍ”.**

---

*Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI) presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Bioquímica otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.*

**Autora:** María de Lourdes Correa Salgado.

**Tutor:** Dr. Carlos Rodríguez. PhD

**Ambato - Ecuador**

**2014**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FITOQUÍMICAS DEL ACEITE DE RICINO GENERADO EN SEMILLAS DE ECOTIPOS AUTÓCTONOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis*), EN TUNGURAHUA Y MANABÍ”, realizado por la Egda. María de Lourdes Correa Salgado, certifico que el trabajo fue realizado por la persona indicada.

Considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Octubre de 2014

---

Dr. Carlos Rodríguez M.; Ph.D

**TUTOR DE TESIS**

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación “ANÁLISIS COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y FITOQUÍMICAS DEL ACEITE DE RICINO GENERADO EN SEMILLAS DE ECOTIPOS AUTÓCTONOS DE HIGUERILLA (*Ricinus communis*), EN TUNGURAHUA Y MANABÍ”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de la autora.

Ambato, Octubre de 2014

---

María de Lourdes Correa Salgado

180391938-8

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA**

Los miembros del tribunal de grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Octubre de 2014

Para constancia firman:

\_\_\_\_\_  
**Presidenta del Tribunal**

**Ing. Gladys Navas**

\_\_\_\_\_  
**Miembro del Tribunal**

**Ing. Mauricio Calle**

\_\_\_\_\_  
**Miembro del Tribunal**

**Ing. Cecilia Carpio**



## DEDICATORIA

*Clama a Jehová tu Dios y él te responderá y  
te mostrará cosas grandes y ocultas que no conoces.*

Jeremías 33:3

**Aimeé Magdalena Salgado  
Castillo.**

Siempre en mi vida tú has estado,  
coraje y honestidad me has  
inculcado,  
siempre amiga incondicional,  
tu definición es amor y sensibilidad.

**Gabriela Isabel Yánez Arcos.**

De por medio confianza inigualable,  
ser símil a mí y la ves tan distante,  
compañera, amiga leal e  
inseparable,  
“enzima” de mi vida indispensable

**Franklin Altemar Poma Preciado.**

Sueño que creí no volver a tener,  
quimera espontánea de amor  
descontrolado,  
lazo afianzado imposible de  
romper,  
aliado, confidente, amigo  
enamorado.

**Ricardo.**

Pequeño peluche con vida  
de ojitos consoladores,  
de corazón fastuoso,  
cómplice de cada noche.

## AGRADECIMIENTO

***Mientras el río corra, los montes hagan sombra y en el cielo haya estrellas, debe durar la memoria del beneficio recibido en la mente del hombre agradecido*** (Virgilio).

Agradezco:

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios de tercer nivel, enriqueciendo mis conocimientos, a mis compañeras: Cristina Acosta, Gabriela Bassante, Jessica Chamorro, Abigail Poveda y Gabriela Yáñez, por cada momento compartido a lo largo de la carrera.

A los laboratorios de la Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA), y a su coordinador, Sr. Ramiro Velastegui Ph.D., a los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador y a su analista Dra. Rita Urgilés MSc., y a los laboratorios de Control de Calidad de EMPACEM S.A. y a su jefe de departamento, Sr. Ing. Hernán Aldaz. Lugares y personajes que permitieron la realización de la parte experimental de este proyecto.

Al Sr. Carlos Rodríguez Ph.D., por la dedicación, tiempo y confianza depositada en mí, siendo una guía, un amigo y un mentor.

A mi familia, Ing. Aimeé Salgado, Lcda. Clara Elena Castillo, Coronel Eduardo Castillo, su esposa Sra. Gladys Rodríguez, a mi nana, Srta. María Yauli, a mi hermano Esteban Correa, a mi primo Pedro Salgado a mis amigos, Dr. Roman Rodríguez, Ing. Franklin Poma, Ing. Henry Pánchez, Ing. Guillermo Salazar, Ing. Dolores Robalino, Ing. Jorge Lozada, Ing. Jorge Vélez, Ing. María José Lozada, Ing. David Garcés, Ing. Gabriela Yáñez, Sra. Susana Palacios, Lorena Villacreses, José Antonio Lozada, Cecilia Chasi, María Belén Guerrero, Blanca Saeteros, Abigail Poveda, Andrea Villacreses, Javier Garzón, quienes directa o indirectamente han intervenido en la realización de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

Tema	i
Aprobación del tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice general de contenidos	vii
Índice de Tablas	xii
Índice de anexos	xiv
Resumen	xxv
Summary	xxvi

### B. TEXTO

#### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tema de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema	
1.2.1. Contextualización	1
1.2.1.1. Macro	1
1.2.1.2. Meso	1
1.2.1.3. Micro	2
1.2.2. Análisis Crítico	
1.2.2.1. Diagrama Causa-Efecto	4
1.2.3. Prognosis	4
1.2.4. Formulación del problema	4
1.2.5. Preguntas directrices	5
1.3. Justificación	5

1.4. Objetivos	
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	6

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes investigativos.	
2.1.1. Generalidades de la planta de higuierilla.	7
2.1.2. Propiedades fitoquímicas de la higuierilla.	9
2.1.3. La semilla de ricino.	13
2.1.4. Técnicas de obtención de aceite de ricino.	15
2.1.4.1. Obtención de aceite de ricino por prensado en frío.	15
2.1.4.2. Obtención de aceite de ricino por prensado en calor.	16
2.1.4.3. Obtención de aceite de ricino por extracción química.	16
2.1.5. Propiedades fisicoquímicas del aceite de ricino.	17
2.1.6. Utilidades.	19
2.1.7. La higuierilla en el Ecuador.	21
2.2. Fundamentación filosófica.	26
2.3. Fundamentación legal.	27
2.4. Categorías fundamentales.	25
2.5. Hipótesis.	
2.5.1. Hipótesis Nula.	31
2.5.2. Hipótesis Alternativa.	31
2.6. Señalamiento de variables.	31

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1. Enfoque.	32
3.2. Modalidad básica de la investigación.	32

3.3. Nivel o tipo de investigación.	32
3.4. Población y muestra.	32
3.5. Operacionalización de variables.	34
3.6. Recolección de información.	
3.6.1. Extracción de aceite a partir de ecotipos autóctonos de semillas de higuera ( <i>Ricinus communis</i> ).	
3.6.1.1. Recolección de muestras.	35
3.6.1.2. Caracterización física del suelo.	
3.6.1.2.1. Determinación del pH.	35
3.6.1.2.2. Determinación de la conductividad.	36
3.6.1.2.3. Determinación de la humedad.	36
3.6.1.2.4. Determinación del porcentaje de materia orgánica.	37
3.6.1.3. Dimensionamiento de las semillas.	37
3.6.1.4. Relación Cáscara-Almendra.	37
3.6.1.5. Determinación del contenido gravimétrico de agua en las semillas.	38
3.6.1.6. Extracción de aceite por método químico.	39
3.6.1.7. Extracción de aceite por método mecánico.	40
3.6.2. Determinación de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la costa y de la sierra.	
3.6.2.1. Análisis fitoquímico.	41
3.6.2.2. Determinación de la densidad relativa.	42
3.6.2.3. Determinación de la viscosidad.	44
3.6.2.4. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.	45
3.6.2.5. Determinación de cenizas.	46
3.6.2.6. Determinación del color.	46
3.6.3. Determinación de analogías y diferencias existentes en las muestras de aceite de ricino de la zona costera y de la zona andina.	
3.6.3.1. Análisis estadístico de las propiedades físicas de la semilla.	48
3.6.3.2. Análisis estadístico de los resultados obtenidos a partir de análisis físicos y fitoquímico del aceite de higuera.	50

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4. Análisis de los Resultados.	
4.1. Extracción de aceite a partir de ecotipos autóctonos de semillas de higuera ( <i>Ricinus communis</i> ).	
4.1.1. Recolección de muestras.	52
4.1.2. Caracterización físico-química del suelo.	52
4.1.3. Dimensionamiento de las semillas.	52
4.1.3.1. Ancho de las semillas de higuera.	52
4.1.3.2. Alto de las semillas de higuera.	53
4.1.3.3. Grosor de las semillas de higuera.	54
4.1.3.4. Peso de las semillas de higuera.	55
4.1.4. Relación Cáscara-Almendra.	55
4.1.5. Determinación del contenido gravimétrico de agua en las semillas.	57
4.1.6. Extracción del aceite.	58
4.1.6.1. Extracción del aceite por método químico.	58
4.1.6.2. Extracción de aceite por método mecánico.	58
4.2. Determinación de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la costa y de la sierra.	
4.2.1. Análisis fitoquímico.	59
4.2.2. Determinación de la densidad relativa.	59
4.2.3. Determinación de la viscosidad.	60
4.2.4. Determinación del contenido de humedad.	60
4.2.5. Determinación de cenizas.	61
4.2.6. Determinación del color.	61
4.3. Discusión general del trabajo investigativo.	63
4.4. Verificación de hipótesis.	
4.4.1. Hipótesis Nula.	67
4.4.2. Hipótesis Alternativa.	67

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.	68
Recomendaciones.	69

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1. Datos Informativos.	
6.1.1. Título.	70
6.1.2. Instituciones ejecutoras.	70
6.1.3. Beneficiarios.	70
6.1.4. Ubicación.	70
6.1.5. Tiempo estimado para le ejecución.	70
6.1.6. Equipo técnico responsable.	70
6.2. Antecedentes de la propuesta.	71
6.3. Justificación.	71
6.4. Objetivos.	
6.4.1. General.	72
6.4.2. Específicos.	72
6.5. Análisis de factibilidad.	72
6.6. Fundamentación.	73
6.7. Metodología - modelo operativo.	73
6.8. Administración.	87
6.9. Previsión de la evaluación.	88

### **Referencias**

Bibliografía	89
Anexos	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <b>Clasificación taxonómica de la planta de higuierilla.</b>	7
Tabla 2. <b>Fitoconstituyentes determinados por tamizajes fitoquímicos.</b>	10
Tabla 3. <b>Composición de las semillas de ricino.</b>	14
Tabla 4. <b>Características cuantitativas generales del aceite de ricino.</b>	18
Tabla 5. <b>Aplicación industrial de derivados de aceite de ricino.</b>	20
Tabla 6. <b>Características de la variedad de higuierilla “Portoviejo 67”, creada por el INIAP.</b>	25
Tabla 7. <b>Gamas de colores según el COVENIN 1191:1996</b>	47
Tabla 8. <b>Análisis de varianza para comparar los tratamientos a los que se sometieron las semillas.</b>	49
Tabla 9. <b>Factores de estudio para comparar las características de las semillas.</b>	49
Tabla 10. <b>Análisis de varianza para comparar las características físicas del aceite de ricino de cada cantón.</b>	51
Tabla 11. <b>Factores de estudio para comparar las características físicas del aceite de ricino de cada cantón.</b>	51



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <b>Mapa del modelo de probabilidad de adaptación climática de <i>Ricinus communis</i> en el Ecuador.</b>	3
Figura 2. <b>Métodos de extracción de mezclas aromáticas.</b>	15
Figura 3. <b>Estructura del ácido ricinoleico.</b>	17

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO A

#### DATOS EXPERIMENTALES

Tabla A1. **Coordenadas geográficas del lugar donde se recolectaron las muestras.**

Tabla A2. **Ancho de las semillas de higuera.**

Tabla A3. **Alto de las semillas de higuera**

Tabla A4. **Grosor de las semillas de higuera.**

Tabla A5. **Peso de las semillas de higuera**

Tabla A6. **Relación Cáscara-Almendra en las semillas de higuera.**

Tabla A7. **Humedad de las semillas de higuera (Cáscara-Almendra).**

Tabla A8. **Humedad de las semillas de higuera (Almendra).**

Tabla A9. **Rendimiento químico del aceite de ricino**

Tabla A10. **Rendimiento mecánico del aceite de ricino antes del filtrado.**

Tabla A11. **Rendimiento mecánico del aceite de ricino después del filtrado.**

Tabla A12. **Resultado del tamizaje fitoquímico.**

Tabla A13. **Densidad del aceite de ricino.**

Tabla A14. **Viscosidad del aceite de ricino.**

Tabla A15. **Humedad del aceite de ricino.**

Tabla A16. **Cenizas del aceite de ricino.**

Tabla A17. **Color del aceite de ricino.**

## **ANEXO B**

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

**Tabla B1. Análisis de varianza al 5% de significancia, para el ancho de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B2. Separación de medias para el ancho de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B3. Análisis de varianza para el ancho de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B4. Análisis de varianza para el alto de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B5. Separación de medias para la altura de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B6. Análisis de varianza para la altura de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B7. Análisis de varianza para el grosor de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B8. Separación de medias para el grosor de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B9. Análisis de varianza para el grosor de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B10. Análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B11. Separación de medias para el peso de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B12. Análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B13. Análisis de varianza para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B14. Separación de medias para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B15. Análisis de varianza para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B16. Análisis de varianza para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B17. Separación de medias para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B18. Análisis de varianza para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B19. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B20. Separación de medias para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B21. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B22. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera sin cáscara, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B23. Separación de medias para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera sin cáscara, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B24. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera sin cáscara, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B25. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción química), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B26. Separación de medias para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción química), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B27. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción química), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B28. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción mecánica, sin filtrar), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B29. Separación de medias para el porcentaje aceite de las semillas de higuera extracción mecánica, sin filtrar), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B30. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción mecánica, sin filtrar), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B31. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción mecánica, después del filtrado), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B32. Separación de medias para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción mecánica, después del filtrado), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B33. Análisis de varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuera (extracción mecánica, después del filtrado), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B34. Análisis de varianza de la densidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher**

**Tabla B35. Separación de medias para la densidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B36. Análisis de varianza de la densidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B37. Análisis de varianza de la viscosidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B38. Separación de medias para la viscosidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B39. Análisis de varianza para la viscosidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B40. Análisis de varianza de la humedad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B41. Separación de medias para la viscosidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B42. Análisis de varianza de la humedad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B43. Análisis de varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B44. Separación de medias para las cenizas del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B45. Análisis de varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B46. Análisis de varianza del color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

**Tabla B47. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla B48. Análisis de varianza del color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor., asociado a la prueba F de Fisher.**



**Tabla49. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla50. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Tabla51. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

## **ANEXO C**

### **GRÁFICOS**

**Figura C1.- Diagrama de caja y bigotes para el ancho de las semillas de higerilla.**

**Figura C2- Diferencias estadísticas significativas al 5%, para el ancho de las semillas de higerilla, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C3.- Diagrama de caja y bigotes para el alto de las semillas de higerilla.**

**Figura C4.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, para el alto de las semillas de higerilla, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C5.- Diagrama de caja y bigotes para el grosor de las semillas de higerilla.**

**Figura C6.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el grosor de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C7.- Diagrama de caja y bigotes para el peso de las semillas de higuera.**

**Figura C8.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el peso de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C9.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C10.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C11.- Relación entre porcentajes de cáscara y almendra de las semillas de higuera de cada cantón.**

**Figura C12.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de humedad las semillas de higuera con cáscara, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C13.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de humedad las semillas de higuera sin cáscara, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

**Figura C14.- Comparación entre en el porcentaje de humedad, de las semillas de higuera sin cáscara y de las semillas de higuera con cáscara.**

**Figura C15.- Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción química).**

Figura C16.- **Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción mecánica, antes del filtrado).**

Figura C17.- **Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción mecánica, después del filtrado).**

Figura C18.- **Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera, comparación de la (extracción mecánica y química).**

Figura C19.- **Densidad del aceite de ricino.**

Figura C20.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en la viscosidad del aceite de ricino, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

Figura C21.- **Humedad del aceite de ricino.**

Figura C22.- **Cenizas del aceite de ricino.**

Figura C23.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el color del aceite de ricino.**

## **ANEXO D**

### **ANUARIOS METEOROLÓGICOS**

Anuario Meteorológico Nuevo San Vicente

Anuario Meteorológico Bahía de Caráquez

Anuario Meteorológico Chone

Anuario Meteorológico Baños

Anuario Meteorológico Patate

Anuario Meteorológico Querochaca

## **ANEXO E**

### **SOLUCIONES**

Tabla D1. **Solución Sulfocrómica.**

## **ANEXO G**

### **MANUALES DE USO**

Guía básica de utilización Mobile Field & Office Software Ashtech

Intructions for the use of The Cannon-Fenske Opaque (Reverse-Flow)  
Viscometer

Prensa Piteba

## **ANEXO H**

### **ANÁLISIS FITOQUÍMICOS**

Análisis fitoquímicos de San Vicente

Análisis fitoquímicos de Bahía de Caraquez

Análisis fitoquímicos de Chone

Análisis fitoquímicos de Baños

Análisis fitoquímicos de Patate

Análisis fitoquímicos de Ambato

## Resumen

La higuera es un arbusto que crece silvestre en la mayor parte de las regiones ecuatorianas, por lo que para realizar un análisis comparativo de esta especie según su zona de procedencia, se escogió a las provincias de Manabí y Tungurahua. En Manabí las muestras se recolectaron en San Vicente, Bahía de Caráquez y Chone, en Tungurahua en los cantones Baños, Patate y Ambato.

Al evaluar las características morfométricas de las semillas se establece diferencia estadística significativa, mientras que curiosamente la cantidad de aceite de las semillas de estas zonas es parecido. La influencia climática de cada provincia incide al evaluar humedad de las semillas tanto con cáscara como sin ella, mientras que valores porcentuales de cáscara y almendra son influenciados por suelos y climas de cada cantón.

Estas semillas al someterse al tamizaje fitoquímico muestran en su composición alcaloides y aceites fijos, siendo este último compuesto el que se conoce popularmente como aceite de ricino o de castor, el cual se extrajo por prensado y difusión en solventes.

Al determinar parámetros de densidad, humedad y cenizas del aceite se establece que son muestras homogéneas sin importar su procedencia, ya que sus variaciones no alteran en el resultado estadístico, pero al evaluar la viscosidad y color, se observa variación en el *oleum ricin*, estas características dependen de la zona de recolección de las muestras.

Los resultados obtenidos son fundamentales para futuras investigaciones, que brinden datos específicos de útiles compuestos bioactivos de esta oleaginosa, o establecer a esta planta como un cultivo potencial de la serranía ecuatoriana, mostrando intersecciones entre la agricultura y la biotecnología.

## Summary

The Castor Oil Plant is a wild bush that grows in almost all Ecuadorian regions, for that reason, to make a comparative analysis of this specie; according to its origin zone, two provinces has been chosen Tungurahua and Manabí. The samples were collected in the following cities: San Vicente, Bahía de Caráquez, Chone (Manabí) and Baños, Patate, Ambato (Tungurahua).

The evaluation of morphometric characteristics in castor oil seeds established significant statistical differences, while the oil amount from seeds of all these areas is similar. Seed's moisture is affected by the climatic influences of each one of these provinces; meanwhile the percentage values of peel and almond is influenced by soil and climate on each town.

Phytochemical screening of castor oil seeds showed the presence of alkaloids and fixed oils. Fixed oils are popularly known as castor oil, which was extract by pressing and solvent diffusion.

Determining density, moisture, and ash from oil samples set which are homogeneous regardless of origin; variations do not infer in statistical results, however evaluating viscosity and color, indicated variation in the *oleum ricin* that depend on the collection area of sample.

These results are fundamental for future investigations, to provide specific data of useful bioactive compounds of this oleaginous plant, or to establish this plant as a potential farming in Andes zone of Ecuador, showing intersections between agriculture and biotechnology.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.3. Tema de investigación

Análisis comparativo de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí.

### 1.4. Planteamiento del problema

#### 1.4.1. Contextualización

##### 1.4.1.1. Macro

El interés en el cultivo de higuierilla (*Ricinus communis L.*) está en aumento, especialmente en países latinoamericanos, por su gran potencial agrario y aceptación de la planta en la elaboración y procesamiento de distintos productos. El área sembrada de higuierilla a nivel mundial es de aproximadamente 1.1 millones de hectáreas, los tres principales países productores son: La India, Brasil y China (Soares & de Sousa, 2005; Proaño, 2010).

El aceite que se extrae es utilizado potencialmente en la industria, especialmente en la elaboración de biocombustibles por ser soluble en alcohol y no requerir calor para la transformación del aceite vegetal en combustible. Al ser la oleaginosa con mayor contenido de aceite fijo en su semilla, países como Chile, México, Perú, Colombia y Ecuador, están aprovechando sus suelos marginados aptos para el cultivo de la planta, incrementando su producción, llegando a considerarse un nuevo nicho para la exportación, a mercados europeos como: Alemania, Holanda y Francia (Mazzani, 2007; Proaño, 2010).

##### 1.4.1.2. Meso

Los cultivos energéticos estimulan al desarrollo agroindustrial, generan empleo en zonas rurales y fomentan el desarrollo fabril, gracias a la instalación de plantas de procesamiento de biomasa. La higuierilla brinda

ventajas en un proceso de integración productiva y energética globalizada (Dammert, 2009; Proaño, 2010).

Es un importante recurso fitogenético y un cultivo productivo no alimentario, que ofrece oportunidades de comercialización interna y/o de exportación, en países en desarrollo, presentando niveles económicos y financieros favorables tanto para agricultores como para gremios comercializadores (Pabón, 2009; Rodríguez & Duque, 2010).

Brazil, uno de los principales productores de higuera, genera el 33,8% de la producción mundial, la extensión sembrada tiene un rendimiento promedio de 906 Kg/ha y exporta aproximadamente el 80% de su producción a Estados Unidos (Robles, 1991).

La higuera es conocida también como tártago, en el año 2004 Argentina implantó el plan piloto “Proyecto Tártago Misiones”, evaluando variables agrícolas e industriales, con el fin de instalar una nueva planta industrial y formar una cuenca productora de importancia (Besold, 2006). En el 2007, el gobierno peruano aprobó reglamentaciones, de mezclas obligatorias en los combustibles, 5% de biodiésel en diésel y 7,8% de etanol en gasolina, provocando el incremento de áreas de cultivo de insumos para biocombustibles (Dammert, 2009). En Colombia crece de manera espontánea en la mayoría de las regiones, sin embargo su producción tecnificada es incipiente (Sánchez, 2011).

#### 1.4.1.3. **Micro**

Planta típica de zonas cálidas, aunque resiste climas variados. Su producción es mayor cuando la media de las temperaturas mínimas se sitúa en torno a los 20°C y la media de las máximas alrededor de los 30°C. Ecuador es un país óptimo para la producción de esta oleaginosa, por la variedad de climas y calidad de suelos, que facilitan la germinación y propagación, estimulando el crecimiento silvestre de esta planta., (Proaño, 2010).



“Oleaginosas del Puerto” procesa dos subproductos a partir de la higuera: aceite industrial y harina usada como fertilizante nitrogenado, esta empresa desde el 2005, genera rentabilidad mutua con agricultores de varios sectores de la provincia de Manabí y Guayas, fomentando el cultivo de la planta, gracias a la entrega gratuita de semillas. Robín Álava, jefe de planta, indica que los usos del aceite se asemejan a los del petróleo, sirviendo como base de cosméticos, pintura, plásticos, resina y biocombustibles (El Diario, 2012).

En zonas andinas ecuatorianas, las probabilidades de adaptación de la higuera oscilan entre 92% y 100%, siendo espacios adecuados para la implementación de proyectos relacionados con el cultivo y producción de esta planta (Pabón, 2009). Lastimosamente la explotación potencial de este cultivo, aún no es una alternativa, aunque en el norte del país, específicamente Imbabura y Carchi, implementaron y ejecutaron proyectos relacionados con el cultivo y desarrollo de la higuera (Cedeño, 2009). En la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), sede Ibarra, se desarrolla el programa para cultivos energéticos alternativos donde se fabrica biocombustible a base de higuera (El Diario, 2011). La figura 1 muestra el mapa del modelo de probabilidad de adaptación climática de *Ricinus communis* en el país.

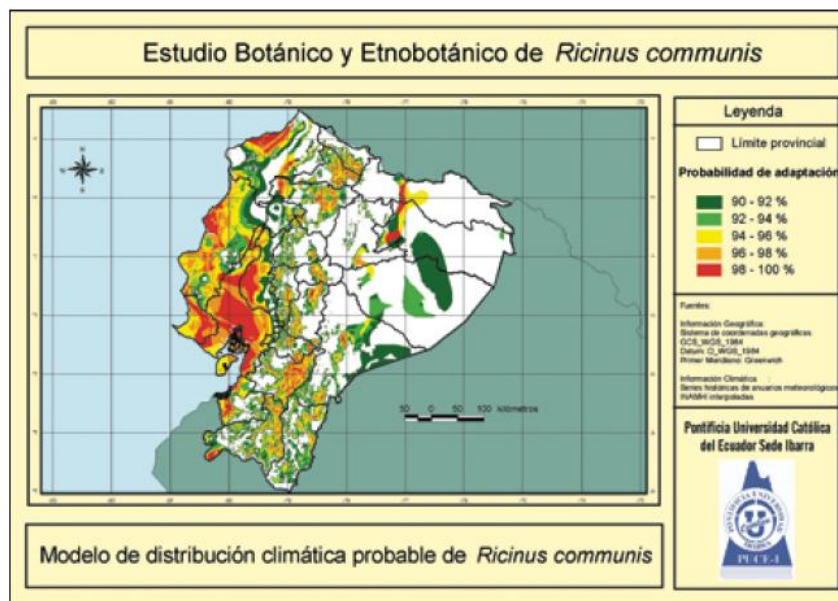
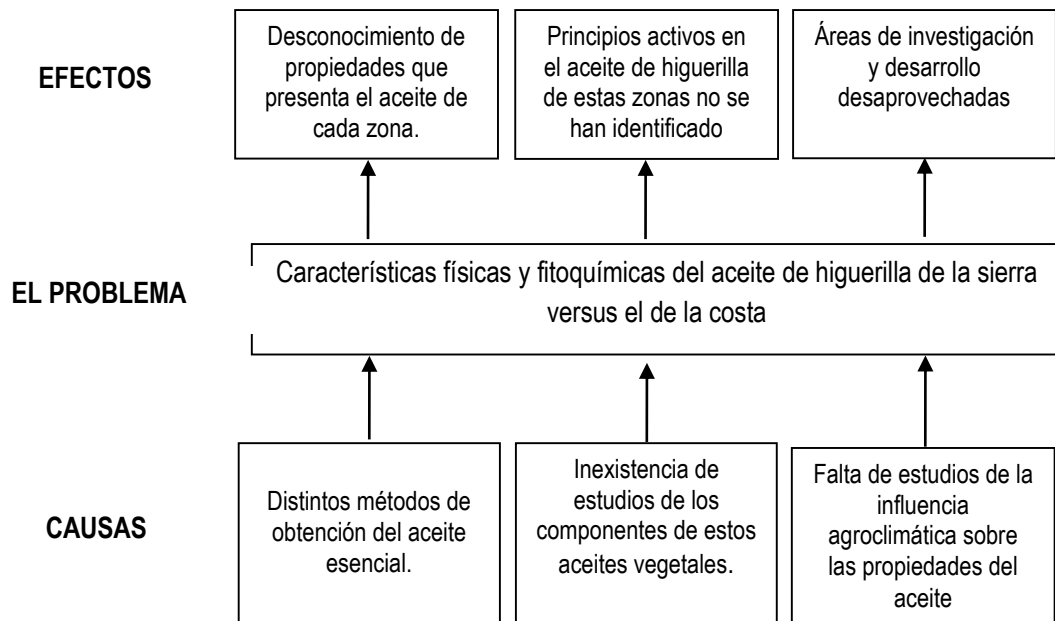


Figura 1. Mapa del modelo de probabilidad de adaptación climática de *Ricinus communis* en el Ecuador (Pabón, 2009).

## 1.4.2. Análisis Crítico

### 1.4.2.1. Diagrama Causa-Efecto



### 1.2.3. Prognosis

El ricino o higuierilla (*Ricinus communis*.) es un cultivo noble y de gran interés a nivel mundial, en el Ecuador no existe un estudio comparativo de los ecotipos de la costa y la sierra, siendo una necesidad imperativa, pues si este estudio no se realiza los metabolitos presentes no se identificarán, restando posibles aplicaciones de estos principios activos, además se perderá la posibilidad de establecer diferencias, similitudes, calidad y la real composición de las semillas y el aceite de zonas ecuatorianas, que se ven afectadas por características climáticas completamente diferentes limitando de esta manera los reales usos y beneficios de esta planta.

### 1.2.4. Formulación del problema

¿Existe algún estudio o investigación sobre análisis comparativos de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la sierra versus el de la costa?

### 1.2.5. Preguntas directrices

¿Cómo obtener aceite de Higuera?

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del aceite de la costa y de la sierra?

¿Cómo se comparan analogías y diferencias existentes en las muestras de aceite de ricino utilizadas como elemento de estudio?

### 1.3. Justificación

Por sus características, el aceite de ricino fue utilizado por muchos pueblos de la antigüedad, pero en el Ecuador la higuera es una planta casi desconocida por los posibles beneficiarios, como los agricultores propietarios de tierras, que por el monocultivo hoy ya no pueden usarlas para plantaciones con fines alimentarios y asumen que su patrimonio ya no tiene valor agrícola alguno.

En la provincia de Manabí se ha impulsado campañas, para que el agricultor de la zona se identifique con el cultivo de la higuera infernal, pero en la provincia de Tungurahua las ventajas del cultivo o las propiedades del aceite que se podría extraer son completamente desaprovechadas.

Tomando en consideración lo anterior, es posible afirmar que el principal obstáculo para que se establezca la higuera como un sistema agrícola sostenible en Tungurahua, es la carencia de análisis de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino a partir de semillas de higuera (*Ricinus communis*), evitando establecer la viabilidad y la posibilidad de implantar un nuevo cultivo alternativo, por lo que se convierte en una necesidad la comparación con datos de una zona donde es ya un hecho la factibilidad de su siembra, siendo un cultivo de uso industrial. Creando de manera estadística un análisis comparativo, que indicará analogías, diferencias, ventajas y desventajas del aceite proveniente de cada zona, viéndose influenciado por las condiciones agroecológicas-climáticas tanto de

la región litoral como de la región interandina para así proporcionar información útil para futuras investigaciones y posibles estudios de mercado.

El aceite de ricino es utilizado en diferentes campos de la industria, pero es imposible saber a ciencia cierta la calidad del aceite que tenemos a nuestra disposición en la zona andina y costanera, o qué tipos de componentes están presentes sin esta investigación, mientras que en futuras investigaciones se podrán identificar principios activos de manera cuantitativa direccionándose a investigaciones de tipo farmacológico o industrial específicas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Analizar comparativamente características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí.

### **1.4.2. Específicos**

- Extraer el aceite de ricino de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí.
- Determinar propiedades físicas y fitoquímicas de semillas de higuierillas y aceite de ricino de la costa y de la sierra.
- Comparar analogías y diferencias existentes en las muestras de la zona costera y de la zona andina.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos.

##### 2.1.1. Generalidades de la planta de higuera.

La higuera (*Ricinus communis* L.) etimológicamente recibe su denominación, gracias al nombre latino de la garrapata ricinus, por el gran parecido de la semilla con dicho ácaro, tanto en forma como en el color (Pabón, 2009). Se encuentra en el subreino traqueobinta, que abarca a las traqueófitas o plantas vasculares pues presenta un cuerpo vegetativo, diferenciado en la presentación de raíz, tallo, hoja y vasos de conducción en su sistema vinculado (Rendón & Triviño, 2009). La taxonomía aceptada para esta especie se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la planta de higuera.

Reino:	<i>Plantae</i>
Subreino:	<i>Traqueobinta</i>
Superdivisión:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Subrosidae</i>
Orden:	<i>Euphorbiales</i>
Familia:	<i>Euphorbiaceae</i>
Género:	<i>Ricinus</i>
Especie:	<i>Ricinus communis</i> L.

Fuente: Rendón & Triviño, 2009.

La higuera es considerada como una oleaginosa importante no comestible, especie monotípica con  $2n=20$  cromosomas, representada por aproximadamente 72 especies (Pabón, 2009; Goodarzi *et al.*, 2011). Según el IICA (1986), citado por Tascón (2008), es una planta originaria de Abisinia

(actualmente Etiopía, al nororiente de África), introducida posteriormente en Asia menor y la India. Se encuentra distribuida en diversos países del mundo, por su fácil adaptabilidad a diferentes ambientes, su gran rusticidad y resistencia a la sequía (Soares & de Sousa, 2005).

Es conocida popularmente como tártago, higuera, castor, alcherva (Argentina), mamona, mamoneira, tártago, ricino, ricino mamona, carrapateiro, palma christi (Brasil). Mbai-sivó, ambaí-sivó, palma christi, higuera infernal (Paraguay). Catapucia mayor, ricino, higuera (Colombia). Degha, higuera, koch, palma christi, ricino (Cuba). Higuera infernal, higuera, tlapatl (México). Catapucia Mayor, Cherva, Crotón, Higuera (Puerto Rico). Tártago (Venezuela) (García *et al.*, 2008). Castor bean, castor seed, castor-oil plant, palma Christi (EE.UU.), rizinussamen (Alemania); semences de ricin (Francia) (Ramírez, 2008), Piojo del Diablo, Querva, Tártago (Costa Rica), o sencillamente Higuera (Colombia, Chile y Ecuador) (Finkeros, 2012).

Arbusto que mide de 3 a 10 metros de altura y posee grandes hojas palmeadas (Diamond, 2010). Es una especie cosmopolita, de crecimiento espontáneo en espacios que no son destinados a actividades agrícolas, con un gran poder colonizador. Además evita que plagas y enfermedades interfieran en su dinámica de crecimiento y desarrollo (Pabón, 2009).

El clima y el suelo son factores que influyen en las concentraciones de aceite y expansión potencial y productiva del cultivo. La higuera es una planta anual, bianual o perenne, según la especie cultivada. Muestra rendimientos superiores, en zonas que presentan entre cinco y seis meses de lluvias (700 a 1200 mm), al compararla con otras oleaginosas. Es importante que los suelos donde se desarrolla este sembrío, sean drenados (profundidad mínima: 40 centímetros) y tengan un pH entre 5 y 7.5. (IICA & MAEF, 1989; Rendón & Triviño, 2009; Ugarte, 2011).

Este arbusto crece bien en suelos toscos o pedregosos y rojo profundos, desarrollando y fortaleciendo inicialmente su sistema de fijación y absorción, para soportar el desarrollo vegetativo y productivo de la planta.

Cuando el tallo principal ha crecido lo suficiente, empieza la inflorescencia primaria, para luego dar lugar al crecimiento de la parte aérea donde se pronunciará el incremento de ramas laterales, sean estas de segundo o tercer orden, las que terminan con inflorescencias secundarias y terciarias. Este proceso secuencial, se da en intervalos de 20 y 30 días en la emisión de cada inflorescencia, de acuerdo al desarrollo de ramificación de la planta. Botánicamente la floración es llamada de simposio (Ugarte, 2011).

En la actualidad, el cultivo de higuierilla es considerado como generador de renta y trabajo para pequeños y mediano agricultores, siendo una alternativa de elevada importancia económica y social, de fácil cultivo y resistencia a la sequía (Durán *et al.*, 2009; Sayegh & Cárdenas, 2011). Según Comar *et al.* (2004), por una evaluación comparativa, de sistemas energéticos de producción de ricino en Brasil y EE. UU., se determinó que el rendimiento productivo por unidad de insumo tiene menor eficacia en Brasil, por usar piedra caliza para corregir la acidez del suelo, concluyendo que con la adición de fósforo y nitrógeno al suelo, su rendimiento se incrementaría y esta diferencia disminuiría.

### **2.1.2. Propiedades fitoquímicas de la higuierilla.**

El tamizaje fitoquímico analiza metabolitos secundarios, para detectar la presencia o ausencia de ciertos compuestos bioactivos como: carbohidratos, proteínas, aminoácidos, flavonoides, alcaloides, terpenoides, esteroides, saponinas, taninos compuestos fenólicos y aceite fijo, los que pueden usarse con fines farmacológicos, gracias a extracciones en diversos solventes como: agua, metanol, benceno, éter de petróleo, cloroformo, n-hexano, entre otros (Kumar *et al.*, 2010, Kensa & Yasmin, 2011).

Los fitoconstituyentes en *R. communis* varían con los factores ecológicos y las variaciones estacionales. La presencia de estos elementos se determinan por cromatografía líquida de alta eficacia (HPTLC), cromatografía de gases (análisis GC-MS), cromatografía de capa fina, resonancia magnética nuclear de protones, protocolos colorimétricos (ensayo MTT), electroforesis y espectroscopia (Anosike & Egwuatu, 1980; Kang *et al.*, 1985;

Onwuliri & Anekwe, 2001; Kumar *et al.*, 2010; Dastagir *et al.*, 2012;; Zhang *et al.*, 2008; Arboleda *et al.*, 2012; Rana *et al.*, 2012). Técnicas y protocolos que identifican distintos fitoconstituyentes como los descritos en la tabla 2.

Tabla 2. **Fitoconstituyentes determinados por tamizajes fitoquímicos.**

	Parte de la planta de higuera		
	Raíz	Hojas	Semilla
Fitoconstituyentes	Ácido indol-3-acético	Glucósido disacárido rutina Ácido gentístico Ácido gálico Taninos Flavonoides: Kaempferol-3-O-β-D-xilopiranosido Kaempferol-3-O-β-D-glucopiranosido Quercetin-3-O-β-D-xilopiranosido Quercetin-3-O-β-D-glucopiranosido, Kaempferol-3-O-β-rutinósido Quercetin-3-O-β-rutinósido Favono-3-glycosido	Fitosteroles: γ-sitosterol (43,02%) Stigmasterol (27,15%) Fucosterol (11,43%) Probucol (7,46%) Ergost-5-en-3-ol (6,00%) Proteínas toxicas: Ricina A Ricina B Ricina C Aglutinina ricínica Globulinas Prolaminas Glutelinas Alcaloide ricinina

Fuente: Kang *et al.*, 1985; Zhang *et al.*, 2008; Arboleda *et al.*, 2012; Rana *et al.*, 2012.



Estudios en brotes de las puntas, hojas maduras y savia del floema de *Ricinus communis L.* sometidos a estrés hídrico indican que, los niveles de ácido *abscísico* ABA y sus dos metabolitos: el ácido faseico (PA) y el ácido dihidrofaseico (DPA) aumentan, desbalanceando los procesos metabólicos de la planta (Zeevaart, 1977).

Análisis lipídicos muestran que semillas de higuera sometidas a un proceso de fermentación, contienen más ácidos grasos insaturados que las semillas no fermentadas, además en muestras fermentadas se determinan aminoácidos libres: fenilalanina, triptófano, tirosina, serina, ácido glutámico, cisteína, y glutamina (Anosike & Egwuatu, 1980).

La variedad Minor nigeriana denota existencia de esteroides, ácidos grasos insaturados e hidroxiácidos los cuales tienen implicaciones en atributos anticonceptivos de esta planta, además presenta concentraciones de: grasa de 40,22%, fibra cruda de 22,05% y proteína de 20,77% (Onwuliri & Anekwe, 2001).

En extractos metanólicos de las semillas de *Ricinus communis L.* se determinan tres terpenoides; el primero es el (3E,7Z,11E)-19-hidroxicasba-3,7,11-trien-5-uno, el segundo es el 6a-hidroxi-10bmetoxi-7a,8a-epoxi-5-oxocasbana-20,10-olida y el tercero 15a-hidroxilup-20(29)-en-3-uno; y un tocoferol nombrado (2R,4aR,8aR)-3,4,4a,8a-tetrahidro-4a-hidroxi-2,6,7,8a-tetrametil-2-(4,8,12-trimetiltridecil)-2H-cromeno-5,8-diona (Qin-Gang *et al.*, 2009).

La almendra presenta en su composición la ricina, la ricinina y otras proteínas como las globulinas, las prolaminas y las glutelinas. La ricina es una albúmina fitotóxica de alta venenosidad, por vía endovenosa u oral en dosis de mínimo 0.03 gramos se considera letal, consta de dos cadenas polipeptídicas: una con propiedades de lectina, que le permite fijarse a glicolípidos y glicoproteínas presentes en la superficie de la membrana celular, y otra capaz de inhibir la síntesis de proteínas a nivel de los ribosomas. La ricinina es un alcaloide con fórmula  $C_8H_8N_2O_2$ , que queda en el bagazo o torta que sobra en la extracción del aceite, tiene efectos sobre el

sistema nervioso central (Pita *et al.*, 2003; Rodríguez & Duque, 2010; De la Cruz, 2011; Arboleda *et al.*, 2012).

Los elementos bioactivos de extractos de *R. communis* se podrían utilizar en fármacos, insecticidas, entre otros. Los terpenoides actúan como insecticida contra hormigas, la ricina fue incluida en los programas de armamento químico y biológico de distintos países y en Nigeria la higuera es usada como droga anticonceptiva (Pita *et al.*, 2003; Herrera *et al.*, 2010; Kensa & Yasmin, 2011; Onwuliri & Anekwe, 2001).

La ricina A, B y C posee acciones antitumorales, es decir resultan útiles para la eliminación selectiva de células malignas gracias a conjugados citotóxicos altamente específicos entre la cadena A de ricina y anticuerpos monoclonales, tiene también un efecto nematocida (Bregni *et al.*, 1985; Arboleda *et al.*, 2012, Rana *et al.*, 2012).

Si la ricina ingresa en el organismo de un ser vivo, tiene efectos colaterales como:

Por ingestión: náusea, vómito, hemorragias internas en estómago e intestinos, colapso del sistema circulatorio, shock, falla múltiple de órganos y muerte.

Inhalación: tos, sensación de opresión en el pecho, respiración rápida y superficial, náusea, vómitos, sudor profuso, dolores musculares. Luego los pulmones se llenan de líquido, desgarramiento del tejido pulmonar, cianosis y muerte.

Inoculación: muerte del tejido muscular en la zona de la inyección, efecto que se va propagando a los ganglios linfáticos y órganos internos. Termina con una falla generalizada de los órganos internos, shock y muerte (Maggio, 2004).

La asociación del alcaloide (ricinina) y un glucósido pueden ser usados para varias formulaciones herbarias como antiinflamatorio, analgésico, antipirético, tónico cardíaco y antiasmático (Rana *et al.*, 2012).

### **2.1.3. La semilla de ricino.**

Los frutos inmaduros de higuera, son generalmente verdes o rojos y se vuelven cafés en la maduración, cuando su cápsula leñosa se abre, suelta tres semillas negras o jaspeadas, de superficie brillante lisa y de forma oval aplastada, redondeadas en un extremo y con una excrescencia en el otro extremo llamada curúncula, su tamaño varía entre 0,5 y 1,5 cm de largo, la cubierta exterior es dura y quebradiza, la interior es muy fina y de color blanquecino, ambas protegen la semilla que consta de un embrión pequeño con sus dos cotiledones delgados y el albumen que es blando, compacto y aceitoso (De la Cruz, 2011).

Gracias a la evaluación en base seca de propiedades físicas como: masa, volumen, longitud, diámetro, anchura y espesor de las semillas, se pueden diseñar instalaciones de almacenamiento y desarrollar las máquinas de procesamiento, para después de la cosecha, expresando los resultados en forma de ecuaciones de regresión en función del contenido de humedad, (Taghi *et al.*, 2011; Nejat & Kanze ami, 2012).

Para el mejoramiento de la especie *Ricinus communis* L. en el estado de Chiapas México, se caracterizó el contenido de aceite, forma, tamaño y peso de la semilla, bajo la influencia de las variables climáticas como: Región 1) clima Lluvioso tropical sin estación seca, Región 2) Sabana tropical con inviernos secos, Región 3) Sabana tropical con inviernos menos secos que la Región 2 y Región 4) Lluvioso Tropical; encontrando una amplia variación en tamaño (de 0.05 a 2.49 cm<sup>2</sup>), color, peso (desde 7 hasta 123.9 g por cada 100 semillas) y contenido de aceite (de 12.20 a 64.84 %), concluyendo que los individuos de esta especie presentan una gran adaptación a diferentes entornos y crean fenotipos especiales para cada lugar en donde se desarrollan (Goytia *et al.*, 2011). La tabla 3 indica la composición porcentual de las semillas de higuera.

Tabla 3. **Composición de las semillas de ricino.**

<b>Compuestos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Grasas</b>	<b>70 %</b>
• <b>Aceite fijo (Oleum Ricini)</b>	<b>50-79 %</b>
• Grasas saturadas	2,5 %
• Grasas monosaturadas	91 %
• Grasas polinsaturadas	6,5 %
• <b>Otras</b>	<b>21-50 %</b>
<b>Proteínas</b>	<b>20 %</b>
<b>Glucósidos</b>	<b>5 %</b>
<b>Ricina, enzimas con presencia de lipasa y vitaminas como la E.</b>	<b>5 %</b>
<b>Nota:</b> porcentajes fluctuantes por la variedad de la semilla y condiciones de sembrado, climáticas y de luminosidad.	

