



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE BIOLOGÍA**

**ECOLOGÍA**

## **Un análisis biológico y económico de *Theobroma cacao* en la Chontalpa, Tabasco**

# **TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**NURIA JULIETA VENEGAS MANCERA**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:**

**Dr. Martin Ricker, Instituto de Biología, UNAM**

**COMITÉ TUTOR:**

**Dra. Chistine D. Siebe, Instituto de Geología, UNAM**

**Dr. Robert Bye, Instituto de Biología, UNAM**

**TUTOR INVITADO:**

**Dr. Johannes C. van der Wal, ECOSUR, Unidad Villahermosa**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX., FEBRERO 2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Lic. Ivonne Ramírez Wence  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión del Subcomité por Campo de Conocimiento de Biología Experimental y Biomedicina del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 14 de noviembre de 2016, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **VENEGAS MANCERA NURIA JULIETA** con número de cuenta 304165324 con la tesis titulada "Un análisis biológico y económico de *Theobroma cacao* en la Chontalpa, Tabasco", realizada bajo la dirección del **DR. HANS MARTIN RICKER REYMANN**:

Presidente: DR. JAVIER CABALLERO NIETO  
Vocal: DR. DIEGO RAFAEL PÉREZ SALCRUP  
Secretario: DR. ROBERT ARTHUR BYE BOETTLER  
Supente: DRA. MARÍA DEL CONSUELO BONFIL SANDERS  
Supente: DRA. CHRISTINE DESIREE SIEBE GRABACH

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 19 de enero de 2016

**DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA**  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

## **Agradecimientos académicos**

Agradezco al Programa de Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de seguir cultivando y aplicando el conocimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico proporcionado durante la maestría, con el número de CVU 508613.

A mi tutor, el Dr. Martin Ricker por creer en mi proyecto y apoyarme en el trayecto de ésta investigación.

A los miembros de mi comité tutor: Dra. Christine D. Siebe y Dr. Robert Bye, por sus valiosos aportes y observaciones a lo largo de éste proyecto.

Al Dr. Johannes van Der Wal, tutor invitado del Colegio de la Frontera Sur, campus Tabasco, por sus aportes, su paciencia e interés.

## Agradecimientos personales

Agradezco a todas y cada una de las personas que directa e indirectamente contribuyeron a la realización de este trabajo.

A los miembros del jurado: Dra. Javier Caballero, Dr. Diego Pérez Salicrup y a la Dra. Consuelo Bonfil, por su valiosa contribución a la mejora de éste trabajo.

Un agradecimiento especial a La Familia Hernández Echeverría, por abrirme las puertas de su casa, la “Hacienda La Joya”, y haberme permitido realizar esta investigación. Principalmente gracias a la Señora Clara Echeverría (Q.E.P.D.), por habernos dejado su legado y compartirlo con el mundo. ¡GRACIAS!

Agradezco a la empresa *IMCO consultores*, especialmente al M. C. Marcelino Peralta, por la vinculación y todo el apoyo brindado durante mis estancias en Tabasco.

A los doctores Fredy Ortiz García y Ángel Sol del Colegio de Posgraduados, campus Tabasco, por las charlas sobre cacao y el apoyo con material bibliográfico.

A Celia Andrade y la empresa *Serranas Agroconsultores A.C. de C.V.*

A la Haciendas chocolateras *Jesús María* y *La Luz*, por abrirme las puertas y regalarme un poco de su tiempo.

A los productores del poblado C-34 del municipio de Cárdenas, Tabasco, por su disposición y amabilidad.

Al CMIT, Centro Multidisciplinario de Innovación tecnológica y su directora, la Dra. Mónica Santos Mendoza, por el valiosísimo aporte a la conservación y rescate del cacao criollo, así como el aporte a la construcción final de este trabajo.

De igual forma, me gustaría dar las gracias mi colega Adolfo Galicia por la vinculación, ya que sin su ayuda habría sido más difícil conseguir un área de estudio. Gracias también por las observaciones y buenos deseos.

¡Muchas gracias! Daniel Chávez, por las sesiones de estudio, por resolver mis dudas académicas (e incluso existenciales) la mayor parte del tiempo, y sobre todo por el apoyo

“logístico” en gran parte de este proceso y las observaciones realizadas a éste proyecto. Mucho de este logro lo debo a tu apoyo. ¡GRACIAS!

Agradezco a los compañeros, colegas y amigos que conocí y “reconocí” durante el curso de la maestría y que aportaron algo valioso a mi formación académica y sobre todo a mi esparcimiento, principalmente a César Miguel, Diana Elisa, Elena Prieto, Karen Esquivel y Margarita Carrillo.

Por supuesto, quiero agradecer también a mi familia y amigos, quienes siempre estuvieron presentes a lo largo de este trayecto y con quienes comparto este logro.

Agradezco principalmente a mi madre, Rosa Mancera, a quien pertenece más que a nadie este logro y a quién debo parte de mi existencia (quizá un poco más del cincuenta por ciento).

A mi padre, Francisco Venegas por su apoyo, soporte y acercamiento. Y a quién por supuesto, debo el otro cincuenta por ciento de mi existencia.

A mi hermano, Claudio Morales por haberme dado el mejor regalo del mundo en uno de los momentos más difíciles de este proceso llamado vida, mi sobrinas Sofía.

A mi abuela, Esperanza Mancera y a mi tía, Alejandra Luevano por creer en mí en todo momento.

Un agradecimiento especial se merecen mis compañeras de vida, Vania Becerra y Adriana Cipriano por su inmenso apoyo tanto moral como “logístico” durante la realización de este proyecto. Simplemente gracias, por estar en cada momento del camino... Diego Rizo, por estar y no estar, de cualquier forma, gracias.

A Carlos Casillas y Alejandro Alvarado, por “unirse” a “la familia”, por los favores y los buenos momentos.

Agradezco a Luis Gabriel Velázquez, por reaparecer en el momento justo... por las lecciones de matemáticas, de economía y de la vida ¡MUCHAS GRACIAS!