Fuente: **Conceição *et al.*, 2007; Rodríguez & Duque, 2010; Sayegh & Cárdenas 2011**

A pesar de tener un alto contenido proteínico, estas semillas no se usan con fines alimenticios, por tener elementos tóxicos, aunque estudios demuestran que la destoxificación de la almendra es una alternativa viable. Para este proceso se realiza un seguimiento de la presencia de lectinas, alcaloides, inhibidores de tripsina y adicionalmente la detección de ésteres de forbol. La harina de almendra de higuerrilla desengrasada y destoxificada (HADHD) y la torta residual presentan un incremento proteico notorio (> 50%) después de este tratamiento. En la HADHD los factores tóxicos iniciales presentan un alto nivel de ricina (aprox. 8%), considerándose de alto riesgo por ingesta, sin embargo después del proceso de destoxificación, este compuesto baja a concentraciones consideradas seguras. La evaluación de digestibilidad proteínica in vitro y grado de toxicidad aguda se corroboran alimentando a ratones con esta harina (Florentino *et al.*, 2012). La torta o afrecho es un excelente abono por el alto contenido de nutrientes, su composición es: nitrógeno (1.91 %), fósforo (0.28 %), potasio (3.02 %), proteína cruda (33.8 %) (Mejía, 2000).

### 2.1.4. Técnicas de obtención de aceite de ricino.

Los diferentes procesos de extracción utilizados en la obtención de aceites esenciales y extractos aromáticos, se pueden resumir en la figura 2.

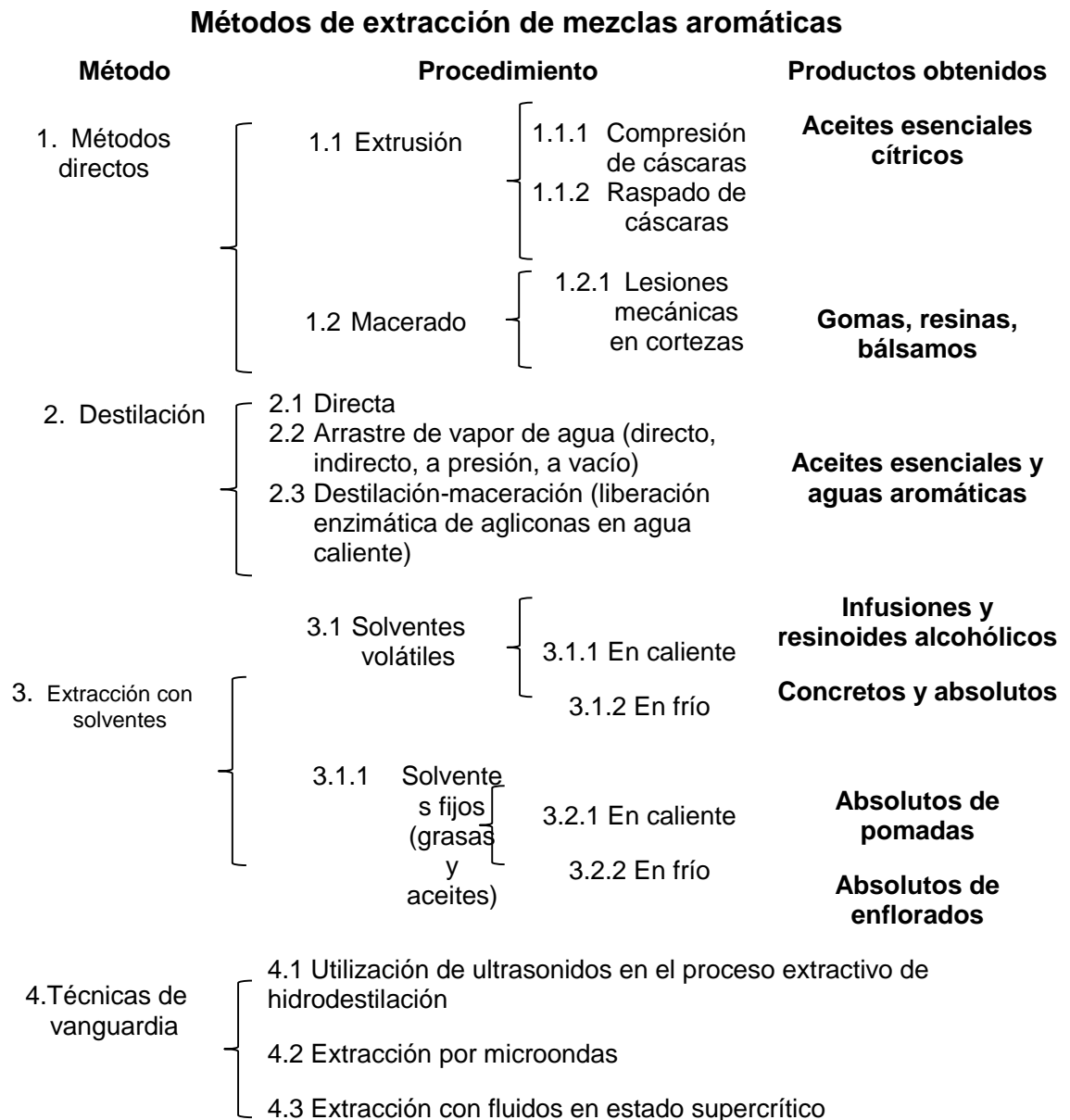


Figura 2. **Métodos de extracción de mezclas aromáticas (Albarracín & Gallo, 2003).**

#### 2.1.4.1. Obtención de aceite de ricino por prensado en frío.

El prensado en frío es un método físico, donde la temperatura máxima se encuentra entre los 60 y 80°C. La semilla es triturada con un molino a

martillos, cilindros o espolones, para que la estructura vegetal colapse y el aceite sea liberado. Inmediatamente pasa a un acondicionador donde se obtiene una masa homogénea, que pasa a una prensa de tornillo, donde se separa el aceite de la torta proteica. En este tipo de extracción es necesaria la limpieza del aceite, ya sea por filtrado, centrifugación o una decantación (Gavilánez, 2010; Jazmín, 2011).

#### **2.1.4.2. Obtención de aceite de ricino por prensado en calor.**

Proceso más exigente desde el punto de vista tecnológico, con mayor rendimiento de aceite con presencia de más fosfolípidos, aunque se destruye una parte importante de las vitaminas y fitoesteroles. Los cocinadores tratan a las semillas con vapor de agua durante un período de tiempo. El material ya acondicionado pasa por prensas o tornillos sin fin, que lo arrastran y comprimen para que el aceite sea separado de la masa, obteniendo el aceite crudo de prensa y la torta o expeller. (Grobocopatel, 2002; Calderón, 2009; Jazmín, 2011; Farnet, 2013)

#### **2.1.4.3. Obtención de aceite de ricino por extracción química**

El proceso de extracción química se realiza en un equipo Soxhlet, éste emplea solventes puros como hexano, acetona, benceno, tolueno, etanol y éter de petróleo. El solvente se coloca en un balón, cuando alcanza el punto de ebullición se evapora y gracias al refrigerante se condensa. El condensado cae sobre un recipiente, que tiene un cartucho poroso con la muestra en su interior, hasta que se produce el reflujo y el solvente con el material extraído vuelve al balón. Este proceso es repetitivo hasta que la muestra queda agotada, el aceite extraído se concentra en el balón. (Núñez, 2008; Giraldo *et al.*, 2010).

Después de cualquier tipo de extracción se puede realizar un proceso de refinación, el cual se resume como una serie de operaciones para eliminar impurezas y conseguir mejores propiedades organolépticas en el aceite (Jiménez, 2004).

### 2.1.5. Propiedades fisicoquímicas del aceite de ricino

Las semillas de higuera contienen más de 35% de un aceite natural llamado aceite de ricino, conocido también como *Oleum ricini*, *Oleum palmarum* o simplemente aceite de castor. Es un aceite blanco o ligeramente amarillento, espeso, viscoso y difícilmente congelable. Está compuesto esencialmente por: triglicéridos, hidroxiácidos, ácidos ricinoleico, isoricinoleico, esteárico, y dihidroxiesteárico, lipasas y alcaloides cristalinos (Jiménez, 1848; Oprea, 2010; Jena & Kumar, 2012).

El ácido ricinoleico (Figura 3), es el único responsable de la acción purgativa del mencionado aceite, está en concentraciones porcentuales entre 87 y 91 %, brindándole el más alto y estable índice de viscosidad entre todos los aceites vegetales. Es un ácido graso constituido por una cadena de 18 carbonos, con un doble enlace entre los carbonos 9 y 10 y la presencia de un grupo hidroxilo en el C-12, responsable de las características físicas, químicas y demás propiedades reológicas únicas como su gravedad específica. Además el grupo carbonilo del carbono 1, le brinda solubilidad en alcohol en cualquier proporción y su limitada solubilidad en solventes alifáticos (Amado *et al.*, 2006; Deligiannis *et al.*, 2009; Zamora *et al.*, 2011; Mirasierra, s/f).

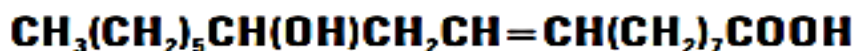
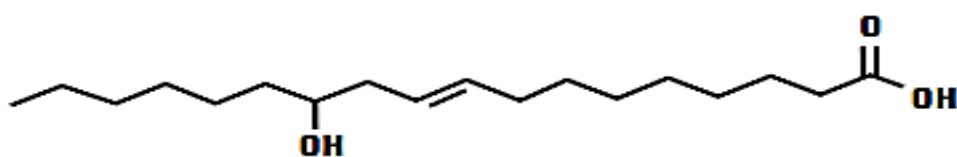


Figura 3. Estructura del ácido ricinoleico (Lobato *et al.*, 2007).

La densidad del aceite de ricino tiene valores fluctuantes con respecto a la variedad de las semillas de higuera, a 25°C se han identificado valores que oscilan entre 0,9206 y 0,957  $\text{g/ml}$ , mientras que a 20°C se han determinado valores entre 0,9189 y 0,961  $\text{g/ml}$  (Loaiza, 2003; Amado *et al.*, 2006;

Lozada & Velásquez, 2009; Pérez *et al.*, 2012; Mirasierra, s/f). Finalmente Deligiannis *et al.* (2009), indican que en su experimentación, a 15°C la densidad del aceite toma un valor de  $967,3 \text{ Kg}/\text{m}^3$ .

Diversas pruebas muestran viscosidades cinemáticas de 621 cP a 25°C, 297  $\text{mm}^2/\text{s}$  a 38°C, 339,39  $\text{mm}^2/\text{s}$  y 240.12 cSt a 40°C (Loaiza, 2003; Deligiannis *et al.*, 2009; Lozada & Velásquez, 2009; Córdova, 2012). El índice de refracción medido a 20°C es de 1,4766, 1,4788 y 1,4792 (Loaiza, 2003; Córdova, 2012, Mirasierra, s/f). En la tabla 4 se identifican algunas características físicas y químicas de este aceite.

Tabla 4. **Características cuantitativas generales del aceite de ricino.**

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
Gravedad específica:	0.9518 a 25 °C
Peso molecular:	857 $\text{g}/\text{mol}$
Poder calorífico:	9440 $\text{cal}/\text{g}$
Color Gardner:	2,7
Rendimiento en peso:	De 41,6673 a 56,1928%
Rendimiento en volumen:	De 0,4482 a 0,6078 $\text{ml}/\text{g}$
Contenido de agua:	1,92 $\text{mg}/\text{Kg}$
Porcentaje de cenizas:	0,02 y <0,01 $\text{m}/\text{m}$
Porcentaje en peso del residuo de carbón:	0,22%
Puntos iniciales de ebullición:	De 310 a 313°C
Punto de inflamación:	>260°C
Punto de enturbiamiento:	1°C
Punto de congelación:	-14°C



Índice de refracción a 25 °C:	1,473-1,477
Índice de acidez con KOH:	De 0.564 a $3.874 \frac{mg_{KOH}}{g_{aceite}}$
Índice de acidez con NaOH:	$1.15 \frac{mg_{NaOH}}{g_{aceite}}$
Índice de saponificación:	De 176 a $208 \frac{mg_{KOH}}{g_{aceite}}$
Índice de iodo:	De 81 a 91
Índice de acetilo:	178

Fuente: **Bailey, 1984; Loaiza, 2003; Deligiannis et al., 2009; Lozada & Velásquez, 2009; Córdova, 2012; Morales et al., 2012; Pérez et al., 2012; Mirasierra, s/f.**

#### 2.1.6. Utilidades.

El aceite vegetal más denso y viscoso es el aceite de ricino, el cual tiene múltiples usos en diversas industrias, en más de 700 aplicaciones (Rodríguez & Duque, 2010; Rico et al., 2011).

En el caso del aceite medicinal, el prensado de las semillas es realizado en frío, obteniéndose el aceite límpido, incoloro y brillante, libre de ricina. Este aceite debe pasar por procesos de refinación y neutralización para estar exento de acidez e impurezas (Lobato et al., 2007).

Este aceite es un purgante o vermífugo drástico, que no irrita el intestino y es usado como antirreumático. Cura orzuelos incipientes y alivia ojos enrojecidos o irritados, elimina además verrugas y úlceras de la piel, es capaz de suavizar y devolver hemorroides a su posición normal, cuando salen de su orificio anal. Elimina lunares que aparecen en el cuerpo y las manchas de la cara y es usado en la preparación del paciente para las radiografías estomacales (Mejía, 2000).

Según Gama de Macedo (2004), citado por Lobato et al. (2007), para la extracción de aceite industrial se utiliza el prensado en frío o a temperatura

controlada de las semillas completas, obteniéndose un aceite tipo standard límpido, brillante, que puede tener un máximo de 1 % de acidez y 0,5% de impurezas y humedad después del refinado. El aceite industrial también puede ser obtenido de la torta resultante de la extracción del aceite medicinal. La tabla 5 sintetiza la aplicación industrial de los derivados del aceite de castor.

Tabla 5. **Aplicación industrial de derivados de aceite de ricino.**

<b>Sitio de reacción química</b>	<b>Derivado</b>	<b>Aplicación</b>
<b>Enlace éster</b>	Metilricinoleato	Nylon-11 (hilos, tubos, mangueras, conexiones de la industria automotriz, aeronáutica).
<b>Doble enlace</b>	Aceite hidrogenado	Ceras, lubricantes, cosméticos, plásticos.
	Aceite oxidado	Plastificante, protectores, tintas, adhesivos.
<b>Grupo hidroxilo</b>	Aceite deshidratado	Secativo
	Aceite sulfonado	Industria textil
	Ácido sebástico	Lubricantes, Nylon 6-10
	Aceite etoxilado	Telecomunicaciones, construcción, aislantes, materiales eléctricos, productos biomédicos, filtros industriales.
	Transesterificación	Biodiésel

Fuente: **Savy Filho, A. 1999, citado por Lobato et al., 2007.**

El aceite refinado se lo utiliza para la producción de biodiésel, tras una transesterificación, lo que produce glicerina como un derivado, el biodiésel puede usarse en su forma pura (100% biodiésel) o mezclado en cualquier proporción con diésel regular para su uso en motores de ignición a compresión (Andrade, 2009).

Este aceite también se emplea como: impermeabilizador de telas y aislante. Es usado como base de aceites secantes, lacas, fluido para amortiguadores, fluido hidráulico, esmaltes, grasas, emulsión para pinturas, hule, y otros

productos industriales como: crayones, stencils para duplicación, empaques, materiales de revestimiento, masilla para vidrios, papel carbón, papel matamoscas, pasta para empaquetaduras, revestimiento para papel, tintas de impresión, fertilizante, fungicidas, germicidas, insecticidas, espumas, poliésteres, pulidores, velas entre otros. Es un ingrediente importante en las industrias de caucho, en el encurtido de pieles y en la fabricación de cuero artificial, baldosines de asfalto, betunes y ceras (Mejía, 2000).

El aceite de higuera sulfonado se presenta como un líquido oleoso de color rojizo y olor característico, con un contenido de materia grasa desulfatada entre 35 % y 57 % y se usa en la impresión y acabado de tejidos de algodón, lino, seda y en curtiembres y (Mejía, 2000; CASTOROIL, 2008).

El aceite deshidratado se consigue por la eliminación del grupo OH (deshidroxilación), del ácido ricinoleico convirtiéndolo en ácido linoleico. Se usa como base para la preparación de líquidos para frenos y pinturas y agente fijador de esencias, disuelto en alcohol se utiliza en la mayoría de manufacturas de lociones y perfumes, mientras que su fusión a altas temperaturas con la soda cáustica produce el ácido sebástico, que se emplea en la fabricación de plásticos y nylon (Mejía, 2000; INO, 2012).

### **2.1.7. La higuera en el Ecuador.**

La República del Ecuador tiene una superficie de 2 790 mil kilómetros cuadrados, posee una amplia variedad de climas, suelos, vegetación y fauna silvestre, a más de una extensa gama de ecosistemas, especies y recursos genéticos, su clima no solo depende de la época del año sino de la altitud y la latitud (Stornaiolo, 1999; Estrella *et al.*, 2005; GoEcuador, 2013).

País atravesado por la Cordillera de los Andes, en la región Sierra, el frío aumenta en una proporción de -4.7°C por cada mil metros sobre el nivel del mar. Latitud influenciada por una corriente de aire, fría y seca proveniente de los dos hemisferios y una corriente cálida-húmeda proveniente de las zonas tropicales. Depende climáticamente también de dos corrientes oceánicas, la corriente Cálida del Niño que viene del norte y la corriente fría de Humboldt

proveniente del sur. En el país se diferencian nueve tipos de climas que son: uno seco, tres tropicales (húmedo, monzónico y de sabana), tres mesotérmicos (húmedo, semi-húmedo y seco), el de páramo y el de las Islas Galápagos (GoEcuador, 2013). Diferenciándose cuatro regiones:

Región Insular o Galápagos, tiene una extensión total de 8 010 km<sup>2</sup>, conformada por 13 grandes islas volcánicas, 6 islas más pequeñas y 107 rocas e islotes.

Región Oriental o Amazónica se extiende sobre un área de 120 000 km<sup>2</sup> de exuberante vegetación, propia de los bosques húmedo-tropicales, tiene dos regiones geográficas: Alta Amazonía y Llanura Amazónica.

Región Costa o Litoral formado por llanuras fértiles, colinas, cuencas sedimentarias y elevaciones de poca altitud, bañada de ríos que van de los Andes hacia el Océano Pacífico.

Región Sierra o Interandina, altura media de 4 000 metros, temperatura anual promedio de 12°C y 18°C, con impresionantes elevaciones montañosas, volcanes y nevados (Wikipedia, 2013).

En la provincia de Manabí el Océano Pacífico baña 350 kilómetros de su costa, el clima oscila de subtropical seco a tropical húmedo. Cuenta con 22 cantones: Portoviejo, Bolívar, Chone, El Carmen, Flavio Alfaro, Jipijapa, Junín, Manta, Montecristi, Paján, Pichincha, Rocafuerte, Santa Ana, Sucre, Tosagua, 24 de Mayo, Pedernales, Olmedo, Puerto López, Jama, Jaramijó, San Vicente. Manabí provincia especializada en agricultura, es uno de los sectores agrícolas más diversos del Ecuador, gracias al tamaño de la provincia, estabilidad climática, topografía de suelos aptos para cultivos y recursos hídricos subterráneos. La producción agrícola es proverbialmente rica y variada, abarca productos como cacao, café, maíz, naranja, plátano, higuera, arroz y algodón, además de extensos pastizales, ganadería bovina y producción de leche y carne (Gobierno Provincial de Manabí, 2012; Risco, 2012; Invest Manabí, 2013).

La provincia de Tungurahua tiene una superficie de 3 200 km<sup>2</sup> y se divide en 9 cantones: Ambato, Baños, Cevallos, Mocha, Patate, Pelileo, Píllaro, Quero, Tisaleo. Presenta panoramas desiguales en su topografía pues tiene volcanes, montes, planicies y valles. Provincia dedicada a la agricultura, con grandes plantaciones frutales, ganadería, turismo, comercio, industria textil, La agricultura constituye la actividad de mayor relevancia en su economía, la variedad de suelos permite que Tungurahua cuente con una producción agrícola diversificada y abundante especialmente de frutas y hortalizas (Ecuale, 2012; Ecuador Online, 2013; Wikipedia, 2013).

Hofmann (2007), indica que *Ricinus communis* es una planta que se ha cultivado en una serie de zonas de Latinoamérica. Sociedades como ALES y Castor Ecuatoriana, estuvieron involucradas en procesamientos de higuierilla durante un período comprendido entre 1930 y 1960. El Servicio Alemán de Cooperación Social y Técnica Deutscher Entwicklungsdienst, destaca que en Ecuador se estimó, un cultivo de alrededor de 3 700 hectáreas, entre Manabí, Esmeraldas, Guayas y El Oro. (Rendón & Triviño, 2009).

En los últimos 50 años se ha desarrollado una próspera industria en torno al aprovechamiento de cultivos herbáceos oleaginosos y leñosos, especies vegetales de diferentes familias, que producen frutos y semillas con alto contenido de aceite, su importancia económica está en el aprovechamiento de la extracción de aceite junto a todos sus subproductos. La obtención de oleaginosas promisorias se ha convertido en un cotidiano y cotizado recurso renovable, enfocado al aprovechamiento de aceites vegetales en usos industriales y producción de biodiésel, estos aceites se pueden obtener a partir de: la higuierilla (*Ricinus communis* L.), el tempate o piñon (*Jatropha curcas* L.) y el sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.), lamentablemente en el Ecuador aún no existe la debida concientización y tecnificación requerida por la agroenergía (Andrade, 2009; Rendón & Triviño, 2009; AgroNegociosCR, 2013).

La especie (*Ricinus communis*) está adaptada a una extensa variedad de climas, crece en las zonas tropicales secas, tropicales húmedas y

templadas, está presente en el Ecuador hasta los 50° de latitud (Rendón & Triviño, 2009).

Leal y Jiménez (2009), estudiaron las características morfométricas de cinco ecotipos, de *R. communis* del Ecuador, provenientes de Manta, Jipijapa, Ambuqui, Samborondón y Quinara, bajo las condiciones agroecológicas en el Bosque Seco Tropical de la provincia del Guayas, evaluando las variables de altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y supervivencia, para determinar, gracias a la significancia estadística que el mejor ecotipo es el de Manta, presentando buenas características morfométricas, buen porcentaje de germinación y peso homogéneo en las semillas.

En Manabí la empresa Oleaginosas del Puerto entrega al mercado dos subproductos el aceite industrial (producto de exportación) y la harina de higuierilla, usada como fertilizante (muy rico en nitrógeno), regenerador de suelo y dermátida. Esta compañía compra higuierilla desde el 2005 y fomenta la entrega gratuita de semillas a los agricultores de Tosagua, Jipijapa, Rocafuerte, Charapotó, San Vicente y hasta Pedro Carbo en el Guayas.

En Tosagua, hay un centro de acopio llamado Castor que compra los granos y los lleva a Manta, actualmente el precio del quintal es de 20 dólares. La siembra y recolección de higuierilla es una actividad que crece cada año, siendo uno de los productos que más se comercializa. En el cantón Tosagua, existe también una parcela demostrativa, a la que acuden los agricultores interesados en aprender estas nuevas técnicas de producción, este proyecto se encuentra a cargo de Bruno Reina Giler, quien afirma que cien pequeños productores de las parroquias Bachillero y Tosagua, trabajan en la primera fase de un cultivo intensivo de higuierilla con más de 300 hectáreas sembradas

En el recinto El Guarango del cantón Rocafuerte, los agricultores desde hace dos inviernos han cambiado sus tradicionales siembras de maíz o maní por estas plantaciones. Sectores como Tierra Bonita y La Recta también han incursionado en la siembra de este cultivo, porque la higuierilla se reproduce

cada tres meses, produciendo hasta 4 cosechas en el año. (El Diario, 2008; La hora, 2008; El Diario, 2012; El Mercurio, 2012).

INIAP tiene 2 variedades de higuera mejoradas, la variedad Portoviejo 67, de alto rendimiento y contenido de aceite (Calero, 1971), con las características expuestas en la tabla 3.

**Tabla 6. Características de la variedad de higuera “Portoviejo 67”, creada por el INIAP.**

Variedad desarrollada en la Estación de “Portoviejo” a partir de la Colección de plantas criollas 65-001	
Ciclo vegetativo:	Planta perenne, pero aprovechable económicamente durante 6 meses.
Floración:	50-60 días
Frutos:	Dehiscentes
Porte:	Mediano (2-3 metros de altura)
Contenido de aceite:	45%
Resistencia:	Al “Moho de los frutos” ( <i>Botrytis sp.</i> )
Aconsejable para explotaciones pequeñas de 4-6 hectareas.	

Fuente: **Calero, E. 1971**

Existe también la variedad INIAP-401, la cual es indehiscente (no se abre al secarse), de porte medio, con amplia capacidad de adaptación, con un altura promedio de 2.2 metros, de ramificación cerrada, su floración inicia a los 35 días y su ciclo vegetativo es de 110 días (una sola cosecha), el contenido de aceite de la semilla es de 52% (Reyes & Mendoza, 1978). En los años 80s el cultivo de higuera se perdió casi por completo.

En Tungurahua no se han hecho estudios ni investigaciones sobre la higuera, e incluso muchas de las ocasiones es quemada como mala hierba.

Se puede decir que la planta de higuera tanto de la sierra como de la costa tienen una similitud indiscutible y en las 2 regiones se ha hecho silvestre naciendo y reproduciéndose en predios baldíos y a la orilla de las carreteras y ríos (El Diario, 2012).

## **2.2. Fundamentación filosófica**

El paradigma cuantitativo posee una concepción global positivista, hipotético-deductiva, particularista, objetiva, orientada a los resultados y propia de las ciencias naturales (Inche et al., 2003). En el paradigma cuantitativo, el sujeto de la investigación es un ser capaz de despojarse de sus sentimientos, emociones, subjetividad, de tal forma que se pueda estudiar el objeto "desde afuera". La relación entre el sujeto y el objeto de investigación es de independencia (Ramírez et al., 2004).

El paradigma crítico induce a la crítica reflexiva en los diferentes procesos de conocimiento como construcción social y de igual forma, este paradigma también induce a la crítica teniendo en cuenta la transformación de la realidad pero basándose en la práctica y el sentido. Al utilizar el método inductivo-deductivo para llegar al conocimiento es claro que prevalece sobre todo aspecto la utilización de diversas fuentes e interpretaciones de los hechos para llegar así a una transformación de la realidad, enfocados directamente en la comprensión e interpretación de los hechos y de sus implicados (Passi et al., 2009).

El paradigma del desarrollo sostenible, está sujeto a condiciones que pueden ser complejos o no, dependiendo de los factores ambientales, geográficos, demográficos, políticos y principalmente de todos los actores sociales que intervienen para la adopción de estos criterios e iniciar un proceso de explotación de dichos recursos considerando, además los beneficios económicos, la protección del ambiente y el bienestar social (Cruz, 2009).



## **2.3. Fundamentación legal**

**La Nueva Constitución de la República del Ecuador (2008) indica:**

### **TÍTULO V**

#### **ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DEL ESTADO**

##### **CAPÍTULO CUARTO**

###### **Régimen de competencias**

**Art. 262.-** Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias:

Determinar las políticas de investigación e innovación del conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnologías, necesarias para el desarrollo regional, en el marco de la planificación nacional.

Fomentar las actividades productivas regionales

### **TÍTULO VII**

#### **Régimen del Buen Vivir**

##### **CAPÍTULO PRIMERO**

###### **Inclusión y equidad**

**Art. 350.-** El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo.

## **CAPÍTULO SEGUNDO**

### **Biodiversidad y Recursos Naturales**

**Art. 387.-** Será responsabilidad del Estado:

Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.

Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.

Reconocer la condición de investigador de acuerdo con la Ley.

**Art 395.-** La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales y jurídicas en el territorio nacional.

El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución, y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

## **Según el Plan Nacional del Ecuador para el Buen Vivir 2009-2013**

La responsabilidad de tratar el agua y la biodiversidad como patrimonios estratégicos es un desafío para las políticas públicas del país. De ella se derivan retos, como lograr cambios significativos en las instituciones que dirigen la política, la regulación y el control ambiental. Obliga, además, a impulsar la desconcentración efectiva en los territorios y articularla a la gestión de la nueva estructura estatal, bajo el principio de reconocimiento de la diversidad poblacional, cultural y ambiental, y sin olvidar que el Ecuador forma parte de una comunidad mundial

### Políticas

Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre y marina, considerada como sector estratégico.

Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles.

### **Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012), su política de calidad dice:**

Satisfacer las necesidades y los requerimientos de los usuarios, mediante la entrega de los servicios de Normalización, Reglamentación y Metrología; utilizando recurso humano calificado y continuamente informado, cumpliendo los requisitos del Sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma NTE INEN ISO 9001 y las disposiciones legales vigentes, logrando los objetivos institucionales; y propiciando la mejora continua de la eficiencia del Sistema de Gestión.

Las normas NTE INEN registradas para aceites y grasas vegetales son:

NTE INEN 2422: Grasas y aceites combustibles. Determinación del contenido de caroteno en aceites vegetales y sus derivados.

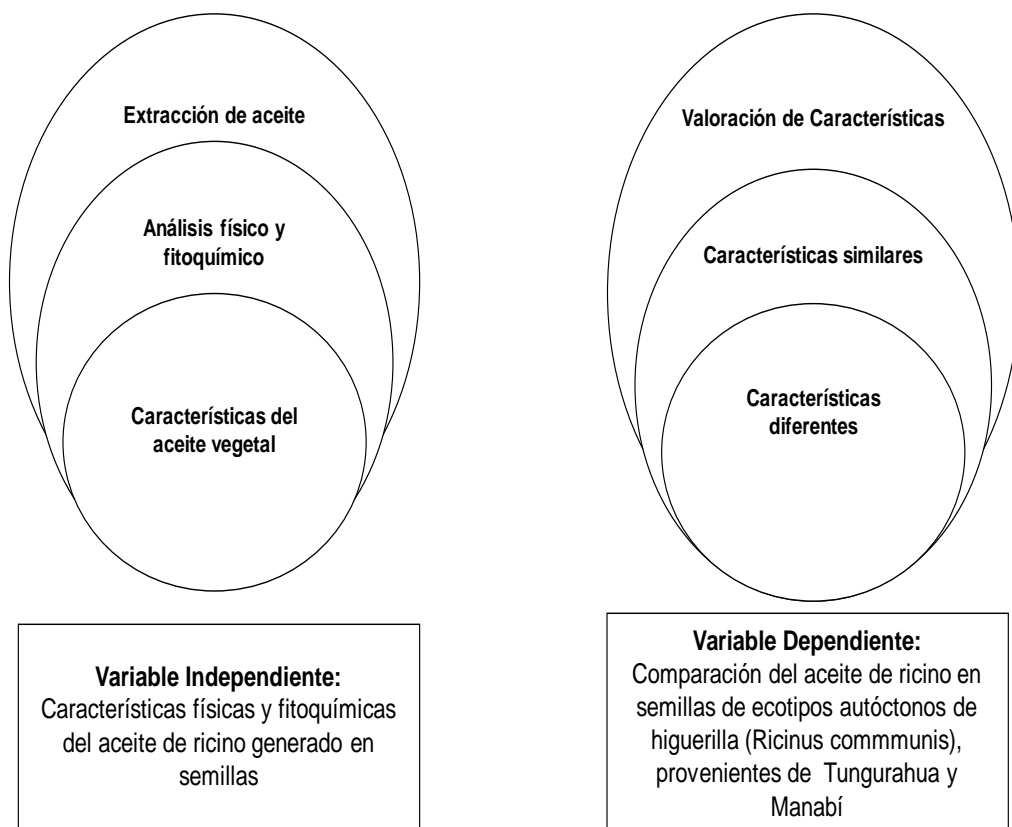
NTE INEN 2181: Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación de la alcalinidad (jabones disueltos en grasas).

NTE INEN 2180: Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación del contenido de impurezas insolubles.

NTE INEN 0277: Grasas y aceites. Determinación del índice de peróxido.

## 2.4. Categorías fundamentales

Análisis comparativo de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí



## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis Nula**

**H<sub>0</sub>:** Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), de Tungurahua y Manabí no muestran ninguna diferencia.

### **2.5.2. Hipótesis Alternativa**

**H<sub>1</sub>:** Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), de Tungurahua y Manabí son disímiles.

## **2.6 Señalamiento de variables**

Caracterización de semillas.

Dimensionamiento y color de las semillas.

Relación Cáscara-Almendra.

Contenido gravimétrico de agua en las semillas.

Extracción de aceite a partir ecotipos autóctonos.

Método químico.

Método mecánico.

Pruebas fitoquímicas de las semillas de higuera.

Determinación de características físicas y del aceite de ricino.

Densidad relativa, viscosidad y color

Contenido de humedad, materia volátil y cenizas.

Análisis y demostración de analogías y diferencias, entre muestras de aceite de ricino de la zona costera y de la zona andina.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque**

La presente investigación tiene un enfoque predominante cuantitativo, además de un enfoque positivista, universalista, dirigida a la comprobación de hipótesis.

#### **3.2. Modalidad básica de la investigación**

Investigación documental bibliográfica

Investigación experimental

Investigación de laboratorio

#### **3.3. Nivel o tipo de investigación**

Nivel exploratorio

Nivel descriptivo

Nivel experimental

#### **3.4. Población y muestra**

##### **Población**

Las provincias de Manabí y de Tungurahua están constituidas por 22 y 9 cantones respectivamente, formando así la población total donde se encuentra la oleaginosa *Ricinus communis*, creciendo de manera silvestre.

##### **Muestra**

Se calculó el tamaño de la muestra para la comparación de dos proporciones, donde la sierra representa el 29 % mientras que la costa simboliza el 71 %. El nivel de riesgo se fija en 0,05 deseado una potencia estadística de un 75 %.

$$n = \left( \frac{z_{\alpha} \sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}}{p_1 - p_2} \right)^2$$

Donde: n= individuos necesarios en cada muestra.

Z $\alpha$ = valor z correspondiente al riesgo deseado de  $\alpha$ .

Z $\beta$ = valor z correspondiente al riesgo deseado de  $\beta$ .

P $_1$ = valor de proporción en el grupo de referencia (Manabí).

P $_2$ = valor de proporción en grupo de intervención (Tungurahua)

P= media de las proporciones P $_1$  y P $_2$

Cálculo de p

$$p = \frac{0,71 + 0,29}{2}$$

$$p = 0,5$$

Con una aceptación de riesgo de 0,01 Z $\alpha$  tomó un valor de 2,576

Con una potencia estadística de un 75 %, Z $\beta$  tomó un valor de 0,674.

Entonces:

$$n = \left( \frac{2,574 * \sqrt{2(0,5)(1-0,5)} + 0,674 \sqrt{0,71(1-0,71) + 0,29(1-0,29)}}{0,71 - 0,29} \right)^2$$

$$n = 3,18816$$

### **Tipos de muestreo a utilizarse**

Se utilizó el muestreo por conglomerados, cada conglomerado se representó por cada cantón tanto de Tungurahua como de Manabí, seleccionados aleatoriamente, 3 pertenecieron a la zona costanera y 3 pertenecieron a la zona andina del país

### 3.5. Operacionalización de variables

HIPÓTESIS	VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera ( <i>Ricinus communis</i> ), de Tungurahua y Manabí no muestran ninguna diferencia.	<b>Independiente:</b> Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino	Propiedades que presentan las semillas y el aceite de higuera En las diferentes muestras recolectadas en Tungurahua y Manabí.	Características de las semillas de ricino.  Rendimiento del aceite vegetal.  Análisis físicos	(cm) largo (cm) ancho (%) humedad  (%) rendimiento  ( <sup>t</sup> / <sub>25°C</sub> ) densidad relativa (cp) viscosidad cinemática (%) humedad (%) cenizas  (-) Ausencia (+/-) Indicios (+) Poca Cantidad (++) Mediana Cantidad (+++) Abundante Cantidad	Pie de Rey Estufa  Equipo Soxhlet Prensa Manual  Picnómetro Viscosímetro de Ostwald Balanza de Humedad Mufia Balanza
	<b>Dependiente:</b> Comparación del aceite de ricino de Tungurahua y Manabí	Analogías y diferencias de distintas características	Análisis estadísticos	ANOVA	Programa estadístico

Elaborado por: **Correa, L. 2013**



### **3.6. Recolección de información**

#### **3.6.1 Extracción de aceite a partir de ecotipos autóctonos de semillas de higuera (*Ricinus communis*).**

##### **3.6.1.1. Recolección de muestras.**

Se escogió aleatoriamente tres cantones de Manabí (Sucre, San Vicente, Chone) y tres cantones de Tungurahua (Ambato, Baños, Patate) para la obtención del elemento muestral, 3 000 gramos de los frutos silvestres de esta oleaginosa, que crecen en predios baldíos y a orillas de carreteras y ríos. La recolección de los frutos maduros (verde claro o café) se lo realizó de forma manual con la ayuda de tijeras de podar pequeñas para no dañar a la planta. Las muestras se guardaron en fundas plásticas etiquetadas con su procedencia.

Además se recogió muestras de suelo de cada lugar de recolección. Se realizó un muestreo georeferencial, gracias a la ayuda de un GPS calibrado.

Los frutos se dividieron en dos montones que representan a la réplica 1 y 2, y se secaron por catorce días a partir del día de recolección, para que la separación de la semilla de su cubierta sea más fácil.

##### **3.6.1.2. Caracterización físico-química del suelo.**

###### **3.6.1.2.1. Determinación del pH.**

Se colocaron 5 gramos de suelo en un vaso de precipitación y se añadió agua destilada hasta obtener una película de aproximadamente 1 cm de altura sobre el suelo. La suspensión se agitó por varios minutos y posteriormente se dejó reposar durante media hora a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo, utilizando un pHmetro calibrado, y sin agitar la muestra, se tomaron cinco lecturas de pH, con las cuales se realizó el promedio y se obtuvo el valor final.

### **3.6.1.2.2. Determinación de la conductividad.**

Se colocaron 5 gramos de suelo en un vaso de precipitación y se añadió agua destilada hasta obtener una película de aproximadamente 1 cm de altura sobre el suelo. La suspensión se agitó por varios minutos y posteriormente se dejó reposar durante media hora a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo, utilizando un conductímetro calibrado, y sin agitar la muestra, se tomaron cinco lecturas de conductividad, con las cuales se realizó el promedio y se obtuvo el valor final.

### **3.6.1.2.3. Determinación de la humedad.**

Para la determinación de humedad, se pesó una cápsula de porcelana previamente esterilizada con alcohol (P1). Utilizando las muestras homogeneizadas, se colocó una cierta cantidad de suelo en la cápsula (P2), y se llevó a la estufa a 105°C por 24 horas. Para obtener el peso de la muestra de suelo tomada (P3) se utilizó la siguiente expresión:

$$P_3 = P_2 - P_1$$

Una vez transcurrido el tiempo establecido se sacó la muestra de la estufa y se dejó enfriar en el desecador, por unos minutos hasta obtener una temperatura uniforme.

Se pesó nuevamente la cápsula (P4) y para obtener el valor del peso seco de la muestra (P5), se realizó la siguiente operación:

$$P_5 = P_4 - P_1$$

Para calcular el porcentaje de humedad, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%humedad = 100 - \left( \frac{P_5}{P_3} * 100 \right)$$

#### **3.6.1.2.4. Determinación del porcentaje de materia orgánica.**

El envase obtenido en el paso anterior se llevó a la mufla a 400°C por dos horas. Una vez transcurrido este tiempo se sacó la muestra de la mufla y se dejó al ambiente hasta que se estabilice la temperatura y se volvió a pesar (P6). Para obtener el valor del peso del suelo luego del tratamiento en la mufla, es decir sin materia orgánica (P7), se realizó la siguiente operación:

$$P_7 = P_6 - P_1$$

Para conocer el peso de la materia orgánica (P8) se utilizó la siguiente operación:

$$P_8 = P_5 - P_7$$

Para calcular el porcentaje de la materia orgánica, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Materia\ Orgánica = \left( \frac{P_8 - P_7}{P_7} * 100 \right)$$

#### **3.6.1.3. Dimensionamiento de las semillas.**

Se tomó aleatoriamente 25 almendras de las réplicas de cada cantón y con la ayuda de un Pie de Rey se midió el ancho, altura y grosor. Con una balanza con precisión de 0,1 mg, se pesó cada una de estas semillas.

#### **3.6.1.4. Relación Cáscara-Almendra.**

Característica referida al porcentaje del peso total de la cáscara versus el peso de la almendra, tomando como muestra 100 gramos de las semillas, pesados en una balanza con precisión de 0,1 mg. La separación se realizó gracias a la ayuda de tijeras.

### 3.6.1.5. Determinación del contenido gravimétrico de agua en las semillas.

Se trituraron las semillas de higuera, cada muestra por separado, en un molino manual. El molino cuenta con una abertura de trituración de 4mm, logrando que toda la semilla quede machacada.

Se etiquetó las taras limpias y secas, para determinar su masa. Se tomó 100g de muestra húmeda, que representa las condiciones de humedad de la totalidad del material.

Las muestras se colocaron en la tara, se registró la masa de la tara y del material húmedo usando una balanza analítica y se colocó en la estufa a  $110 \pm 5$  °C por 16 horas, hasta alcanzar una masa constante, se dejó enfriar en el desecador, para que el pesaje de la muestra en la balanza no se afecte por corrientes de convección o por calentamiento. Se determinó y registró la masa del recipiente más el material seco. El cálculo del agua del material en cada tara es el siguiente:

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_2 - m_3)} * 100 = \frac{m_4}{m_5} * 100$$

Dónde: w: contenido de agua (%)

$m_1$ : masa de la tara y el espécimen húmedo (g)

$m_2$ : masa de la tara y la muestra seca (g)

$m_3$ : masa de la tara (g)

$m_4$ : masa del agua (g)

$m_5$ : masa de las partículas sólidas (g)

### **3.6.1.6. Extracción de aceite por método químico.**

Las semillas se descascarillaron, gracias a la ayuda de un martillo pequeño. Para debilitar o romper las paredes de las células, se aplastaron los granos con la ayuda de un mortero y pistilo hasta formar una pasta (torta), para mejorar la eficiencia de la extracción.

Se usó como solvente n-hexano, que crea una difusión en la materia prima, para extraer triacilgliceroles de la semilla. Se utilizó el equipo Soxhlet de Pyrex® con (matraces, lixiviadores y enfriadores). En el matraz se colocó 6 núcleos de ebullición, este instrumento se puso en una estufa a 103°C por 2 horas, para después ser pesado.

Se confeccionaron con una tela porosa, 36 dedales de 50 por 140 mm y 12 corchos de algodón, que se etiquetaron, pesaron y registraron.

Doce dedales se llenaron cada uno con 100 g de arena seca, lavada previamente con agua estéril, cada dedal se selló con un algodón, se pesó y se registró esta cantidad en gramos. Estos dedales se utilizaron para incrementar el peso de la muestra, disminuyendo el consumo de solvente y el tiempo de extracción.

En doce nuevos dedales, se colocó 20 g de cada una de las muestras trituradas. Se pesó y registró cada dato.

En los últimos doce dedales, se colocó un dedal de arena y uno de muestra respectivamente, registrando nuevamente el peso. Este cartucho se colocó en el lixivador, ya conectado al matraz. Posteriormente se añadieron aproximadamente 200 ml de n-hexano, hasta que se produzca la primera recirculación.

La operación inició con el equipo armado, el refrigerante fluyendo, y el calentador encendido. Gracias a la temperatura de ebullición del n-hexano (69°C) comenzó la evaporación, el refrigerante lo condensó, cayendo en forma

gotas sobre el cartucho, hasta que el lixiviador se llenó con una solución de lípidos disueltos en el solvente, que se llevan hasta el matraz por la recirculación a través del sifón.

Cuando el sistema alcanzó su régimen, las sifonadas se producían en intervalos regulares. El proceso duró 14 horas, inicialmente el material de extracción tiene fracciones de fácil separación, pero mientras el proceso avanza, la fracción remanente es mucho más difícil extraer.

El solvente se recuperó por evaporación y condensación, dejando al aceite separado puro dentro del matraz. El matraz se pesó y finalmente se calculó el porcentaje de aceite obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\%aceite = \frac{m_2 - m_1}{E} * 100$$

Dónde:  $m_1$ : peso del recipiente vacío y seco con los núcleos de ebullición (g).

$m_2$ : peso del matraz con los núcleos de ebullición y el aceite después de la evaporación del disolvente (g).

E: peso de la muestra en gramos.

Las muestras de aceite puro se guardaron en botellas color ámbar de 125 ml.

### **3.6.1.7. Extracción de aceite por método mecánico**

Se pesaron 12 botellas de color ámbar debidamente etiquetadas, 500 g de cada muestra con sus réplicas y 12 copas de vino cubiertas con tela porosa que servirá como filtro, para comenzar la extracción del aceite.

Se utilizó un extractor de aceite manual marca PITEBA. Antes de iniciar el proceso de extracción se engrasó la arandela al final del tornillo extractor con aceite comestible, se prendió la mecha, se llenó el embudo con las semillas, se

colocó la copa con la tela filtrante debajo de la cabina de prensa, se esperó 10 minutos hasta que la cabina de prensa se caliente.

La extracción comenzó al mover la palanca en sentido de las agujas del reloj, la torta salía por los agujeros del extremo, mientras que el aceite apareció por la hendidura de la cabina de prensa, chequeando regularmente el flujo de las semillas a través del embudo.

Una vez finalizada la extracción se apagó la mecha, inmediatamente se removió y limpió la punta de la cabina de prensa, ya que si la punta se enfriaba la torta se endurecería y esto dificultaría su limpieza.

Se registró el peso de la copa con el aceite extraído, el aceite se filtró por gravedad, para acelerar este proceso la copa se calentó y la biomasa restante se estrujó, el aceite filtrado se colocó en botellas color ámbar, para finalmente ser pesada. El porcentaje de aceite obtenido se calculó por la siguiente fórmula:

$$\%_{\text{aceite}} = \frac{m_2 - m_1}{E} * 100$$

Dónde:  $m_1$ : peso (g) del recipiente vacío y seco (Botella color ámbar o copa con filtro).

$m_2$ : peso (g) de botella color ámbar y el aceite después del filtrado o copa con filtro y el aceite antes del filtrado.

E: peso de la muestra (semillas) en gramos.

### **3.6.2 Determinación de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la costa y de la sierra.**

#### **3.6.2.1. Análisis fitoquímico.**

Las semillas de higuierilla (150 g) de cada cantón y sus réplicas, se colocaron en recipientes de espuma Flex, etiquetados, para enviarlas a los laboratorios de

la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador donde se realizaron los análisis fitoquímicos.

### **3.6.2.2. Determinación de la densidad relativa.**

La determinación de densidad relativa se basó en la norma mexicana NMX-F-075-SCFI-2012. Se determinó la masa a volúmenes iguales de agua y de aceite de ricino para calcular la relación entre ambos valores, bajo condiciones específicas de temperatura a 25 °C.

Se utilizó un picnómetro de 10 ml de capacidad con una rama capilar para aforo, un termómetro graduado de 0°C a 68°C, con escala dividida en decimos de grados, un baño de agua, con regulador de temperatura con precisión de  $\pm 0,2$  °C, un embudo y pipeta para llenar el picnómetro, una balanza analítica con sensibilidad de 0,0001 g, materiales y reactivos necesarios: papel filtro de poro fino, agua destilada, alcohol etílico de 96° (v/v), eter etílico y mezcla sulfocrómica, Tabla D1 (Anexo D).

Se limpió cuidadosamente el picnómetro con la mezcla sulfocrómica y se enjuagó con agua destilada. Se escurrió y se bañó sucesivamente con etanol y éter etílico. Se secó interiormente utilizando una corriente de aire seco y exteriormente con un paño.

Se determinó la masa del picnómetro vacío, con la precisión de 0,1 mg, luego se llenó con agua destilada evitando la formación de burbujas de aire, dejando destapada la rama del capilar.

Se sumergió el picnómetro en un baño de agua a  $25^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min, cuando alcanzó esta temperatura, se enrasó la rama capilar del picnómetro con agua destilada y se tapó. Se extrajo del baño, se limpió, se secó exteriormente y se determinó su masa con precisión de 0,1 mg.



Se vació el picnómetro y se lavó con etanol y éter etílico. Se secó interiormente utilizando una corriente de aire seco y exteriormente con un paño seco o con papel filtro.

Se llenó el picnómetro con el aceite de ricino homogeneizado, evitando la formación de burbujas de aire, se colocó el termómetro dejando destapada la rama del capilar y se sumergió en el baño de agua a  $25^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min controlando la temperatura del baño con el termómetro del picnómetro. Cuando alcanzó la temperatura deseada, se enrasó la rama del capilar del picnómetro con el aceite de ricino a la misma temperatura y se tapó y se procedió como se detalló para el agua destilada.

La densidad relativa se calculó con las siguientes expresiones:

$$G_1 = M_1 - M$$

$$G_2 = M_2 - M$$

$$\delta_t = \frac{G_1}{G_2}$$

Dónde:  $M_1$ : masa del picnómetro con muestra (g)

$M_2$ : masa del picnómetro con agua (g)

$M$ : masa del picnómetro vacío (g)

$G_1$ : masa neta del aceite (g)

$G_2$ : masa neta del agua (g)

$\Delta_t$ : densidad relativa a  $1/25^{\circ}\text{C}$

Después de conocer la densidad relativa  $\delta_{t/25^{\circ}\text{C}}$  del aceite, la densidad relativa a  $25/25^{\circ}\text{C}$  se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_{25} = \delta_t + 0.00064(t - 25)$$

Dónde:  $\delta_{25}$ : densidad relativa a  $25/25^{\circ}\text{C}$

$\delta_t$ : densidad relativa a  $t/25^{\circ}\text{C}$

T: temperatura de referencia de la sustancia ( $25^{\circ}\text{C}$ )

0.00064: corrección promedia para  $1^{\circ}\text{C}$

Para obtener la densidad del líquido, se multiplicó la densidad relativa del aceite por la densidad del agua a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Durante la calibración del picnómetro y la determinación de la densidad relativa, el picnómetro nunca entró en contacto directo con las manos del operador.

### **3.6.2.3. Determinación de la viscosidad.**

Se midió la viscosidad gracias al viscosímetro de Ostwald. Para esto se necesitó de un baño termostático, un termómetro, el viscosímetro de Ostwald, 13 pipetas de 10 ml, un cronómetro, un vaso de precipitación de 50 ml, una propipeta, y como reactivos agua destilada, alcohol y el aceite.

Se limpió el viscosímetro con 5 ml de agua destilada, seguido de 5 ml de etanol, el aparato debe quedar totalmente seco y libre de polvo, para luego purgarlo con el aceite de híguerilla, empapando completamente el viscosímetro hasta que quedé "limpio" de alguna sustancia extraña, esta muestra se desechó.

En el tubo más ancho del viscosímetro se introdujo exactamente 10 ml de del aceite, con la ayuda de una pipeta. El viscosímetro se colgó con un soporte de fijación dentro de un termóstato a  $25^{\circ}\text{C}$ , se esperó 10 minutos para que el aceite alcance la temperatura deseada.

El líquido se aspiró ascendentemente con la ayuda de una propipeta hasta la marca anular superior de medida M1. Luego se midió el tiempo de paso del líquido entre ambas marcas anulares de medida M1 y M2, M2 y M3. La medición se repetirá 2 veces.

Para el cálculo de la viscosidad, se dedujo el tiempo de paso para las Correcciones Hagenbach indicando la cuantía en segundos, para los diferentes tubos capilares indicados en la tabla de Correcciones de Hagenbach.

Para mediciones absolutas la corrección del tiempo de paso dio directamente la viscosidad cinemática en [mm<sup>2</sup>/s] al multiplicar por la constante *K*.

$$v = K(t - \partial)$$

La constante *K* del viscosímetro está indicada en el certificado del fabricante perteneciente al viscosímetro.

Se midió la viscosidad de cada muestra y su réplica.

#### **3.6.2.4. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.**

Se utilizó el método termo gravimétrico, basándose en la pérdida de peso por el proceso de secado, relacionando la diferencia entre la masa inicial y la masa final después del secado.

En esta prueba los 20 g de aceite se repartieron de forma homogénea, a ser posible en una capa de 2 a 5 mm de espesor y evitando la formación de gotas y la rápida evaporación.

Se utilizó una balanza para la medición de humedad donde el material se secó por medio de radiación originada, absorbida por el material.

Se realizó el taraje del platillo para pruebas, se colocó la muestra y se puso en funcionamiento la máquina. El resultado se anotó, realizándose una réplica para cada una de las muestras.

### 3.6.2.5. Determinación de cenizas.

El proceso se basó en la norma venezolana COVENIN 328:2001, donde se utilizó una balanza analítica con precisión de 0.0001 g, mechero, mufla, crisol de porcelana de aproximadamente 50 ml de capacidad, desecador, pinzas para crisol.

El crisol se calentó al rojo y se enfrió en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesó. Se añadió 15g de la muestra y 0.3g de óxido de zinc, pesados con precisión de 0.1 mg, se calentó suavemente con un mechero, hasta que la superficie comenzó a arder. Se disminuyó la llama hasta adecuar el calor, hasta la total carbonización.

La muestra carbonizada se colocó en una mufla a 600°C por 5 horas. La muestra se sacó de la mufla, se enfrió en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó con precisión de 0.1 mg.

El contenido de cenizas se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{G_1 - G_2 * 100}{G}$$

Dónde C: contenido de cenizas, en porcentaje

G<sub>1</sub>: masa de cenizas en gramos

G<sub>2</sub>: masa de óxido de zinc en gramos

G: peso de la muestra en gramos

Este experimento se realizó para cada réplica.

### 3.6.2.6. Determinación del color

El color de los aceites y grasas es causado por una mezcla de pigmentos entre los cuales se encuentran carotenos, clorofilas, luteína, licopeno, gossipol y

otros. Este método se basó en la igualación de color de la muestra con la escala Lovibond. Para esta prueba nos basamos en la norma venezolana COVENIN 1191:1996: Determinación del color.

Tabla 7. **Gamas de colores según el COVENIN 1191:1996**

Amarillos	40	30	20	10					
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Rojos	20	10							
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Azules	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.01

Fuente: **COVENIN 1191:1996**

Tubo de observación, que en el extremo exterior inferior lleva dos espejos formando un ángulo de 45° con la visual. Estos espejos recogen el haz de luz que atraviesa las dos aberturas rectangulares practicadas en la caja.

Cubetas de vidrio, incoloras, lisas y pulidas, de caras paralelas, o de metal con caras de vidrio, de las siguientes dimensiones:

Altura: 37 a 39 mm  
 Ancho: 13 a 14 mm  
 Longitud: 25,4 mm.

Papel filtro de porosidad fina.

Material común de laboratorio.

Para cada producto a ensayarse, debe especificarse el tamaño de la cubeta, lavarla con tetracloruro de carbono y secarla antes de usarla.

La determinación se efectuó por triplicado, para cada réplica, a temperatura ambiente. La muestra filtrada se colocó en posición en el tintómetro. Con ayuda

de los soportes corredizos, se colocaron los filtros patrón, primero el amarillo de base, luego los filtros rojos y azules, hasta obtener una combinación que reproducía un color igual al del aceite, este proceso se observó a través del tubo de observación.

Para expresar el resultado, se sumaron separadamente los valores correspondientes a los filtros amarillo, rojo y azul empleado y se indicaron esos valores precedidos por el nombre del color correspondiente, en el siguiente orden: amarillo, rojo y azul. Además se indicó el tamaño de la cubeta empleada.

### **3.6.3. Determinación de analogías y diferencias existentes en las muestras de aceite de ricino de la zona costera y de la zona andina.**

#### **3.6.3.1. Análisis estadístico de las propiedades físicas de la semilla.**

Datos estadísticos que establecieron características de las semillas y del aceite, se trataron bajo el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor; gracias al análisis de varianza, se estableció si las semillas usadas y el aceite extraído difieren o son iguales según su procedencia, descartando la posibilidad de ser meramente consecuencia del azar, o una condición aleatoria presente en la aplicación del experimento, el modelo aplicado en el diseño experimental es:

$$y_{ij} = \mu + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde  $y_{ij}$ : respuesta otorgada por el i-esimo muestra sobre el j-esimo tratamiento.

$\mu$ : promedio global para todos los tratamientos

$T_j$ : efecto del j-esimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$ : error aleatorio presente en la i-esima observación del j-esimo tratamiento

Tabla 8. **Análisis de varianza para comparar los tratamientos a los que se sometieron las semillas.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza
Tratamiento	$SCTr$	$k - 1$	$CMT_r = \frac{SCTr}{(k - 1)}$	$F = \frac{CMT_r}{CME}$
Residuo	$SC\varepsilon$	$k(n - 1)$	$CME = \frac{SC\varepsilon}{k(n - 1)}$	
Total	$SCT$	$kn - 1$		

Fuente: **Salto, 2010.**

Se tomó en cuenta un  $\alpha=0.05$  para identificar los niveles de significancia.

Se aplicó la regla de decisión implícita, en un nivel de significación de 5 %, solo si los análisis mostraban que las semillas son estructuralmente distintas, realizando entonces el proceso de comparaciones múltiples, indicando que las semillas no muestran ninguna diferencia entre sí, gracias a la prueba de TUKEY, con el siguiente criterio: dos elementos de estudio son significativamente distintos, si la diferencia de las medias, en valor absoluto, es superior a la Diferencia Mínima Significativa siguiente:

$$DMS_{Tukey} = \frac{q}{\sqrt{2}} \sqrt{CME \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Tabla 9. **Factores de estudio para comparar las características de las semillas.**

Número de observaciones	T <sub>1</sub> : Cantón 1 “San Vicente”
	T <sub>2</sub> : Cantón 2 “Sucre”
	T <sub>3</sub> : Cantón 3 “Chone”
	T <sub>4</sub> : Cantón 4 “Patate”
	T <sub>5</sub> : Cantón 5 “Baños”
	T <sub>6</sub> : Cantón 6 “Ambato”

Autor: **Correa, L.**

### 3.6.3.2. Análisis estadístico de los resultados obtenidos a partir de análisis físicos y fitoquímico del aceite de higuera.

Se utilizó como diseño experimental el diseño anidado o jerárquico aleatorio, ya que en esta investigación los niveles de las características del aceite de ricino de cada cantón están anidados en los niveles de las provincias a los que pertenecen, este tratamiento experimental se rige por el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_{(i)j} + \varepsilon_{(ij)k}$$

Dónde:  $\mu$ : media global.

$A_i$ : variables aleatorias independientes con distribución  $N(0, \sigma)$ .

$B_{j(i)}$ : el efecto producido por el nivel  $j$ -ésimo del factor B dentro del nivel  $i$ -ésimo del factor A, ( $j=1,2,\dots,b_i$ ).

( $k=1,2,\dots,r$ ):  $r$  es el número de réplicas.

$N$ : número de observaciones  $n = r \sum_i b_i$

$\varepsilon_{(ij)k}$ : el error experimental. Variables aleatorias independientes  $N(0, \sigma)$

Permitiendo estimar porcentajes de variación atribuibles a diferentes causas contempladas en el estudio y a la vez, los coeficientes de correlación entre las características de los distintos aceites, esto se llevó a cabo gracias a un análisis de varianza donde se utilizará la prueba F que demostró la variabilidad entre cada uno de los factores de estudio.



Tabla 10. Análisis de varianza para comparar las características físicas y del aceite de ricino de cada cantón.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Cuadrado medio esperado	F
Entre grupos (factor A)	SCA	a-1	MCA	$\sigma_s^2 + r\sigma^2 + br\sigma_A^2$	$\frac{MCA}{MCE}$
Entre subgrupos dentro de grupos (error experimental)	SCE	a(b-1)	MCE	$\sigma_s^2 + r\sigma^2$	$\frac{MCE}{MCS}$
Dentro de subgrupos (error de muestreo)	SCS	ab(r-1)	MCS	$\sigma_s^2$	
Total	SCT	abr-1			

Fuente: **Salto, 2010.**

Se tomó en cuenta un  $\alpha=0.05$  para identificar los niveles de significancia.

Tabla 11. Factores de estudio para comparar las características físicas del aceite de ricino de cada cantón.

Factor A	Zona costera			Zona Andina		
	Cantón 1 San Vicente	Cantón 2 Manta	Cantón 3 Montecristi	Cantón 4 Patate	Cantón 5 Baños	Cantón 6 Ambato
Réplicas	R1	R1	R1	R1	R1	R1
	R2	R2	R2	R2	R2	R2

Autor: **Correa, L.**

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4. Análisis de los Resultados

##### 4.1. Extracción de aceite a partir de ecotipos autóctonos de semillas de higuera (*Ricinus communis*).

###### 4.1.1. Recolección de muestras.

La Tabla A1 (Anexo A), muestra las coordenadas geográficas del lugar donde se recolectaron las muestras.

###### 4.1.2. Caracterización físico-química del suelo.

La Tabla A2 (Anexo A), establece características físico-químicas (valores de pH, conductividad, porcentaje de humedad y porcentaje de materia orgánica), de las muestras de suelo donde se recolectaron las semillas de higuera.

###### 4.1.3. Dimensionamiento de las semillas.

Los datos del ancho, alto, grosor y peso de las semillas de higuera, medidos con el Pie de Rey, se muestran en las Tablas A3, A4, A5 y A6 (Anexo A), respectivamente.

###### 4.1.3.1. Ancho de las semillas de higuera.

La Figura C1 (Anexo C), suministra información sobre la distribución de la variable ancho de cada cantón, demostrando la existencia de valores atípicos y que en ninguno de los casos la distribución es simétrica, San Vicente, Chone y Sucre presentan una simetría positiva, es decir los valores más altos se encuentran más dispersos, mientras que Baños, Patate y Ambato tienen una simetría negativa por lo que los valores más bajos están más dispersos.

La Tabla B1 (Anexo B), muestra que al 5 % de significancia, la hipótesis nula es rechazada, teniendo al menos dos muestras que difieren entre sí, en su ancho. Por medio de la separación de medias para el ancho de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95 %, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, que se muestra en la Tabla B2 (Anexo B) y la Figura C2 (Anexo C), las semillas de Chone y Ambato son estructuralmente distintas a las demás, mientras que San Vicente, Sucre no difieren significativamente entre ellos, al igual que Baños y Patate.

En función de los resultados obtenidos en el análisis de varianza para el ancho de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico que se muestra en la Tabla B3 (Anexo B), se concluye que al 5 % de significancia, la incidencia general de las provincias es significativo, al igual que el factor anidado, los cantones, es decir influyen al expresarse esta característica.

#### **4.1.3.2. Alto de las semillas de higuera.**

La Figura C3 (Anexo C), indica la distribución de la variable alto de las semillas de higuera, encontrando valores atípicos y que los elementos del cantón Patate presentan una distribución simétrica, San Vicente tiene una simetría positiva, donde los valores más altos se encuentran más dispersos, mientras que Sucre, Chone, Baños y Ambato tienen una simetría negativa, donde valores más prodigados son los más bajos.

La hipótesis nula, donde se indica que todas muestras son iguales, es rechazada al 5 % de significancia, como se muestra en la Tabla B4 (Anexo B) de análisis de varianza para el alto de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

La separación de medias para el alto de semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95 %, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, se muestra en la Tabla B5 (Anexo B) que acoplándose con la Figura C4 (Anexo

C), indican que al 5% de significancia el alto de las semillas de Chone son estructuralmente distintas a las demás.

Gracias al análisis de varianza para el alto de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico que se muestra en la Tabla B6 (Anexo B), se concluye al 5 % de significancia, esta variable se ve influenciada solo por el factor anidado (Cantones), y no por el factor de anidamiento (provincias).

#### **4.1.3.3. Grosor de las semillas de higuera.**

Para identificar el tipo de distribución que presenta la variable grosor de cada elemento muestral, está la Figura C5 (Anexo C), donde se visualizan valores atípicos y que en los cantones San Vicente y Chone los valores más altos se encuentran más dispersos (simetría positiva), al contrario en los cantones restantes son los valores menores los que indican una mayor dispersión (simetría negativa).

Al evaluar el análisis de varianza para el grosor de las semillas de higuera Tabla B7 (Anexo B), al 5% de significancia, la hipótesis nula es rechazada, por lo que al menos dos muestras presentan un grosor diferente entre sí. Gracias a la separación de medias para el grosor de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, que se muestra en la Tabla B8 (Anexo B) y Figura C6 (Anexo C), se concluye que las semillas de Chone difieren con las demás, mientras que las de Sucre y San Vicente presentan similitudes entre ellas, al igual que las de Ambato, Patate y Baños.

El Análisis de Varianza para el grosor de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, Tabla B9 (Anexo B), indica que al 5 % de significancia, la incidencia general de las provincias es significativa, al igual que el factor anidado, es decir los cantones, concluyendo que esta variable no es un hecho simplemente a causa del azar.

#### **4.1.3.4. Peso de las semillas de higuera.**

Para establecer la distribución de datos de la variable Peso de cada cantón, se identifica en la Figura C7 (Anexo C) la presencia de valores atípicos y la inexistencia de simetría entre ellos. San Vicente y Chone muestran una simetría positiva, teniendo dispersos los valores más altos, por el contrario los valores con mayor dispersión de Sucre, Baños, Patate y Ambato, son los más bajos, presentando una simetría negativa.

El análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, se representa en la Tabla B10 (Anexo B), rechazando la hipótesis nula al 5 % de significancia. Gracias a la tabla B11 (Anexo B) y la Figura C8 (Anexo C), que muestran la separación de medias para este análisis estadístico, con niveles de confianza de 95 %, se concluye que el peso de las semillas de Chone y Ambato no tienen ninguna similitud estructural con las demás, mientras que Sucre, San Vicente no difieren significativamente entre ellos, al igual que Baños y Patate.

Gracias al análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico que se muestra en la Tabla B12 (Anexo B), se concluye que al 5 % de significancia, la variable peso no depende de la procedencia, ya que es un hecho simplemente a causa del azar.

#### **4.1.4. Relación Cáscara-Almendra.**

Los datos del porcentaje tanto de cáscara como de almendra de cada cantón, se establecen en la Tabla A7 (Anexo A). Estos datos se sometieron a dos tipos de análisis de varianza, al modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tablas B13 y B16 (Anexo B) y al diseño anidado o jerárquico, Tablas B15, B18 (Anexo B).

La Tabla B13 y B16 (Anexo B), indican que la hipótesis alternativa es aceptada, donde al menos una muestra es disímil a las demás con respecto a la cáscara y

la almendra, al 5 % de significancia. La separación de medias de la cáscara y de la almendra de las semillas de higuera, se las trató por separado, con un nivel de confianza del 95 %.

En cuanto a la cáscara, al 5 % de significancia como muestra la Tabla B14 (Anexo B) y la Figura C9 (Anexo C), se concluye que las semillas de Baños presentan un porcentaje de cáscara mayor con respecto al resto, Sucre, Ambato y Patate presentan porcentajes similares, al igual que Chone y San Vicente.

La Tabla B15 (Anexo B) establece el Análisis de Varianza en el diseño anidado o jerárquico, donde al 5 % de significancia, la incidencia general de las provincias no es significativa, pero el factor anidado es decir los cantones si ejercen una influencia estadística significativa.

Al hablar de la almendra, gracias a la Tabla B17 (Anexo B), y a la Figura C10 (Anexo C), se establece que el porcentaje de almendras muestran esta variación según su procedencia, concluyendo que al 5 % de significancia, Chone y San Vicente son similares, al igual que Ambato, Patate y Sucre, mientras que Baños es diferente al resto.

Según el Análisis de Varianza para el porcentaje de almendra de las semillas de higuera, el diseño jerárquico que se muestra en la Tabla B18 (Anexo B), indica que al 5 % de significancia, el factor de anidamiento, es decir las provincias, no ejercen influencia significativa, mientras que la variable anidada, cantones, indica una porción estadísticamente significativa de la varianza total.

La Figura C11 (Anexo C) muestra individualmente (cada cantón), la relación porcentual existente entre la cáscara y la almendra de las semillas de higuera.

#### **4.1.5. Determinación del contenido gravimétrico de agua en las semillas.**

El contenido gravimétrico de agua en las semillas de higuera se realizó en las semillas con cáscara y en las semillas descascarilladas, estos porcentajes de humedad se indican en las Tablas A8 y A9 (Anexo A).

El Análisis de Varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara y el porcentaje de humedad de las semillas sin cáscara, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tablas B19 y B22 (Anexo B), al 5 % de significancia, indica que la hipótesis nula es rechazada, es decir las muestras no son iguales. Por medio de la separación de medias para la humedad de las semillas de higuera sin cáscara, y la humedad de las semillas de higuera con cáscara, con un nivel de confianza del 95 %, Tablas B20 y B23 (Anexo B) y Figuras C12 y C13 (Anexo C), se concluye que las semillas de San Vicente y Chone presentan un alto grado de similaridad, aunque Chone también presenta homogeneidad con Sucre, Sucre a su vez presenta un alto grado de igualdad con Baños y Patate, al igual que Ambato y Patate al evaluar la humedad de las semillas con cáscara, por otro lado al valorar el porcentaje de humedad de las semillas sin cáscara se nota que San Vicente, Sucre y Chone no son diferentes estadísticamente, situación similar sucede con las muestras de Ambato, Baños y Patate.

El Análisis de Varianza para el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara y el porcentaje de humedad de las semillas de higuera sin cáscara, en el diseño anidado o jerárquico Tablas B21 y B24 (Anexo B), indica que al 5 % de significancia, la incidencia general de las provincias es significativo y el factor anidado (cantones), también lo es.

La comparación entre en el porcentaje de humedad, de las semillas de higuera sin cáscara y las semillas con cáscara se indican en la Figura C14

(Anexo C), el porcentaje de variación entre estas dos características oscila entre el 1,2 % en la mayoría de cantones, a excepción de Sucre.

#### **4.1.6. Extracción del aceite**

Los datos de la extracción de aceite, por método químico y mecánico se muestran en las Tablas A10, A11, A12 (Anexo A).

##### **4.1.6.1. Extracción del aceite por método químico.**

La Figura C15 (Anexo C) indica el rendimiento del aceite presente en las semillas de higuierilla, las semillas de Sucre, presentan mayor cantidad de aceite, mientras que las de baños muestran la menor cantidad. La Tabla B27 (Anexo B), Análisis de Varianza para el porcentaje aceite de las semillas de higuierilla (extracción química), en el diseño anidado o jerárquico, indica que esta característica no depende de los cantones, pero sí de las provincias de donde provienen, aunque el Análisis de Varianza en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tabla B25 (Anexo B), indica que al 5 % de significancia, la hipótesis nula es aceptada, es decir estadísticamente las muestras son homogéneas al evaluar la extracción química.

##### **4.1.6.2. Extracción de aceite por método mecánico**

El rendimiento mecánico tiene dos mediciones, esto se da por la necesidad imperativa de tener aceite libre de biomasa, por lo que la muestra obtenida de la prensa (aceite sin filtrar), se purificó. La Figura C16 (Anexo C) indica el rendimiento del aceite presente en las semillas de higuierilla, antes del filtrado, donde las muestras de Patate tienen mayor cantidad de aceite, mientras que San Vicente presenta un rendimiento menor y en la Figura C17 (Anexo C) se esquematiza el rendimiento del aceite después del filtrado, señalando que la muestra de San Vicente tiene mayor contenido de aceite en su semilla.

Las Tablas B28 y B31 (Anexo B), establecen Análisis de Varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla, en la extracción mecánica,



con muestras sin filtrar y filtradas, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, donde  $\alpha$  toma valores de 5 % de significancia aprobando la hipótesis nula, estableciendo que en este parámetro las muestras no presentan ninguna diferencia y por las Tablas B30 y B33 (Anexo B), se concluye que ni el factor de anidamiento, ni el factor anidado ejercen una influencia estadística significativa, siendo una característica que se presenta solo a causa del azar.

La Figura C17 (Anexo 6) compara el rendimiento del aceite presente en las semillas de higuerrilla, en la extracción mecánica y química, demostrando que los rendimientos obtenidos se ven seriamente afectados por el tipo de extracción, siendo la extracción química la que brinda mayores beneficios.

## **4.2. Determinación de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la costa y de la sierra.**

### **4.2.1. Análisis fitoquímico.**

La Tabla A13 (Anexo A), establece los resultados del tamizaje fitoquímico, donde se establece la presencia exuberante de dos metabolitos secundarios, alcaloides y aceites fijos.

### **4.2.2. Determinación de la densidad relativa.**

Los datos obtenidos de la densidad del aceite de ricino se indican en la Tabla A14 (Anexo A). Gracias al Análisis de Varianza de la densidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tabla B34 (Anexo B), se descarta a la hipótesis alternativa que dice que los elementos muestrales son disímiles al valorarlos al 5 % de significancia.

El Análisis de Varianza de la densidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, en la Tabla B36 (Anexo B), indica que a un nivel de confianza del 95 % el factor de anidamiento, es decir las provincias y el factor anidado, los cantones, no ejercen una influencia significativa, en la densidad.

En la Figura C19 (Anexo C) se establecen los valores de densidad alcanzados por las muestras de aceite de cada cantón.

#### **4.2.3. Determinación de la viscosidad.**

La Tabla A15 (Anexo A), indica los valores de viscosidad del aceite de ricino.

La Tabla B37 (Anexo B), establece el Análisis de Varianza de la viscosidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, donde  $\alpha$  toma un valor de 5 % de significancia, rechazando a la hipótesis nula, siendo necesario establecer que muestras establecen esta diferenciación, lográndolo por medio de la separación de medias de la viscosidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95 %, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, que se muestran en la Tabla B37 (Anexo B) y demostrándolo gráficamente en la Figura C20 (Anexo C). Por lo que se concluye que la viscosidad del aceite de Sucre, San Vicente y Ambato es similar, mientras las muestras de Sucre, Ambato y Baños también presentan similitud estadística, el *óleum ricin* de Baños, Patate y Ambato son análogos, y finalmente el aceite de ricino de Baños, Patate y Chone son homogéneos entre si al evaluarse este parámetro.

Al hablar del Análisis de Varianza para la viscosidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, Tabla B39 (Anexo B), se concluye que al 5 % de significancia, la incidencia general del factor de anidamiento no es significativa, a diferencia del factor anidado que influye las características de viscosidad del aceite.

#### **4.2.4. Determinación del contenido de humedad.**

En la Tabla A16 (Anexo A) se establecen los valores obtenidos del porcentaje de humedad del aceite de ricino. Gracias al Análisis de Varianza de la humedad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor,

Tabla B40 (Anexo B), se acepta la hipótesis nula al 5 % de significancia.

Bajo el nivel de confianza del 95 %, en el Análisis de Varianza de la humedad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, Tabla B42 (Anexo B), ni las provincias, ni los cantones ejercen una influencia significativa, en la humedad del aceite, este hecho es por causa del azar.

La Figura C21 (Anexo C), indica valores de humedad del aceite de castor, donde el aceite de Chone no presenta valor alguno al establecerse esta característica, mientras que Sucre alcanza valores altos.

#### **4.2.5. Determinación de cenizas.**

La Tabla A 17 (Anexo A), establece el porcentaje de cenizas del aceite de ricino, que se esquematiza en la Figura C22 (Anexo C), donde los porcentajes mayores son los de la provincia de Tungurahua. Gracias al Análisis de Varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tabla B40 (Anexo B), medidos al 5 % de significancia, la hipótesis nula es rebatida, es decir las muestras difieren con respecto a este parámetro, siendo Ambato y Chone completamente disímiles entre sí, mientras que Patate, Baños, San Vicente y Sucre se asemejan a Ambato y Chone al evaluar estadísticamente esta variable. El Análisis de Varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, indica que esta característica no es influenciada por las provincias (factor de anidamiento), ni por los cantones (factor anidado), sino un hecho causado por el azar.

#### **4.2.6. Determinación del color**

La Tabla A18 (Anexo A), indica los valores de color del aceite de ricino, separando la intensidad de Amarillo, Rojo, Celeste o Azul y Blanco, parámetros que se medirán por separado bajo el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, Tablas B45, B47 y B49 (Anexo B), en cada caso  $\alpha$  toma un valor de 5

% de significancia, rechazando a la hipótesis nula de manera genérica, siendo necesario establecer que muestras establecen esta diferenciación.

La separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, con un nivel de confianza del 95 %, se muestra en la Tabla B46 (Anexo B) y demostrándolo gráficamente en la Figura C23 (Anexo C). Determinando que los aceites de Chone y Patate, son muestras estadísticamente homogéneas, al igual que Baños y Ambato, pero Ambato también presenta similitud con Sucre y San Vicente al evaluar este parámetro.

La Tabla B48 (Anexo B) y la Figura C24 (Anexo C), indica la separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, con un nivel de confianza del 95 %, donde la muestra de Chone difiere completamente con el resto, las de Ambato, Sucre y Patate, pero el aceite de Sucre y Patate son homólogas también con Baños y San Vicente, con respecto a este color.

Gracias a la separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, con un nivel de confianza del 95 %, Tabla B50 (Anexo B) y la Figura C25 (Anexo C), donde la muestra de Chone difiere completamente con el resto es la que brinda la posibilidad de rechazo de la hipótesis nula en este parámetro.

El blanco no será evaluado ya que solo afecta a una muestra.

La Figura C25 (Anexo C), muestra la relación entre los colores del aceite de cada cantón, estableciendo que aunque en concentraciones distintas la amalgama de amarillos es la que prevalecen, aunque el rojo también aporta con la pigmentación de este aceite, el celeste influye aunque en menor intensidad, mientras que el blanco tiene una incidencia casi insignificante.

### 4.3. Discusión general del trabajo investigativo.

En la presente investigación se realizó un análisis comparativo, de las características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí.

La recolección de muestras se efectuó de manera georeferencial, donde se establecieron coordenadas geográficas de cada uno de los cantones, gracias al GPS marca [ashtech](#), junto con la caracterización del suelo (propiedades físico-químicas) y clima (Anuario Meteorológico 2010), de la zona. Ya que estos elementos inciden en el factor anidado (Cantones), y en algunos casos en las propiedades de las semillas y las particulares del aceite.

Según USDA (1998), los valores de pH de cada una de las muestras de suelo, se establecen como neutras, es decir son superficies favorables para el crecimiento de la planta, por tener todos los nutrientes disponibles.

San Vicente posee un clima tropical megatérmico seco, con un suelo Base U (Sánchez, 2014). Es una zona que anualmente presenta temperaturas medias de 25,8°C, heliofanía de 1664,7 horas, el porcentaje de humedad de 86 %, precipitaciones de 2486,9 mm, niveles de evaporación de 1092,8 mm y velocidad del viento de 1 km/h. Las muestras del cantón San Vicente, se recogieron a 17,247 msnm, el suelo de esta zona, presenta una conductividad eléctrica de 192  $\text{dS}/\text{m}$ , indicando que es un suelo no salino (Villafañe, 1999). Con un porcentaje de materia orgánica de 5,51 % y un porcentaje de humedad de 10,61 % se deduce que es un suelo franco-arenoso (El Riego, 2012).

El Cantón Sucre posee un clima tropical megatérmico seco, con un suelo Base U (Sánchez, 2014). Por año, presenta una heliofanía de 780,6 horas, temperaturas medias de 25,2°C, precipitaciones de 675,3 mm, niveles de

evaporación de 1657,1 mm y una velocidad media del viento de 1 km/h. Con una conductividad eléctrica de 0,347 dS/m, 8,11 % de materia orgánica y 18,33 % de humedad la textura del suelo se considera franco arenoso-limoso, no salino (Villafañe, 1999; El Riego, 2012).

Chone posee un clima tropical megatérmico seco, con un suelo INCEPTISOL+ENTISOL (Sánchez, 2014). Anualmente presenta temperaturas medias de 25,4°C y 82,09 % de humedad relativa, 1279,4 mm con respecto a la precipitación y 1161 mm de evaporación de agua, finalmente el viento alcanza velocidades medias de 2 km/h. El suelo de este lugar es no salino, con bajo porcentaje de materia orgánica (2,62%) y porcentajes de humedad que indican que se trata de un suelo franco arenoso-limoso (Villafañe, 1999; El Riego, 2012).

La zona de Baños tiene un clima ecuatorial mesotérmico seco, y un suelo INCEPTISOL (Sánchez, 2014). Anualmente presenta heliofanía de 1471,6 horas, temperaturas medias de 18,3°C, humedad relativa en porcentajes del 81 %, precipitaciones de 1304,6 mm y 1188,6 mm con respecto a la evaporación. Baños presenta un suelo franco-arenoso, no salino con porcentajes significativos de materia orgánica (Villafañe, 1999; El Riego, 2012).

Patate es una zona que tiene un clima ecuatorial mesotérmico seco, y un suelo MOLLISOL e INCEPTISOL, presenta valores anuales de temperaturas medias de 16,3°C, su humedad relativa es de 88 %, sus precipitaciones alcanzan los 733,6 mm. La conductividad del suelo donde se recolectó las muestras es de 0,346 dS/m, con 6,63 % de materia orgánica y 4,7 % de humedad, es decir es un suelo no salino, arenoso (Villafañe, 1999; El Riego, 2012; Sánchez, 2014).

En Ambato tiene un clima megatérmico húmedo, con un suelo MOLLISOL, por año la heliofanía es de 1601,7 horas, con una humedad relativa de 76 %, y precipitaciones que alcanzan los 698,7 mm, junto a los 1101,3 mm de evaporación, el viento alcanza una velocidad de 2 km/h. Las muestras de este

cantón se recolectaron a 2550,769 msnm, el suelo de esta zona alcanzó una conductividad de  $2,01 \text{ dS/m}$ , es decir es ligeramente salino, con concentraciones considerables de materia orgánica y 16,82 % de humedad, es decir es un suelo franco arenoso-limoso (Villafañe, 1999; El Riego, 2012; Sánchez, 2014).

Estas características son las que influyen en los tratamientos que se ven afectados, al hablar del diseño anidado o jerárquico, siendo cada cantón el factor anidado, para las propiedades de las semillas de higuera y el aceite de ricino.

Al realizar la caracterización de la semilla de higuera (*Ricinus communis* L.), según la zona de procedencia, se establece que el tamaño (ancho y grosor) de las semillas, son estadísticamente diferentes, que dependen de variables climáticas, y suelo de las zonas, mientras que el peso no depende de ellas. Según Chaves (2008), a mayor altitud decrece el contenido de aceites de las semillas, pero al evaluar el contenido de aceite de cada cantón, los resultados indican que no existe diferencia estadística significativa, teniendo muestras homogéneas, sin importar el tipo de extracción (extracción química y mecánica). Experimentaciones similares indican que muestras de higuera (*Ricinus communis* L.), colectadas en el estado de Chiapas, México, fueron caracterizadas por contenido de aceite, forma, tamaño y peso de la semilla, encontrando una amplia variación en tamaño (de 0.05 a 2.49 cm), color, peso (desde 7 hasta 123.9 g por cada 100 semillas) y contenido de aceite (desde 12.20 a 64.84 %), indicando que asociaciones que se establecieron entre el tamaño y peso de 100 semillas con temperatura y precipitación fueron negativas, al igual que en las asociaciones del contenido de aceite con temperatura y precipitación (Goytia *et al.*, 2011). Diferenciándose de los datos obtenidos en esta investigación.

Por otro lado al evaluar la humedad de las semillas de higuera, con cáscara y sin ella, se establece que existe homogeneidad de las semillas de Tungurahua y de las semillas de Manabí respectivamente, ratificando la incidencia de las

características establecidas en la Tabla 12 y 13, sobre la variable de estudio al 5 % de significancia, la disminución porcentual de humedad se asemeja a la indicada en la literatura: la humedad de las semillas con cáscara es de 5,35% y la humedad de las semillas sin cáscara es de 3,7% (Mera, 2009). Mientras que el porcentaje de cáscara y almendra de la semilla, es afectada directamente por las características que presenta cada cantón, teniendo valores fluctuantes es cada muestra.

El tamizaje fitoquímico no es analizado estadísticamente al no tener resultados cuantitativos, pero indican la presencia de principios activos importantes: alcaloides y aceites fijos. El alcaloide que se asume se encontró es la ricinina (3-cyano-4-methoxy-N-methyl-2-pyridone), usado para el control de plagas de follaje y suelo en jardines y macetas, su mecanismo de acción se basa en inhibir la síntesis de proteínas en las células, es un agente aglutinante débil de las células sanguíneas. (Johnson *et al.*, 2005; Ania, 2011). Los aceites fijos los constituye principalmente los glicéridos de los ácidos ricinoleico e iso-ricinoleico, el ácido ricinoleico es un derivado del ácido oleico, y es el compuesto que le confiere sus propiedades antimicrobianas y lo hace eficaz para enfermedades dermatológicas como el acné, dermatosis inflamatorias, infecciosas, etc. (García *et al.*, 2008; Regalado, 2011)

La evaluación del aceite se basa en parámetros de densidad, humedad, cenizas, los cuales no presentan diferencia estadística significativa, y su manifestación es simplemente a causa del azar. Los valores de densidad a 25°C en la experimentación oscilan entre valores de 0,973 g/cm<sup>3</sup>, valores mayores a los reportados por Loaiza, 2003 (0,9206 y 0,957 <sup>g</sup>/<sub>ml</sub>). La humedad del aceite es casi nula por lo que la extracción fue relativamente exitosa, mientras que el porcentaje de ceniza es relativamente alto, esto se debe a que es un aceite sin refinar.

El parámetro viscosidad por otro lado si es influenciado por la procedencia de la semilla y presenta diferencias estadísticas significativas en cada una de las



muestras. Situación similar sucede con el color general del aceite, influenciado por cada uno de los tonos tanto de amarillo, rojo y celeste que integran al aceite.

Al ser un estudio primordial, los resultados obtenidos son interesantes y fundamentales para futuras investigaciones, que brinden datos específicos de útiles compuestos bioactivos de esta oleaginosa, o establecer al cultivo como un elemento potencial de la zona de Tungurahua, uniendo directamente a la agricultura y la biotecnología.

### **3.3. Verificación de hipótesis.**

#### **3.3.1. Hipótesis Nula.**

H<sub>0</sub>: Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), de Tungurahua y Manabí no muestran ninguna diferencia.

#### **3.3.2. Hipótesis Alternativa.**

H<sub>1</sub>: Características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), de Tungurahua y Manabí son disímiles.

Después del análisis comparativo de las muestras de higuera (*Ricinus communis*) de cada cantón, es imposible generalizar los resultados. Con respecto a las características morfométricas, humedad, porcentaje de cáscara y almendra de las semillas, viscosidad, cenizas y color del aceite de ricino se acepta la hipótesis alternativa H<sub>1</sub>: afirmando que las muestras de Tungurahua y Manabí son disímiles, mientras que al evaluar el rendimiento, densidad y humedad del aceite se acepta la nula H<sub>0</sub>: afirmando el hecho de que ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), de Tungurahua y Manabí no muestran ninguna diferencia.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

Se analizó de manera comparativa características físicas y fitoquímicas de las semillas y el aceite obtenido a partir de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí, estableciéndose tanto analogías como diferencias.

Gracias a la caracterización morfométricas de las semillas, se establece que las asociaciones entre el tamaño y peso de las semillas con las características bioclimáticas (temperatura, humedad, precipitación, evaporación, heliofanía o tipos de suelo), fueron negativas, no dependen de la zona de donde fueron recolectadas, por otro lado características como humedad y porcentaje de cáscara-almendra si se ve influenciado por la zona donde creció la higuera.

Al extraer el aceite de ricino de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí, las concentraciones de aceite son similares, por lo que se deduce que la adaptación de esta especie a cada zona es extremadamente alta, evitando que esta característica se vea alterada por la altura donde se desarrolló la planta.

Al determinar tanto las características físicas como fitoquímicas del aceite de ricino generado en ecotipos autóctonos de higuera, se establece que existen características que asemejan a la planta de cada zona, mientras que otras las diferencian considerablemente, esto se debe a las características del medio donde se desarrollan, pero de manera general se puede decir que este cultivo es apto para cualquiera de las 2 provincias y con estudios más profundos, se podría establecer como un cultivo promisorio y de gran rendimiento.

## **Recomendaciones**

Realizar análisis fitoquímicos cuantitativos, tanto de muestras normales como de muestras fermentadas, para establecer de manera eficaz sus principios activos, cantidad de los mismos, y posibles usos.

Realizar análisis moleculares para cada una de las muestras de las semillas, para establecer la razón de sus variaciones.

Ejecutar análisis de la extracción del aceite de cada ecotipo, con el fin de identificar cual es el mejor aceite, para ser usado como base para cosméticos y la producción de biodiésel.

Establecer la factibilidad de siembra, de la higerilla, ya que es una buena opción para cultivar en zonas con características extremas, causando un impacto positivo en el campo ambiental, ecológico y económico ya que se puede aprovechar cada una de sus partes.

Establecer el mercado al que iría dirigido los productos y subproductos, al establecer a la higerilla como un cultivo energético productivo, en el Ecuador.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1. Datos Informativos**

##### **6.1.1. Título.**

Investigación comparativa de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Pastaza y Manabí.

##### **6.1.2. Instituciones ejecutoras.**

Universidad Técnica de Ambato.

##### **6.1.3. Beneficiarios.**

Investigadores. Centros e instituciones de investigaciones agronómicas. Pequeños, medianos y grandes agricultores. Empresas extractoras de aceites.