A Itzel Cabral, porque pasa el tiempo y nos seguimos demostrando mutuamente que si es posible hacer una amistad sincera y duradera en medio del caos y la competencia existente en el medio académico.

A Martín Uribe, por su presencia incondicional y alto grado de complicidad.

A Fernando Bárcenas, por su loable labor y su guía en los tiempos de crisis.

A Rubén Ramírez por ayudarme a descifrar “los misterios” de mi trabajo de la manera más sencilla y en tan poco tiempo.

Y ¿por qué no? A Damián Aguilar por los buenos ratos y su inspiradora e insospechada valentía.

Hago un paréntesis también para agradecer los buenos momentos, los buenos deseos y la fe puesta en mí y en éste proyecto, a Chantal y Bernard Dameme, dos de las mejores personas que he conocido en toda mi vida y a quienes agradezco infinitamente el haberme acogido en su hogar, MERCI BEAUCOUP!

También agradezco la compañía, el apoyo moral y la mistad de esas lindas personas que conocí en el viaje de introspección más largo que he vivido, y que llegaron a mi vida para quedarse... Emma, Janeth, Ángel, Yasir y Brahim Merci beaucoup mes amis! je vous aime!

A José Rivera, por la paciencia y la grata compañía estos últimos meses.

Finalmente, quiero expresar mi más entero y posiblemente eterno agradecimiento a nuestra máxima casa de estudios y mi *alma mater*, La Universidad Nacional Autónoma de México, institución a la que tengo el orgullo de pertenecer desde hace más de 10 años y que no solo me ha regalado mi formación académica, sino también a los mejores amigos y muchas de las mejores experiencias de mi vida.

Dedico este trabajo a los olvidados, a los invisibles, al mal llamado “eslabón más bajo”... A todas aquellas personas que sin embargo, hacen posible que los alimentos (incluido el alimento de los dioses), lleguen a nuestras mesas.

Dedico este trabajo a todas las personas orgullosas de sus orígenes, y que a pesar del cambio y las exigencias de un mundo globalizado con tendencias unificadoras y al mismo tiempo altamente segregantes, se mantienen firmes y no claudican frente a la inminente pérdida de identidad, de la cual, todos hasta cierto punto hemos y seguimos siendo víctimas.

Dedico este trabajo a ellos, que siguen de pie, ávidos guardianes de La Tierra y poseedores de una gran sabiduría... Proveedores de riqueza y diversidad cultural.

Dedico este trabajo también, al sueño colectivo de dejar un mundo mejor.

Y todos aquellos que luchan cada día para acercarse, siquiera lo más mínimo a ese objetivo.



## Índice

|   |    |
|---|----|
| Lista de Figuras y Cuadros .....  | 10 |
| Resumen .....   | 13 |
| Abstract.....   | 15 |
| 1. Introducción .....   | 17 |
| 2. Objetivo .....   | 20 |
| Objetivos particulares .....  | 20 |
| 3. Antecedentes .....   | 21 |
| Descripción botánica.....   | 21 |
| Subespecies .....   | 25 |
| Cacao Criollo ( <i>Teobroma cacao</i> subsp. <i>cacao</i> ) .....                           | 25 |
| Cacao Forastero ( <i>Teobroma cacao</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i> ) .....                 | 26 |
| Cacao Trinitario ( <i>Teobroma cacao</i> subsp. <i>cacao</i> x <i>sphaerocarpum</i> ) ..... | 27 |
| Requerimientos ecológicos del cultivo.....  | 28 |
| Historia del cultivo .....  | 31 |
| Aspectos socioeconómicos.....   | 33 |
| Panorama internacional .....  | 34 |
| Panorama Nacional.....  | 38 |
| 4. Área de estudio.....   | 43 |
| Hacienda la Joya .....  | 44 |
| 5. Métodos .....  | 46 |
| Trabajo de campo .....  | 46 |
| Selección de los árboles muestra y estimación de los árboles en la<br>plantación.....       | 48 |
| Medición de la cosecha.....   |    |
| Análisis del suelo .....  | 49 |
| Entrevistas .....   | 49 |
| Trabajo de gabinete .....   | 50 |
| 6. Resultados .....   | 51 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Curva de rendimiento de la cosecha en función de las edades de los árboles .....</b> | <b>51</b>  |
| <b>Análisis y modelaje económico .....</b>  | <b>61</b>  |
| <b>Costos de inversión.....</b>   | <b>61</b>  |
| <b>Gastos corrientes .....</b>  | <b>63</b>  |
| <b>Ingresos y Valor Presente Neto .....</b>   | <b>65</b>  |
| <b>Análisis de sensibilidad .....</b>   | <b>74</b>  |
| <b>7. Discusión.....</b>  | <b>77</b>  |
| <b>Bibliografía.....</b>  | <b>85</b>  |
| <b>Apéndice 1 .....</b>   | <b>90</b>  |
| <b>Apéndice 2 .....</b>   | <b>110</b> |
| <b>Apéndice 3 .....</b>   | <b>117</b> |

## Lista de Figuras y Cuadros

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Los tres principales cultivares de cacao _____  | 25 |
| Figura 2. Distribución intertopical del cultivo de cacao _____  | 27 |
| Figura 3. Total de superficie cosechada en el mundo de 1980 a 2012 _____  | 33 |
| Figura 4. Producción total mundial de toneladas de cacao de 1980 a 2012 _____                                     | 34 |
| Figura 5. Rendimiento por hectárea de cultivo de cacao en el mundo de 1980 a 2012 _____                           | 34 |
| Figura 6. Precio del cacao en el mundo del año 1980 a 2012 _____  | 35 |
| Figura 7. Volumen total de producción en México de 1980 a 2012 _____  | 37 |
| Figura 8. Superficie sembrada en hectáreas por estado de 1980 a 2012 _____  | 38 |
| Figura 9. Relación entre la superficie sembrada y cosechada en México de 1980 a 2010 _____                        | 38 |
| Figura 10. Rendimiento por estado de 1980 a 2012 _____  | 39 |
| Figura 11. Valor de la producción (NMX) por estado del año 1980 a 2012 _____                                      | 40 |
| Figura 12. Precio medio rural por estado en el periodo de 1980 a 2012 _____                                       | 40 |
| Figura 13. Zonas de producción productivas de Tabasco _____   | 42 |
| Figura 14. Imagen satelital de la hacienda la joya _____  | 43 |
| Figura 15. Distribución de los árboles a lo largo de la parcela _____   | 44 |
| Figura 16. Esquema del arreglo de los árboles en la parcela _____   | 44 |
| Figura 17. Identificadores de los árboles muestra _____   | 46 |
| Figura 18. Regresión lineal del logaritmo de la cosecha promedio anual en función de la edad de los árboles _____ | 52 |
| Figura 19. Re-transformación a la escala original del eje de la cosecha _____                                     | 53 |
| Figura 20. Modelo de la cosecha promedio de un árbol a lo largo de 20 años _____                                  | 55 |

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Varietales de cacao en México reconocidas por INIFAP _____   |    |
| 25   |    |
| Cuadro 2. Estimación de la cantidad de árboles de cacao en la plantación _____                                     |    |
| 45   |    |
| Cuadro 3. Actividades realizadas durante el mes de enero de 2014 _____   |    |
| 47   |    |
| Cuadro 4. Cosecha estimada de cada uno de los 60 árboles de la muestra _____                                       |    |
| 50   |    |
| Cuadro 5. Regresión lineal de la cosecha promedio por año en función de las edades de los árboles _____            | 52 |
| Cuadro 6. Valores promedios esperados de la cosecha en kilogramos de un árbol de cacao a lo largo de 20 años _____ | 54 |
| Cuadro 7. Valores promedio de las mediciones de las mazorcas de los 60 árboles _____                               | 56 |
| Tala 8. Resultados del análisis de varianza para detectar diferencias entre árboles para cinco variables _____     | 58 |
| Cuadro 9. Estadísticos descriptivos de cada una de las 5 variables medidas _____                                   | 58 |
| Cuadro 10. Resumen del costo de inversión inicial en equipo _____  | 60 |
| Cuadro 11. Costo de inversión para establecer una plantación _____   | 61 |
| Cuadro 12. Resumen de gastos corrientes anuales de la hacienda La Joya _____                                       | 63 |
| Cuadro 13. Precios de los productos que se venden en la hacienda la Joya _____                                     | 64 |
| Cuadro 14. Valor presente del ingreso por árbol en un periodo de 20 años _____                                     | 65 |
| Cuadro 15. Valor presente del costo de diésel para el sistema de riego _____                                       | 66 |

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 16. Valor presente por árbol de establecer una plantación con 1305 árboles de cacao _____                   | 67 |
| Cuadro 17. Costo del mantenimiento anual de una plantación con 1305 árboles de cacao _____                         | 68 |
| Cuadro 18. Valor presente del mantenimiento anual por árbol cada año durante 20 años _____                         | 68 |
| Cuadro 19. Valor presente del costo de cosechar anualmente _____   | 69 |
| Cuadro 20. Valor presente del combustible y mantenimiento para vehículos de la hacienda _____                      | 70 |
| Cuadro 21. Cálculo del valor presente neto por árbol de la hacienda _____  | 72 |
| Cuadro 22. Análisis de sensibilidad del valor presente neto de MXN 519.66 por árbol _____                          | 73 |
| Cuadro 23. Valores umbrales de los mismos parámetros, que cambiarían a cero el valor presente neto por árbol _____ | 75 |

## Resumen

El estado de Tabasco es el principal productor de cacao en México, aportando el 70% de la producción total del país, seguido por los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero. La Chontalpa es una de las cinco regiones productivas en que se divide el estado de Tabasco, y en donde se centra la mayor producción de cacao del estado.

En el presente estudio se evaluó la viabilidad comercial del sistema de cultivo “orgánico” de la hacienda cacaotera “La Joya” en el municipio de Cunduacán (Tabasco). Para estimar una curva de rendimiento, se llevó a cabo una regresión estadística de la producción anual de cacao, medida en campo en 2013 en 60 árboles de 6 edades diferentes (1, 2, 3, 7, 8 y 10 años), resultando en la ecuación de regresión  $Cosecha = Exp [6.27 + 0.190 \cdot Edad]$  ( $R^2 = 0.60$ ). A partir de los 10 años de edad, la producción se mantiene relativamente estable y se estima en 1.199 kg /año hasta los 20 años.

Se realizó un análisis de costo-beneficio comercial para estimar el valor presente neto (VPN) por árbol, establecido en la “La Joya”. El VPN proyecta todos los costos e ingresos futuros al presente, tomando en cuenta una tasa de interés potencial a lo largo del tiempo. El VPN por plántula bajo las condiciones de “La Joya” resultó en 520 MXN, lo que indica que el manejo de cacao en esta hacienda es comercialmente viable. El análisis de sensibilidad indicó que los parámetros, a los cuales el VPN es sensible, son el precio unitario de cacao, la tasa de cambio entre peso mexicano y dólar estadounidense, y la cantidad de producción biológica de cacao.

Finalmente, los valores umbrales de los parámetros, que harían que el VPN sea cero, y por lo tanto el cultivo dejaría de ser rentable, no estaban cercanos a los valores actuales. Entonces la producción de cacao parece ser comercialmente robusta en esta hacienda: tendría que haber una disminución de 31% en la producción de cacao, o de 33% en el precio, respectivamente. También se determinó que la inversión fuerte en un sistema de riego en esta hacienda no es

esencial para hacer la producción comercialmente viable, lo que coincide con la observación de que otros ranchos en la región no tienen dicho sistema de riego.

A pesar de que en “La Joya” se emplea un clon genético de cacao, existe variación estadísticamente significativa entre las tallas, las circunferencias y pesos de los frutos y semillas (aunque no se distinguieron edades en el análisis). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la cantidad de semillas en los frutos, la cual permanece más o menos constante en los frutos de todas las edades (en promedio 37 semillas).