##### **6.1.4. Ubicación.**

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Avenida Los Chasquis y Río Payamino, Ciudadela Huachi Chico, Ambato.

##### **6.1.5. Tiempo estimado para la ejecución.**

Diez meses.

##### **6.1.6. Equipo técnico responsable.**

Docentes, investigadores, estudiantes y tesistas, interesados en estudiar morfología, técnicas de extracción, y posibles aplicaciones y de esta oleaginosa no comestible.

## **6.2. Antecedentes de la propuesta.**

A nivel mundial las oleaginosas constituyen una fuente importante de generación de divisas, por producción, importación, exportación, consumo, reserva y precios en diferentes mercados siendo una base técnica para establecer proyectos de inversión. En la actualidad el cultivo de la especie oleaginosa, higuera (*Ricinus communis*), es una opción agrícola con grandes expectativas industriales por sus diversos usos en distintas industrias como: cuidado personal, farmacéutica, cosmética, médica, pinturas y plásticos, automotriz y combustibles alternativos. El biodiésel en los últimos cinco años ha sido considerado una pieza clave, en la disminución de los problemas del calentamiento global y elevados precios de los combustibles (Andrade, 2009; Rodríguez & Duque, 2010).

La planta de higuera (*Ricinus communis*) es de fácil adaptabilidad a condiciones extremas de suelo y clima), nace y se reproduce en predios baldíos y a la orilla de las carreteras. No existen antecedentes de áreas destinadas exclusivamente para el cultivo de esta especie en la región amazónica del Ecuador por lo que su presencia se limita a la evidencia de la existencia de variedades silvestres, de las cuales se carece la información necesaria para saber a ciencia cierta si sirven como cultivos potenciales de la zona, a pesar de que este cultivo es una propuesta que ha cobrado fuerza en los últimos años impulsada por el auge del tema de los biocombustibles, (Anguaya, 2007; Pabón, 2009; Rodríguez & Duque, 2010; El Diario, 2011).

## **6.3. Justificación**

La investigación comparativa de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Pastaza y Manabí, brindaría datos estadísticos que servirían

como base para varios estudios, incluyendo la posible utilización de suelos amazónicos mal explotados.

Las características de esta oleaginosa no se han especificado, al no tener estudios comparativos de las características que presenta el aceite y las semillas de higuierilla que provienen tanto de la costa como del oriente ecuatoriano, perdiendo los posibles beneficios que este tipo de aceite vegetal brinda.

#### **6.4. Objetivos.**

##### **6.4.1. General**

Analizar analogías y diferencias entre características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Pastaza y Manabí.

##### **6.4.2. Específicos**

Determinar características morfométricas de las semillas de higuierilla procedentes tanto de la costa como del oriente ecuatoriano.

Establecer características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Pastaza y Manabí.

Realizar un análisis comparativo estadístico de las características encontradas en los aceites de distintas zonas.

#### **6.5. Análisis de factibilidad.**

La viabilidad de la propuesta “Investigación comparativa de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuierilla (*Ricinus communis*), en Pastaza y Manabí”, se asegura con los resultados obtenidos en la investigación “Análisis comparativo

de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí”. Por ende, el cumplimiento de los objetivos específicos dará como resultado el cumplimiento del objetivo general. Además los resultados de la investigación en la cual se fundamenta la presente propuesta, permitirán que los resultados finales sean obtenidos sin inconvenientes.

## **6.6. Fundamentación.**

La investigación “Análisis comparativo de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino generado en semillas de ecotipos autóctonos de higuera (*Ricinus communis*), en Tungurahua y Manabí.”, es la base científica para la formulación de la siguiente propuesta.

## **6.7. Metodología - modelo operativo**

### **6.7.1. Extracción de aceite a partir de ecotipos autóctonos de semillas de higuera (*Ricinus communis*).**

#### **6.7.1.1. Recolección de muestras.**

Se escogerá aleatoriamente tres cantones de Manabí y tres cantones de Pastaza para la obtención del elemento muestral, 3000 gramos de los frutos silvestres de esta oleaginosa, que crecen en predios baldíos y a orillas de carreteras y ríos. La recolección de los frutos maduros (verde claro o café) se realizará de forma manual con la ayuda de tijeras podar pequeñas para no dañar a la planta. Las muestras se guardarán en fundas plásticas etiquetadas con su procedencia.

Se recogerán muestras de suelo de cada lugar de recolección y se realizará un muestreo georeferencial, gracias a la ayuda de un GPS calibrado.

Los frutos se dividirán en dos grupos que representan a la réplica 1 y 2, y se secarán por catorce días a partir del día de recolección, para que la separación de la semilla de su cubierta sea más fácil.

### **6.7.1.2. Caracterización físico-química del suelo.**

#### **6.7.1.2.1. Determinación del pH.**

Se colocarán 5 gramos de suelo en un vaso de precipitación y se añadirá agua destilada hasta obtener una película de aproximadamente 1 cm de altura sobre el suelo. La suspensión se agitará por varios minutos y posteriormente se dejará reposar durante media hora a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo, utilizando un pHmetro calibrado, y sin agitar la muestra, se tomarán cinco lecturas de pH, con las cuales se realizará el promedio y se obtendrá el valor final.

#### **6.7.1.2.2. Determinación de la conductividad.**

Se colocarán 5 gramos de suelo en un vaso de precipitación y se añadirá agua destilada hasta obtener una película de aproximadamente 1 cm de altura sobre el suelo. La suspensión se agitará por varios minutos y posteriormente se dejará reposar durante media hora a temperatura ambiente. Transcurrido este tiempo, utilizando un conductivímetro calibrado, y sin agitar la muestra, se tomará el valor.

#### **6.7.1.2.3. Determinación de la humedad.**

Para la determinación de humedad, se pesará una cápsula de porcelana previamente esterilizada con alcohol (P1). Utilizando las muestras homogeneizadas, se colocará cierta cantidad de suelo en la cápsula (P2), y se llevará a la estufa a 105°C por 24 horas. Para obtener el peso de la muestra de suelo tomada (P3) se utilizará la siguiente expresión:

$$P_3 = P_2 - P_1$$

Una vez transcurrido el tiempo establecido se sacará la muestra de la estufa y se dejará enfriar en un desecador por unos minutos hasta obtener una temperatura uniforme.



Se pesará nuevamente la cápsula (P4) y para obtener el valor del peso seco de la muestra (P5), se realizará la siguiente operación:

$$P_5 = P_4 - P_1$$

Para calcular el porcentaje de humedad, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\%humedad = 100 - \left( \frac{P_5}{P_3} * 100 \right)$$

#### **6.7.1.2.4. Determinación del porcentaje de materia orgánica.**

El envase obtenido en el paso anterior se llevará a la mufla a 400°C por dos horas. Una vez transcurrido este tiempo se sacará la muestra de la mufla y se dejará al ambiente hasta que se estabilice la temperatura y se volverá a pesar (P6). Para obtener el valor del peso del suelo luego del tratamiento en la mufla, es decir sin materia orgánica (P7), se realizará la siguiente operación:

$$P_7 = P_6 - P_1$$

Para conocer el peso de la materia orgánica (P8) se utilizará la siguiente operación:

$$P_8 = P_5 - P_7$$

Para calcular el porcentaje de la materia orgánica, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\%MateriaOrgánica = \left( \frac{P_8 - P_7}{P_7} * 100 \right)$$

#### **6.7.1.3. Dimensionamiento de las semillas.**

Se cogerá aleatoriamente 25 almendras de las réplicas de cada cantón y con la ayuda de un Pie de Rey se medirá el ancho, altura y grosor. Con una balanza con precisión de 0,1 mg, se pesará cada una de estas semillas.

#### **6.7.1.4. Relación Cáscara-Almendra.**

Característica referida al porcentaje del peso total de la cáscara versus el peso de la almendra, tomando como muestra 100 gramos de las semillas, pesados en una balanza con precisión de 0,1 mg. La separación se realizará gracias a la ayuda de tijeras.

#### **6.7.1.5. Determinación del contenido gravimétrico de agua en las semillas.**

Se triturarán las semillas de higuera, cada muestra por separado, en un molino manual. El molino debe contar con una abertura de trituración de 4mm, logrando que toda la semilla quede machacada.

Se etiquetarán las taras limpias y secas, para determinar su masa. Se tomará 100g de muestra húmeda, que representarán las condiciones de humedad de la totalidad del material.

Las muestras se colocarán en la tara, se registrará la masa de la tara y del material húmedo usando una balanza analítica y se colocará en el horno de secado a  $110 \pm 5$  °C por 16 horas, hasta alcanzar una masa constante, se dejará enfriar en un desecador para que la balanza no se afecte por las corrientes de convección o por calentamiento. Se determinará y registrará la masa del recipiente más el material seco. El cálculo del agua del material en cada tara es el siguiente:

$$m = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_2 - m_3)} * 100 = \frac{m_4}{m_5} * 100$$

Dónde:  $m$ : contenido de agua (%)

$m_1$ : masa de la tara y el espécimen húmedo (g)

$m_2$ : masa de la tara y la muestra seca (g)

$m_3$ : masa de la tara (g)

$m_4$ : masa del agua (g)

$m_5$ : masa de las partículas sólidas (g)

#### **6.7.1.6. Extracción de aceite por método químico.**

Las semillas se descascarillarán, gracias a la ayuda de un martillo pequeño. Para debilitar o romper las paredes de las células, se aplastarán los granos con la ayuda del mortero y el pistilo hasta formar una pasta (torta), para mejorar la eficiencia de la extracción.

Se usará como solvente n-hexano, que crea una difusión en la materia prima, para extraer triacilgliceroles de la semilla. Se utilizará el equipo Soxhlet de Pyrex® con (matraces, lixiviadores y enfriadores). En el matraz se colocarán 6 núcleos de ebullición, este instrumento se pondrá en una estufa a 103°C por 2 horas, para después ser pesado.

Se confeccionarán con una tela porosa, 36 dedales de 50 por 140 mm y 12 corchos de algodón, que se etiquetarán, pesarán y registrarán.

Doce dedales se llenarán cada uno con 100 g de arena seca, lavada previamente con agua estéril, cada dedal se sellará con un algodón, se pesará y registrará esta cantidad en gramos.

Estos dedales se utilizarán para incrementar el peso de la muestra, disminuyendo en consumo de solvente y el tiempo de extracción.

En doce nuevos dedales, se colocará 20 g de cada una de las muestras trituradas. Se pesará y registrará cada dato. En los últimos doce dedales, se colocará un dedal de arena y uno de muestra respectivamente, registrando nuevamente el peso. Este cartucho se colocará en el lixivador, ya conectado al

matraz. Posteriormente se añadirán aproximadamente 200 ml de n-hexano, hasta que se produzca la primera recirculación.

La operación iniciará con el equipo armado, el refrigerante fluyendo, y el calentador encendido. Gracias a la temperatura de ebullición del n-hexano (69°C) comenzará la evaporación, el refrigerante lo condensará, cayendo en forma gotas sobre el cartucho, hasta que el lixiviador se llene con una solución de lípidos disueltos en el solvente, que se llevan hasta el matraz por la recirculación a través del sifón.

Cuando el sistema alcance su régimen, las sifonadas se producirán en intervalos regulares. El proceso durará 14 horas, inicialmente el material de extracción tiene fracciones de fácil separación, pero mientras el proceso avanza, la fracción remanente es mucho más difícil de extraer.

El solvente se recuperará por evaporación y condensación, dejando al aceite separado puro dentro del matraz. El matraz se pesará y finalmente se calculará el porcentaje de aceite obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\%_{\text{aceite}} = \frac{m_2 - m_1}{E} * 100$$

Dónde:  $m_1$ : peso del recipiente vacío y seco con los núcleos de ebullición (g).

$m_2$ : peso del matraz con los núcleos de ebullición y el aceite después de la evaporación del disolvente (g).

$E$ : peso de la muestra en gramos.

Las muestras de aceite puro se guardarán en botellas color ámbar de 125 ml.

#### 6.7.1.7. Extracción de aceite por método mecánico.

Se pesarán 12 botellas de color ámbar debidamente etiquetadas, 500 g de cada muestra con sus réplicas y 12 copas de vino cubiertas con tela porosa que servirá como filtro, para comenzar la extracción del aceite.

Se utilizará un extractor de aceite manual marca PITEBA. Antes de iniciar el proceso de extracción se engrasará la arandela al final del tornillo extractor con aceite comestible, se prenderá la mecha, se llenará el embudo con las semillas, se colocará la copa con la tela filtrante debajo de la cabina de prensa, se esperará 10 minutos hasta que la cabina de prensa se caliente.

La extracción comenzará al mover la palanca en sentido de las agujas del reloj, la torta saldrá por los agujeros del extremo, mientras que el aceite aparecerá por la hendidura de la cabina de prensa, chequeando regularmente el flujo de las semillas a través del embudo.

Una vez finalizada la extracción se apagará la mecha, inmediatamente se removerá y limpiará la punta de la cabina de prensa, ya que si la punta se enfriaba la torta se endurecerá y ésto dificultará su limpieza.

Se registrará el peso de la copa con el aceite extraído, el aceite se filtrará por gravedad, para acelerar este proceso la copa se calentará y la biomasa restante se estrujará, el aceite filtrado se colocará en botellas color ámbar, para finalmente ser pesada. El porcentaje de aceite obtenido se calculará por la siguiente fórmula:

$$\%aceite = \frac{m_2 - m_1}{E} * 100$$

Dónde:  $m_1$ : peso (g) del recipiente vacío y seco (Botella color ámbar o copa con filtro).

m<sub>2</sub>: peso (g) de botella color ámbar y el aceite después del filtrado o copa con filtro y el aceite antes del filtrado.

E: peso de la muestra (semillas) en gramos.

## **6.7.2. Determinación de características físicas y fitoquímicas del aceite de ricino de la costa y de la sierra.**

### **6.7.2.1. Análisis fitoquímico.**

Las semillas higuierilla (150 g) de cada cantón y sus réplicas, se colocarán en recipientes de espuma Flex, etiquetados, para enviarlas a los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador donde se realizarán los análisis fitoquímicos.

### **6.7.2.2. Determinación de la densidad relativa.**

La determinación de densidad relativa se basa en la norma mexicana NMX-F-075-SCFI-2012. Se determinará la masa a volúmenes iguales de agua y de aceite de ricino para calcular la relación entre ambos valores, bajo condiciones específicas de temperatura a 25 °C.

Se utilizará un picnómetro de 10 ml de capacidad con una rama capilar para aforo, un termómetro graduado de 0°C a 68°C, con escala dividida en decimos de grados, un baño de agua, con regulador de temperatura con precisión de  $\pm 0,2$  °C, un embudo y pipeta para llenar el picnómetro, una balanza analítica con sensibilidad de 0,0001 g, materiales y reactivos necesarios: papel filtro de poro fino, agua destilada, alcohol etílico de 96° (v/v), éter etílico y mezcla sulfocrómica, Tabla D1 (Anexo D).

Se limpiará cuidadosamente el picnómetro con la mezcla sulfocrómica y se enjuagará con agua destilada. Se escurrirá y se bañará sucesivamente con etanol y éter etílico. Se secará interiormente utilizando una corriente de aire seco y exteriormente con un paño.

Se determinará la masa del picnómetro vacía, con la precisión de 0,1 mg, luego se llenará con agua destilada evitando la formación de burbujas de aire, dejando destapada la rama del capilar.

Se sumergirá el picnómetro en un baño de agua a  $25^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min, al alcanzar esta temperatura, se enrasará la rama capilar del picnómetro con agua destilada y se tatará. Se extraerá del baño, se limpiará, se secará exteriormente y se determinará su masa con precisión de 0,1 mg.

Se vaciará el picnómetro y se lavará con etanol y éter etílico. Se secará interiormente utilizando una corriente de aire seco y exteriormente con un paño seco o con papel filtro.

Se llenará el picnómetro con el aceite de ricino homogeneizado, evitando la formación de burbujas de aire, se colocará el termómetro dejando destapada la rama del capilar y se sumergirá en el baño de agua a  $25^{\circ}\text{C}\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante 30 min controlando la temperatura del baño con el termómetro del picnómetro. Cuando alcance la temperatura deseada, se enrasará la rama del capilar del picnómetro con el aceite de ricino a la misma temperatura y se tatará y se procederá como se detalla para el agua destilada.

La densidad relativa se calcula con las siguientes expresiones:

$$G_1 = M_1 - M$$

$$G_2 = M_2 - M$$

$$\delta_t = \frac{G_1}{G_2}$$

Dónde:  $M_1$ : masa del picnómetro con muestra (g)

$M_2$ : masa del picnómetro con agua (g)

$M$ : masa del picnómetro vacío (g)

$G_1$ : masa neta del aceite (g)

$G_2$ : masa neta del agua (g)

$\delta_t$ : densidad relativa a  $t/25^\circ\text{C}$

Después de conocer la densidad relativa  $t/25^\circ\text{C}$  del aceite, la densidad relativa a  $25/25^\circ\text{C}$  se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_{25} = \delta_t + 0.00064(t - 25)$$

Dónde:  $\delta_{25}$ : densidad relativa a  $25/25^\circ\text{C}$

$\Delta t$ : densidad relativa a  $t/25^\circ\text{C}$

$T$ : temperatura de referencia de la sustancia ( $25^\circ\text{C}$ )

$0.00064$ : corrección promedia para  $1^\circ\text{C}$

Para obtener la densidad del líquido, se multiplicará la densidad relativa del aceite por la densidad del agua a  $25^\circ\text{C}$ .

Durante la calibración del picnómetro y la determinación de la densidad relativa, el picnómetro no deberá entrar en contacto directo con las manos del operador.

### **6.7.2.3. Determinación de la viscosidad.**

Se medirá la viscosidad gracias al viscosímetro de Ostwald. Para esto se necesitará de un baño termostático, un termómetro, el viscosímetro de Ostwald, 13 pipetas de 10 ml, un cronómetro, un vaso de precipitación de 50 ml, una propipeta, y como reactivos agua destilada, alcohol y el aceite.

Se limpiará el viscosímetro con 5 ml de agua destilada, seguido de 5 ml de etanol, el aparato deberá quedar totalmente seco y libre de polvo, para luego purgarlo con el aceite de higuera, empapando completamente el viscosímetro



hasta que quedé “limpio” de alguna sustancia extraña, esta muestra se desechará.

En el tubo más ancho del viscosímetro se introducirá exactamente 10 ml de del aceite, con la ayuda de una pipeta. El viscosímetro se colgará con un soporte de fijación dentro de un termostato a 25°C, se esperará 10 minutos para que el aceite alcance la temperatura deseada.

El líquido se aspirará ascendentemente con la ayuda de una propipeta hasta la marca anular superior de medida M1. Luego se medirá el tiempo de paso del líquido entre ambas marcas anulares de medida M1 y M2, M2 y M3. La medición se repetirá 2 veces.

Para el cálculo de la viscosidad, se deducirá el tiempo de paso para las Correcciones Hagenbach indicando la cuantía en segundos, para los diferentes tubos capilares indicados en la tabla de Correcciones de Hagenbach.

Para mediciones absolutas la corrección del tiempo de paso da directamente la viscosidad cinemática en [mm<sup>2</sup>/s] al multiplicar por la constante *K*.

$$v = K(t - \partial)$$

La constante *K* del viscosímetro está indicada en el certificado del fabricante perteneciente al viscosímetro.

Se medirá la viscosidad de cada muestra y su réplica.

#### **6.7.2.4. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.**

Se utilizará el método termo gravimétrico, basado en la pérdida de peso por el proceso de secado, relacionando la diferencia entre la masa inicial y la masa final después del secado.

En esta prueba los 20 g de aceite se repartirán de forma homogénea, a ser posible en una capa de 2 a 5 mm de espesor y evitando la formación de gotas y la rápida evaporación.

Se utilizará una balanza para la medición de humedad donde el material se secará por medio de radiación, absorbida por el material.

Se realizará el taraje del platillo para pruebas, se colocará la muestra y se pondrá en funcionamiento la máquina. El resultado se anotará, realizándose una réplica para cada una de las muestras.

#### **6.7.2.5. Determinación de cenizas.**

El proceso se basa en la norma venezolana COVENIN 328:2001, donde se utilizará una balanza analítica con precisión de 0.0001 g, mechero, mufla, crisol de porcelana de aproximadamente 50 ml de capacidad, desecador, pinzas para crisol.

El crisol se calentará al rojo y se enfriará en un desecador hasta temperatura ambiente y se pesará. Se añadirá 15g de la muestra y 0.3g de óxido de zinc, pesados con precisión de 0.1 mg, se calentará suavemente con un mechero, hasta que la superficie comience a arder. Se disminuirá la llama hasta adecuar el calor, hasta la total carbonización.

La muestra carbonizada se colocará en una mufla a 600°C por 5 horas. La muestra se sacará de la mufla, se enfriará en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesará con precisión de 0.1 mg.

El contenido de cenizas se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$C = \frac{G_1 - G_2 * 100}{G}$$

Dónde C: contenido de cenizas, en porcentaje

$G_1$ : masa de cenizas en gramos

$G_2$ : masa de óxido de zinc en gramos

$G$ : peso de la muestra en gramos

Este experimento se realizará para cara réplica.

#### 6.7.2.6. Determinación del color

El color de los aceites y grasas es causado por una mezcla de pigmentos entre los cuales se encuentran carotenos, clorofilas, luteína, licopeno, gossipol y otros. Este método se basa en la igualación de color de la muestra con la escala Lovibond. Para esta prueba nos basamos en la norma venezolana COVENIN 1191:1996: Determinación del color.

#### Gamas de colores según el COVENIN 1191:1996

Amarillos	40	30	20	10					
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Rojos	20	10							
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
Azules	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.01

Fuente: **COVENIN 1191:1996**

Tubo de observación, que en el extremo exterior inferior lleva dos espejos formando un ángulo de 45° con la visual. Estos espejos recogen el haz de luz que atraviesa las dos aberturas rectangulares practicadas en la caja.

Cubetas de vidrio, incoloras, lisas y pulidas, de caras paralelas, o de metal con caras de vidrio, de las siguientes dimensiones:

Altura: 37 a 39 mm

Ancho: 13 a 14 mm

Longitud: 25,4 mm.

Papel filtro de porosidad fina.

Material común de laboratorio.

Para cada producto a ensayar debe especificarse el tamaño de la cubeta, lavarla con tetracloruro de carbono y secarla antes de usarla.

La determinación se efectuará por triplicado, para cada réplica, a temperatura ambiente. La muestra filtrada se colocará en posición en el tintómetro. Con ayuda de los soportes corredizos, se colocarán los filtros patrón, primero el amarillo de base, luego los filtros rojos y azules, hasta obtener una combinación que reproduzca un color igual al del aceite, este proceso se observa a través del tubo de observación.

Para expresar el resultado, se sumarán separadamente los valores correspondientes a los filtros amarillo, rojo y azul empleados y se indicarán esos valores precedidos por el nombre del color correspondiente, en el siguiente orden: amarillo, rojo y azul. Además se indicará el tamaño de la cubeta empleada.

## 6.8. Administración

INDICADORES A MEJORAR	SITUACIÓN ACTUAL	RESULTADOS ESPERADOS	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
<b>Análisis comparativos estadísticos, que establecen analogías y diferencias entre semillas y el aceite de la Costa y la Amazonía</b>	Carencia de un análisis comparativo de características físicas del aceite de ricino de la costa y la Amazonía	Las semillas de higuera y el aceite de ricino, son homogéneas.	Determinación de características morfométricas de las semillas de higuera.	Docente
			Extracción química y mecánica del aceite de ricino	Investigador
		Las semillas de higuera y el aceite de ricino, son disímiles.	Análisis físicos y fitoquímicos de aceite de ricino.	Estudiante
		Análisis estadísticos de los resultados	Tesistas	

Autor: **Correa, L.**

## 6.9. Previsión de la evaluación

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Quiénes solicitan evaluar?	<p>Docente</p> <p>Investigador</p>
¿Por qué evaluar?	<p>Proporciona información estadística acerca de características que presenta tanto la semilla como el aceite de dos zonas donde crece de manera casual.</p>
¿Para qué evaluar?	<p>Para establecer adaptabilidad de la planta en la zona, viabilidad del cultivo, posibles usos.</p>
¿Qué evaluar?	<p>Datos estadísticos de la morfología de las semillas y características físicas del aceite.</p> <p>Parámetros fitoquímicos cualitativos.</p>
¿Quién evalúa?	<p>Docente</p>
¿Cuándo evaluar?	<p>Análisis de Varianza ANOVA.</p>
¿Cómo evaluar?	<p>Tablas estadísticas.</p>
¿Con qué evaluar?	<p>Software: <i>InfoStat</i> y Microsoft Excel.</p>

Autor: **Correa, L.**

## Bibliografía

AgroNegocios Costa Rica. 2013. Proyecto de Oleaginosas Promisorias y Agroenergía. Consultado en: <http://agronegocioscr.com/proyectos/oleaginosas> 17/04/2013.

Albarracín, G. C.; Gallo, S. G. 2003. Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando piper aduncum (cordoncillo) procedente de la zona cafetera. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Ingeniería. Consultado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/989/1/gloriacristinaalbarracinmontoya.2003.pdf> 20/11/2013

Amado, E.; Perea, J. C.; López, A. F. 2006. Caracterización termoanalítica de semillas de *Ricinus communis* variedades mamona blanca, mamona negra y silvestre: Analisis de las Propiedades Reológicas del Biodiésel. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. Colombia. ISSN: 0120-4211. Vol 4(1). Pp 15-20.

Andrade, V. 2009. Presente y futuro de las oleaginosas en el Ecuador. Cultivos Energéticos Alternativos. Consultado en: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/59-74.pdf> 11/04/2013.

Anguaya, C. 2007. Estudio de estabilidad en almacén del biodiésel obtenido de aceite de soya (*Glycine max*), palma africana (*Elaeis guineensis*), maíz (*Zea mays*), higuera (*Ricinus communis*) y piñón (*Jatropha curcas*). Tesis. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano. Honduras. Consultado en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Documento/JatrophaContrataciones/CALIDADACEITE-ALMACNAMIENTO.pdf> 06/03/2014.

Ania. 2011. Ricinina. Consultado en: <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/ricinina.pdf> 25/02/2014.

Anosike, E. O.; Egwuatu, C. K.; 1980. Biochemical changes during the fermentation of castor oil (*Ricinus communis*) seed for use as a seasoning agent. *Plant Foods for Human Nutrition*. Nigeria. Vol 30 (4). Pp 181-185. Consultado en: <http://link.springer.com/article/10.1007/BF01094021> 03/04/2013.

Arboleda, F.; Guzman, O. A.; Mejía, L. F. 2012. Efecto de extractos cetónicos de higuierilla (*Ricinus communis* Linneo.) sobre el nematodo barrenador [*Radopholus similis* (Cobb.) Thorne] en condiciones in vitro. *Revista Luna Azul*. Universidad de Caldas. Manizales-Colombia. ISSN 1909-2474. No. 35. Pp 28-47.

Bailey, A. E. 1984. Aceites y grasas industriales. Editorial Reverté S.A. Barcelona-España. Pp 152.

Besold, C. 2006. El tártago en Misiones. *El Paraense*. Consultado en: <http://elparanaense.com.ar/el-trtago-en-misiones/> 24/02/2013

Caderón, L. A. 2009. Proceso de Extracción de Aceites. Consultado en: <http://www.slideshare.net/janoac/proceso-d-extraccion-de-aceites> 20/11/2013.

Calero, E. 1971. Incremente sus rendimientos de higuierilla siembre la variedad "Portoviejo 67". Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito-Ecuador.

Carvajal, L.; Hata, Y.; Sierra, N.; Rueda, D. 2009. Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* krukoff). *Revista Colombia Forestal* Vol. 12: 161-170.

CASTOROIL. 2008. COILSA-ARSU Aceite de ricino sulfonado (Rojo Turco). Consultado en: <http://www.castoroil.com.ar/descargas/COILSA%20ARSU.pdf> 10/04/2013.



Cedeño, D. 2009. Desarrollo Agrícola en Manabí. Oleaginosas del Puerto. Consultado en: <http://www.slideshare.net/telandweb/desarrollo-agricola> 08/02/2013

Cháves, A. 2008. Extractos vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematocida. MAG Gobierno de Costa Rica. Imprenta Nacional Trabajando por la Patria. Consultado en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00146.pdf> 24/02/2014.

Comar, V.; Tilley, D.; Felix, E.; Turdera, M.; Chagas, M. 2004. Comparative energy evaluation of castorbean (*Ricinus communis*) production systems in Brazil and the U.S. Consultado en: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/energy/Vito%20Comar.pdf> 08/03/2013.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2004. COVENIN 1191:1996: Determinación del color. Consultado en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1191-96.pdf> 18/03/2013.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2004. COVENIN 325:2001: Determinación de la acidez. Consultado en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/325-01.pdf> 18/03/2013.

Conceição, M. M.; Candeia, R. A.; Silva, F. C.; Bezerra, A. F.; Fernandes, V. J.; Souza, A. G. 2007. Thermoanalytical characterization of castor oil biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol.11(5). Pp 964-9754.

Constitución del Ecuador. 2010. Plan Nacional Para el Buen Vivir 2009-2013. Consultado en: [http://sicoaweb.unach.edu.ec:8080/Descargas/silabos/BLOQUE1/plan\\_nacional\\_del\\_buen\\_vivir.pdf](http://sicoaweb.unach.edu.ec:8080/Descargas/silabos/BLOQUE1/plan_nacional_del_buen_vivir.pdf) 15/03/2013.

Córdova, O. J. 2012. Comportamiento ecofisiológico de variedades de higuera (Ricinus communis L.) para la producción sostenible de aceite y biodiésel en diferentes agroecosistemas colombianos. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Doctor en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín-Colombia. Pp 95.

Cruz, M. A. 2009. Eficiencia relativa de la tierra y perspectiva de dos policultivos de temporal en Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca. Tesis Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales. Secretaria de Investigación y Posgrado. Instituto Politécnico Nacional. Pp37. Consultado en: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/6029/1/77.pdf> 14/03/2013.

Dammert, J. L. 2009. Biocombustibles en el Perú: escenario de incertidumbres. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Consultado en: <http://www.losandes.com.pe/Opinion/20090213/18997.html> 03/03/2013

Dastagir, G.; Hussain, F.; Ali Khan, A. 2012. Antibacterial activity of some selected plants of family Zygophyllaceae and Euphorbiaceae. Journal of Medicinal Plants Research. Pakistan. ISSN 1996-0875. Vol. 6(40). Pp. 5360-5368.

De la Cruz, L. 2011. Propagación de zacate estrella (Cynodon nlemfuensis) e higuera (Ricinus communis) para reforestación del Talud de Polvos de la compañía minera Autlán. Tesis para optar al título de Técnico Superior Universitario en Agrobiotecnología. Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Huejutla de Reyes-México. Pp 11.

Deligiannis, A.; Anastopoulos, G.; Karavalakis, G.; Mattheou, L.; Karonis, D.; Zannikos, F.; Stournas, S.; Lois, E. 2009. Castor (*Ricinus communis*) seed oil as an alternative feedstock for the production of biodiésel. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Environmental Science and Technology. Crete-Greece. Consultado en: <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=12403> 19/03/2013

Diamond, A. F.; 2010. Cultivo de ricino una alternativa sustentable para el uso de suelos degradados. Consultado en: <http://www.epocaecologica.com/ediciones/14/ricino.pdf> 07/04/2013.

Durán, J. M.; Retamal, N.; Moratiel, R.; de Paula, V. 2009. El cultivo de ricino (*Ricinus communis*) en andalucía: una alternativa para producción de biodiésel. Cultivos Energéticos Alternativos. Consultado en: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/39-58.pdf> 08/03/2013.

Ecuador Online. 2013. Provincia de Tungurahua. Consultado en: <http://www.explored.com.ec/ecuador/continue/tung3.htm> 17/04/2013.

Ecuale. 2012. Provincia de Tungurahua. Consultado en: <http://www.ecuale.com/tungurahua/> 17/04/2013.

El diario. 2008. “La higuera fomenta la economía de El Guarango”. Rocafuerte-Ecuador. 26 Septiembre 2008. Consultado en: <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/93006-la-higuera-fomenta-la-economia-de-el-guarango/> 17/04/2013.

El diario. 2011. "Con higuera se elabora biocombustible". Manta-Ecuador. Marzo, 2011. Consultado en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/185616-con-higuera-se-elabora-biocombustible/> 07/02/13

El diario. 2012. "400 toneladas de higuera en la cosecha". Manta-Ecuador. Junio, 2012. Consultado en: <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/232314-400-toneladas-de-higuera-en-la-cosecha/> 07/02/13.

El mercurio decano de la prensa manabita. 2012. "Cantonización de Jipijapa". Manta-Ecuador. Consultado en: <http://www.elmercurio-manta.com/noticias/noticias-resumen/noticias-manabi/5447-cantonizacion-de-jipijapa.html> 17/04/2013.

El Riego. 2012. Humedad en el suelo (capacidad de campo, punto de marchitez y agua útil en función del tipo de suelo). Consultado en: <http://info.elriego.com/humedad-en-el-suelo-capacidad-de-campo-punto-de-marchitez-y-agua-util-en-funcion-del-tipo-de-suelo/> 23/02/2014.

Estrella, J.; Monsalvas, R.; Mariaca, J.; Ribadeneira, M. 2005. Biodiversidad y Recursos Genéticos: Una guía para su uso y acceso en el Ecuador. Ediciones ABYA-YALA. Quito-Ecuador. Pp 27.

Farmet a. s. 2013. Prensado en caliente. Consultado en: <http://www.farmet.es/tecnologia-de-procesamiento-de-oleaginosas/prensado-en-caliente> 20/11/2013.

Finkeros. 2012. El cultivo de higuera. Consultado en: <http://www.finkeros.com/abc/cultivo-de-higuera/> 09/04/2013

Florentino, B. L.; Castillo, M.; Beaz, J. A. 2012. Obtención de un concentrado proteínico de la almendra de higuera *Ricinus communis* y su evaluación bromatológica y toxicológica para su propuesta en alimentación animal. Revista Latinoamericana de Química. Laboratorios Mixim, S.A. de C.V. México. Pp 126. Consultado en: <http://www.relaquim.com/archive/Memorias2012OK.pdf#page=126> 04/04/2013.

García, L. E.; Olmos, A.; Flores, R. M.; Mora, E.; Chang, K. 2008. Producción de biodiésel y obtención de aceite a partir de semillas de *Ricinus communis* y *Jatropha curcas*. Universidad Nacional Autónoma de México. Michoacán-México. Consultado en: [http://www.oikos.unam.mx/ecotec/pag\\_web\\_ecotec/Proyectos\\_LCA\\_files/bio.pdf](http://www.oikos.unam.mx/ecotec/pag_web_ecotec/Proyectos_LCA_files/bio.pdf) 27/02/2013

García, L. E.; Olmos, A.; Flores, R.; Mora, E.; Chang, K. 2008. Producción de biodiésel y obtención de aceite a partir de semillas de *Ricinus communis* y *Jatropha curcas*. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia-México. Pp 5.

Gavilánez, H. 2010. El aceite vegetal. Consultado en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/9403/6/3.4.%20El%20aceite%20vegetal.pdf> 20/11/2013.

Giraldo, H. Y.; Velásquez, J. J.; Cuartas, P. 2010. Extracción con solventes y purificación de aceite a partir de semillas de *Jatropha curcas*. Revista Investigaciones Aplicadas. Colombia. ISSN 2011-0413. Vol. 4 (2). Pp 77-86.

Gobierno Provincial de Manabí. 2012. Manabí. Consultado en: <http://www.manabi.gob.ec/> 16/04/2013.

GoEcuador. 2013. Ecuador Climate. Consultado en: <http://www.goecuador.com/ecuador-general-info/ecuador-climate.html> 16/04/2013.

Goodarzi, F.; Darvishzadeh, R.; Hassani, A.; Hassanzaeh, A. 2011. Study on genetic variation in Iranian castor bean (*Ricinus communis* L.) accessions using multivariate statistics techniques. *Journal of Medicinal Plants Research*. Iran. ISSN 1996-0875. Vol 5(21). Pp 5254-5261.

Goytia, M. A.; Gallegos, C. H.; Núñez, C. A. 2011. Relación entre variables climáticas con la morfología y contenido de aceite de semillas de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) de Chiapas. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. México. ISSN: 0186-3231. Vol 17(1). Pp 41-48.

Grobocopatel, G. 2002. Girasol usos. Asociación Argentina de Girasol ASAGIR. Cuadernillo Informativo N°3. Buenos Aires-Argentina. Consultado en: [http://www.asagir.org.ar/cuad\\_4.pdf](http://www.asagir.org.ar/cuad_4.pdf) 20/11/2013.

Herrera, W.; Hernandez, L.; Montealegre, Y. 2010. Potencial industrial de plantas oleaginosas del Caquetá, Amazonia Colombiana. Universidad de la Amazonía. *Ingenierías & Amazonía*. Colombia. ISSN 1692-7389. Vol 3(1). Pp 28-39

Hofmann, M. 2007. Biocombustibles como Energía Alternativa: una mirada hacia la región. Servicio Alemán de Cooperación Social y Técnica. Consultado en: <http://www.ceda.org.ec/descargas/ForoBio/MESA%20REDONDA/Matthaeus%20Hofmann.pdf> 15/04/2013.

Inche, J.; Andía, Y.; Huamanchumo, H.; López, M.; Vizcarra, J.; Flores, G. 2003. Paradigma Cuantitativo: Un Enfoque Empírico y Analítico. Consultado en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6\\_n1/pdf/paradigma.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n1/pdf/paradigma.pdf) 14/03/2013.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2012. NTE INEN 0277: Grasas y aceites. Determinación del índice de peróxido. Consultado en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0277.1978.pdf> 18/03/2013.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2012. NTE INEN 2181: Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación de la alcalinidad (jabones disueltos en grasas). Consultado en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2181.1999.pdf> 18/03/2013.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2012. NTE INEN 2180: Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación del contenido de impurezas insolubles. Consultado en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2180.1999.pdf> 18/03/2013.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2012. NTE INEN 2422: Grasas y aceites combustibles. Determinación del contenido de caroteno en aceites vegetales y sus derivados. Consultado en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2422.2005.pdf> 18/03/2013.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) & Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia (MAEF). 1989. Compendio de Agronomía Tropical Tomo II. San José-Costa Rica. Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Pp 571-574.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2012. Anuario Meteorológico 2010. Quito-Ecuador. Procesamiento y Edición: SIGIHM. Pp 27, 33, 52, 72, 90, 118 Consultado en: <http://186.42.174.231/publicaciones/Anuarios/Meteoro/Am%202010.pdf> 21/02/2014.

Interfat Natural Oils (INO). 2012. Aceite de ricino deshidratado. Especialistas en Aceites Naturales y Derivados. Consultado en: [http://www.interfat.com/es/aceites/aceite\\_ricino\\_deshidratado/239](http://www.interfat.com/es/aceites/aceite_ricino_deshidratado/239) 10/04/2013.

InvestManabí. 2013. Agronegocios. Consultado en: [http://www.investmanabi.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=24&Itemid=15](http://www.investmanabi.com/index.php?option=com_content&view=article&id=24&Itemid=15) 16/04/2013.

Jazmín, L. 2011. Aceites y Iridoides. Universidad Nacional de La Patagonia San Juan Bosco. Consultado en: <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/farmacognosia/wp-content/uploads/2009/04/TP-Aceites-2011-F.pdf> 20/11/2013.

Jena, J.; Kumar, A. 2012. *Ricinus communis* Linn: A phytopharmacological review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Uttar Pradesh-India. ISSN- 0975-1491. Vol 4(4). Pp 25-29.

Jiménez, J. A. 2004. Procesos de Refinamiento y Manufactura de Grasas y Aceites. Consultado en: <http://www.monografias.com/trabajos16/grasas-y-aceites/grasas-y-aceites.shtml> 10/04/2013

Jiménez, M. 1848. Tratado de materia farmacéutica. Imprenta de la Viuda de Sanchiz é hijos. Madrid-España. II Edición. Pp 436.

Johnson, R. C.; Lemire, S. W.; Woolfitt, A. R.; Ospina, M.; Preston, K. P.; Olson, C. T.; Barr, J. R. 2005). Quantification of Ricinine in Rat and Human Urine: A Biomarker for Ricin Exposure. Journal of Analytical Toxicology. Ohio-USA. ISSN: 43201-2693. Vol 29. Consultado en: <http://jat.oxfordjournals.org/content/29/3/149.full.pdf> 25/02/2014.

Kang, S. S.; Cordell, G. A.; Soejarto, D. D.; Fong, H. S. 1985. Alkaloids and flavonoids from *Ricinus communis*. University of Illinois at Chicago. Chicago-USA. Consultado en: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/np50037a041> 07/04/2013

Kensa, V. M.; Yasmin, S.; 2011. Phytochemical screening and antibacterial activity on *Ricinus communis* L. Plant Sciences Feed Journal. India. ISSN: 2231-1971. Vol.1(9). Pp 167-173.



Kumar, R.; Gupta, M. K.; Singh, A. K.; Kumar, S. 2010. Pharmacognostical investigation of Ricinus communis stem. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. India. ISSN: 0975-8232. Vol.1(6). Pp 89-94.

La Hora. 2008. La higuierilla se posiciona en Tosagua. Manabí-Ecuador. 6 de Abril de 2008. Consultado en: [http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/703707/-1/La\\_higuierilla\\_se\\_posiciona\\_en\\_Tosagua.html#.URSJ0vJtZPZ](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/703707/-1/La_higuierilla_se_posiciona_en_Tosagua.html#.URSJ0vJtZPZ) 08/02/2013.

Leal, D.; Jimenez E. 2009. Caracterización Morfométrica de cinco ecotipos de higuierilla (*Ricinus communis*) en la ESPOL "Campus Gustavo Galindo". Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Consultado en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5245/1/Caracterizaci%C3%B3n%20Morfom%C3%A9rica%20de%20cinco%20ecotipos%20de%20higuierilla%20en%20la%20ESPOL.pdf> 14/03/2013.

Loaiza, F. E. 2003. Cinética de la reacción de transesterificación del aceite de higuierilla en la obtención de biodiésel. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Ingeniería Química. Consultado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/987/1/francialoaiza.2003.pdf> 22/03/13.

Lobato, V.; Hilbert, J.; Tarifa, A.; Mantovani, E.; Gonzáles, M. I.; Alvarez, E.; Sawchick, J. 2007. Metodología para optimizar el análisis de materia primas para biocombustibles en los países del Cono Sur. PROCISUR/ICA. Montevideo-Uruguay. ISBN 92-90-39-777-2. Pp 61-63. Consultado en: <http://repiica.iica.int/docs/B0582e/B0582e.pdf> 03/01/2014

Lozada, J. R.; Velásquez, J. A. 2009. Transesterificación alcalí-catalizada del aceite de higuera. Revista Investigaciones Aplicadas. Universidad Pontificia Bolivariana. Colombia. ISSN 2011-0413. No. 6. Pp 1-10. Consultado en: <https://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas/article/view/180/152> 02/04/2013.

Maggio, A. 2004. Ricina: La amenaza de los agentes biológicos. Consultado en: <http://www.bomba18.cl/manuales1/Ricina.pdf> 04/29/2013.

Mazzani, Elena. 2007. El tártago: la planta, su importancia y usos. CENIAP/INIA. Maracay, Venezuela.[en-línea]. N° 14. ISSN: 1690-4117. Consultado en: <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasTécnicas/ceniaphoy/index.htm> 04/02/2013

Mejía, S. I. 2000. La higuera (Ricinus communis). Consultado en: <http://www.unalmed.edu.co/~crsequed/HIGUERILLA.htm> 10/04/2013.

Mera, M. 2009. Caracterización bromatológica de semillas de tres especies de oleaginosas (girasol, higuera y chía). Proyecto: Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en Oleaginosas. Consultado en: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/89-98.pdf> 07/02/2014.

Mirasierra, M. G. s/f. Resultados analíticos del aceite de ricino producido en la Mancha. Consultado en: <http://biblioteca2.uclm.es/biblioteca/CECLM/ARTREVISTAS/CEM/CEM01Mirasierra.pdf> 02/04/2013

Morales, F.; Vázquez, J. C.; Hernández, J.; Salinas, P. 2012. Evaluación del aceite de higuera del istmo de Tehuantepec para la producción de biodiésel. Revista Latinoamericana de Química. Laboratorios Mixim, S.A. de C.V. México. Pp 146. Consultado en: <http://www.relaquim.com/archive/Memorias2012OK.pdf#page=126> 04/04/2013.

Nejat, A. & Kaze mi, A. 2012. Mass Modeling of Castor Seed (*Ricinus Communis*) with Some Geometrical Attributes. International Journal of Agriculture and Forestry. Iran. Vol.2(5). Pp 235-238.