Otros tres ranchos en la región, según información de entrevistas, son menos productivos, y dos combinan la producción de cacao con ecoturismo. La producción de cacao en Tabasco parece ser comercialmente atractiva, siempre y cuando exista una relativamente alta intensidad de manejo. A pesar de que los árboles de cacao, combinado con los árboles de sombra, pueden dar un panorama de un área forestal y ayudan a evitar la erosión del suelo, el manejo de cacao comercial por sí solo no es una estrategia con una alta contribución a la conservación de la biodiversidad.

## Abstract

Tabasco State is the principal cocoa producer in Mexico and accounts for 70% of the national production, followed by the states of Chiapas, Oaxaca, and Guerrero. Of the five cocoa regions in Tabasco, La Chontalpa is the most important. This study evaluated the commercial viability of the “organic” cocoa farm “La Joya” in the municipality of Cunduacán in Tabasco. A yield curve, using statistical regression of the annual cocoa production, was based upon measurements of 60 trees of six different ages (1, 2, 3, 7, 8 and 10 years old in 2013). The result of the lineal regression was the equation  $Yield = Exp [6.27 + 0.190 \cdot Age]$  ( $R^2 = 0.60$ ). Stable production is reached in trees of 10 years of age, and is maintained until their 20<sup>th</sup> year (1.99 kg/year).

A cost-benefit analysis was made to estimate the net present value (NPV) per tree located in “La Joya”. The NPV projects every future cost and income to the present, taking into account the potential interest rate over time. A NPV of 520 MXN per plant under the farm’s conditions was estimated, indicating that cocoa management is commercially viable. A sensitivity analysis shows that parameters, to which the NPV is sensitive, are the per-unit price of cocoa beans, the exchange rate between US dollar and Mexican peso, and the amount of biological cocoa production.

Finally, parameter threshold values that would drive NPV to zero, and thus make production unprofitable, are not close to current values. Consequently, cocoa production appears to be commercially robust in this farm. There would need to be a decrease of 31% in the production of cocoa, or 33% of the price, respectively. It was also determined that the costly inversion in the irrigation system for this farm is not essential to insure commercial viability of cacao production. This result coincides with the fact that other farms in the region do not have irrigation systems.

Despite of using genetic clones, the cacao trees at “La Joya” exhibit statistically significant variation in size, circumference and weight of the fruits and seeds (though age classes were not distinguished in this analysis). However, there



were no significant differences in the number of seeds per fruits, which was more or less constantly in the fruits of different ages (on average 37 seeds).

According to the information obtained through interviews in three other cocoa farms in the region, their productivity was lower, and two of them combined their production with ecotourism. Cocoa production in Tabasco appears to be commercially attractive, as long as there is a relatively high intensity management. Cocoa trees combined with shade trees can provide a forested landscape and prevent soil erosion, but commercial cocoa production alone is not a strategy that contributes a lot to biodiversity conservation.

## 1. Introducción

*Theobroma cacao* es una especie arbórea perteneciente a la familia botánica Malvaceae, después de que se incluyera a la familia Sterculiaceae en Malvaceae (Cuatrecasas, 1964; Alverson, 1999). Además de la importancia económica a nivel mundial de esta planta, en México el cacao constituye parte importante de su historia sociopolítica, económica y cultural, ya que las semillas del fruto de cacao eran la moneda en uso entre las culturas Maya y Azteca. Además, la bebida que se preparaba con éstas, denominada *xocoatl*, solo era ingerida por las clases aristócratas y religiosas (Coe y Coe, 1996).

Existen dos subespecies de cacao en el mundo: *Theobroma cacao* subsp. *cacao*, denominado comúnmente cacao criollo, y *Theobroma cacao* subsp. *sphaerocarpum*, llamado cacao forastero. Entre estas dos subespecies hay un híbrido, el cual se conoce como cacao Trinitario, y juntas forman los tres principales tipos de cacao en el mundo (Cuatrecasas, 1964).

Hay dos teorías sobre el origen geográfico de esta especie; una propuesta por Cheesman (1994) establece que el cacao es originario de la cuenca amazónica, dónde se presenta la mayor variación de la especie, y se cree que pudo haber llegado a Centroamérica gracias a dispersión natural o por introducción antrópica. La otra, propuesta por Cuatrecasas (1964), propone que su distribución natural se da desde la región amazónica y hasta el sureste mexicano, donde se ha cultivado aparentemente durante miles de años (Whitkus *et al.*, 1997; Smith *et al.*, 1992; Young, 2007), incluso encontrando evidencia de la existencia de cacao en el norte de Yucatán, en micro climas que permitían su desarrollo y acompañado de más especies de importancia para los mayas (Gomez-Pompa *et al.*, 1990).

El cacao crece y se desarrolla en las regiones tropicales del mundo, entre los 20 °N y 20 °S, pero las principales regiones productoras se ubican entre los 10 °N y 10 °S de latitud. Estas regiones se caracterizan por tener temperaturas entre 20 y 30 °C durante todo el año. Se desarrolla principalmente en altitudes cercanas al

nivel del mar y hasta los 300 msnm, por lo general con climas húmedos, ya que requiere una precipitación mensual mínima de 90 a 100 mm (Cordova *et al.*, 2010).

Por sus propiedades químicas, la semilla de cacao es una importante materia prima para la elaboración de diversos subproductos de las industrias alimentaria, cosmética (Cordova *et al.*, 2010) y farmacéutica (Fredholm, 2011). El cacao está considerado como uno de los cultivos más importantes en el mundo, ocupando una superficie 99,334.62 hectáreas y una producción de 5,003,211 toneladas en el mundo (FAOSTAT, 2012).

Actualmente y desde mediados del siglo pasado, África es el primer productor de cacao en el mundo, aportando alrededor del 71% de la producción, seguida por Asia y Oceanía que juntos producen el 15%, y el 14% restante es producido en América Latina (ICCO).

México aporta cerca del 2% de la producción mundial con entre 22,000 y 27,000 toneladas anuales desde los últimos cinco años (<http://www.cnc.org.mx> y SIACON, consultado en 2013). Sin embargo, esta cantidad no es suficiente para cubrir la demanda del mercado de cacao en México, por lo que se tiene que importar el déficit que comienza a hacerse presente desde los años noventa. Actualmente, se calcula que la demanda interna alcanza las 65,000 toneladas, lo que representa la importación de casi 2/3 partes de la demanda de cacao en grano seco, es decir, arriba de 35,000 toneladas al año (Ocampo, 2012).

En México el área establecida con cacao se estima en 61,612.98 hectáreas. Esta superficie corresponde principalmente a los estados de Chiapas y Tabasco, los cuales son los principales productores de cacao en México, aportando juntos más del 95% de la producción nacional, seguidos por Oaxaca y Guerrero (FAO, y SIACON, consultado en 2013). De este cultivo dependen más de 46,000 familias en todo el territorio mexicano (Ocampo, 2012), y representa el 18.1% del Producto Interno Bruto (PIB) del valor que aporta el sector agropecuario al país (Andrade, 2007).

La cadena de producción del cacao representa una actividad que genera ingresos económicos (valor agregado) en seis etapas. La primera es la fermentación y secado, seguida del transporte de la materia prima hacia los centros de procesado. La tercera consiste en la obtención de cacao tostado y molido, posteriormente la obtención de la pasta y manteca de cacao; la elaboración de chocolate comercial es considerada la quinta etapa, y finalmente está la venta del producto (Cordova *et al.*, 2010).

De las actividades anteriores, México solo es participe de las tres primeras en la mayor parte de la producción, ya que los productores no cuentan con las instalaciones industriales para procesar las semillas y convertirlas en manteca y pasta de cacao (Ocampo, 2012). Además, a diferencia de otros cultivos industriales de importancia económica a nivel mundial como el café, el cacao en México no destina grandes extensiones de su territorio al cultivo, y por lo tanto su producción no es tan industrializada. De hecho, en gran parte del territorio destinado anteriormente al cultivo de cacao en el estado de Veracruz se sustituyeron los cacaotales por cafetales (Nestel, 1995).

El cacaotal es un cultivo versátil, no solo por su importancia económica como proveedor de materia prima para la elaboración de diferentes productos, sino también por sus características biológicas, las cuales colocan a este cultivo como una posible estrategia para la conservación, a través del establecimiento de sistemas agroforestales (Parrish *et al.*, 1999). Es por ello que este trabajo pretende no solo evaluar el sistema de manejo de un rancho en la zona de la Chontalpa mediante un análisis comercial, sino proponer también un sistema de manejo que no solamente considere la producción y el rendimiento del cultivo, sino al mismo tiempo contribuya a la conservación de algunas especies arbóreas nativas de la selva tropical perennifolia como árboles de sombra.

Aunque se sabe del potencial para la conservación de especies arbóreas de bosque tropical usándolos como sombra del cacao, empleando los sistemas de cultivo tradicional utilizados antiguamente por los mayas (Coe y Coe, 1996; Roa, 2009), y los beneficios económicos de incorporar árboles nativos que provean

también de otros ingresos al productor, además de la venta de cacao (García, 1983), se han encontrado pocos estudios que se enfoquen en el valor comercial del cultivo en México, y su valor como proveedor de servicios ambientales (Parrish *et al.*, 1999).

Sin embargo, en países donde el cacao juega un papel importante como uno de los principales cultivos, principalmente en África y Asia, cada vez más estudios apuntan a la optimización del cultivo, tanto en los aspectos económicos y sociales, como biológicos, con lo que se busca no solo incrementar el rendimiento de la producción a través de la incorporación de especies vegetales que permitan mejorar la calidad del suelo, sino que provean de otros productos que pueden incrementar los ingresos económicos de los trabajadores (Oribi *et al.*, 2007; Fleming, 2009; Opoku, 2012).

## **2. Objetivo**

Elaborar un estudio biológico y económico en un agrosistema de cultivo de cacao en el municipio de Cunduacán, Tabasco, para analizar la viabilidad comercial del sistema de producción

### **Objetivos particulares**

- Elaborar una curva de rendimiento en función de las edades de los árboles de cultivo, (con edades de los árboles de 1, 2, 3, 7, 8 y 10 años), y analizar la variabilidad (varianza) del número y de la masa de semillas (I) en el mismo árbol, (II) entre árboles, y (III) entre edades.
- Realizar un análisis y modelaje económico:

- a) Recopilar costos del manejo de cacao en este rancho, así como precios del mercado nacional e internacional.
- b) Calcular el valor presente neto del sistema productivo
- c) Revelar los parámetros biológicos y económicos, a los cuales el valor presente neto es más sensible (análisis de sensibilidad)
- d) Determinar los valores umbrales de las variables biológicas y económicas, donde el valor presente neto se vuelve negativo.

### 3. Antecedentes

#### Descripción botánica

*Theobroma cacao* L. es una de las 22 especies del género *Theobroma* (Rondón y Cumana, 2005), pertenecientes a la familia botánica Malvaceae (Alverson *et al.*, 1999), después de incluir la familia Sterculiaceae en Malvaceae (Cuatrecasas, 1964). De las 22 especies del género *Theobroma* que existen en el mundo, en el sur y sureste de México se distribuyen dos: *Theobroma cacao* y *Theobroma bicolor*. Esta última, conocida como “pataste” o “pataxte”, es ampliamente usada en el estado de Guerrero para la elaboración de bebidas tradicionales (Rendón *et al.*, 1998; Avendaño-Arrazate *et al.*, 2010).

El cacao es una especie perennifolia y cauliflora, con mayor incidencia floral en verano y otoño. Es de talla baja, y copa densa y extendida; mide de 4 a 10 m de altura. El fruto es una baya grande carnosa, oblonga a ovada, amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso. Dependiendo de la variedad, el fruto puede ser puntiagudo o redondo y presenta generalmente camellones longitudinales. Cada baya contiene entre 30 y 40 semillas, las cuales son la razón de la importancia comercial de dicha especie (Braudeau, 1970; Motamayor, 2008).