Núñez, C. E. 2008. Extracciones con equipo Soxhlet. Consultado en: <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequiposoxhlet.pdf> 22/11/2013.

Onwuliri, V. A.; Anekwe, G. E. 2001. Amino acids and other biochemical components of *Ricinus Communis* (Variety Minor), an anticonceptive Seed. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol 4(7). Pp 866-868. Consultado en: <http://www.docdrive.com/pdfs/ansinet/pjbs/2001/866-868.pdf> 06/04/2013.

Oprea, S. 2010. Synthesis and properties of polyurethane elastomers with castor oil as crosslinker. Journal of the American Oil Chemists Society. Vol 87. Pp 313-320. Consultado en: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11746-009-1501-5#page-1> 01/04/2013

Pabón, G. 2009. Estudio de las características botánicas y etnobotánicas de Higuera (*Ricinus communis* L.). Pp 16, 17, 21. Consultado en: <http://publicaciones.pucesi.edu.ec/documentos/libros/cultivos/9-24.pdf> 07/02/2013.

Passi, G. A.; Saavedra, C. E.; Yáñez, W. A. 2009. El uso docente del video multimedia como estrategiametodológica eficiente para la enseñanza de la historia y geografía en estudiantes de primero medio del Liceo Polivalente Santiago de Compostela de la comuna de San Bernardo. Tesis para optar al título de: Profesor de Historia y Geografía Licenciado en Educación. Universidad Arturo Prat. Santiago-Chile. Pp 67. Consultado en: <http://es.scribd.com/doc/44913832/14/PARADIGMA-CRITICO-SOCIAL> 14/03/2013.

Pérez, M.; Perdomo, F.; Millán, B.; Rodríguez, M. 2012. Diseño, síntesis y caracterización de un biodiésel combustible (2G) energéticamente óptimo a partir de mezclas de aceite de higuera y grasas ácidas. Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada. Universidad Nacional Autónoma de México. Querétaro-México.

Pita, R.; Anandón, A.; Martínez, M. R. 2004. Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. Consultado en: <http://ojs.easyapps.es/index.php/revtoxicol/article/view/207> 29/04/2013.

Proaño, P. M. 2010. Investigación de la utilización del aceite de higuera, como combustible alternativo al 5 -10% en motores diesel con bomba de alta presión convencional. Proyecto Previo a la obtención del Título de Ingeniera Automotriz. Escuela Politécnica del Ejército, Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Automotriz. Pp. 1, 2, 3. Consultado en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2961/1/T-ESPEL-0712.pdf> 03/02/2013

Qin-Gang, T.; Xiang-Hai, C.; Zhi-Zhi, D.; Xiao-Dong, L. 2009. Three Terpenoids and a Tocopherol-Related Compound from *Ricinus communis*. Verlag Helvetica Chimica Acta AG, Zürich. Guilin-P. R. China. Vol. 92. Pp 2762-2768.

Regalado, L. 2011. Las propiedades del aceite de ricino. Consultado en: <http://es.paperblog.com/las-propiedades-del-aceite-de-ricino-1441749/> 25/02/2014.

Ramírez, L. E.; Arcila, A.; Buriticá, L. E.; Castrillón, J. 2004. Paradigmas y modelos de investigación, guía didáctica y módulo. Fundación Universitaria Luis Amigó. Facultad de Educación. II edición. Pp 62, 63. Consultado en: <http://virtual.funlam.edu.co/repositorio/sites/default/files/repositorioarchivos/2011/02/0008paradigmasymodelos.771.pdf> 14/03/2013.

Ramírez, M. 2008. Nota técnica LA HIGUERILLA. (*Ricinus communis*). Oficina de Comercio, Medio Ambiente y Agricultura (TEA) de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. CIES-COHEP. Pp 1.

Rana, M.; Dhamija, H.; Prashar, B.; Sharma, S. 2012. *Ricinus Communis L.* – A review. International Journal of PharmTech Research. India. ISSN : 0974-4304. Vol.4(4). Pp 1706-1711.

Rendón N. E.; Triviño, J. P. 2009. Producción y exportación de la higuera (*Ricinus Communis L.*) a Colombia como materia prima para la elaboración de Biocombustibles. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Empresarial Internacional. Facultad de Economía y Negocios. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. Pp 12, 15.

República del Ecuador. 2008. Constitución del Ecuador. Consultado en: <http://www.utelvt.edu.ec/NuevaConstitucion.pdf> 15/03/2013

Reyes, S.; Mendoza, H. 1978. “INIAP-401”: Nueva variedad de higuera indehisciente, de altos rendimientos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito-Ecuador.

Rico, H. R.; Tapia, L. M.; Teniente, R.; Gonzales, A.; Hernández, M.; Solís, J. L.; Zamarripa, A. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus Communis L.*) en Michoacán. Centro de Investigación Regional de Pacífico Centro. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Michoacán-México. Folleto Técnico 1. ISBN: 978-607-425-544-7. Pp 9.

Risco, J. 2012. La provincia de Manabí, Ecuador. Revista la gente de Manabí. Manta-Ecuador. Consultado en: <http://www.revistalagente.com/manab%C3%AD/> 17/04/2013.

Robles, R. 1991. Producción de Oleaginosas y Textiles. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México D. F.-México. Pp 510

Rodríguez D. E.; Duque J. S. 2010. Plan de negocios para el cultivo de higuierilla, estudio de caso municipio de balboa (risaralda). Trabajo de Grado Presentado para Optar al Título de Administrador Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales. Carrera de Administración Ambiental. Universidad tecnológica de Pereira. Pereira-Colombia. Pp. 1, 4. Consultado en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1296/1/65811R696.pdf> 03/02/2013.

Saltos, H. A. 2010. Sensometría, Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados. Editorial Pedagógica Freire. Riobamba-Ecuador. Pp 176, 179, 189, 284.

Sánchez, N. A. 2011. Semana De La Higuierilla. Unidad de Transferencia de Tecnología. CORPOICA C.I. La Selva. Consultado en: [http://www.cadenasuper.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=962:semana-de-la-higuierilla&catid=104:para-todos](http://www.cadenasuper.com/index.php?option=com_content&view=article&id=962:semana-de-la-higuierilla&catid=104:para-todos) 04/03/2013.

Sánchez, H. 2014. Información sobre clima y suelo. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Dirección Provincial de Tungurahua.

Sayegh, A. N.; Cárdenas, L. G. 2011. Plan de empresa basado en el uso de aceite de higuierilla para la industria cosmética. Proyecto presentado como requisito para optar el título de Maestría en Administración con Énfasis en Gestión Estratégica. Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Universidad ICESI. Santiago de Cali-Colombia. Pp 35.

Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. 2012. NMX-F-075-SCFI-2012: Determinación de la densidad relativa. Consultado en: <http://200.77.231.100/work/normas/nmx/2010/nmx-f-075-scfi-2012.pdf> 18/03/2013

Soares, L.; de Souza, M. G. 2005. Curso sobre el cultivo de higuierilla. Investigadores de EMBRAPA – BRASIL. Consultado en: <http://www.agronegociosdecolombia.com/documentos%20externos/curso%20para%20cultivar%20higuierilla.pdf> 05/02/2013.

Stornaiolo, U. 1999. Ecuador: Anatomía de un país en transición. Ediciones ABYA-YALA. Quito-Ecuador. Pp 10, 12.

Taghi, S. M.; Mousavi, S. M.; Ghahderijani, M. 2011. A survey on moisture-dependent physical properties of castor seed (*Ricinus communis* L.). Australian Journal of Crop Science. Iran. ISSN:1835-2707. Vol. 5(1). Pp 1-7.

Tascón, T. E. 2008. Sembrío temporal de Higuierilla *Ricinus communis* L. en cafetales del norte del departamento del Valle del Cauca, Colombia. Consultado en: [http://biblioteca.ihatuey.cu/links/sistemas\\_agroforestales/sombrio\\_temporal.pdf](http://biblioteca.ihatuey.cu/links/sistemas_agroforestales/sombrio_temporal.pdf) 09/04/2013.

Ugarte, R. 2011. Estrategia de negocios para la agroindustria y comercialización del aceite de ricino, caso práctico CENTA. Tesis de Maestría en Negocios Internacionales. Universidad Dr. José Matías Delgado. Cuscatlán-San Salvador. Pp 4-5.

United States Department of Agriculture (USDA). 1998. Soil Quality Indicators: pH. Consultado en: [http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs143\\_019157.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs143_019157.pdf) 22/02/2014.

Villafañe, R. 1999. Calificación de los suelos por sales y dispersión por sodio y su aplicación en la evaluación de tierras. *Agronomía Tropical*. ISSN: 645-658. Vol 50(4). Consultado en: [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at5004/arti/villafane\\_r.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5004/arti/villafane_r.htm) 23/02/14.

Wikipedia la enciclopedia libre. 2013. Provincia de Tungurahua. Consultado en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Tungurahua](http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Tungurahua) 17/04/2013

Wikipedia la enciclopedia libre. 2013. Regiones naturales del Ecuador. Consultado en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Regiones\\_naturales\\_del\\_Ecuador](http://es.wikipedia.org/wiki/Regiones_naturales_del_Ecuador) 16/04/2013.

Zamora, F.; Durán, N.; Medina, M.; Torres, D.; Acosta, Y.; Moreno, R.; Alfonso, S.; Sánchez, A.; Zamora, F. J. 2011. Comportamiento agronómico de cultivares de tártago (*Ricinus communis* L.) en el sector Cuabana, municipio Falcón, estado Falcón, Venezuela. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Universidad del Zulia. Multiciencias*. ISSN: 1317-2255. Vol 11(2). Pp 129-135.

Zeevaart, J. A. D. 1977. Sites of Abscisic Acid Synthesis and Metabolism in *Ricinus communis* L. *Plant Physiol. Plant Research Laboratory. Michigan State University. Michigan-USA*. Vol 59. 788-791.

Zhang, X.; Duan, S.; Han, F.; Gao, P.; Liu, S. 2008. The Components of Phytosterol of Castorbean (*Ricinus communis*) Seed Oil and the Inhibition on the Viability of Primary Cultured Rat Decidual Stromal Cells. Consultado en: <http://journal.9med.net/qikan/article.php?id=435974> 07/04/2013.



**ANEXO A**

**DATOS**

**EXPERIMENTALES**

Tabla A1. Coordenadas geográficas del lugar donde se recolectaron las muestras.

	Manabí				Tungurahua			
	San Vicente	Sucre	Chone		Baños	Patate		Ambato
<b>PDOP</b>	2,4	1,6	2,5	2,6	5,7	3	2	2,9
<b>Edad (s)</b>	3	5	3,5	4	3,5	5.5	2,5	-
<b>HRMs (m)</b>	0,366	0,424	0,743	1,032	1,48	1,806	2,032	1,79
<b>VRMs (m)</b>	0,645	0,84	1,786	2,096	2,49	2,468	3,196	3,196
<b>S</b>	00°36'7,4901 0"	00°37'9,0076 2"	00°37'14,467 50"	00°53'14,584 87"	01°23'40,838 26"	01°19'30,449 62"	01°17'21,891 84"	01°14'26,723 92"
<b>W</b>	80°24'26,019 84"	80°25'30,807 96"	80°25'56,221 80"	80°25',01984 "	78°24'39,963 00"	78°30'31,344 42"	78°30'38,223 58"	78°37'55,208 76"
<b>Altura (msnm)</b>	17,247	26,675	32,303	107,489	1769,486	2091,243	2152,106	2550,769
<b>Alcance (m)</b>	4	4	4	4	20	40	400	400

Tabla A2. Datos físico-químicos del suelo del lugar donde se recolectaron las muestras.

		pH	Conductividad (dS/m)	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)
<b>Manabí</b>	San Vicente	6,91	0,192	10,6145	5,51440
	Sucre	6,87	0,347	18,3353	8,11922
	Chone	6,69	0,629	18,2370	2,62468
<b>Tungurahua</b>	Baños	6,68	0,246	9,0759	5,84912
	Patate	6,9	0,346	4,7010	6,63167
	Ambato	6,69	2,01	16,8279	6,52016

Tabla A3. Ancho de las semillas de higuera.

<b>Observaciones</b>	<b>Manabí</b>			<b>Tungurahua</b>		
	<b>San Vicente (cm)</b>	<b>Sucre (cm)</b>	<b>Chone (cm)</b>	<b>Baños (cm)</b>	<b>Patate (cm)</b>	<b>Ambato (cm)</b>
1	0,764	0,718	1,100	0,692	0,700	0,682
2	0,780	0,780	1,040	0,584	0,520	0,758
3	0,848	0,770	1,090	0,668	0,692	0,800
4	0,740	0,742	1,120	0,702	0,690	0,712
5	0,752	0,768	1,088	0,638	0,614	0,774
6	0,754	0,736	1,076	0,692	0,700	0,782
7	0,826	0,792	1,086	0,692	0,792	0,772
8	0,758	0,772	1,060	0,768	0,668	0,702
9	0,800	0,776	1,070	0,730	0,690	0,722
10	0,810	0,742	1,120	0,662	0,678	0,742
11	0,794	0,782	1,108	0,662	0,682	0,778
12	0,778	0,770	1,100	0,682	0,662	0,684
13	0,776	0,762	1,092	0,658	0,688	0,710
14	0,750	0,790	1,140	0,618	0,672	0,748
15	0,614	0,784	1,082	0,668	0,696	0,728
16	0,838	0,782	1,120	0,648	0,642	0,702
17	0,752	0,762	1,100	0,660	0,682	0,736
18	0,782	0,736	1,100	0,604	0,652	0,700
19	0,750	0,780	1,122	0,682	0,648	0,746

<b>20</b>	0,750	0,756	1,092	0,614	0,650	0,762
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla A3. **Continuación.**

<b>21</b>	0,826	0,772	1,054	0,640	0,602	0,700
<b>22</b>	0,618	0,738	1,100	0,700	0,626	0,696
<b>23</b>	0,816	0,806	1,000	0,688	0,686	0,776
<b>24</b>	0,776	0,780	1,100	0,686	0,632	0,748
<b>25</b>	0,816	0,762	1,120	0,678	0,686	0,712
<b>26</b>	0,776	0,780	1,070	0,686	0,694	0,756
<b>27</b>	0,800	0,748	1,072	0,648	0,638	0,722
<b>28</b>	0,776	0,756	1,130	0,688	0,620	0,772
<b>29</b>	0,818	0,770	1,082	0,620	0,678	0,728
<b>30</b>	0,824	0,782	1,032	0,668	0,616	0,700
<b>31</b>	0,800	0,742	1,022	0,700	0,652	0,682
<b>32</b>	0,776	0,750	1,132	0,664	0,706	.732
<b>33</b>	0,780	0,782	1,172	0,600	0,650	0,700
<b>34</b>	0,822	0,778	1,172	0,608	0,670	0,742
<b>35</b>	0,726	0,768	1,116	0,602	0,692	0,766
<b>36</b>	0,810	0,768	1,068	0,736	0,682	0,700
<b>37</b>	0,780	0,812	1,100	0,600	0,646	0,746
<b>38</b>	0,842	0,740	1,102	0,608	0,680	0,776
<b>39</b>	0,800	0,758	1,100	0,600	0,696	0,786
<b>40</b>	0,764	0,814	1,076	0,652	0,672	0,738
<b>41</b>	0,776	0,718	1,134	0,672	0,622	0,718
<b>42</b>	0,816	0,786	1,140	0,600	0,600	0,780
<b>43</b>	0,816	0,760	1,082	0,652	0,658	0,750
<b>44</b>	0,800	0,762	1,092	0,600	0,612	0,700
<b>45</b>	0,872	0,786	1,108	0,588	0,624	0,738
<b>46</b>	0,770	0,800	1,112	0,680	0,604	0,710
<b>47</b>	0,776	0,750	1,082	0,726	0,602	0,770
<b>48</b>	0,774	0,760	1,162	0,600	0,600	0,688
<b>49</b>	0,750	0,734	1,108	0,790	0,608	0,700
<b>50</b>	0,800	0,768	1,154	0,670	0,628	0,700

Tabla A4. Alto de las semillas de higuera.

Observaciones	Manabí			Tungurahua		
	San Vicente (cm)	Sucre (cm)	Chone (cm)	Baños (cm)	Patate (cm)	Ambato (cm)
1	1,500	1,128	1,780	1,110	1,188	0,968
2	1,440	1,260	1,746	0,949	0,974	9,960
3	1,150	1,200	1,734	1,040	1,242	1,114
4	1,146	1,160	1,720	1,118	1,208	1,000
5	1,126	1,212	1,780	1,042	0,928	1,100
6	1,052	1,200	1,750	1,074	1,258	1,108
7	0,936	1,200	1,672	1,058	1,168	1,108
8	1,100	1,238	1,825	1,228	1,178	1,000
9	1,070	1,236	1,770	1,158	1,168	0,994
10	1,136	1,160	1,750	1,058	1,092	1,058
11	1,074	1,208	1,810	1,062	1,202	1,110
12	1,032	1,162	1,726	1,084	1,078	1,082
13	1,056	1,182	1,812	1,038	1,126	1,032
14	1,054	1,262	1,868	0,982	1,076	1,054
15	1,062	1,200	1,810	1,052	1,236	1,112
16	0,926	1,200	1,850	1,048	1,066	0,964
17	1,050	1,180	1,780	1,052	1,154	1,034
18	1,026	1,154	1,760	1,008	1,068	0,992
19	1,122	1,200	1,872	1,038	1,182	1,100
20	1,136	1,094	1,800	0,934	1,072	1,000
21	1,062	1,162	1,736	1,052	1,092	1,078
22	1,156	1,100	1,800	1,178	1,038	1,138
23	1,062	1,282	1,800	1,100	1,182	1,100
24	1,150	1,220	1,866	1,100	0,892	1,042
25	1,092	1,212	1,874	1,138	1,168	1,058
26	1,054	1,238	1,790	0,968	0,960	1,066
27	1,070	1,222	1,740	1,062	1,046	1,000
28	1,100	1,250	1,872	1,096	1,028	1,100
29	1,126	1,200	1,812	0,972	1,102	1,034
30	1,100	1,210	1,562	1,054	0,978	1,072

<b>31</b>	1,100	1,270	1,630	1,100	1,118	0,944
<b>32</b>	1,066	1,186	1,870	1,038	1,148	1,048
<b>33</b>	1,150	1,200	1,812	0,960	1,148	1,002

Tabla A4. **Continuación.**

<b>34</b>	1,100	1,200	1,898	1,000	1,090	1,082
<b>35</b>	1,000	1,200	1,740	0,964	1,110	1,136
<b>36</b>	1,078	1,152	1,812	1,172	1,156	1,024
<b>37</b>	1,036	1,178	1,826	0,972	1,092	1,084
<b>38</b>	1,126	1,100	1,834	0,996	1,100	1,012
<b>39</b>	1,066	1,200	1,776	0,992	1,172	1,118
<b>40</b>	1,046	1,252	1,822	1,018	1,154	1,044
<b>41</b>	1,090	1,090	1,882	1,038	0,958	1,082
<b>42</b>	1,152	1,238	1,900	0,960	1,000	1,082
<b>43</b>	1,100	1,226	1,892	1,048	1,080	1,028
<b>44</b>	1,000	1,180	1,830	0,942	1,010	0,944
<b>45</b>	1,172	1,188	1,820	0,964	1,058	1,062
<b>46</b>	1,066	1,166	1,810	1,054	0,932	0,994
<b>47</b>	1,080	1,200	1,756	1,114	0,972	1,068
<b>48</b>	1,066	1,190	1,829	0,960	1,034	0,956
<b>49</b>	1,100	1,132	1,726	1,070	1,012	1,078
<b>50</b>	1,110	1,100	1,874	1,018	1,032	1,000

Tabla A5. **Grosor de las semillas de higuera.**

<b>Observaciones</b>	<b>Manabí</b>			<b>Tungurahua</b>		
	<b>San Vicente (cm)</b>	<b>Sucre (cm)</b>	<b>Chone (cm)</b>	<b>Baños (cm)</b>	<b>Patate (cm)</b>	<b>Ambato (cm)</b>
<b>1</b>	0,510	0,522	0,730	0,478	0,564	0,500
<b>2</b>	0,530	0,550	0,652	0,440	0,444	0,500
<b>3</b>	0,584	0,542	0,652	0,472	0,548	0,512
<b>4</b>	0,552	0,502	0,660	0,482	0,546	0,500
<b>5</b>	0,550	0,550	0,650	0,462	0,466	0,530
<b>6</b>	0,534	0,532	0,610	0,502	0,666	0,492
<b>7</b>	0,526	0,522	0,650	0,484	0,552	0,500
<b>8</b>	0,528	0,542	0,630	0,498	0,628	0,520
<b>9</b>	0,550	0,548	0,640	0,468	0,536	0,482

<b>10</b>	0,540	0,522	0,662	0,490	0,484	0,506
<b>11</b>	0,552	0,564	0,650	0,484	0,500	0,528
<b>12</b>	0,514	0,522	0,652	0,522	0,492	0,512
<b>13</b>	0,522	0,544	0,660	0,482	0,654	0,504

Tabla A5. **Continuación.**

<b>14</b>	0,550	0,558	0,662	0,446	0,458	0,502
<b>15</b>	0,510	0,566	0,660	0,470	0,552	0,524
<b>16</b>	0,542	0,552	0,650	0,472	0,464	0,468
<b>17</b>	0,550	0,528	0,658	0,466	0,524	0,488
<b>18</b>	0,526	0,504	0,684	0,462	0,452	0,476
<b>19</b>	0,532	0,552	0,682	0,486	0,502	0,500
<b>20</b>	0,554	0,518	0,646	0,447	0,522	0,494
<b>21</b>	0,544	0,536	0,632	0,458	0,398	0,564
<b>22</b>	0,540	0,522	0,650	0,500	0,432	0,508
<b>23</b>	0,512	0,566	0,680	0,500	0,634	0,488
<b>24</b>	0,528	0,552	0,650	0,490	0,458	0,500
<b>25</b>	0,552	0,544	0,662	0,482	0,542	0,558
<b>26</b>	0,528	0,564	0,652	0,442	0,442	0,500
<b>27</b>	0,540	0,544	0,652	0,462	0,432	0,484
<b>28</b>	0,518	0,530	0,672	0,500	0,468	0,500
<b>29</b>	0,538	0,528	0,638	0,438	0,500	0,472
<b>30</b>	0,550	0,544	0,618	0,482	0,442	0,574
<b>31</b>	0,554	0,514	0,608	0,500	0,510	0,472
<b>32</b>	0,546	0,530	0,684	0,482	0,522	0,482
<b>33</b>	0,512	0,538	0,658	0,430	0,524	0,500
<b>34</b>	0,524	0,562	0,684	0,436	0,502	0,500
<b>35</b>	0,500	0,552	0,690	0,438	0,518	0,554
<b>36</b>	0,540	0,528	0,658	0,464	0,522	0,500
<b>37</b>	0,516	0,578	0,670	0,452	0,508	0,528
<b>38</b>	0,530	0,522	0,648	0,450	0,520	0,500
<b>39</b>	0,516	0,522	0,660	0,440	0,568	0,508
<b>40</b>	0,528	0,564	0,648	0,472	0,632	0,474
<b>41</b>	0,536	0,500	0,672	0,464	0,444	0,500
<b>42</b>	0,546	0,528	0,688	0,440	0,410	0,500
<b>43</b>	0,536	0,552	0,650	0,460	0,500	0,500
<b>44</b>	0,526	0,524	0,650	0,432	0,440	0,462
<b>45</b>	0,588	0,556	0,678	0,436	0,430	0,496

<b>46</b>	0,528	0,558	0,680	0,482	0,432	0,472
<b>47</b>	0,526	0,532	0,644	0,482	0,400	0,508
<b>48</b>	0,514	0,518	0,680	0,430	0,440	0,476
<b>49</b>	0,540	0,508	0,670	0,472	0,442	0,558
<b>50</b>	0,528	0,552	0,664	0,470	0,442	0,486

Tabla A6. **Peso de las semillas de higuera.**

<b>Observaciones</b>	<b>Manabí</b>			<b>Tungurahua</b>		
	<b>San Vicente (cm)</b>	<b>Sucre (cm)</b>	<b>Chone (cm)</b>	<b>Baños (cm)</b>	<b>Patate (cm)</b>	<b>Ambato (cm)</b>
<b>1</b>	0,2152	0,2176	0,6558	0,1801	0,2282	0,1908
<b>2</b>	0,2365	0,2774	0,5723	0,1301	0,1499	0,2084
<b>3</b>	0,2820	0,2450	0,6123	0,1604	0,2369	0,2451
<b>4</b>	0,2628	0,2272	0,5979	0,1899	0,2355	0,1851
<b>5</b>	0,2763	0,2655	0,6323	0,1544	0,1472	0,2220
<b>6</b>	0,2231	0,2512	0,6003	0,1810	0,2615	0,2259
<b>7</b>	0,2534	0,2650	0,6025	0,1864	0,2201	0,2253
<b>8</b>	0,2285	0,2692	0,5893	0,2511	0,2195	0,1871
<b>9</b>	0,2426	0,2603	0,5884	0,2041	0,2202	0,1788
<b>10</b>	0,2545	0,2338	0,6296	0,1753	0,1929	0,2095
<b>11</b>	0,2373	0,2804	0,6559	0,1721	0,2281	0,2398
<b>12</b>	0,2165	0,2524	0,6232	0,1895	0,1789	0,1993
<b>13</b>	0,2255	0,2365	0,6510	0,1628	0,2150	0,1949
<b>14</b>	0,2040	0,2856	0,6974	0,1443	0,1622	0,2063
<b>15</b>	0,2293	0,2801	0,6154	0,1634	0,2495	0,2249
<b>16</b>	0,2725	0,2611	0,7029	0,1612	0,1547	0,1634
<b>17</b>	0,2152	0,2501	0,6320	0,1618	0,2181	0,2015
<b>18</b>	0,2199	0,2186	0,6049	0,1504	0,1598	0,1752
<b>19</b>	0,2431	0,2494	0,6942	0,1424	0,1868	0,2259
<b>20</b>	0,2071	0,2317	0,5793	0,1677	0,1851	0,2058
<b>21</b>	0,2570	0,2504	0,4679	0,1409	0,0360	0,2239
<b>22</b>	0,2655	0,2215	0,6272	0,2012	0,1323	0,2110
<b>23</b>	0,2354	0,2862	0,6373	0,1913	0,2178	0,2223
<b>24</b>	0,2420	0,2640	0,6312	0,1829	0,1397	0,2020
<b>25</b>	0,2587	0,2556	0,6676	0,1905	0,2197	0,2178
<b>26</b>	0,2259	0,2734	0,3706	0,1398	0,1293	0,2143



<b>27</b>	0,2405	0,2692	0,6067	0,1969	0,1436	0,1851
<b>28</b>	0,2305	0,2359	0,6996	0,1558	0,1589	0,2276
<b>29</b>	0,2488	0,2556	0,5419	0,1308	0,1967	0,1900
<b>30</b>	0,2606	0,2668	0,5019	0,1674	0,1609	0,2126
<b>31</b>	0,2569	0,2285	0,5032	0,1845	0,1945	0,1634

Tabla A6. **Continuación.**

<b>32</b>	0,2358	0,2478	0,7293	0,1683	0,2180	0,1930
<b>33</b>	0,2338	0,2566	0,6477	0,1252	0,2014	0,1907
<b>34</b>	0,2439	0,2683	0,7358	0,1358	0,1955	0,2153
<b>35</b>	0,1999	0,2602	0,6447	0,1450	0,2123	0,1946
<b>36</b>	0,2502	0,2510	0,6263	0,1682	0,2186	0,2384
<b>37</b>	0,2250	0,2594	0,6451	0,1528	0,1900	0,2241
<b>38</b>	0,2709	0,2112	0,6148	0,1466	0,2017	0,2297
<b>39</b>	0,2276	0,2338	0,6315	0,1346	0,2262	0,2433
<b>40</b>	0,2174	0,3024	0,6316	0,1760	0,2195	0,1923
<b>41</b>	0,2331	0,2109	0,6932	0,1664	0,1475	0,2088
<b>42</b>	0,2507	0,2629	0,7325	0,1369	0,1291	0,2171
<b>43</b>	0,2497	0,2576	0,6067	0,1615	0,1915	0,1996
<b>44</b>	0,2399	0,2765	0,6262	0,1350	0,1527	0,1602
<b>45</b>	0,2979	0,2714	0,6624	0,1350	0,1386	0,2028
<b>46</b>	0,2225	0,2594	0,6530	0,1672	0,1304	0,1747
<b>47</b>	0,2289	0,2729	0,6171	0,1983	0,0421	0,2215
<b>48</b>	0,2221	0,2564	0,7148	0,1363	0,1381	0,1628
<b>49</b>	0,2198	0,2251	0,5825	0,1740	0,1348	0,2204
<b>50</b>	0,2424	0,2608	0,7114	0,1670	0,1360	0,1843

Tabla A7. **Relación Cáscara-Almendra en las semillas de higuera.**

		Cáscara (%)		Almendra (%)	
		R1	R2	R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	23,9790	25,2778	76,0210	74,7222
	Sucre	28,1032	29,2826	71,8968	70,7174
	Chone	22,8326	23,3015	77,1674	76,6985
<b>Tungurahua</b>	Baños	31,0992	32,9310	68,9008	67,0690
	Patate	28,0039	28,7398	71,9961	71,2602

	Ambato	28,6968	28,4467	71,3032	71,5533
--	--------	---------	---------	---------	---------

Tabla A8. Humedad de las semillas de higuera (Cáscara-Almendra).

		Humedad (%)	
		R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	6,9520	6,9820
	Sucre	6,6670	6,4400
	Chone	6,5080	6,4400
<b>Tungurahua</b>	Baños	4,8760	6,4400
	Patate	4,4260	4,7090
	Ambato	4,6070	4,2510

Tabla A9. Humedad de las semillas de higuera (Almendra).

		Humedad (%)	
		R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	5,7550	5,7410
	Sucre	4,6130	5,2420
	Chone	5,2170	5,2420
<b>Tungurahua</b>	Baños	3,5930	5,2420
	Patate	3,4330	3,6660
	Ambato	3,0210	3,7850

Tabla A10. Rendimiento de extracción química del aceite de ricino.

		Aceite (%)	
		R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	49,3001	50,5121
	Sucre	49,2726	53,8654
	Chone	48,4042	49,5657
<b>Tungurahua</b>	Baños	46,6403	47,7923

	Patate	47,3698	48,4525
	Ambato	47,1934	49,1039

Tabla A 11. Rendimiento de extracción mecánica del aceite de ricino antes del filtrado.

		Aceite (%)	
		R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	38,3142	37,9377
	Sucre	41,2121	39,7287
	Chone	40,3194	39,7287
<b>Tungurahua</b>	Baños	37,7083	39,7287
	Patate	40,1247	44,7423
	Ambato	40,1691	44,1057

Tabla A 12. Rendimiento de extracción mecánica del aceite de ricino después del filtrado.

		Aceite (%)	
		R1	R2
<b>Manabí</b>	San Vicente	13,4100	16,0079
	Sucre	9,2402	11,6142
	Chone	9,7363	11,6142
<b>Tungurahua</b>	Baños	13,1356	11,6142
	Patate	12,6850	12,9979
	Ambato	13,5484	12,8099

Tabla A13. Resultado del tamizaje fitoquímico.

	Manabí						Tungurahua					
	San Vicente		Sucre		Chone		Baños		Patate		Ambato	
Metabolitos	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Alcaloides	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Taninos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saponinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flavonoides	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites esenciales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coumarinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triterpernos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glicósidos cardiotónicos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites fijos	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<b>Abundante Cantidad +++</b>	<b>Mediana Cantidad ++</b>		<b>Poca Cantidad +</b>		<b>Indicios +/-</b>		<b>Ausencia -</b>					

Tabla A 14. Densidad del aceite de ricino.

		Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	
		R1	R2
Manabí	San Vicente	0,9754	0,9828
	Sucre	0,9716	0,9750
	Chone	0,9679	0,9750
Tungurahua	Baños	0,9713	0,9750
	Patate	0,9765	0,9794
	Ambato	0,9610	0,9744

Tabla A 15. **Viscosidad del aceite de ricino.**

		<b>Viscosidad (cSt)</b>	
		<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>Manabí</b>	San Vicente	793,9231	738,5020
	Sucre	631,9373	497,2774
	Chone	441,3859	497,2774
<b>Tungurahua</b>	Baños	528,6338	497,2774
	Patate	518,9769	526,9805
	Ambato	643,2113	613,3476

Tabla A 16. **Humedad del aceite de ricino.**

		<b>Humedad del Aceite (%)</b>	
		<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>Manabí</b>	San Vicente	0,1370	0,0000
	Sucre	0,3320	0,0000
	Chone	0,0000	0,0000
<b>Tungurahua</b>	Baños	0,1370	0,0000
	Patate	0,1850	0,0470
	Ambato	0,2770	0,0000

Tabla A 17. **Cenizas del aceite de ricino.**

		<b>Cenizas (%)</b>	
		<b>R1</b>	<b>R2</b>
<b>Manabí</b>	San Vicente	0,9859	0,9989
	Sucre	0,6906	0,3109
	Chone	0,4573	0,3109
<b>Tungurahua</b>	Baños	1,4426	0,3109
	Patate	1,3497	1,1308
	Ambato	1,4322	1,4722

Tabla A 18. Color del aceite de ricino.

				Amarillo	Rojo	Celeste	Blanco
Manabí	San Vicente	R1	Obs1	23,0	4,5	3,2	0,0
			Obs2	21,7	4,5	3,2	0,0
			Obs3	19,0	4,3	3,2	0,0
		R2	Obs1	16,0	4,2	3,0	0,0
			Obs2	18,3	4,3	3,2	0,0
			Obs3	16,0	4,2	3,0	0,0
	Sucre	R1	Obs1	24,8	4,9	2,7	0,0
			Obs2	22,0	4,9	2,8	0,0
			Obs3	22,7	4,8	2,6	0,0
		R2	Obs1	15,2	5,3	1,9	0,0
			Obs2	17,8	5,0	2,3	0,0
			Obs3	18,0	5,0	2,0	0,0
	Chone	R1	Obs1	39,7	12,0	15,8	0,1
			Obs2	42,3	12,0	11,4	0,8
			Obs3	42,0	12,4	12,3	0,2
R2		Obs1	64,0	13,0	6,0	0,0	
		Obs2	55,0	13,9	6,0	0,0	
		Obs3	62,5	13,7	7,1	0,0	
Tungurahua	Baños	R1	Obs1	26,2	4,4	3,0	0,0
			Obs2	27,4	4,4	3,0	0,0
			Obs3	27,0	4,3	3,2	0,0
		R2	Obs1	39,6	4,6	3,6	0,0
			Obs2	36,0	4,6	3,5	0,0
			Obs3	36,8	4,4	3,5	0,0
	Patate	R1	Obs1	51,0	5,2	4,1	0,0
			Obs2	52,6	5,3	4,3	0,0
			Obs3	52,0	5,2	4,0	0,0
		R2	Obs1	37,4	4,4	3,0	0,0
			Obs2	37,8	4,6	3,0	0,0
			Obs3	37,2	4,4	3,2	0,0
	Ambato	R1	Obs1	27,0	5,7	4,1	0,0
			Obs2	27,8	5,6	4,1	0,0
			Obs3	29,1	5,7	4,1	0,0
R2		Obs1	25,0	5,4	4,0	0,0	
		Obs2	26,7	5,3	4,0	0,0	
		Obs3	26,3	5,5	4,2	0,0	





**ANEXO B**

**ANÁLISIS**

**ESTADÍSTICOS**

Tabla B1. Análisis de varianza al 5% de significancia, para el ancho de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	6,7477	5	1,3495	895,29	<0,001
Error	0,9650	294	0,0032		
Total	7,7128	299			

Tabla B2. Separación de medias para el ancho de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 0,02204 \quad Error = 0,0015$$

Descripción	Ancho de las Semillas (cm)	Rango			
Chone	1,098	A			
San Vicente	0,782		B		
Sucre	0,767		B		
Ambato	0,733			C	
Baños	0,695				D
Patate	0,656				D

Tabla B3. Análisis de varianza para el ancho de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
---------------------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	---------------

Provincias	4,35	1	4,35	16,13	<0,0001
Grp/ Trat	25,28	4	3,82		
Residuos	79,30	294	0,27	14,16	<0,0001
Total	98,93	299			

Tabla B4. Análisis de varianza para el alto de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	19,6299	5	3,9259	14,5560	<0,0001
Error	79,2967	294			
Total	98,9266	299	0,2697		

Tabla B5. Separación de medias para la altura de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 0,29657 \quad Error = 0,2697$$

Descripción	Altura de las Semillas (cm)	Rango	
Chone	1,796	A	
Ambato	1,227		B
Sucre	1,192		B
San Vicente	1,097		B
Patate	1,091		B
Baños	1,045		B

Tabla B6. Análisis de varianza para la altura de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
---------------------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	---------------

Provincias	2,98	1	1,33	3,23	0,1466
Grp/ Trat	3,69	4	2,98		
Residuos	0,44	294	0,92	619,01	<0,0001
Total	7,10	299			

Tabla B7. Análisis de varianza para el grosor de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	1,0996	5	0,2199	200,5208	<0,0001
Error	0,3224	294			
Total	1,4220	299	0,0010		

Tabla B8. Separación de medias para el grosor de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$      $DMS = 0,01891$     Error = 0,0011

Descripción	Grosor de las Semillas (cm)	Rango			
Chone	0,659	A			
Sucre	0,538		B		
San Vicente	0,535		B		
Ambato	0,503			C	
Patate	0,500			C	
Baños	0,468				D

Tabla B9. Análisis de varianza para el grosor de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
---------------------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	---------------

Provincias	0,56	1	0,56	514,33	0,0001
Grp/ Trat	0,54	4	0,13		
Residuos	0,32	294	0,0011	122,07	<0,0001
Total	1,42	299			

Tabla B10. **Análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	7,5416	5	1,5083	1037,3499	<0,0001
Error	0,4274	294			
Total	7,9691	299	0,0014		

Tabla B11. **Separación de medias para el peso de las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

$\alpha = 0,05$        $DMS = 0,02178$       Error = 0,0011

Descripción	Peso de las Semillas (g)	Rango			
Chone	0,626	A			
Sucre	0,254		B		
San Vicente	0,240		B		
Ambato	0,205			C	
Patate	0,180				D
Baños	0,165				D

Tabla B12. **Análisis de varianza para el peso de las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
---------------------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	---------------

Provincias	0,56	1	0,56	514,33	0,0001
Grp/ Trat	0,54	4	0,13		
Residuos	0,32	294	0,0011	122,07	<0,0001
Total	1,42	299			

Tabla B13. **Análisis de varianza para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	103,1903	5	20,6380	34,1249	0,0002
Error	3,6286	6			
Total	106,8190	11	0,6047		

Tabla B14. **Separación de medias para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.**

$\alpha = 0,05$       DMS = 3,09502      Error = 0,6048

Descripción	Cáscara de las Semillas (%)	Rango		
Baños	32,0151	A		
Sucre	28,6929		B	
Ambato	28,5718		B	
Patate	28,3719		B	
San Vicente	24,6284			C
Chone	23,0670			C

Tabla B15. **Análisis de varianza para el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	52,67	1	52,67	4,17	0,1107
Grp/ Trat	50,52	4	12,63		
Residuos	3,63	294	0,60	20,88	0,0001
Total	106,82	299			

Tabla B16. Análisis de varianza para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	103,1903	5	20,63806	34,1249	0,0002
Error	3,6286	6			
Total	106,8190	11	0,6047		

Tabla B17. Separación de medias para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 3,09502 \quad Error = 0,6048$$

Descripción	Almendra de Semillas (%)	Rango		
Chone	76,9330	A		
San Vicente	75,3716	A		
Patate	71,6281		B	
Ambato	71,4282		B	
Sucre	71,3071		B	
Baños	67,9849			C

Tabla B18. Análisis de varianza para el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	52,67	1	52,67	4,17	0,1107
Grp/ Trat	50,52	4	12,63		
Residuos	3,63	294	0,60	20,88	0,0001
Total	106,82	299			

Tabla B19. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad las semillas de higuierilla con cáscara, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	12,9094	5	2,5818	120,9479	<0,0001
Error	0,1280	6			
Total	13,0375	11	0,0213		

Tabla B20. Separación de medias para el porcentaje de humedad las semillas de higuierilla con cáscara, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 0,58148 \quad Error = 0,0213$$

Descripción	Humedad de la Semilla (%)	Rango	
San Vicente	6,9670	A	
Sucre	6,5940	A	
Chone	6,4740	A	
Baños	4,9510		B
Patate	4,5675		B
Ambato	4,4290		B

Tabla B21. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad las semillas de higuierilla con cáscara, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.



Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	7,77	1	7,77	18,91	0,0122
Grp/ Trat	1,64	4	0,41		
Residuos	0,37	6	0,06	6,71	0,0211
Total	9,77	11			

Tabla B22. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad las semillas de higuera sin cáscara, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	9,4075	5	1,8815	30,741	0,0003
Error	0,3672	6			
Total	9,7747	11	0,0612		

Tabla B23. Separación de medias para el porcentaje de humedad las semillas de higuera sin cáscara, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 0,98461 \quad Error = 0,0612$$

Descripción	Humedad de la Semilla (%)	Rango			
San Vicente	5,7480	A			
Chone	5,2295	A	B		
Sucre	4,5085		B	C	
Baños	3,7070			C	D
Patate	3,5495			C	D
Ambato	3,4030				D

Tabla B24. Análisis de varianza para el porcentaje de humedad las semillas de higuera sin cáscara, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	12,35	1	12,35	88,73	0.0007
Grp/ Trat	0,56	4	0,14		
Residuos	0,13	6	0,02	6,52	0,0225
Total	13,04	11			

Tabla B25. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuera (extracción química), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	60,8800	5	12,1760	4,8605	0,2123
Error	15,0305	6			
Total	75,9105	11	2,5051		

Tabla B26. Separación de medias para el porcentaje de aceite de las semillas de higuera (extracción química), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 6,29910 \quad Error = 2,5051$$

Descripción	Aceite (%)	Rango	
Sucre	51,5690	A	
San Vicente	49,9061	A	
Chone	48,9850	A	
Ambato	48,1487	A	
Patate	47,9111	A	
Baños	47,2163	A	

Tabla B27. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuera (extracción química), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	17,20	1	17,20	6,87	0,0396
Grp/ Trat	7,80	4	1,95		
Residuos	15,03	6	2,51	0,78	0,5778
Total	40,03	11			

Tabla B28. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla (extracción mecánica, sin filtrar), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	30,7581	5	6,1516	1,7394	0,2593
Error	21,2188	6			
Total	51,9770	11	3,5364		

Tabla B29. Separación de medias para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla extracción mecánica, sin filtrar), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 7,48442 \quad Error = 3,5366$$

Descripción	Aceite (%)	Rango	
Patate	42,4335	A	
Ambato	42,1374		
Sucre	41,0842		
Chone	40,0240		
Baños	38,8335		
San Vicente	38,1260		

Tabla B30. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla (extracción mecánica, sin filtrar), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	5,80	1	5,80	1,64	0,2477
Grp/ Trat	24,96	4	6,24		
Residuos	21,22	6	3,54	1,76	0,2543
Total	51,98	11			

Tabla B31. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla (extracción mecánica, después del filtrado), en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	21,4627	5	4,2925	1,67976	0,2720
Error Total	15,3327	6			
Total	36,7954	11	2,5554		

Tabla B32. Separación de medias para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla (extracción mecánica, después del filtrado), con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.

$$\alpha = 0,05 \quad \text{DMS} = 6,36210 \quad \text{Error} = 2,5555$$

Descripción	Aceite (%)	Rango	
San Vicente	14,7089	A	
Ambato	13,1792	A	
Patate	12,8414	A	
Baños	12,0415	A	
Sucre	11,1740	A	
Chone	10,6752	A	

Tabla B33. Análisis de varianza para el porcentaje de aceite de las semillas de higuierilla (extracción mecánica, después del filtrado), en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	0,75	1	0,75	0,30	0,6066
Grp/ Trat	20,71	4	5,18		
Residuos	15,33	6	2,56	2,30	0,2097
Total	36,80	11			

Tabla B34. Análisis de varianza de la densidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	0,00019	5	3,8264E-05	1,5578	0,3046
Error	0,00014	6	2,4562E-05		
Total	0,00019	11			

Tabla B35. Separación de medias para la densidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$$\alpha = 0,05 \quad DMS = 6,36210 \quad Error = 2,5555$$

Descripción	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Rango	
San Vicente	0,9791	A	
Patate	0,9780	A	
Sucre	0,9722	A	
Chone	0,9715	A	
Baños	0,9714	A	
Ambato	0,9677	A	

Tabla B36. Análisis de varianza de la densidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Razón de Varianza	Valor Crítico
Provincias	0,000011	1	0,000011	0,24	0,6511
Grp/ Trat	0,00018	4	0,000045		
Residuos	0,00015	6	0,000062	1,82	0,2440
Total	0,00034	11			

Tabla B37. Análisis de varianza de la viscosidad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	115966,133	5	23193,2267	18,3134	0,0014
Error	7598,7539	6			
Total	123564,887	11	1266,4589		

Tabla B38. Separación de medias para la viscosidad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$        $DMS = 141,63219$       Error = 1233,4593

Descripción	Viscosidad (cSt)	Rango			
San Vicente	766,2126	A			
Sucre	667,7858	A	B		
Ambato	628,2795	A	B	C	
Baños	555,5865		B	C	D
Patate	522,9787			C	D
Chone	469,3316				D

Tabla B39. Análisis de varianza para la viscosidad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
---------------------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	---------------

Provincias	12868,83	1	12868,8306	0,4992	6,1632
Grp/ Trat	103097,30	4	25774,3257		
Residuos	7598,75	6	1266,45899	20,3514	24,583
Total	123564,88	11			

Tabla B40. **Análisis de varianza de la humedad del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	0,6127	5	0,1225	2,3242	0,1669
Error	0,3163	6			
Total	0,6127	11	0,0527		

Tabla B41. **Separación de medias para la humedad del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.**

$\alpha = 0,05$       **DMS = 0,91387**      **Error = 0,0527**

Descripción	Humedad (%)	Rango	
Sucre	0,688	A	
Baños	0,380	A	
Ambato	0,138	A	
Patate	0,116	A	
San Vicente	0,068	A	
Chone	0	A	

Tabla B42. Análisis de varianza de la humedad del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	0,03	1	0,12	0,22	0,6609
Grp/ Trat	0,58	4	0,03		
Residuos	0,32	6	0,15	2,75	0,1292
Total	0,93	11	0,05		

Tabla B43. Análisis de varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	1,3329	5	0,2665	4,1087	0,0574
Error	0,3892	6			
Total	1,3329	11	0,0648		

Tabla B44. Separación de medias para las cenizas del aceite de ricino, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$       $DMS = 1,01367$      Error = 0,0649

Descripción	Cenizas (%)	Rango	
Ambato	1,4522	A	
Patate	1,2402	A	B
Baños	1,0541	A	B
San Vicente	0,9924	A	B
Sucre	0,8515	A	B
Chone	0,3841		B



Tabla B45. Análisis de varianza de las cenizas del aceite de ricino, en el diseño anidado o jerárquico, asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Provincias	0,77	1	0,77	5,45	0,0799
Grp/ Trat	0,56	4	0,14		
Residuos	0,39	6	0,06	2,17	0,1888
Total	1,72	11			

Tabla B46. Análisis de varianza del color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor., asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	5123,62	5	1024,72	25,45	<0,0001
Error	1208,13	30			
Total	6331,75	35	40,27		

Tabla B47. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$        $DMS = 11,14390$        $Error = 40,2711$

Descripción	Intensidad de Color	Rango		
Chone	50,92	A		
Patate	44,67	A		
Baños	32,17		B	
Ambato	26,98		B	C
Sucre	20,08			C
San Vicente	19,00			C

Tabla B48. Análisis de varianza del color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor., asociado a la prueba F de Fisher.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	325,72	5	65,14	402,27	<0,0001
Error	4,86	30			
Total	330,58	35	0,16		

Tabla B49. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$      $DMS = 0,70668$      $Error = 0,1619$

Descripción	Intensidad de Color	Rango		
Chone	12,83	A		
Ambato	5,53		B	
Sucre	4,98		B	C
Patate	4,85		B	C
Baños	4,45			C
San Vicente	4,33			C

Tabla B50. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, con un nivel de confianza del 95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Razón de varianza	Valor crítico
Tratamientos	218,52	5	43,70	15,63	<0,0001
Error	83,90	30			
Total	302,42	35	2,8		

Tabla B51. Separación de medias para el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, con un nivel de confianza del

95%, en el modelo de efectos fijos para el diseño de un factor, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

$\alpha = 0,05$      $DMS = 2,93677$      $Error = 2,7968$

Descripción	Intensidad de Color	Rango	
Chone	9,77	A	
Ambato	4,08		B
Patate	3,60		B
Baños	3,30		B
San Vicente	3,13		B
Sucre	2,38		B

# ANEXO C

# GRÁFICOS

Figura C1.- Diagrama de caja y bigotes para el ancho de las semillas de higuera.

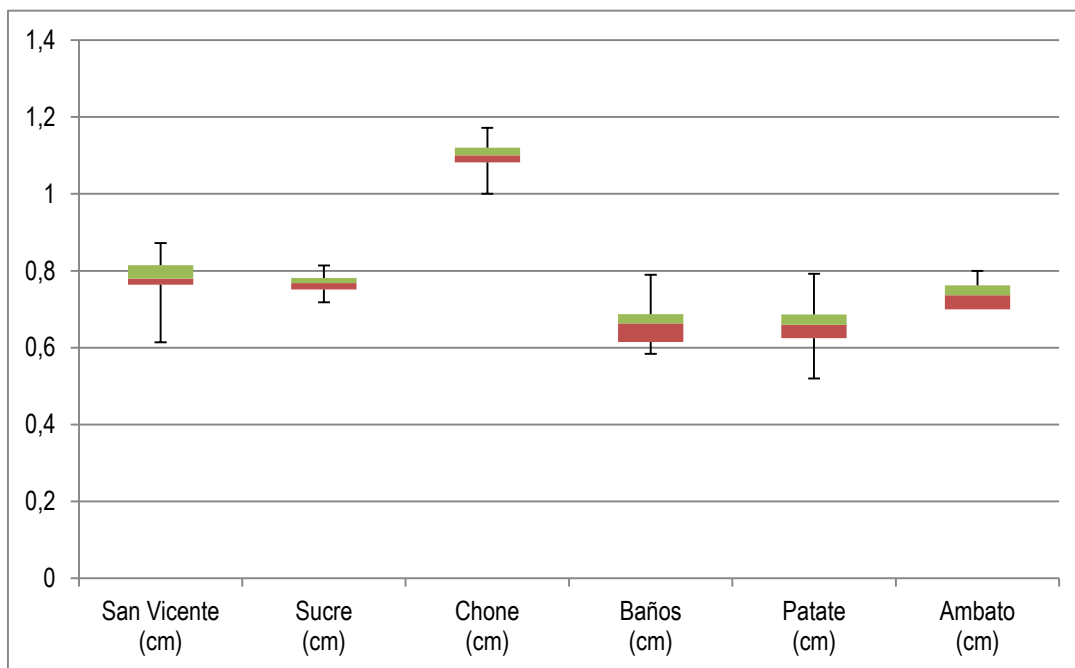


Figura C2- Diferencias estadísticas significativas al 5%, para el ancho de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

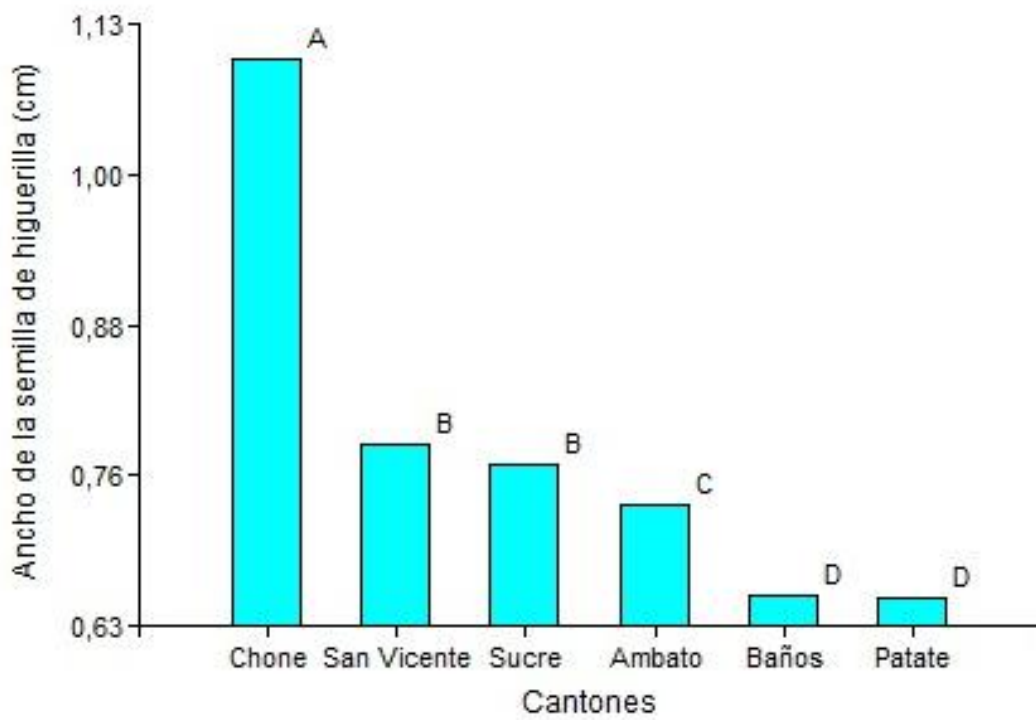


Figura C3.- Diagrama de caja y bigotes para el alto de las semillas de higuera.

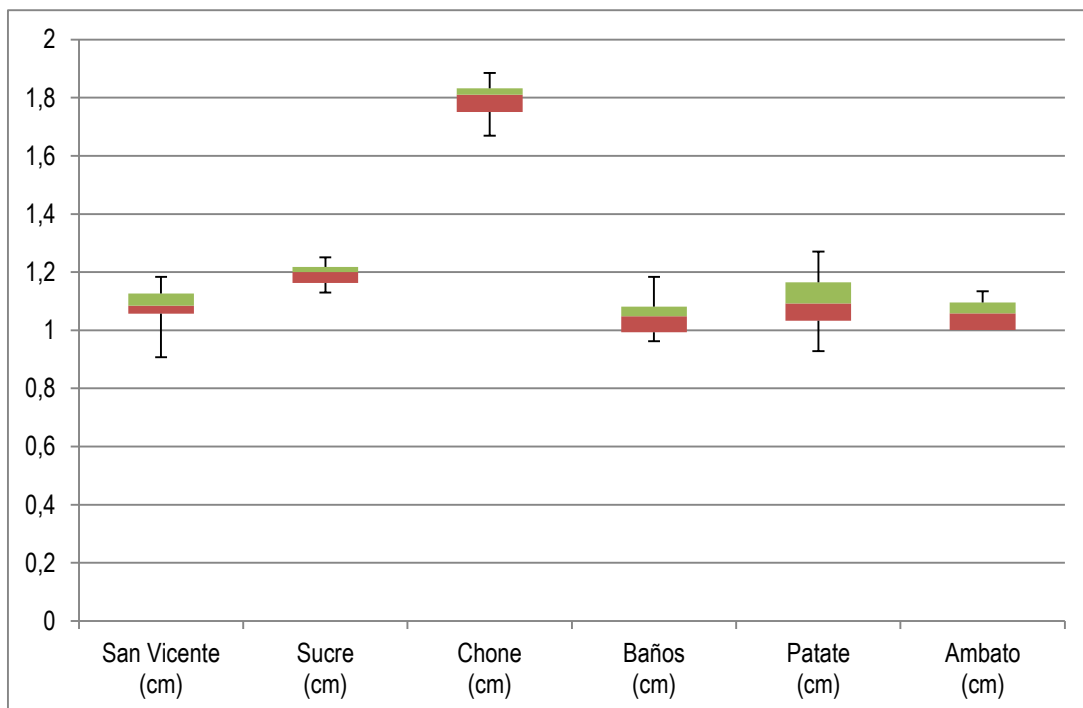


Figura C4.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, para el alto de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.**

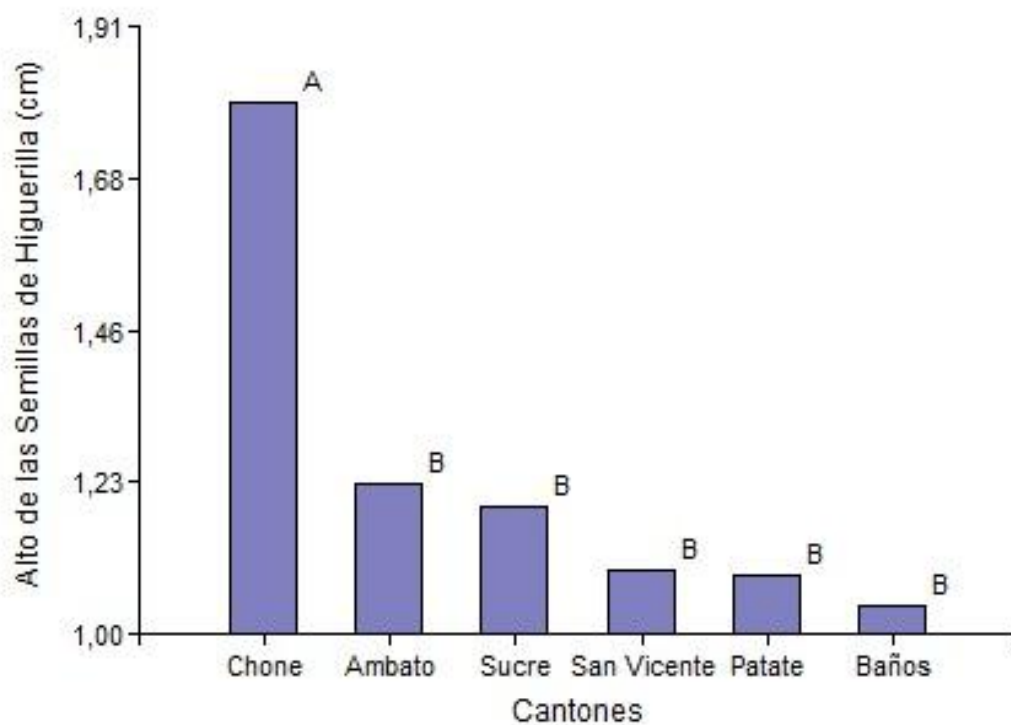


Figura C5.- **Diagrama de caja y bigotes para el grosor de las semillas de higuera.**

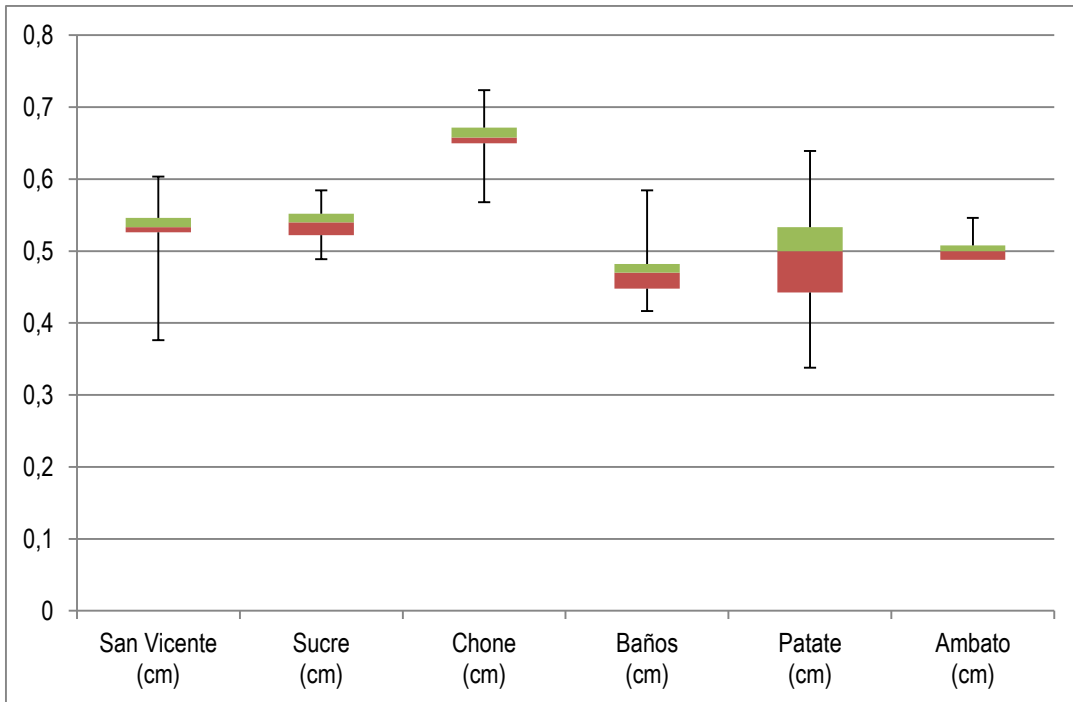


Figura C6.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el grosor de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.**

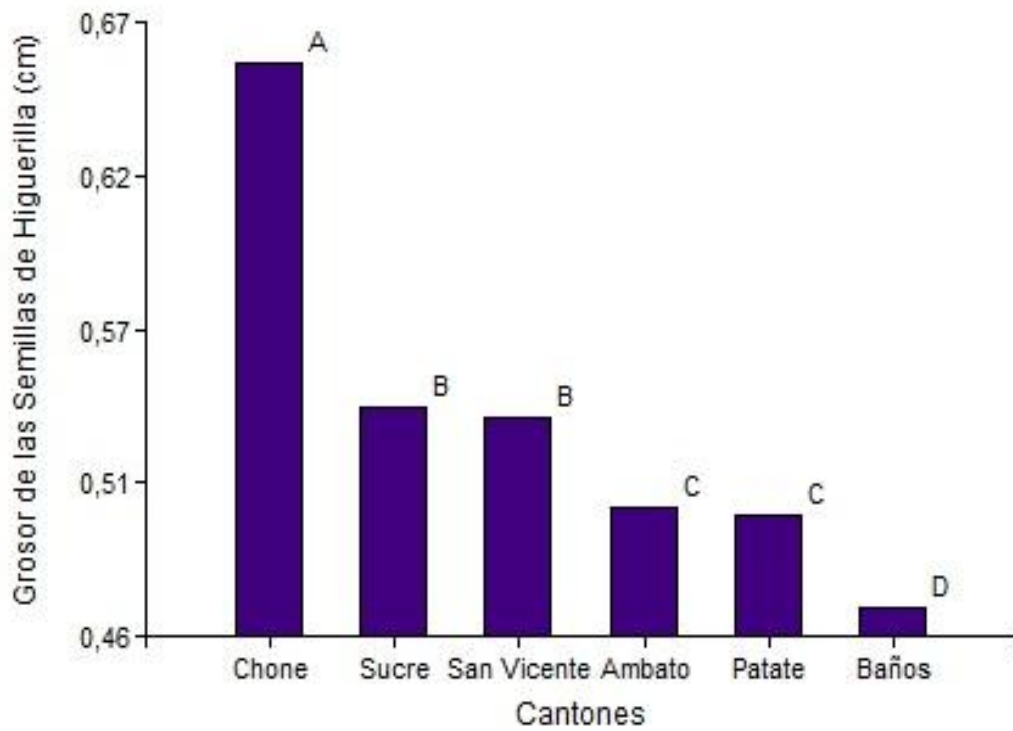


Figura C7.- Diagrama de caja y bigotes para el peso de las semillas de higuera.

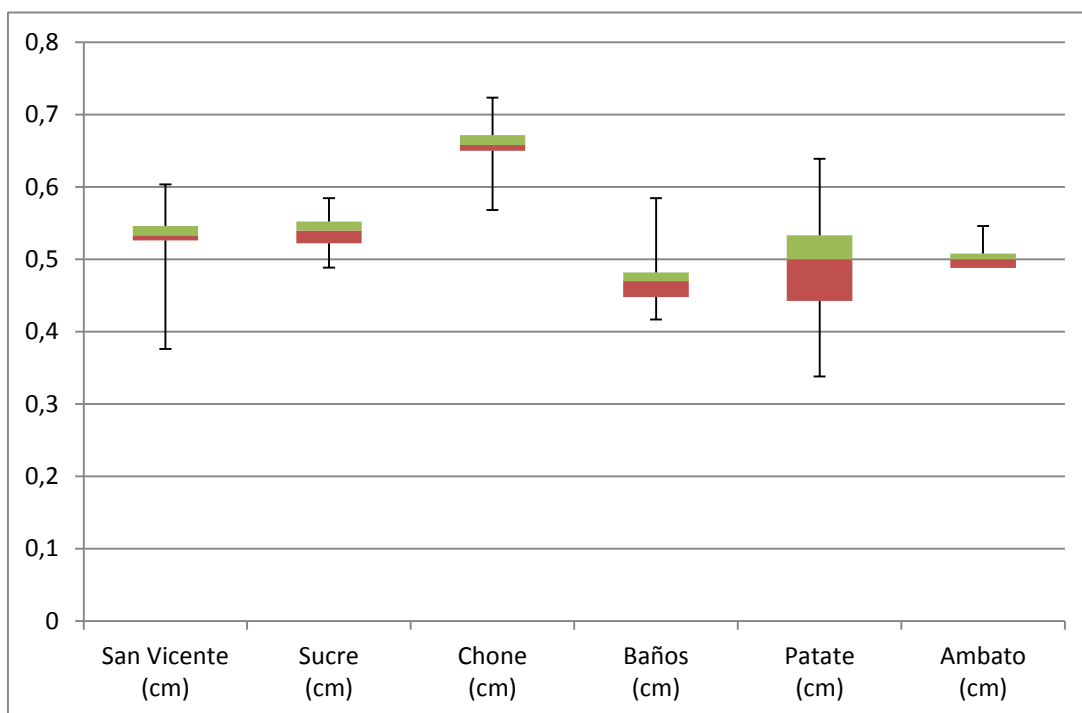


Figura C8.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el peso de las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con **DMS<sub>TUKEY</sub>**.



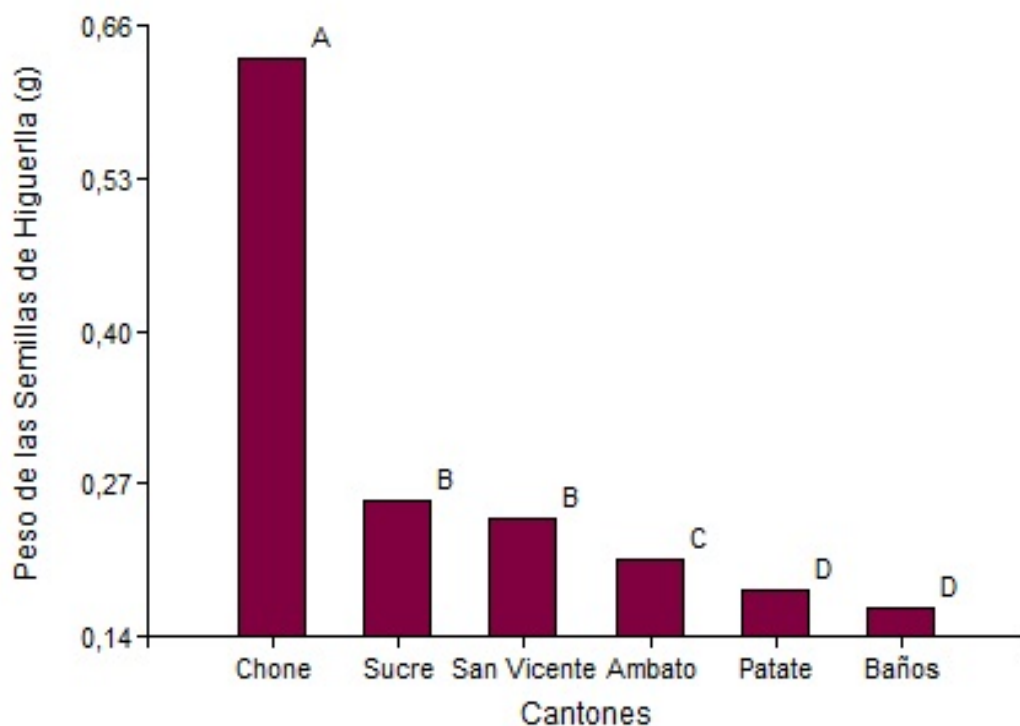


Figura C9.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de cáscara que conforma las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

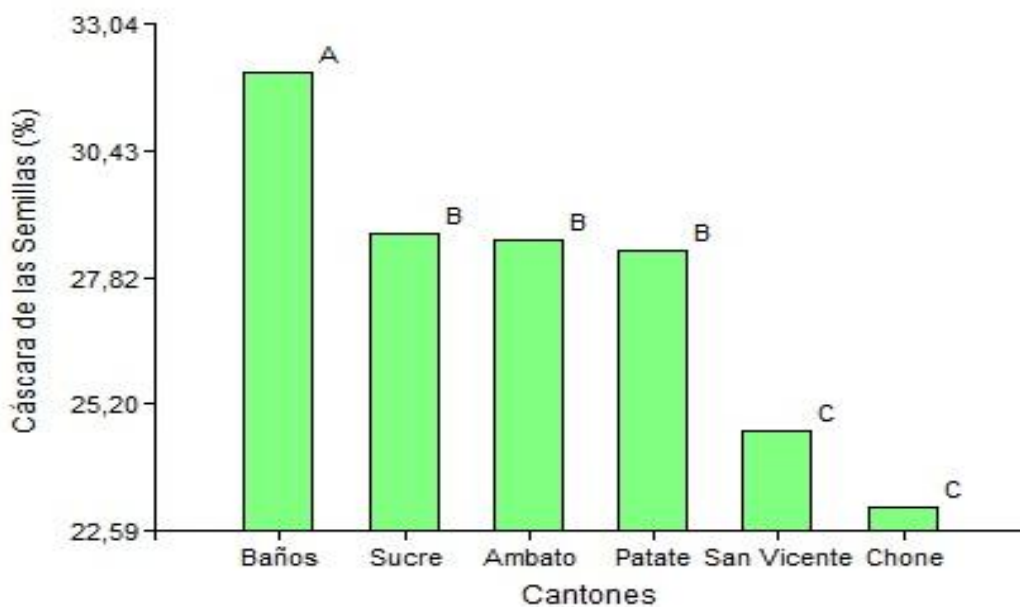


Figura C10.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de almendra que conforma las semillas de higuera, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

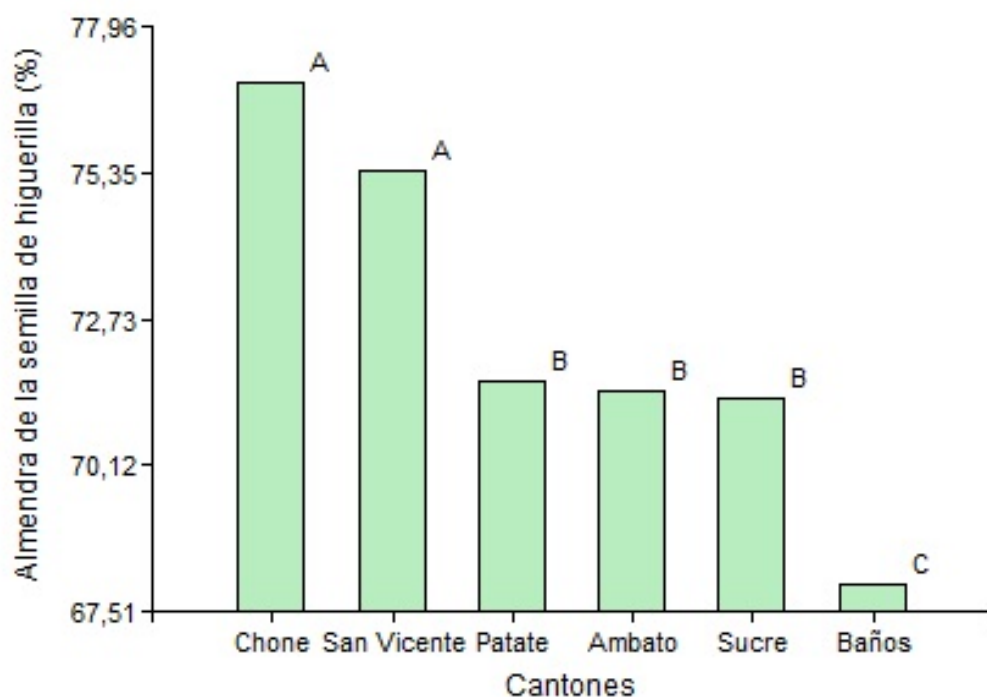


Figura C11.- Relación entre porcentajes de cáscara y almendra de las semillas de higuera de cada cantón.

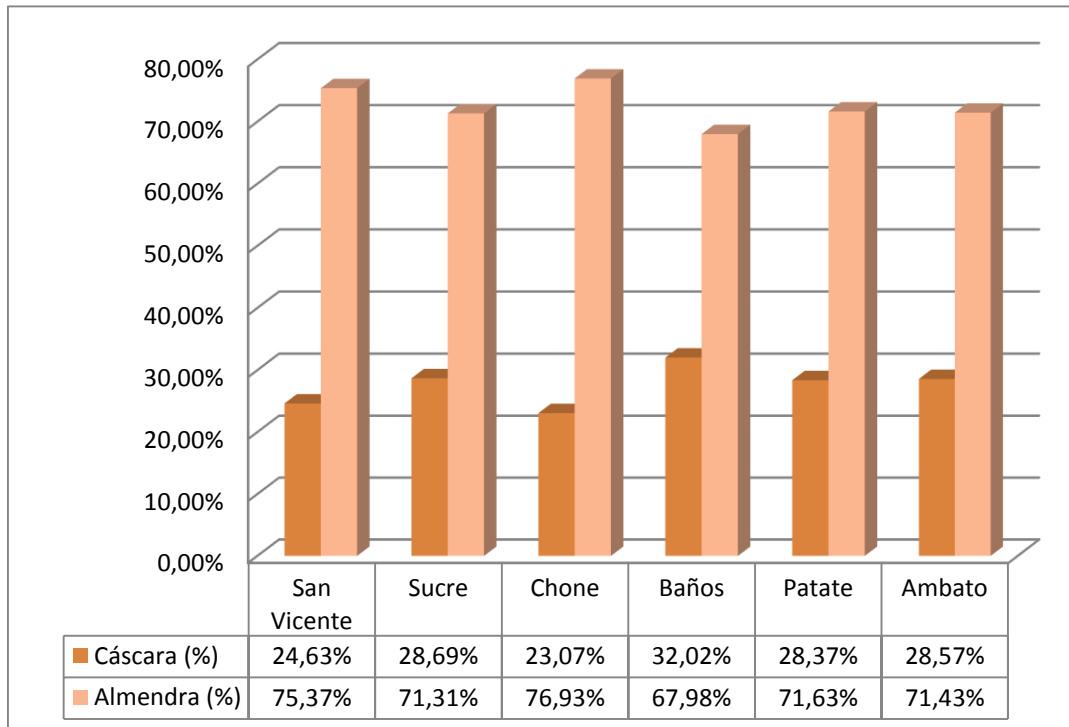


Figura C12.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de humedad de las semillas de higuera con cáscara, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

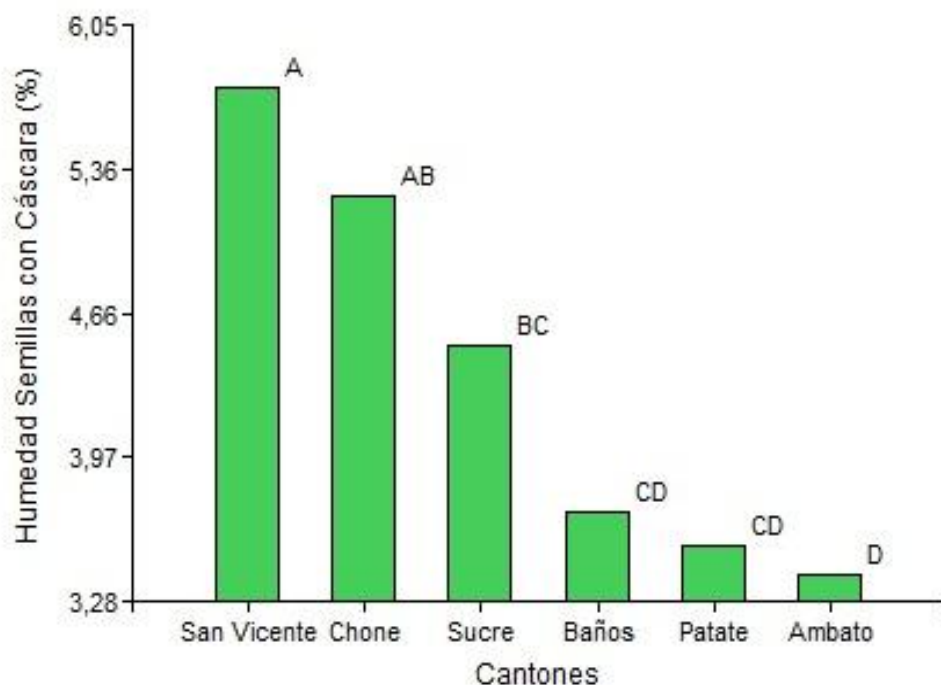


Figura C13.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el porcentaje de humedad de las semillas de higuera sin cáscara, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .

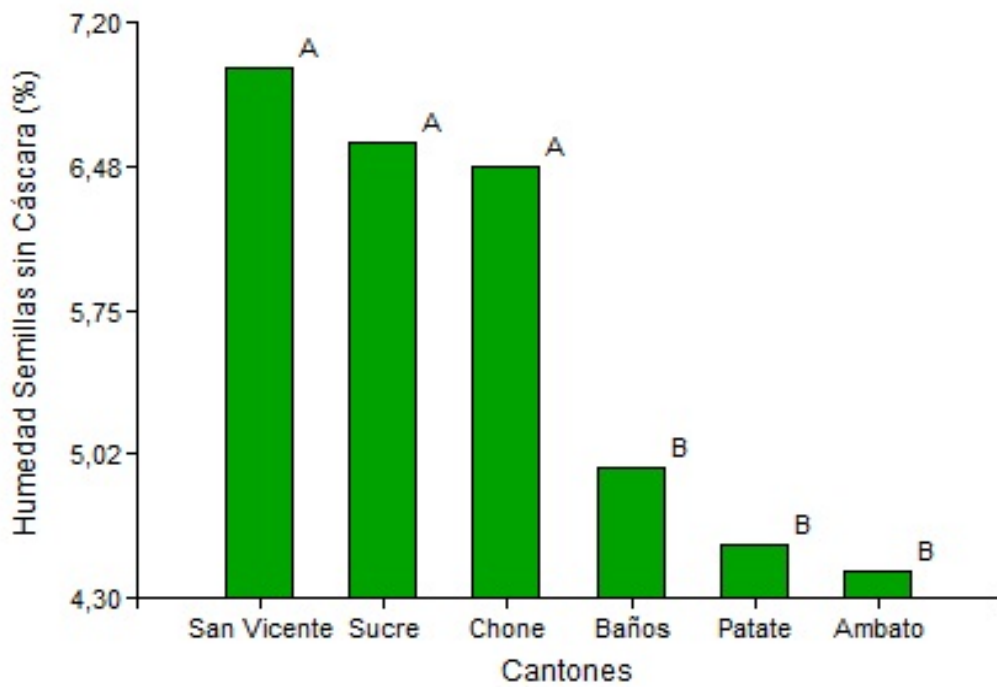


Figura C14.- Comparación entre el porcentaje de humedad, de las semillas de higuera sin cáscara y de las semillas de higuera con cáscara.

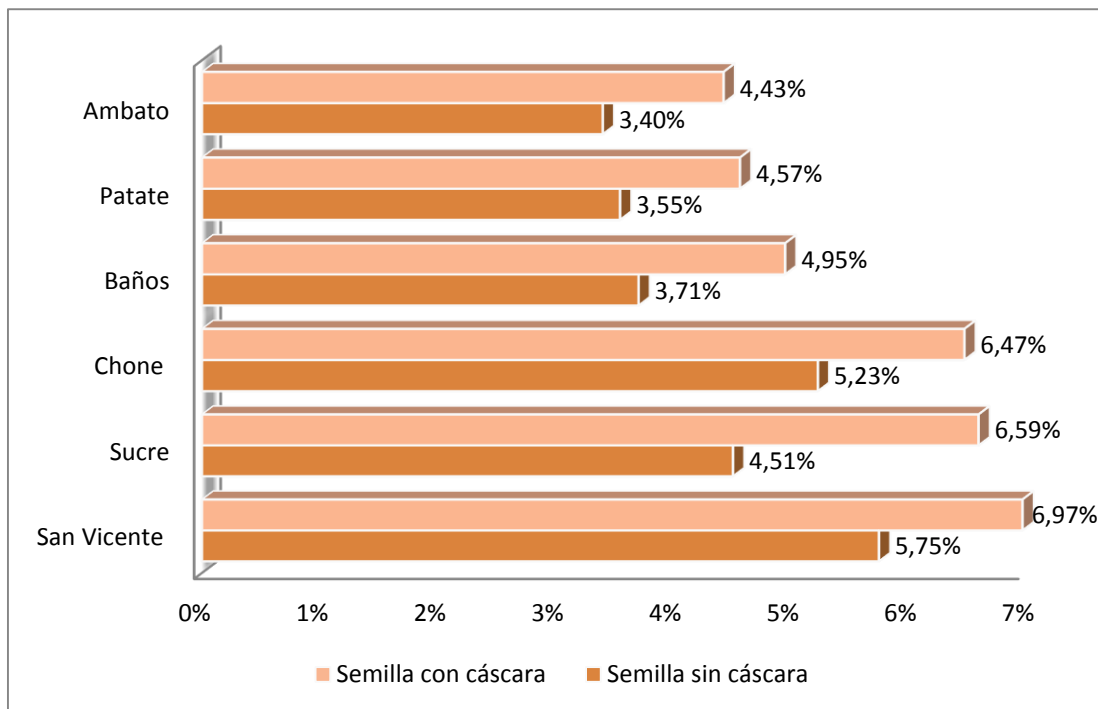


Figura C15.- Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción química).

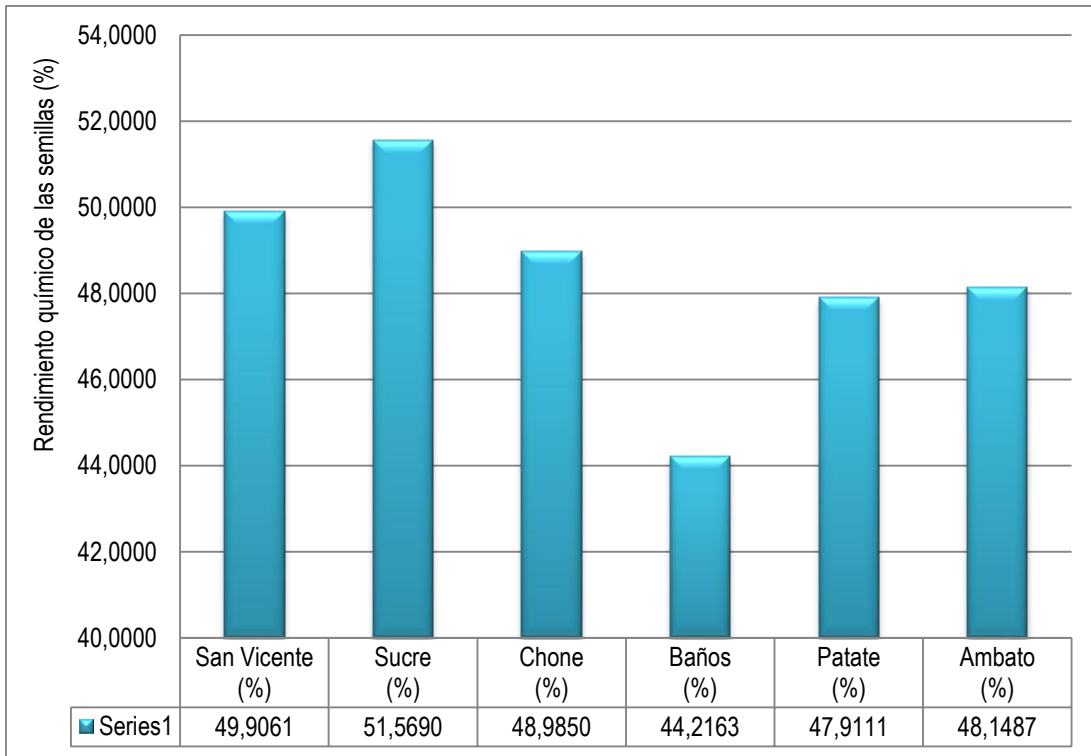


Figura C16.- Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción mecánica, antes del filtrado).

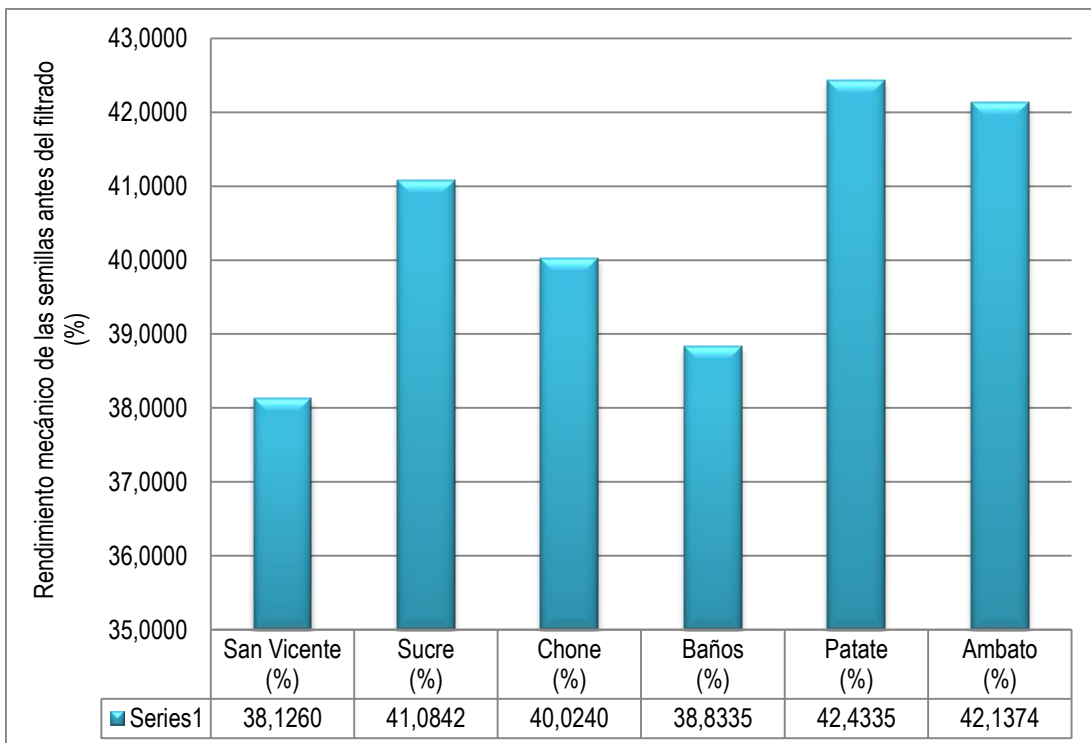


Figura C17.- Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera (extracción mecánica, después del filtrado).

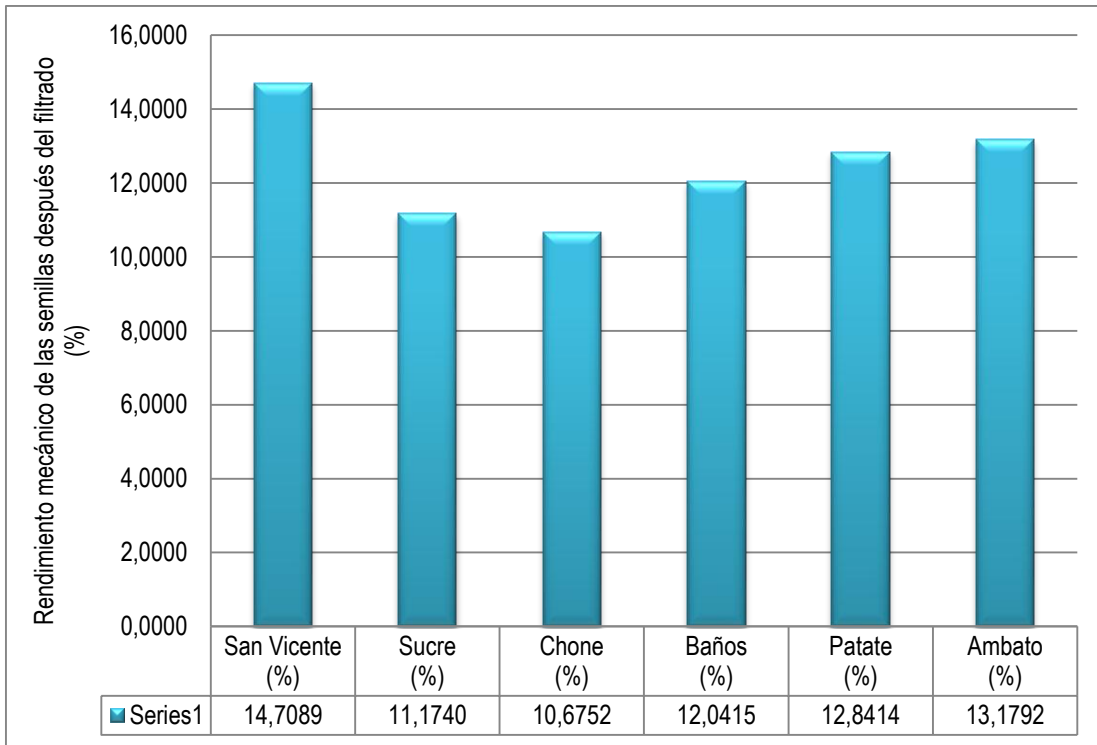


Figura C18.- Rendimiento del aceite presente en las semillas de higuera, comparación de la (extracción mecánica antes y después del filtrado y extracción química).