Al ser una especie umbrófila, requiere ser cultivada bajo la sombra de árboles más grandes para su desarrollo normal y producción de frutos, como en sistemas

agroforestales en asociación con otras especies que permitan su desarrollo (Motamayor, 2008). Sin embargo, en África y Sudamérica se han reportado sistemas de manejo en los cuales la sombra se omite, lo que ocasiona que se acorte el ciclo reproductivo. Bajo estos sistemas, se cultivan variedades resistentes a la radiación solar y la sequía (Darko *et al.*, 2007; De Almeida, 2007; Carr, 2011, Opoko, 2011).

Alcanza su máximo desarrollo hacia la edad de 10 años y su longevidad es difícil de establecer, ya que como cultivo industrial, en México se mantiene no más allá de los 30 años, ya que a partir de los 20 comienza un decremento en su productividad (Cordova *et al.*, 2010). Sin embargo en algunos países, se reporta un ciclo de producción más largo, hasta los 60 años (Darko, 2007)

- Sistema radicular

El sistema radicular consta de una raíz principal que puede alcanzar de 30 a 40 cm durante los primeros 5 meses, de 70 a 80 cm a los 6 años y de 1.5 a 2 m al cabo de 10 años de edad. Al llegar a la etapa de 6 meses, comienzan a desarrollarse raíces secundarias a partir de la primaria, pero solamente en la parte superior de la raíz, aquella en donde se encuentran los horizontes más ricos en materia orgánica, con lo cual pueden absorberlos mejor (Braudeau, 1970).

- Hojas

Después de la aparición de las primeras hojas de la plántula, la yema terminal prosigue su desarrollo y el tallo crece verticalmente. Las hojas, largamente pecioladas presentan una filotaxis 3/8, y puede haber una o más yemas axilares. El crecimiento de la altura del tallo no es continuo, sino alrededor de la edad de 18 meses cambia el desarrollo para formar la corona, compuesta por alrededor de 5 ramas, y entonces el crecimiento del tronco es solamente en espesor, ya que se ha alcanzado su altura definitiva (Burle, 1961; Braudeau, 1970; Cordova *et al.*, 2010).

Cuando jóvenes, las hojas son de color verde pardo o rosado según la subespecie. Son de consistencia blanda que cambia con la madurez, volviéndose

rígidas y el color cambia hacia tonalidades verde oscuro. El limbo es entero, lanceolado y penninervado. Pueden alcanzar una longitud de hasta 50 cm; sin embargo, el desarrollo de las hojas, al igual que el del árbol en general, está estrechamente relacionado con las condiciones ambientales y principalmente con la intensidad de la luz a la que está expuesto. Las hojas directamente expuestas a la luz son más pequeñas y gruesas que aquellas que crecen bajo sombra (Burle, 1961; Braudeau, 1970; Cordova *et al.*, 2010).

- Inflorescencia

Las inflorescencias aparecen sobre la corteza vieja, ya sea en el tronco, en las ramas principales o ramas secundarias. Estas inflorescencias son una cima bípara de ramificaciones cortas que miden de 1 a 2 mm. La flor es hermafrodita, pentámera y de talla pequeña. Mide en promedio 0.5 cm de diámetro y puede alcanzar hasta 1 cm, estando sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm. Los cinco sépalos están soldados por la base, y son de color blanco o rosa pálido; los pétalos están alternos con los sépalos y tiene una forma muy característica: son estrechos en la base, se ensanchan y se hacen cóncavos para formar un pequeño capuchón (cogulla) de color blanco, bordeado interiormente por dos nervios color violeta. La apertura de éste está orientada hacia el eje de la flor, cuya parte superior estrecha se prolonga en una lígula que la enlaza con el limbo del pétalo más ancho de color amarillento, completamente orientado hacia el exterior de la flor (Burle, 1961; Braudeau, 1970; Cordova *et al.*, 2010).

La primera floración se puede producir a partir de los dos años; sin embargo, es más frecuente entre el tercero y el cuarto (Burle, 1961; Braudeau, 1970). El cacao puede florecer todo el año, pero la floración se favorece cuando las condiciones climáticas apuntan a temperaturas elevadas y lluvias abundantes. En términos generales, el cacao presenta dos épocas importantes de floración al año a lo largo del mundo. En centro américa la primera se lleva a cabo de abril a julio, y segunda de noviembre a enero (Cordova *et al.*, 2010).

- Fruto



El fruto es una baya indehisciente, a la cual se le conoce comúnmente como mazorca. Presenta un pericarpio carnoso compuesto por tres partes bien diferenciadas: el epicarpio carnoso y espeso, cuyo estrato epidérmico exterior puede estar bien pigmentado; el mesocarpio, delgado y duro, más o menos lignificado; y el endocarpio que es carnoso y más o menos espeso. Está sostenido por un pedúnculo leñoso que procede del engrosamiento del pedicelo de la flor. Persiste una cavidad única en la cual las semillas están dispuestas en cinco hileras. La cantidad de semillas puede variar entre 16 y 60, aunque en promedio varía de 30 a 40 semillas. El periodo de maduración de los frutos, desde el momento de la fecundación, varía de una mazorca a otra y de un árbol a otro. El desarrollo de éstos, está ligado esencialmente al origen genético de los árboles, pero se estima un promedio de 180 días (Burle, 1961; Braudeau, 1970; Cordova *et al.*, 2010).

- Semilla

La semilla, a la cual también se le denomina “haba” “grano” o “almendra”, mide de 2 a 3 cm de longitud, está recubierta por un tegumento muy nervado y de color rosado que una vez seco, se conoce como la cáscara del cacao. Inmediatamente después del tegumento, se encuentra una pulpa mucilaginosa de color blanco y sabor azucarado y acidulado, la cual interviene durante el proceso de fermentación. Dependiendo de la variedad, los cotiledones pueden ser desde color blanco, hasta violeta oscuro (Burle, 1961; Braudeau, 1970).