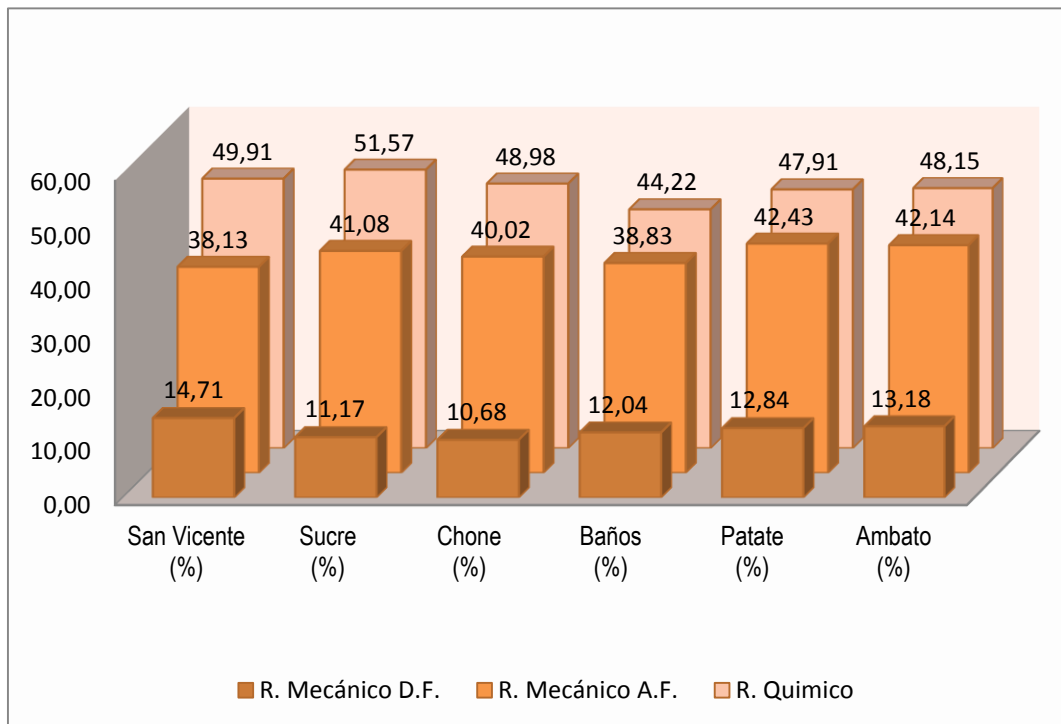


Figura C19.- Densidad del aceite de ricino.

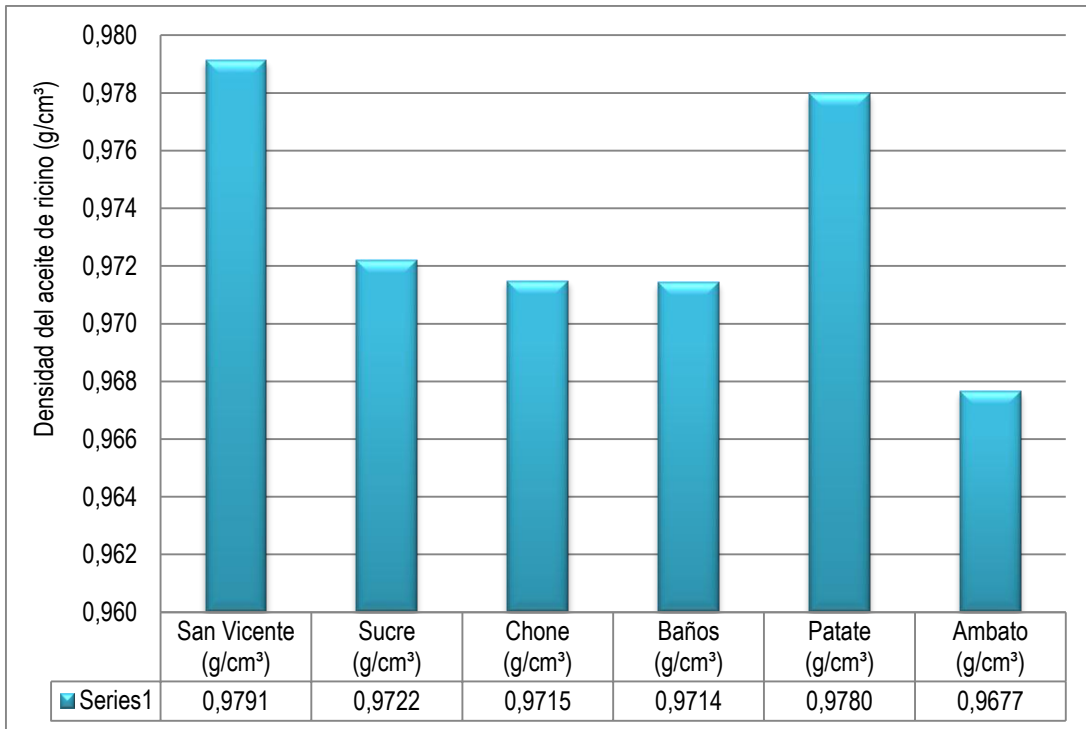


Figura C20.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en la viscosidad del aceite de ricino, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

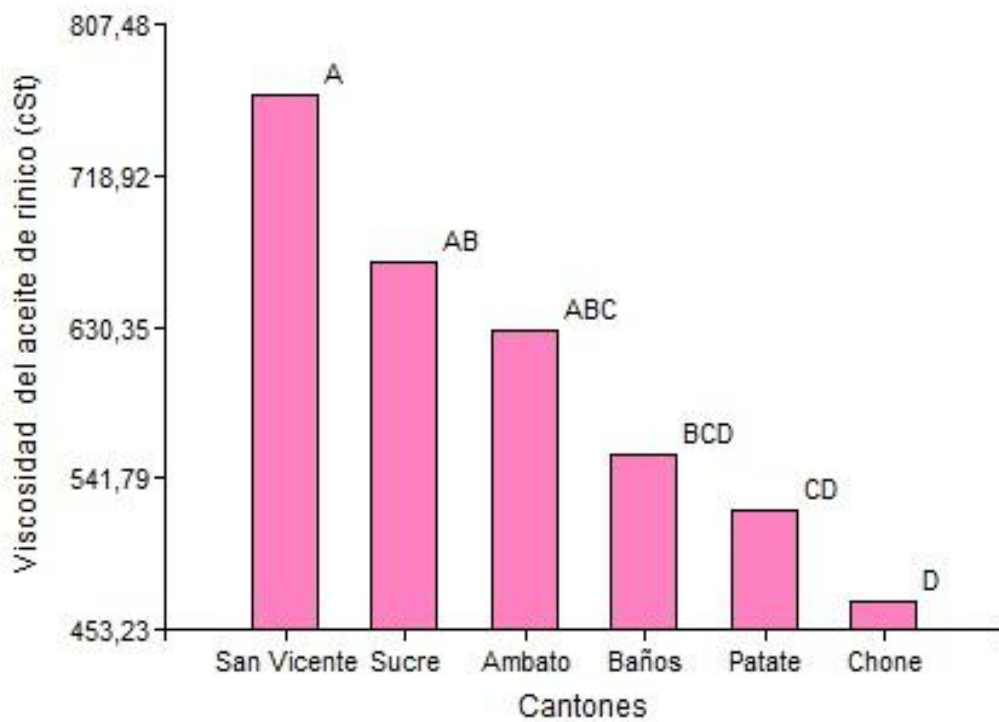


Figura C21.- **Humedad del aceite de ricino.**

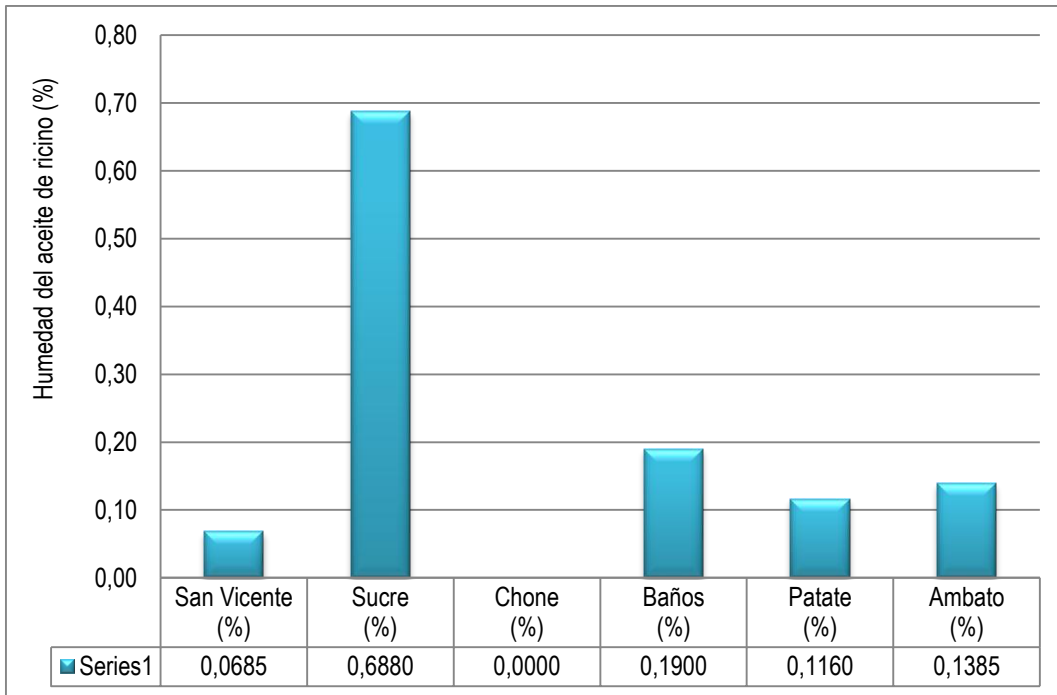


Figura C22.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en las cenizas del aceite de ricino, tratadas bajo el criterio de comparación con  $DMS_{TUKEY}$ .**

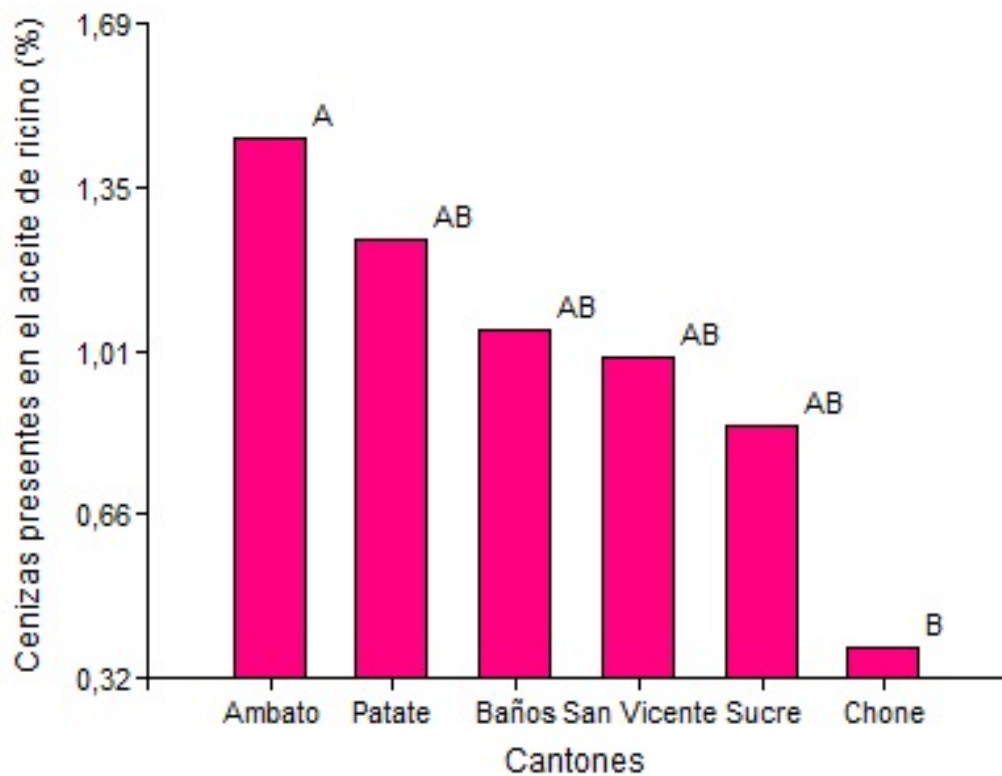




Figura C23.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de amarillo, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.

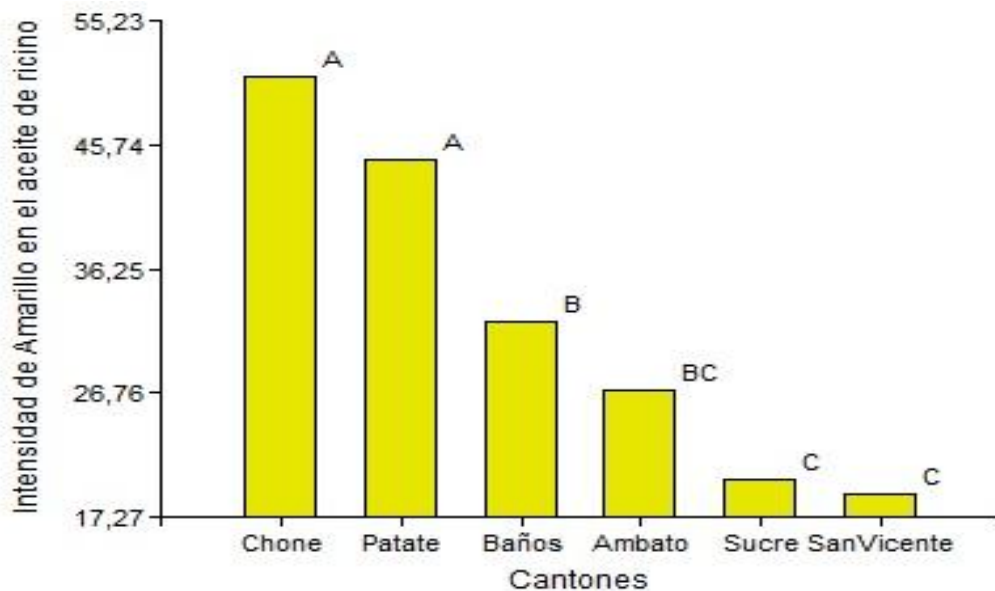


Figura C24.- Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de rojo, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.

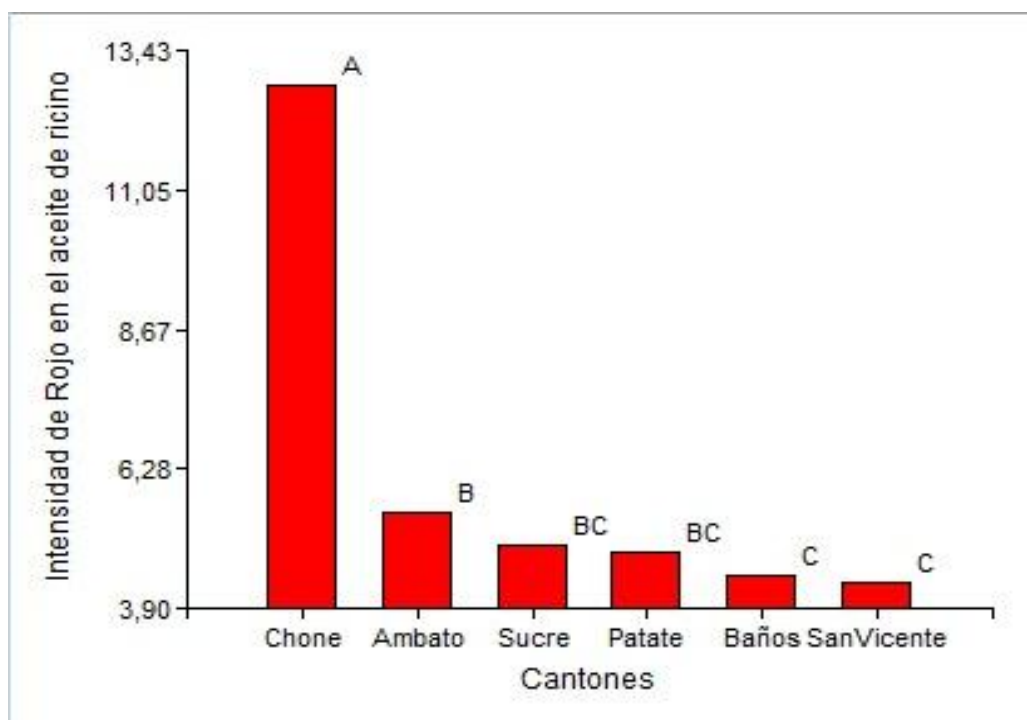


Figura C25.- **Diferencias estadísticas significativas al 5%, en el color del aceite de ricino, tomando en cuenta la intensidad de azul, tratadas bajo el criterio de comparación con DMS<sub>TUKEY</sub>.**

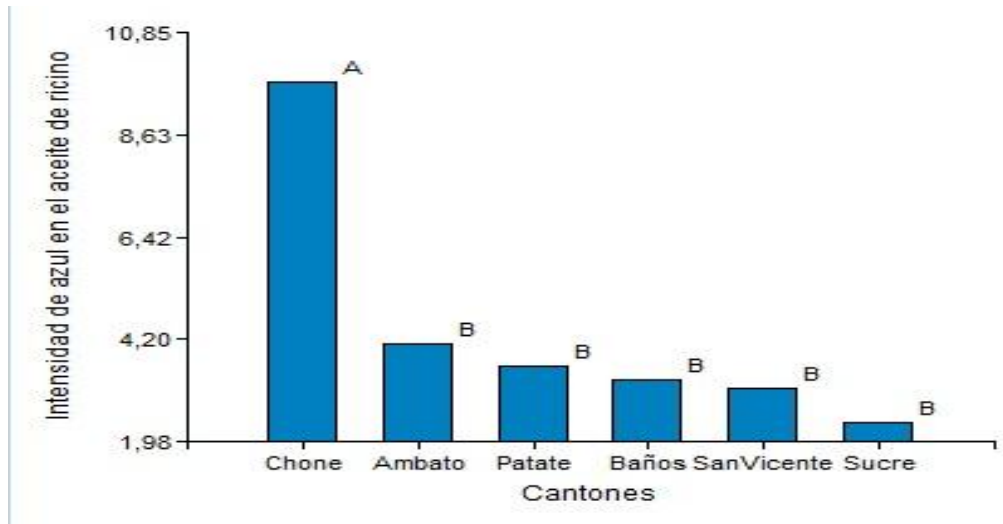
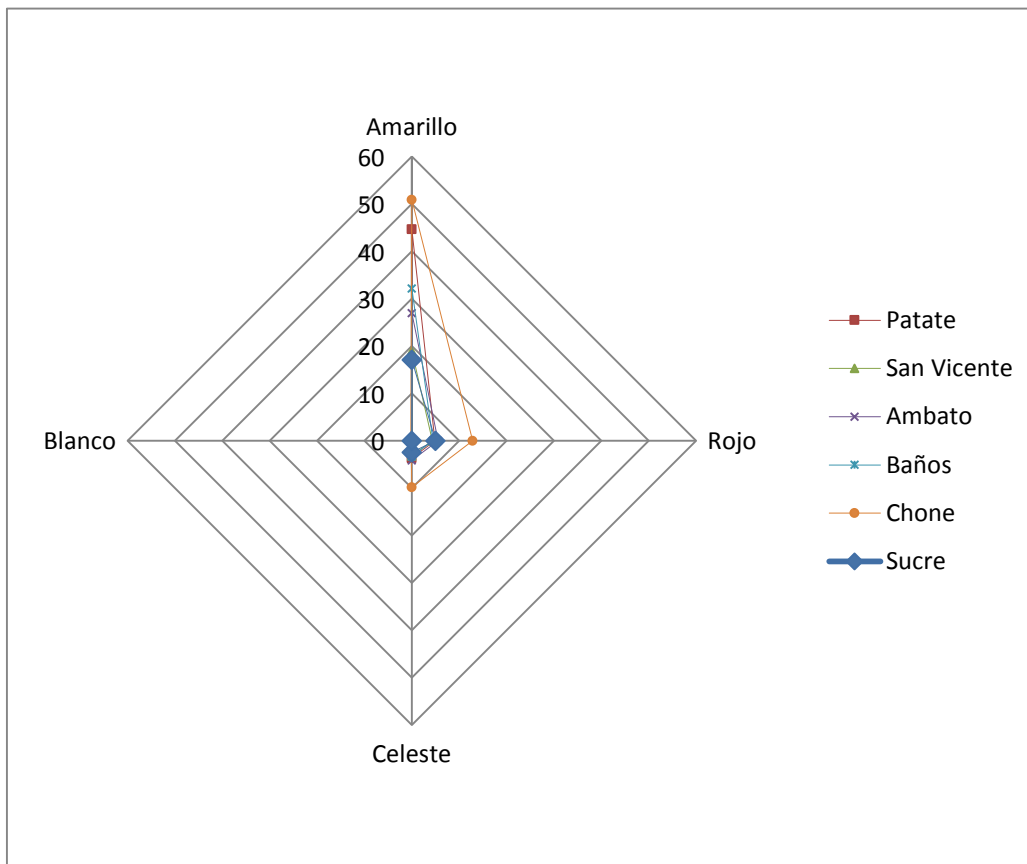


Figura C26.- **Correlación entre la intensidad de colores amarillo, rojo, celeste y blanco, de cada cantón.**



**ANEXO D**

**ANUARIOS**

**METEOROLÓGICOS**



REPÚBLICA DEL ECUADOR  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA

# ANUARIO METEOROLÓGICO 2010

**Nº 50**

VERSION PRELIMINAR

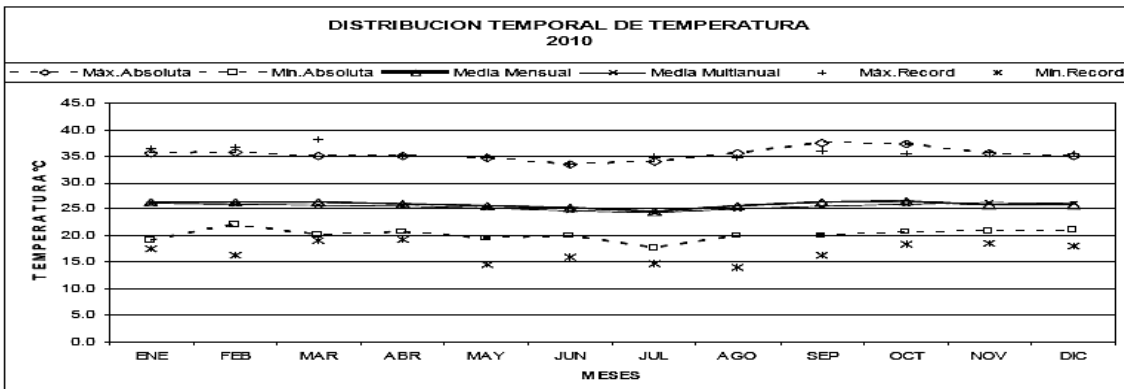
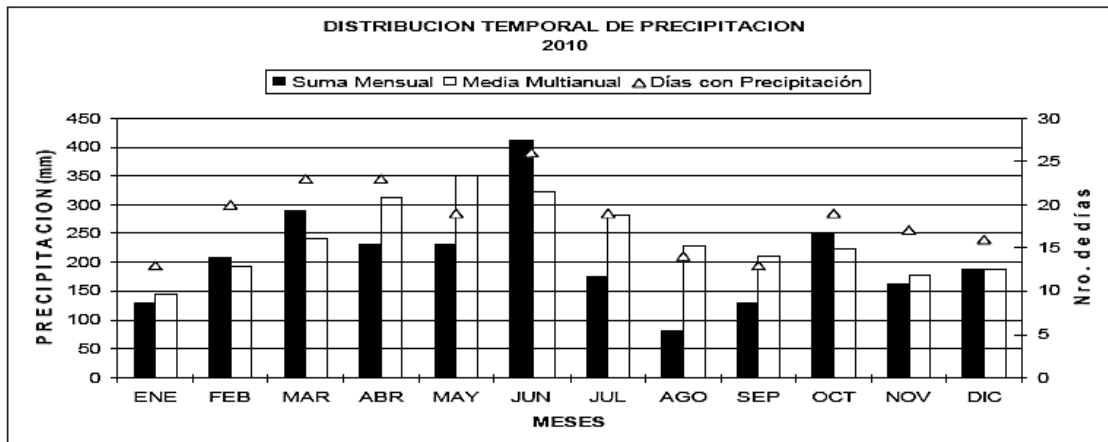
Quito – Ecuador

2012

M007 **NUEVO ROCAFUERTE** INAMHI

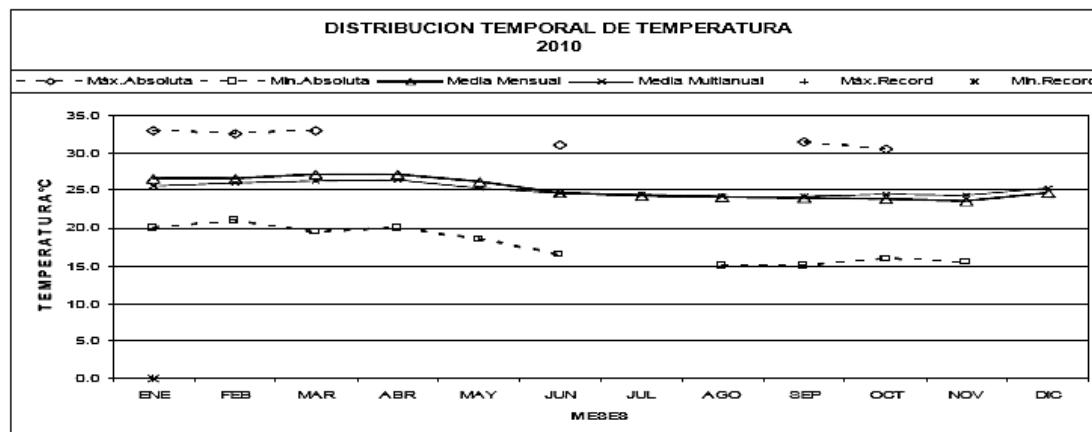
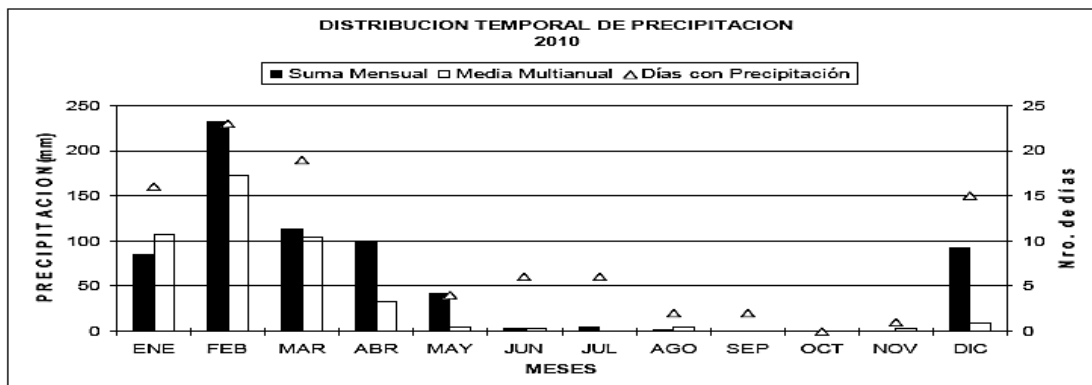
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMERA (°C)							PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación						
		ABSOLUTAS		MEDIAS			Máxima día	Mínima día			Media	Suma Mensual		Máxima en 24hrs día					
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual													
ENERO	168.3	35.6	13	19.0	3	33.2	22.2	26.3	96	9	48	13	84	23.0	28.2	128.6	29.9	17	13
FEBRERO	117.2	35.8	14	22.0	19	32.1	23.4	26.3	96	5	59	14	87	23.8	29.4	206.5	45.1	16	20
MARZO	132.4	35.1	4	20.1	11	32.3	23.1	26.3	96	3	51	24	87	23.8	29.5	290.7	61.8	5	23
ABRIL	101.5	35.0	23	20.6	20	31.6	23.2	26.0	96	3	58	21	87	23.6	29.1	230.9	56.2	3	23
MAYO	112.5	34.6	15	19.5	12	31.4	22.8	25.8	96	3	58	24	86	23.3	28.7	229.7	40.9	7	19
JUNIO	100.4	33.5	22	20.0	4	30.2	22.3	25.2	96	4	63	1	88	22.9	28.0	412.0	111.4	25	26
JULIO	114.9	34.0	31	17.7	20	30.1	21.4	24.6	96	4	51	31	87	22.2	26.9	175.2	28.9	8	19
AGOSTO	130.8	35.5	30	20.0	6	31.7	22.1	25.5	96	3	59	1	86	22.8	27.7	82.0	26.0	13	14
SEPTIEMBRE	164.2	37.4	30	20.0	1	33.7	22.2	26.2	96	2	50	25	84	22.9	28.0	128.0	46.5	15	13
OCTUBRE	160.0	37.3	1	20.6	10	32.9	22.0	26.4	96	30	49	1	84	23.1	28.3	251.9	63.7	3	19
NOVIEMBRE	145.1	35.5	4	20.8	13	32.0	22.4	25.8	97	1	56	4	86	23.1	28.3	163.8	57.7	21	17
DICIEMBRE	167.4	35.0	11	21.0	6	31.5	22.1	25.7	96	4	54	20	87	23.1	28.4	187.6	57.7	26	16
VALOR ANUAL	1664.7	37.4	17.7			31.9	22.4	25.8	96	54	28	86		23.1	28.4	2486.9	111.4		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s) D/R	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)							
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro CBS											
	(m/s)	(m/s)		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)										
ENERO	104.1	5.0	6	1.5	41	2.1	16	2.0	2	1.4	5	2.0	2	2.0	2	0.0	0	1.9	9	23	93	3.0	N	0.9
FEBRERO	81.7	5.4	28	1.4	29	1.9	19	0.0	0	1.4	8	2.0	1	1.5	2	1.0	1	1.8	16	24	84	3.0	NE	0.8
MARZO	90.3			1.7	23	2.3	23	2.0	3	1.6	5	1.6	5	1.0	1	1.7	3	1.5	12	25	93	5.0	NE	0.7
ABRIL	85.0			1.4	30	2.0	17	1.5	2	2.4	6	2.0	1	0.0	0	2.0	1	1.6	18	26	90	3.0	N	0.8
MAYO	101.8	32.5	21	1.6	24	1.8	13	2.0	1	1.8	4	1.0	3	1.8	5	1.7	3	1.9	12	34	93	3.0	N	0.8
JUNIO	70.0			1.5	28	1.8	9	2.0	2	1.0	2	2.0	2	1.4	9	0.0	0	1.8	13	34	90	2.0	N	0.8
JULIO	76.3	4.3	31	1.1	8	1.8	18	1.5	2	1.5	17	1.0	1	1.8	4	0.0	0	1.7	12	38	93	3.0	NW	0.8
AGOSTO	86.7	4.7	30	1.4	19	1.9	22	1.3	3	1.3	3	1.0	3	2.0	3	1.0	1	1.8	11	34	93	4.0	NE	0.7
SEPTIEMBRE	105.6	5.7	25	1.3	37	1.9	17	1.6	8	1.0	1	1.0	1	0.0	0	1.5	2	2.0	11	23	90	3.0	NW	0.9
OCTUBRE	113.8			1.6	25	2.2	22	1.8	4	1.3	3	1.7	3	1.8	5	2.0	1	1.8	11	28	93	4.0	NE	0.9
NOVIEMBRE	87.2	5.2	20	1.5	18	1.9	24	1.3	4	1.2	6	2.0	1	1.7	3	2.0	2	2.0	12	29	90	5.0	NE	0.9
DICIEMBRE	90.3	5.5	31	1.5	22	2.1	22	1.8	4	1.2	5	1.0	1	1.5	4	2.0	2	1.7	7	33	93	4.0	NE	0.8
VALOR ANUAL	1092.8			1.5	25	2.0	19	1.6	3	1.4	5	1.5	2	1.4	3	1.2	1	1.8	12	29		5.0	NE	1.0



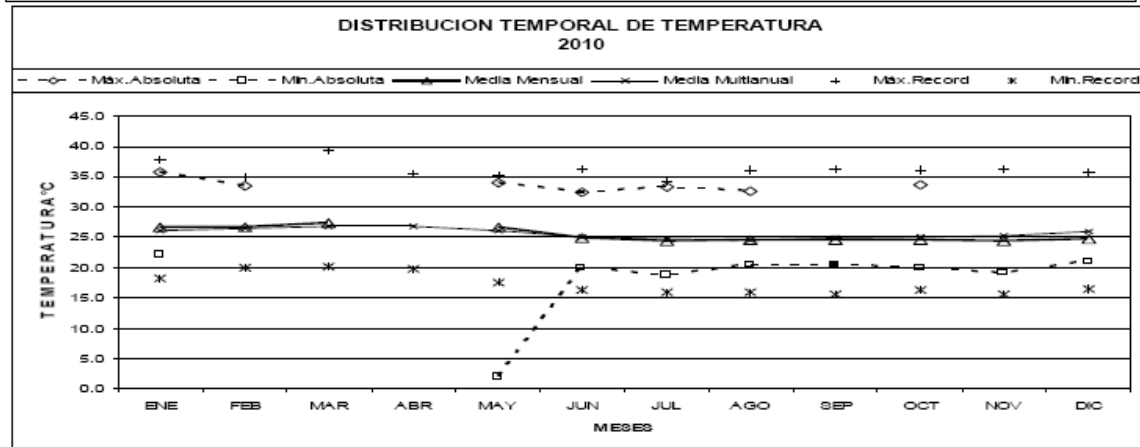
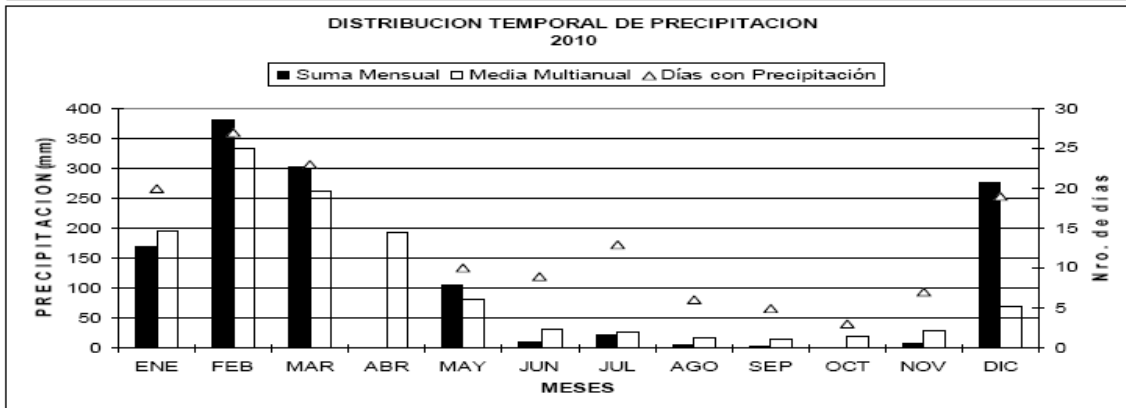
MB91		BAHIA DE CARAQUEZ-PUCE										INAMHI								
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)		Número de días con precipitación					
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Mensual	Máxima día	Mínima día	Máxima día	Mínima día			Media	Mensual		Máxima en 24hrs	día			
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima															
ENERO	54.7	33.0	30	20.0	1	30.5	22.1	26.5	100	5	59	2	85	23.7	29.5	85.4	21.5	29	16	
FEBRERO	91.2	32.5	16	21.0	16	31.0	22.3	26.6	100	6	49	14	87	24.2	30.2	231.7	72.8	10	23	
MARZO	134.8	33.0	3	19.5	22	31.8	21.7	27.1	100	14	84	26	86	24.4	30.6	114.2	44.0	30	19	
ABRIL	110.9			20.0	20	31.4	21.5	27.1	100	7	86	18	86	24.4	30.7	97.4				
MAYO	77.1			18.5	25	30.7	20.5	26.2					87	23.8	29.5	42.0	34.4	11	4	
JUNIO	18.5	31.0	1	16.5	15	28.6	19.0	24.6	98	12	57	27	86	22.0	26.5	3.9	1.5	4	6	
JULIO	36.9					28.2	18.6	24.2	97	5	35	28	84	21.3	25.4	4.9	2.5	5	6	
AGOSTO	79.5			15.0	22	29.0	17.7	24.1					85	21.4	25.6	1.8	1.5	4	2	
SEPTIEMBRE	32.9	31.5	19	15.0	1	28.7	17.8	24.0	100	11	85	1	85	21.2	25.3	0.5	0.4	29	2	
OCTUBRE	53.6	30.5	2	16.0	3	28.1	17.2	23.8					81	20.2	23.7	0.0	0.0	1	0	
NOVIEMBRE	33.4			15.5	3	27.9	17.1	23.6	95	16	82	17	81	20.2	23.6	0.8	0.8	14	1	
DICIEMBRE	57.1					29.3	18.1	24.6					84	21.6	25.8	92.7	13.5	17	15	
VALOR ANUAL	780.6					29.6	19.5	25.2					84	22.4	27.2	675.3				

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)				
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS	DIR											
	(m/s)	%		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%								
ENERO	137.4		6	3.5	18	4.0	4	2.0	5	3.5	9	2.5	4	2.0	7	3.1	16	4.5	7	30	93	9.0	NW	0.7	
FEBRERO	112.7	7.3	25	7	3.8	14	2.7	4	2.0	5	2.0	1	2.0	5	3.2	6	4.0	12	4.0	7	46	84	6.0	N	0.4
MARZO	96.4		6	3.8	11	2.7	3	2.5	9	3.1	10	3.1	10	3.3	9	3.8	13	3.3	9	28	93	8.0	SE	0.5	
ABRIL	122.3		6	3.8	12	3.5	4	2.3	7	3.2	11	2.7	7	2.4	6	3.8	11	3.7	8	34	90	8.0	NW	0.4	
MAYO	127.0	8.9	27	6																					0.4
JUNIO	151.6	9.4	4	7	2.8	14	3.0	2	2.0	3	3.2	17	3.0	4	2.0	7	4.9	12	3.2	6	34	90	6.0	W	0.6
JULIO	167.7	14.0	28	7	3.7	16	3.0	9	2.7	3	3.1	8	2.5	4	2.7	3	4.3	9	4.7	7	42	93	6.0	NW	0.7
AGOSTO	227.0		6	3.7	20	2.8	9	2.6	11	2.9	10	2.0	4	3.3	3	5.2	11	5.0	4	28	93	8.0	NW	0.9	
SEPTIEMBRE			7	4.9	18	3.0	7	2.0	7	3.2	6	3.5	4	3.5	7	5.3	17	4.2	11	24	90	8.0	N	0.9	
OCTUBRE	167.2		6																						1.2
NOVIEMBRE	169.2	11.0	23	6	4.0	17	2.2	10	2.0	7	2.6	11	2.0	1	2.5	4	5.0	18	4.6	14	18	90	6.0	NW	1.0
DICIEMBRE	156.6	9.0	27	6																					0.9
VALOR ANUAL			6																						1.0



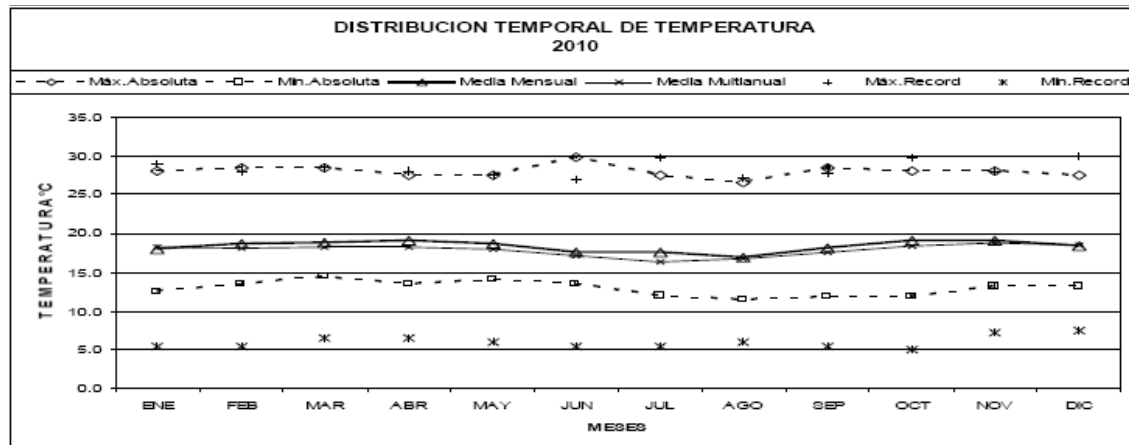
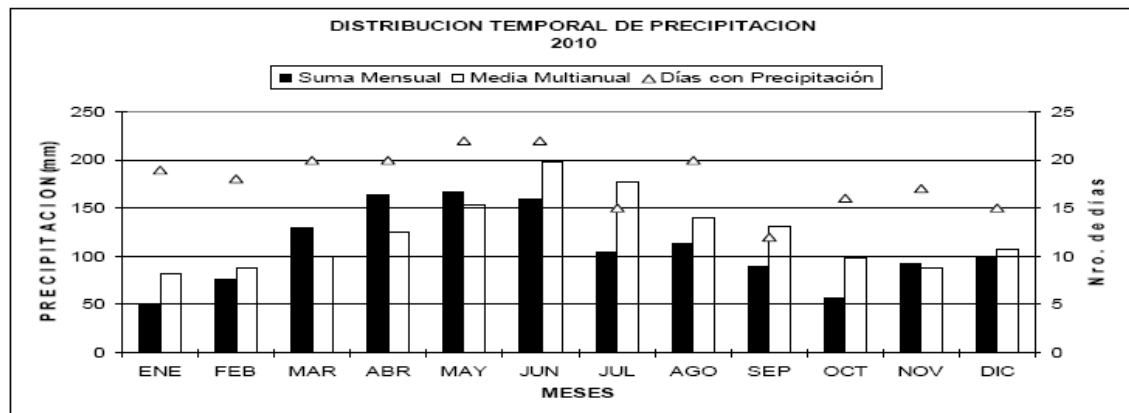
M162		CHONE-U.CATOLICA										INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		M E D I A S				Máxima día	Mínima día	Medio			Mensual	Suma	Máxima en 24hrs		Medio		
ENERO		35.7	8	22.0	2	31.4	23.4	26.6	99	9	53	6	83	23.2	28.4	169.7	27.6	8	20
FEBRERO		33.5	7			30.7	23.6	26.7	99	6	62	27	87	24.2	30.2	379.9	52.0	6	27
MARZO						32.1	23.9	27.3	100	12	57	14	84	24.1	30.0	302.3	56.8	29	23
ABRIL																			
MAYO		34.0	9	2.0	23	31.0	22.9	26.7	99	3	52	31	83	23.5	29.0	104.6	58.4	10	10
JUNIO		32.4	11	20.0	26	28.5	21.9	24.9	100	15	59	3	86	22.2	26.8	9.8	2.5	13	9
JULIO		33.2	28	18.8	26	28.2	21.4	24.4	100	11	51	28	86	21.6	25.9	20.6	9.5	9	13
AGOSTO		32.6	31	20.4	30	29.5	21.7	24.6	98	20	56	26	81	21.0	24.8	4.7	2.2	4	6
SEPTIEMBRE		20.4	4	29.8		29.8	21.6	24.6					80	20.7	24.4	3.7	1.0	29	5
OCTUBRE		33.7	21	20.0	31	30.0	21.4	24.6	98	5	49	16	78	20.3	23.9	1.1	0.5	4	3
NOVIEMBRE				19.1	2	29.3	21.0	24.3	100	2	55	17	81	20.6	24.3	7.5	2.5	11	7
DICIEMBRE				21.0	3	28.9	21.6	24.7	100	12	55	9	85	21.8	26.2	275.5	51.9	21	19
VALOR ANUAL																			

MES	EVAPORACION (mm)		NEBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)									
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS													
ENERO	84.5		7	2.0	8	2.7	3	2.4	10	0.0	0	0.0	0	2.5	2	3.0	17	2.0	1	59	93	5.0	W	1.8		
FEBRERO	63.8		7	2.2	7	5.0	1	2.0	2	0.0	0	2.0	1	3.0	1	2.4	14	2.0	4	69	84	5.0	NE	1.5		
MARZO			7	2.0	7	3.0	1	2.8	11	0.0	0	3.0	1	0.0	0	3.2	22	3.4	5	54	83	7.0	E	1.8		
ABRIL																										
MAYO			7	2.2	14	3.0	1	2.0	1	0.0	0	1.0	1	0.0	0	2.9	20	2.3	9	54	93	7.0	N	2.1		
JUNIO			8	1.6	8	0.0	0	2.0	1	0.0	0	0.0	0	2.0	1	2.6	18	2.6	8	64	90	6.0	W	1.5		
JULIO			7	1.4	5	2.0	1	2.0	3	0.0	0	0.0	0	3.0	2	2.2	15	2.5	4	69	93	5.0	W	1.6		
AGOSTO			7	1.7	10	2.0	1	2.0	2	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.8	19	2.5	9	58	93	5.0	W	2.2		
SEPTIEMBRE	111.0		7																						2.7	
OCTUBRE	126.1	7.0	2	1.7	14	3.0	1	2.3	3	0.0	0	2.0	1	3.0	1	2.7	28	2.7	7	47	93	5.0	W	2.9		
NOVIEMBRE	107.8	6.5	5	1.8	4	0.0	0	2.5	7	0.0	0	0.0	0	2.8	6	2.8	24	2.6	12	47	90	5.0	W	2.4		
DICIEMBRE	87.3	6.0	1	8																					2.0	
VALOR ANUAL																										



M029 BAÑOS INAMHI																		
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Mínima día	Máxima día	Mínima día			Medía	Mensual		Máxima en 24hrs		
		Máxima día	Mínima día	Máxima	Mínima													
ENERO	107.1	28.0	4	12.5	4	24.4	15.0	18.0	98	16	51	12	83	14.9	17.0	51.8	10.4	18
FEBRERO	95.4	28.5	14	13.5	11	25.8	15.4	18.8	96	16	52	25	84	15.6	17.7	76.1	13.9	2
MARZO	133.6	28.5	10	14.5	3	26.0	15.3	18.8	96	7	48	15	82	15.5	17.6	129.3	18.6	9
ABRIL	133.7	27.5	14	13.5	23	25.3	15.6	19.0	96	4	55	21	83	15.8	18.0	183.7	43.2	6
MAYO	133.8	27.5	2	14.0	12	24.4	15.6	18.7	96	12	49	23	84	15.7	17.9	187.5	19.5	10
JUNIO	88.4	29.8	22	13.5	4	22.9	14.6	17.6	98	16	37	22	86	15.2	17.3	159.0	27.0	8
JULIO	147.9	27.5	22	12.0	20	24.2	13.9	17.6	96	2	51	23	83	14.6	16.8	105.0	33.3	28
AGOSTO	99.2	26.5	18	11.5	23	22.9	13.4	16.9	98	14	44	24	83	13.8	15.9	113.1	18.4	21
SEPTIEMBRE	157.5	28.5	28	11.8	10	24.8	13.7	18.1	96	7	43	11	78	13.9	16.0	90.0	21.9	15
OCTUBRE	150.6	28.0	29	11.8	13	25.3	14.8	19.0	96	17	49	1	78	14.8	16.9	57.5	16.4	9
NOVIEMBRE	119.8	28.0	5	13.2	12	25.4	15.2	19.1	98	6	53	8	77	14.7	16.8	93.1	28.4	25
DICIEMBRE	104.6	27.5	13	13.2	28	25.2	14.9	18.4	96	9	54	14	81	14.9	17.0	98.5	24.8	28
VALOR ANUAL	1471.6	29.8		11.5		24.7	14.8	18.3	98		37		81	15.0	17.1	1304.6	43.2	

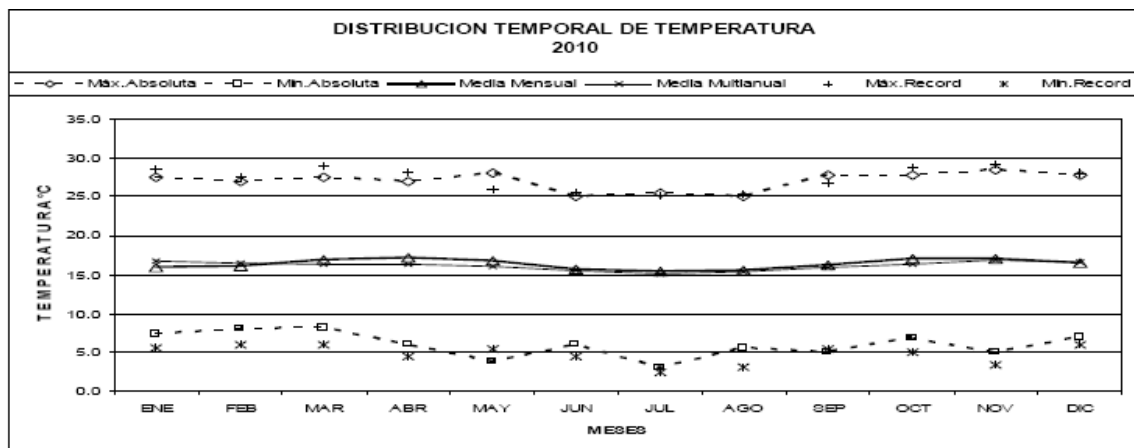
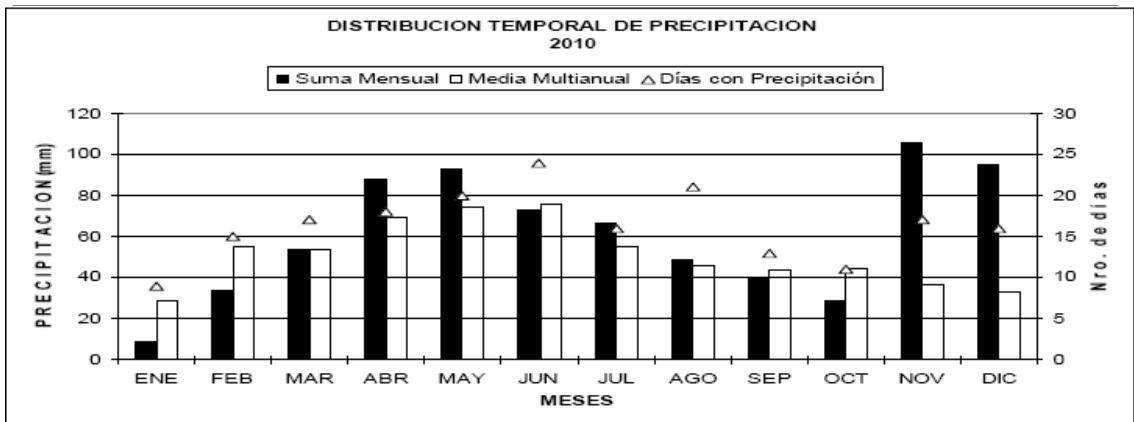
MES	EVAPORACION (mm)			NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)		
	Suma	Máxima en 24hrs	día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA	Nro OBS
	Mensual				(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%			%	
ENERO	101.3	6.3	4		2.0	1	7.1	46	5.1	10	7.2	13	0.0	0	7.0	2	0.0	0	0.0	0	28	93	16.4	NE
FEBRERO	88.2	6.3	27		0.0	0	7.4	46	6.0	6	7.6	23	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	25	84	20.0	NE
MARZO	104.5	6.0	12		0.0	0	8.9	43	5.6	5	6.2	24	0.0	0	4.0	4	0.0	0	0.0	0	24	93	18.0	NE
ABRIL	104.4	6.0	18		0.0	0	8.5	36	3.5	9	7.6	22	0.0	0	3.8	4	0.0	0	0.0	0	29	90	20.0	NE
MAYO	110.7	6.0	2		0.0	0	8.2	52	3.6	10	8.7	11	0.0	0	10.0	1	0.0	0	0.0	0	27	93	20.0	NE
JUNIO	73.0	6.1	14		0.0	0	8.0	40	2.9	12	8.8	18	0.0	0	4.0	1	0.0	0	16.0	1	28	90	18.0	NE
JULIO	89.6	6.0	21		0.0	0	8.2	46	4.0	9	10.1	17	0.0	0	0.0	0	0.0	0	4.7	3	25	93	20.0	SE
AGOSTO	74.8	6.0	30		0.0	0	7.3	43	2.4	5	8.1	19	0.0	0	5.3	3	0.0	0	6.0	1	28	93	20.0	SE
SEPTIEMBRE	103.7	7.0	29		0.0	0	10.1	37	2.0	2	8.0	18	2.0	1	5.3	3	0.0	0	5.0	7	32	90	20.0	NE
OCTUBRE	126.8	6.6	22		0.0	0	8.2	45	2.0	3	9.7	22	0.0	0	4.0	4	0.0	0	4.0	3	23	93	18.0	NE
NOVIEMBRE	109.9	6.3	3		0.0	0	10.1	40	2.3	8	8.6	16	0.0	0	7.0	7	0.0	0	4.0	6	24	90	20.0	NE
DICIEMBRE	101.7	6.0	12		0.0	0	8.4	45	2.8	9	7.5	13	0.0	0	6.8	5	0.0	0	0.0	0	28	93	20.0	NE
VALOR ANUAL	1188.6	7.0			0.2	0	8.4	43	3.5	7	8.2	18	0.2	0	4.8	3	0.0	0	3.3	2	27		20.0	NE





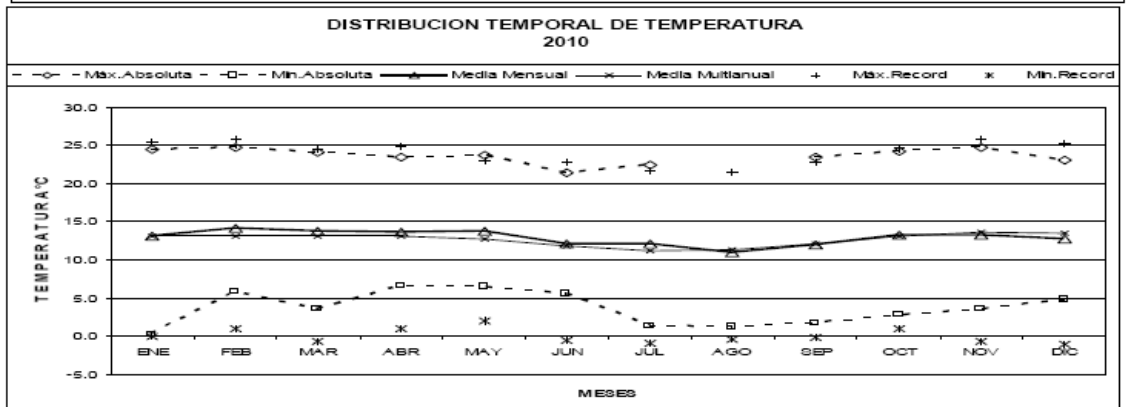
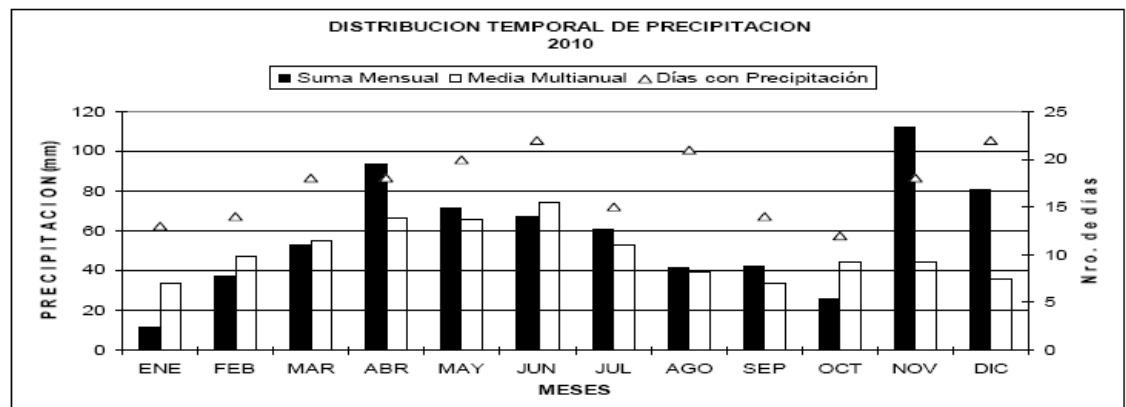
M126 PATATE INAMHI																		
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA BOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Mensual	Máxima día	Mínima día	Médica	Mensual			Máxima en 24hrs	da				
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima													
ENERO	27.5	24	7.4	4	23.6	11.0	15.9	98	3	58	4	89	14.0	16.2	8.5	2.8	16	9
FEBRERO	27.0	22	8.0	10	23.9	11.0	16.1	98	19	59	24	89	14.3	16.5	33.5	9.8	6	15
MARZO	27.5	15	8.2	4	24.5	11.8	16.9	98	7	58	16	89	15.0	17.2	53.5	12.5	10	17
ABRIL	27.0	4	6.0	23	24.2	12.0	17.1	98	1	62	17	90	15.4	17.7	87.5	24.0	5	18
MAYO	28.0	15	3.8	29	23.6	11.4	16.8	98	8	69	19	89	15.1	17.3	93.0	19.8	20	20
JUNIO	25.0	26	6.0	26	21.6	10.9	15.7	98	16	64	5	91	14.3	16.4	72.9	11.1	1	24
JULIO	25.5	20	3.0	25	22.2	8.2	15.4	98	11	79	31	91	14.0	16.3	66.2	23.0	15	16
AGOSTO	25.0	24	5.6	18	21.8	9.4	15.5	98	22	69	22	88	13.5	15.7	49.1	10.6	21	21
SEPTIEMBRE	27.8	28	5.0	10	23.9	9.1	16.2	98	17	61	23	86	13.9	16.2	39.1	9.5	15	13
OCTUBRE	27.8	6	6.8	13	25.1	10.5	17.0	98	8	61	15	87	14.7	17.0	29.1	6.5	10	11
NOVIEMBRE	28.5	5	5.0	11	24.6	10.5	17.0	98	1	60	5	88	14.9	17.3	106.2	20.0	19	17
DICIEMBRE	27.8	13	7.0	26	23.4	10.7	16.5	97	31	54	29	87	14.3	16.5	95.0	16.9	29	16
VALOR ANUAL	28.5		3.0		23.5	10.5	16.3	98		54		88	14.5	16.7	733.6	24.0		

MES	EVAPORACION (mm)		NEBULOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (Kmh)				
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro OBS								
	(m/s)	%		(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%						
ENERO	4	2.0	1	4.4	29	5.5	4	5.8	33	6.0	5	5.0	2	0.0	0	2.0	1	24	93	10.0	SE
FEBRERO	4	0.0	0	3.1	17	0.0	0	4.7	48	4.0	2	3.0	2	0.0	0	2.0	1	30	84	14.0	SE
MARZO	4	8.0	1	4.0	11	2.0	1	5.5	47	2.7	3	4.0	1	0.0	0	8.0	1	34	93	10.0	SE
ABRIL	4	4.0	2	5.5	4	4.0	1	4.4	58	6.0	2	0.0	0	0.0	0	2.0	1	31	90	10.0	SE
MAYO	4	2.0	1	4.3	8	2.0	2	4.7	53	4.0	2	0.0	0	0.0	0	0.0	0	34	93	10.0	SE
JUNIO	5	2.0	1	2.0	2	2.0	2	4.3	46	0.0	0	2.0	2	0.0	0	0.0	0	47	90	10.0	SE
JULIO	3	0.0	0	4.0	4	2.0	1	3.7	65	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	1	28	93	8.0	SE
AGOSTO	4	0.0	0	0.0	0	2.0	2	4.6	59	2.7	3	2.0	1	0.0	0	0.0	0	34	93	10.0	SE
SEPTIEMBRE	3	0.0	0	0.0	0	2.0	1	5.2	63	5.0	2	0.0	0	0.0	0	2.0	1	32	90	10.0	SE
OCTUBRE	3	0.0	0	5.0	2	0.0	0	5.1	63	0.0	0	2.0	1	0.0	0	2.0	1	32	93	10.0	SE
NOVIEMBRE	4	0.0	0	2.0	3	0.0	0	5.0	52	2.0	1	4.0	2	0.0	0	2.0	2	39	90	10.0	SE
DICIEMBRE	4	0.0	0	8.0	1	6.0	1	4.3	63	2.0	1	2.0	1	0.0	0	0.0	0	32	93	10.0	SE
VALOR ANUAL	4	1.5	1	3.5	7	2.3	1	4.8	54	2.9	2	2.2	1	0.0	0	1.8	1	33	14.0	SE	



M258 QUEROCHACA(UTA) INAMHI																				
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)			PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN(mm)		Número de días con precipitación					
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Mensual	Máxima día	Mínima día	Médica	Mensual			Máxima en 24hrs							
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima															
ENERO	116.1	24.5	1	0.3	3	19.9	6.9	13.1	98	9	29	2	73	7.8	10.7	11.8	2.5	7	13	
FEBRERO	127.1	24.7	15	5.9	11	20.3	8.8	14.1	98	6	42	27	74	9.1	11.6	37.4	15.7	6	14	
MARZO	139.3	24.1	13	3.5	25	20.6	8.0	13.8	99	17	42	4	75	8.9	11.5	52.7	9.6	9	18	
ABRIL	133.4	23.5	18	6.8	21	20.6	8.8	13.7	100	12	49	3	79	9.8	12.2	93.9	18.5	5	18	
MAYO	154.0	23.8	29	6.5	26	20.2	8.9	13.8	98	1	39	25	79	9.7	12.1	71.0	18.3	20	20	
JUNIO	96.4	21.5	1	5.6	23	17.8	7.8	12.1	100	13	47	21	82	8.9	11.4	67.5	10.3	27	22	
JULIO	149.0	22.4	5	1.4	21	18.8	6.1	12.1	100	24	43	21	78	7.9	10.7	61.1	22.5	15	15	
AGOSTO	118.5			1.2	18	16.8	5.8	11.0					78	7.0	10.1	41.8	6.0	4	21	
SEPTIEMBRE	164.5	23.5	28	1.8	10	19.2	5.1	12.0	98	2	39	27	73	6.9	10.0	42.5	11.0	1	14	
OCTUBRE	155.1	24.3	3	2.8	2	20.9	6.4	13.3	99	17	37	3	72	7.9	10.7	26.3	7.5	28	12	
NOVIEMBRE	133.3	24.7	4	3.5	9	21.0	6.6	13.3	99	19	32	8	76	8.6	11.2	111.7	20.5	25	18	
DICIEMBRE	115.0	23.1	13	4.8	8	19.7	7.4	12.8	100	15	46	10	79	8.9	11.5	81.0	14.0	19	22	
VALOR ANUAL	1601.7			0.3		19.7	7.2	12.9					76	8.5	11.1	698.7			22.5	

MES	EVAPORACIÓN (mm)		NEBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s) DIR	VELOCIDAD MEDIA (Km/h)									
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALMA	Nro. OBS.													
	(m/s)	(%)		(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)	(m/s)	(%)			(m/s)	(%)							
ENERO	99.1	6.9	2	7	0.0	0	0.0	0	6.7	20	3.3	19	2.5	26	2.6	23	2.5	7	4	83	12.0	E	2.3			
FEBRERO	94.4	6.6	14	7	1.5	2	0.0	0	5.5	24	3.2	32	2.6	19	2.5	17	0.0	0	0.0	0	6	84	14.0	E	2.3	
MARZO	104.4	6.5	23	7	0.0	0	3.0	2	5.7	24	3.3	16	2.5	23	2.7	20	1.9	9	4.0	1	5	83	10.0	E	1.9	
ABRIL	94.5	5.0	3	7	2.0	2	0.0	0	4.8	19	3.4	11	2.3	30	2.8	14	3.0	9	0.0	0	14	80	12.0	E	1.5	
MAYO	94.7	5.7	16	7	1.7	8	0.0	0	5.0	15	2.5	14	2.3	28	2.1	13	2.8	13	2.0	2	10	83	12.0	E	1.6	
JUNIO	70.9	3.4	9	7	2.0	2	2.0	2	4.9	27	2.6	14	2.7	31	2.3	3	1.8	4	2.0	1	14	80	8.0	E	1.5	
JULIO	100.7	6.1	2	6	3.0	2	0.0	0	6.0	17	2.6	18	2.4	32	2.3	9	1.8	7	3.3	8	8	83	10.0	E	2.0	
AGOSTO	72.7			7																						1.7
SEPTIEMBRE	90.4	5.6	27	6	2.5	4	0.0	0	5.8	31	2.8	18	3.3	23	3.0	16	3.3	3	0.0	0	4	80	14.0	E	2.3	
OCTUBRE	99.9	4.8	7	7	4.5	4	2.8	4	4.1	29	2.8	15	3.5	20	3.2	14	2.5	9	1.0	2	2	83	14.0	E	2.0	
NOVIEMBRE	90.1	5.4	26	7	2.7	10	3.0	4	2.6	24	2.1	8	2.7	20	2.8	12	2.6	8	1.7	3	10	80	6.0	E	1.5	
DICIEMBRE	89.5	4.6	31	7	2.6	13	3.2	5	2.4	28	3.0	9	3.1	18	3.1	9	1.4	5	1.0	1	14	83	6.0	S	1.2	
VALOR ANUAL	1101.3			7																						2.0



# **ANEXO E**

# **SOLUCIONES**

Tabla D1. **Solución Sulfocrómica.**

<b>Solución Saturada de Dicromato de Potasio</b>	
Dicromato de Potasio $K_2Cr_2O_7$	22,5 g
Agua Destilada	50 ml
<b>Solución Sulfocrómica (250 ml)</b>	
Solución saturada de dicromato de potasio	13,75 ml
Ácido Sulfúrico $H_2SO_4$	Aforo

# **ANEXO F**

# **FOTOGRAFÍAS**

## Zonas de Recolección

San Vicente





Sucre

Entorno



Suelo



Tallo



Hoja



Muestra de Suelo Recolectado





Chone

Entorno



Suelo



Tallo



Hoja



Muestra de Suelo Recolectado





Baños

Entorno



Suelo



Tallo



Hoja



Muestra de Suelo Recolectado





Patate

Entorno



Suelo



Tallo



Hoja



Muestra de Suelo Recolectado





Ambato

Entorno



Suelo



Tallo



Hoja



Muestra de Suelo Recolectado

















**Caracterización de los Suelos.**

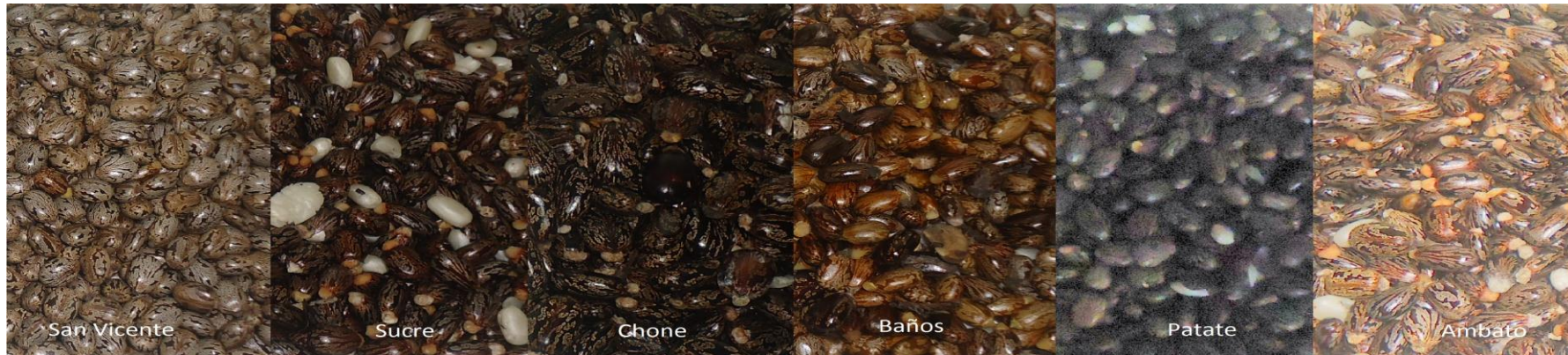
Suelos					
					
Medición de pH, conductividad, humedad y materia orgánica de los suelos					
Muestras		pH		Conductividad	
					
Humedad			Cenizas		
					

**División de Muestras, en sus réplicas.**

San Vicente		Baños	
			
Sucre		Patate	
			
Chone		Ambato	
			



### Semillas provenientes de casa cantón



### Caracterización de las semillas.





## Obtención del Aceite de Ricino.

Método químico



Método mecánico



## Medición de Características Físicas.

### Densidad



### Viscosidad





**Cenizas**



**Color**



**Identidad Colorimétrica del aceite y amalgama de colores Amarillo, Rojo, Celeste y Blanco**



# **ANEXO G**

# **MANUALES DE USO**



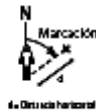
## MobileMapper Field & Office Software



Guía básica de utilización



### Registro de una entidad puntual



Español

- Permanezca cerca del punto que desea registrar.
- Puntée Registro (o pulse la tecla "L" más abajo). Aparecerá un menú enumerando todas las capas de trabajo.
- Puntée el nombre de la capa puntual ("Puntos" en nuestro ejemplo).
- Puntée la ficha Configuración y compruebe o cambie el tiempo de promediado expresado en segundos. Como de forma predeterminada se sugiere el último tiempo de promediado elegido, quizá no sea necesario ver esta ficha cada vez que registre una nueva entidad puntual.
- Para registrar el punto con un desplazamiento, puntée la ficha Desplaz. e introduzca los siguientes parámetros (si no desea un desplazamiento, simplemente compruebe que la distancia horizontal es 0 en esta ficha y continúe con el siguiente paso):
  - **Mirada:** Este campo se rellena automáticamente desde la brújula GPS, desde la brújula o si dicha opción está activada en Menú Opciones>Brújula e en el momento de acceder a la ficha Desplaz., o desde el teodolito si hubiera uno (véase a continuación). Si se emplea la brújula, para tomar una medida válida, procure sostener el receptor horizontalmente en la dirección de la entidad puntual antes de empezar a registrarla.
  - Si no se utiliza la brújula e ni un teodolito, la brújula GPS puede ofrecer este valor predeterminado. Para tomar una medida válida, procure caminar de forma constante en la dirección de la entidad puntual antes de empezar a registrarla.
  - **Campo Distancia horizontal:** Distancia a la entidad puntual. Si se utiliza un teodolito, puntée el botón Leer teodolito una vez que dicho instrumento pueda ofrecer mediciones válidas. Con esta acción se rellenarán automáticamente los campos Mirada y Distancia horizontal. Si no se utiliza un teodolito, escriba una estimación de la distancia horizontal directamente en el campo

29

utilizando el teclado. Cuanto mejor estime la distancia, mejor será la posición recogida.

- Puntée Aceptar. MobileMapper Field comienza a registrar el punto inmediatamente. Espere al final del proceso de promediado sosteniendo el receptor quieto y controlando la barra de progreso. MobileMapper Field pasará automáticamente a la lista de atributos. Observe que las coordenadas calculadas de la entidad puntual se muestran al final de la lista de atributos.
- Defina los distintos atributos del punto (véase introducir valores para atributos en la página 32).
- Puntée OK para volver a la pantalla de mapa, que ahora muestra la ubicación del punto según la representación definida en las propiedades de la capa.

Español

### Registrar una entidad lineal o poligonal



- Permanezca al principio de la línea o del polígono que desea registrar.
- Puntée Registro (o pulse la tecla "L" más abajo). Aparecerá un menú enumerando todas las capas de trabajo.
- Puntée el nombre de la capa deseada ("Líneas" o "Áreas" en nuestro ejemplo).
- Puntée la ficha Configuración y compruebe o cambie el modo de registro de vértices. Como de forma predeterminada se sugiere el último modo elegido, quizá no sea necesario ver esta ficha cada vez que registre una nueva entidad lineal o poligonal. Elija una de las siguientes opciones:
  - **Automático:** Si selecciona esta opción, el receptor registrará automáticamente puntos de registro a lo largo de la línea o polígono a intervalos regulares de tiempo o distancia. Introduzca el valor deseado para este intervalo, ya sea en segundos o metros.
  - **Manual:** Si elige la opción Indica que solo desea registrar los vértices de la línea o polígono, y no los puntos distribuidos regularmente a lo largo de la entidad. Introduzca el tiempo de promediado de posiciones, en segundos, que desee invertir en cada vértice.
- Para registrar la línea o polígono con un desplazamiento, puntée la ficha Desplaz. (si no, omita este paso) e introduzca los siguientes parámetros (si no desea un desplazamiento, simplemente compruebe que la

30

## Sistemas de coordenadas

Al crear un nuevo trabajo DXF o al crear una capa como primera capa en un nuevo trabajo \*.map, MobileMapper Field le pedirá que defina un sistema de coordenadas.

### Escoger un sistema de coordenadas



Debe seguir este orden:

1. Escoja el sistema geodésico mundial o el país en que realiza sus operaciones de campo.
2. En el siguiente campo, escoja el datum utilizado.
3. En el siguiente campo, escoja la proyección utilizada.
4. Escoja el datum vertical en el último campo. Puede escoger entre diversas opciones predeterminadas:
  - Elipsoide: Los distintos valores de altitud o altura se determinan sencillamente con respecto al elipsoide seleccionado (segundo campo más arriba).
  - EGM84: Los distintos valores de altitud o altura se siguen determinando inicialmente con respecto al elipsoide seleccionado, pero se aplica una corrección a ese valor. La corrección se lee desde el geoida EGM84 (Earth Geoid Model 1984, un modelo de geoida global) y es específica de la posición horizontal calculada.

Se pueden descargar otros modelos de geoida al receptor desde el sitio web de Ashtech, a través del CD de MobileMapper. Una vez descargados, se ofrecen como opciones posibles en el campo Datum vertical.

El botón **Propiedades...**, en la parte inferior de la pantalla, le permite ver las propiedades del datum y la proyección seleccionados.

El botón **Nuevo...**, en la parte inferior de la pantalla, le permite crear un sistema de usuario (datum + proyección).

40

distancia horizontal es 0 en esta ficha y continúe con el siguiente paso).

- Dirección: Este parámetro indica al programa si la entidad real está a su izquierda o a su derecha.
- Campo **Distancia horizontal**: Distancia horizontal perpendicular a la entidad lineal o poligonal.

Si se utiliza un telémetro para medir esta distancia, puntee el botón **Leer telémetro** una vez que dicho instrumento haya obtenido una medición válida. De esta forma, el campo se rellenará automáticamente.

Si no se utiliza un telémetro, escriba una estimación de la distancia horizontal directamente en el campo utilizando el teclado. Cuanto mejor estime la distancia, mejor serán las posiciones recogidas.

- Puntee **OK**. MobileMapper Field comienza a registrar la entidad inmediatamente.

Si ha seleccionado el modo de vértice automático, comience a caminar por la entidad. Verá entonces que, a medida que avanza, se traza una línea en la pantalla.

Si ha seleccionado el modo de vértice manual, el receptor asumirá que se encuentra sobre el primer vértice y registrará este vértice de acuerdo con el tiempo de promediado escogido. A continuación tendrá que caminar hasta el siguiente vértice y seleccionar **Menú>Reanudar** para registrar la posición del segundo vértice, etc.

- Cuando llegue al final de la entidad, puntee **Menú** y seleccione **Parada**. MobileMapper Field pasará automáticamente a la lista de atributos.
- Defina los distintos atributos de la línea o del polígono (véase *Introducir valores para atributos en la página 31*).
- Puntee **OK** para volver a la pantalla de mapa, que ahora muestra la ubicación y la forma de la entidad según la representación definida en las propiedades de la capa.



Español

### Definir un sistema de usuario



- Puntée el botón Nuevo.
- Seleccione el tipo de proyección que desea utilizar en el sistema de coordenadas. Según su elección, tendrá que indicar cierto número de parámetros.  
Recuerda que cada vez que crea una nueva proyección y tenga que indicar la latitud y la longitud de origen o el meridiano central, estos deben expresarse en grados con ocho dígitos decimales (ddd.dddddd). Por otro lado, los falsos Este y los falsos Norte siempre deben expresarse en metros, aun cuando se haya seleccionado una unidad distinta en el campo Unid. de la misma pantalla.
- Una vez nombrados y definidos la proyección y el datum nuevos, puntée OK para guardar el nuevo sistema y escójalo como el sistema utilizado en el trabajo actual. De esta forma regresará a la pantalla de selección de sistemas de coordenadas, en el que ahora podrá ver cómo se ha definido el nuevo sistema de coordenadas USUARIO (los nuevos nombres de la proyección y el datum aparecerán en el segundo y el tercer campo respectivamente).

Ver las propiedades del sistema de coordenadas utilizado en un trabajo

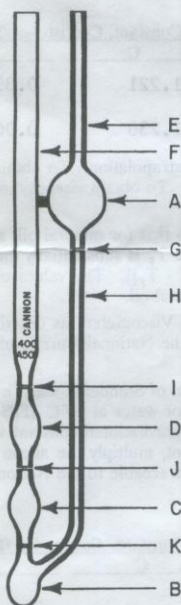
- Puntée Menú>Trabajo>Propiedades.
- Puntée la ficha Sistema de coordenadas... Ahora, la pantalla muestra las opciones no editables del sistema de coordenadas empleado en el mapa. Puntée el botón Propiedades para leer los detalles del datum y la proyección utilizados en el sistema de coordenadas.

Español



## Instructions for the use of The Cannon-Fenske Opaque (Reverse-Flow) Viscometer

See also ASTM D 445, ASTM D 2170 and ASTM D 446



**Cannon-Fenske (Reverse-Flow)  
Viscometer for Opaque and  
Transparent Liquids**

1. Clean the viscometer using suitable solvents, and dry by passing clean, dry, filtered air through the instrument to remove the final traces of solvent. Periodically, traces of organic deposits should be removed with chromic acid.
2. If there is a possibility of lint, dust, or other solid material in the liquid sample, filter the sample through a fritted glass or fine mesh screen.
3. To charge the sample into the viscometer, invert the instrument and apply suction to tube F, immersing tube E in the liquid sample, and draw liquid to mark G. Wipe clean arm E and turn the instrument to its normal vertical position.
4. Place the viscometer into the holder, and insert it into the constant temperature bath. A viscometer holder which fits the Cannon-Fenske Routine viscometer and the Cannon-Manning Semi-Micro viscometer will also fit this Cannon-Fenske Opaque viscometer. Align the viscometer vertically in the bath by means of a small plumb bob in tube F, if a self-aligning holder has not been used.
5. Allow sample to flow through capillary tube H and approximately half-fill bulb B, stopping the meniscus in bulb B by placing rubber stopper in tube E.
6. Allow approximately 10 minutes for the sample to come to bath temperature at 40° C and 15 minutes at 100° C. Make sure the meniscus in bulb B does not reach line K.
7. Remove the rubber stopper and allow the meniscus to travel upwards into bulbs C and D. Using two clocks, measure the efflux times for the meniscus to pass from mark K to mark J, and mark J to mark I.
8. Calculate the kinematic viscosity in centistokes of the sample by multiplying the efflux time in seconds for each bulb by the viscometer constant for each bulb.
9. Repeat measurement can be made by repeating steps 1 thru 8.

### RECOMMENDED VISCOSITY RANGES FOR THE CANNON-FENSKE OPAQUE (REVERSE-FLOW) VISCOMETERS

Size	Approximate Constant Centistokes/Second	Kinematic Viscosity Range Centistokes
25	0.002	0.5 to 2
50	0.004	0.8 to 4
75	0.008	1.6 to 8
100	0.015	3 to 15
150	0.035	7 to 35
200	0.1	20 to 100
300	0.25	50 to 250
350	0.5	100 to 500
400	1.2	240 to 1200
450	2.5	500 to 2500
500	8	1600 to 8000
600	20	4000 to 20000
650	45	9000 to 45000
700	100	20000 to 100000

For information for other sizes and viscometers, write to us.

CANNON INSTRUMENT CO.

P. O. BOX 16

STATE COLLEGE, PA. 16804

723

# Certificate of Calibration

**Viscometer No.** 400  
T308

CANNON-FENSKE (REVERSE FLOW) TYPE FOR OPAQUE LIQUIDS  
(Standard Test ASTM D 445)

	Constant, Centistokes/Second	
	C	D
Constant at 40°C/100°F	1.221	0.892
Constant at 100°C/210°F	1.230	0.900

The viscometer constant at other temperatures can be obtained by interpolation or extrapolation. To obtain kinematic viscosity in centistokes multiply the efflux time in seconds by the viscometer constant. To obtain viscosity in centipoise, multiply the kinematic viscosity in centistokes by the density in grams per milliliter.

The above constants assume a value for the coefficient of thermal expansion typical to that for mineral oil, and that the viscometer was filled with test sample at room temperature. If the filling temperature  $T_f$  is substantially different than room temperature, the viscometer constant at test temperature  $T_t$  is  $C_o (1 + B [T_t - T_f])$ . The values of  $C_o$  and  $B$  shown below are based on a coefficient of thermal expansion typical to that for a mineral oil.

Kinematic viscosities of the standards used in calibrating were established in Master Viscometers as described in Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 16,708(1944), ASTM D2162, and the Journal of Research of the National Bureau of Standards, Vol. 52, No. 3, March 1954, Research Paper 2479.

Kinematic viscosities are based on the value for water adopted by the National Bureau of Standards and The American Society for Testing Materials July 1, 1953. The viscosity basis is 1.0038 centistokes for water at 20°C (ITS-90). The gravitational constant,  $g$ , is 980.1 cm/sec<sup>2</sup> at the Cannon Instrument Company. The gravitational constant varies up to 0.1% in the United States. To make this small correction in the viscometer constant, multiply the above viscometer constant by the factor  $[g(\text{at your laboratory})/980.1]$ . The calibration data below are traceable to the National Institute for Standards and Technology.

### CALIBRATION DATA AT 40°C/100°F

Viscosity Standard	Kinematic Viscosity Centistokes	Efflux time, Seconds		Constant, Centistokes/Second	
		C	D	C	D
9113	354.8	290.60	397.33	1.221	0.893
9114	655.1	536.68	734.42	1.221	0.892
Room Temp. (approx.)	21 °C.	Average =		1.221	0.892
Charge (approx.)	12.6 ml.	$C_o =$		1.218	0.890

Driving fluid head (approx.) 16.0 cm for C, 11.6 cm for D.  $B = 120 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ,  $142 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Working diameter of upper reservoir 2.5 cm for C, 2.7 cm for D.

Constant at 100° C. is 0.72 % for C, 0.85 % for D higher than at 40° C.

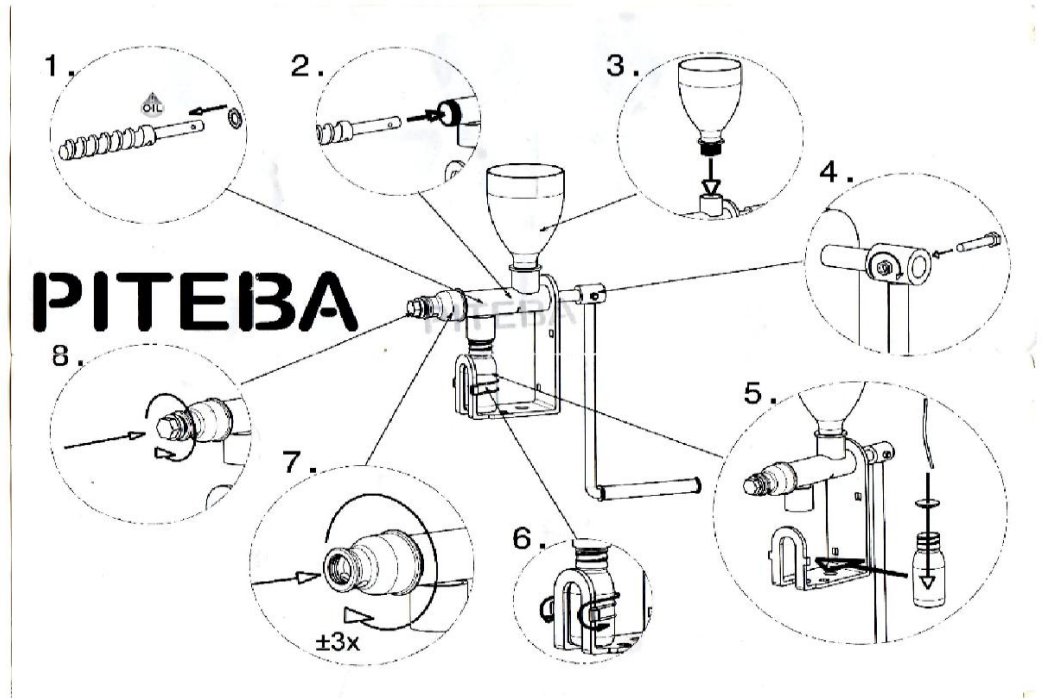
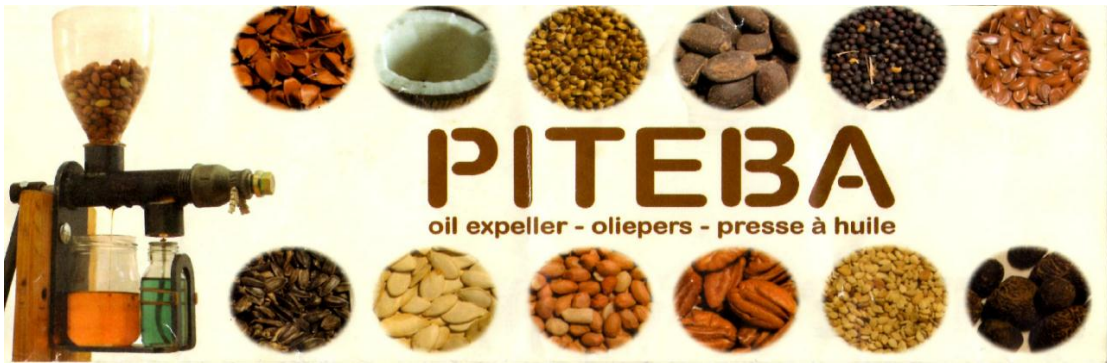
Calibrated by RJD 333114 under supervision of R E Manning

R. E. Manning, Ph.D., P.E.  
W. A. Lloyd, Ph.D., P.E.  
M. R. Hoover, Ph.D.  
Cannon Instrument Co.  
State College, PA 16804, USA

The S.I. unit of kinematic viscosity is 1 meter squared per second, and is equal to 10<sup>4</sup> stokes. The S.I. unit of viscosity is 1 newton-second per meter squared, and is equal to 10 poises. One centistokes is equal to one millimeter squared per second.

8910





**ANEXO H**

**ANÁLISIS**

**FITOQUÍMICOS**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** San Vicente  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
BIOQUIMICA

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higerilla  
**PROCEDENCIA:** Charapoto  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higerilla), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
BIOQUIMICA



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuierilla  
**PROCEDENCIA:** Bahía  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuierilla), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** San Clemente  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** Chone  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
BIOQUIMICA





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** San Isidro  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com







UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuierilla  
**PROCEDENCIA:** Baños  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuierilla), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** Ulba  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** Patate  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** La Colina  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.  
BIOQUIMICA

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** Ambato  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urgiles de Alarcón MSc.  
BIOQUIMICA

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369  
E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec  
institutopostgrado@gmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### REPORTE DE ANALISIS

**ANALISIS SOLICITADO:** Screening Fitoquímico  
**SOLICITANTE:** María de Lourdes Correa  
**MUESTRA:** Semillas de higuera  
**PROCEDENCIA:** Ambato  
**FECHA DE ENTREGA:** 4 - 10 - 2013

**Resultado:** Se realizó un análisis fitoquímico de la muestra proporcionada por el solicitante (Semillas de higuera), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	+++
Taninos.....	-
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	-
Aceites esenciales.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos.....	-
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	+++
Coumarina.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad = +++  
Mediana Cantidad = ++  
Poca Cantidad = +  
Indicios = +/-  
Ausencia = -

Atentamente,

Dra. Rita Urigilés de Alarcón MSc.  
**BIOQUIMICA**