- Polinización

La polinización del cacao es esencialmente entomófila, ya que la posición de las anteras y estigmas, aunada a la consistencia viscosa del polen, hacen que se dificulte la polinización anemófila. Aunque se reporta un número importante de insectos en los cacaotales a lo largo de los trópicos, la polinización es llevada a cabo en su mayoría por mosquitos del género *Forcipomyia*, lo que demuestra que el cacao tiene un sistema de polinización especializado (Adjaloo y Oduro, 2013). Un alto porcentaje de las flores polinizadas caen durante las siguientes 48 horas, sin embargo esto no afecta a la producción, ya que un mayor porcentaje de flores

polinizadas, conduciría a una pérdida mayor de frutos jóvenes. Por tanto, el número de frutos viables, prácticamente es el mismo que con un menor porcentaje de flores polinizadas (Braudeau, 1970).

## **Subespecies**

Existen dos subespecies y un híbrido de cacao: el cacao Criollo (subsp. *cacao*) desarrollado en el norte de Sudamérica y Centroamérica, es de donde se obtiene el chocolate de más alta calidad. Sin embargo, tiene baja producción y es susceptible a enfermedades (Cordova *et al.*, 2010). El Forastero (subsp. *sphaerocarpum*), proveniente de la Cuenca Amazónica, es el que domina la producción mundial. Finalmente el cacao Trinitario (*cacao x sphaerocarpum*), de Trinidad y Tobago, es altamente variable dado su origen híbrido como una posible cruce entre las subespecies Forastero y Criollo (Burle, 1961; Cuatrecasas, 1964; Cordova *et al.*, 2010)

## **Cacao Criollo (*Teobroma cacao* subsp. *cacao*)**

Originalmente se conocía como cacao Criollo exclusivamente a los cultivos venezolanos, cuyos cotiledones son de color blanco. Actualmente se le denomina cacao Criollo a todos los cultivares con estas características de los cotiledones las cuales se cultivan en México y América Central. Debido a su poca resistencia a las enfermedades, se cultiva en menor cantidad que las otras dos subespecies, aportando del 5% de la producción mundial (ICCO). En México se cultiva solamente en algunos ranchos de los estados de Tabasco y Chiapas (SIAP) (Figura 2), la hacienda “La Joya” es uno de ellos.

Además de los cotiledones de color claro, las semillas son más grandes que las de los otros tipos de cacao. El cacao criollo presenta estaminodios de color rosado en la flor, mazorcas de color verde o rojizo, cuando aún no están maduras, y amarillas al madurar. La mazorca por lo general es alargada y puntiaguda en el extremo, con los diez surcos muy marcados. El pericarpo es muy rugoso, delgado

y fácil de cortar, mientras que el mesocarpo es delgado y poco lignificado (Braudeau, 1970).

Cuatrecasas (1964) propone tres formas diferentes dentro de esta subespecie: cacao lacandonense, cacao pentagonum (cacaos lagartos) y cacao leiocarpum. De manera independiente, se han distinguido las siguientes variedades: criollo de México, criollo de Nicaragua, criollo de Colombia, criollo de Venezuela o criollo morado, cacao lagarto o pentágono, cacao porcelana y el criollo de Madagascar y Comoras (Burle, 1961; Cordova *et al.*, 2010).

### **Cacao Forastero (*Teobroma cacao* subsp. *sphaerocarpum*)**

De acuerdo con la organización internacional del cacao (ICCO) esta subespecie es la más cultivada del mundo. Es el cacao originario de Brasil (Cuatrecasas, 1964), en donde actualmente se cultiva al igual que en el este africano y Ecuador, donde es conocido como “cacao nacional”. Se le reconoce por la presencia de un color violáceo en los estaminodios. Al igual que el cacao criollo, las mazorcas son de color verde cuando son inmaduras y de color amarillo en la madurez. La mazorca puede presentar formas muy diversas, desde alargada como la del criollo, hasta amelonada. La superficie es lisa y las extremidades son redondeadas. El pericarpio es espeso y difícil de cortar, debido a que el mesocarpo se encuentra fuertemente lignificado. Los cotiledones son de color púrpura y están ligeramente aplastados (Figura 1).

Entre las variedades de esta subespecie se encuentran las siguientes: amelonado del oeste africano, cacao común de Brasil, cacao Pará, cacao Maranhao, cacao Almeida, cacao Matina, cacao Ceilán, cacao calabacillo o amelonado, cacao pajarito y cacao nacional del Ecuador (Burle, 1961 y Cordova *et al.*, 2010).

### **Cacao Trinitario (*Teobroma cacao* subsp. *cacao* x *sphaerocarpum*)**

Es un híbrido que surge como producto del entrecruzamiento de las dos variedades anteriores y por lo tanto las características fenotípicas y de calidad son tan variables como las del Criollo y Forastero, aunque se le reconoce porque los cotiledones son de color violeta muy oscuro. Actualmente es cultivado en la mayoría de los países en donde se cultiva cacao (Burle, 1961; Braudeau, 1970 e ICCO) (Figura 4). En México se cultiva principalmente en el estado de Tabasco (SIAP).



Figura 1. Las dos subespecies de *Teobroma cacao*: a la izquierda subsp. *cacao*; al centro subsp. *sphaerocarpum*; a la derecha el híbrido cacao trinitario.

En México se reconocen 21 variedades diferentes del cultivo, los cuales se encuentran registrados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), las cuales se muestran en la siguiente Cuadro (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Variedades de cacao en México reconocidas por el INIFAP

| <b>Varietal</b> | <b>Subespecie</b> | <b>Distribución</b> |
|-----------------|-------------------|---------------------|
| CARMELO         | Criollo           | Tabasco             |
| YUC-1           | Criollo           | Yucatán             |
| LAGARTO         | Criollo           | Chiapas             |
| AGG-26          | Forastero         | Chiapas             |
| CRIM-21         | Forastero         | Chiapas             |
| CRIM-22         | Forastero         | Chiapas             |
| CRIM-30         | Forastero         | Chiapas             |
| CRIM-36         | Forastero         | Chiapas             |
| CRIM-38         | Forastero         | Chiapas             |
| CHRIM-10        | Forastero         | Chiapas             |
| FRIM-20         | Criollo           | Chiapas             |
| CRIM-24         | Criollo           | Chiapas y Tabasco   |
| CRIM-44         | Criollo           | Chiapas y Tabasco   |
| CRIM-56         | Criollo           | Chiapas             |
| CRIM-88         | Criollo           | Chiapas y Tabasco   |
| CRIM-105        | Criollo           | Chiapas y Tabasco   |
| LACANDÓN-17     | Criollo           | Chiapas             |
| LACANDÓN-28     | Criollo           | Chiapas             |
| LOXICHA         | Forastero         | Oaxaca              |
| TAJR            | Criollo           | Chiapas             |

### **Requerimientos ecológicos del cultivo**

El cacao es un cultivo que puede adaptarse a condiciones diversas, siempre y cuando se puedan satisfacer sus exigencias, especialmente lo que concierne a la temperatura, abastecimiento de agua y drenaje. Se encuentra en regiones que se caracterizan por tener temperaturas entre 20 y 30 °C durante todo el año. Se desarrolla principalmente en altitudes cercanas al nivel del mar y hasta los 300 msnm. El género *Theobroma* se encuentra en estado natural en los pisos inferiores de las selvas húmedas de América tropical, y prospera mejor entre los 18° N y 15° S a una altitud inferior a 1,250 msnm. Tolera una oscilación térmica diaria alrededor de los 5°C. La temperatura promedio bajo la cual se desarrolla, va de 15 a 39 °C, considerándose 25°C la temperatura ideal. Requiere una precipitación mensual mínima de 90 a 100 mm, con un total anual de 1500 a 2000 mm. Los periodos de lluvia deben estar distribuidos, y si el periodo de sequía es prolongado, se requerirá de riego (Braudeau, 1970; Motamayor, 2008; Cordova *et al.* 2010). La figura 2 muestra en tonos oscuros, la distribución intertropical del cacao, refiriéndose al cacao de degustación como variedades criollas, las cuales son menos cultivadas que el resto



Figura 2. Distribución intertropical del cultivo de cacao

Fuente: <http://taylahrichchocolate.weebly/>

La temperatura y la pluviosidad son los factores más importantes que afectan directamente los procesos fisiológicos del cacao, ya que bajo condiciones de bajas temperaturas y baja humedad, se limita el desarrollo tanto de las hojas como de las flores. El cacao es muy sensible a la deficiencia hídrica debido a la rápida disminución de la absorción de agua cuando se detiene su abastecimiento en el suelo. Se ha observado a lo largo de la zona intertropical que las condiciones adecuadas de temperatura, para el óptimo desarrollo del cacao son de 25 °C como temperatura media anual, la cual no debe ser inferior a los 21 °C. La media de mínimas diarias debe ser superior a 15 °C y la mínima absoluta no menor a 10° C. Las condiciones ideales de humedad son entre 1,250 y 1,500 mm de precipitación pluvial media anual, pero más que la pluviosidad anual, importa la duración de las estaciones secas, las cuales no deben prolongarse más allá de 3 meses (Braudeau, 1970; De Almeida y Valle, 2007; Carr, 2011).

El tipo de suelo ideal para el cacao es aquél que permita una buena penetración de raíces y una buena retención de agua, pero que al mismo tiempo esté bien drenado. La textura ideal es areno-arcillosa, con una proporción de arcillas de 30 al 50%. La profundidad adecuada dependerá de la textura y de las condiciones pluviométricas: se considera que una profundidad ideal oscila entre 1 y 1.5 m. Aunque puede soportar un pH inferior a 5 y mayor a 8, el cacao se desarrolla óptimamente bajo un pH de alrededor de 6.5. Es importante que el horizonte superficial contenga un alto contenido de materia orgánica, ya que de esta manera la productividad del árbol será mayor; el contenido mínimo debe ser de 3.5% mínimo. Se considera que el contenido idóneo de bases intercambiables es de 12 a 13 meq/100g en el primer horizonte, y un contenido no menor a 5 meq/100g en los horizontes más profundos (Braudeau, 1970).

Fluvisoles, cambisoles y vertisoles son los principales tipos de suelo en los que se cultiva cacao en México. Estos tres tipos de suelo se caracterizan por cumplir con los criterios antes descritos, ya que son suelos profundos que poseen una buena fertilidad natural, gracias a su textura más bien arcillosa y alto contenido de materia orgánica. Pueden presentarse problemas de estancamiento de agua

durante la época de lluvias y “nortes” por lo que se requiere de un buen sistema de drenaje. Por lo general, el sistema de producción de cacao bajo árboles de sombra hace innecesaria la implementación de fertilizantes minerales, ya que los residuos de cosecha y hojarasca proporcionan materia orgánica y evitan la pérdida de nutrientes producto de la erosión (Cordova *et al.*, 2010).

El cultivo de cacao presenta una alta diversidad de insectos, incluyendo fitófagos, depredadores, parasitoides y polinizadores. Entre estos últimos se encuentran los insectos del género *Forcipomya* (Adjaloo y Oduro, 2013). Se conocen más de 1500 especies de insectos asociadas a los cacaotales a nivel mundial; sin embargo, son pocas las que se consideran plagas de importancia económica. En México, se han registrado más de 100 especies que se alimentan del cultivo, de las cuales solo tres especies de insectos son consideradas como plagas importantes: *Selenothrips rubrocinctus* (Trips de banda roja), *Clastoptera laenata* (Salivazo) y *Hemroblemma spp.* (Gusano lagarta). Otro problema importante son las enfermedades fúngicas, siendo el hongo *Moniliophthora roreri* (Moniliasis) el principal enemigo del cultivo en América (Cordova *et al.*, 2010).

## **Historia del cultivo**

Aunque se sabe que el cultivo y la domesticación del cacao se llevaba a cabo por culturas prehispánicas del sureste de México, como lo demuestran diferentes estudios moleculares (Whitkus *et al.*, 1998), es a partir de la llegada de los españoles que el cultivo se extiende por diferentes regiones del estado de Tabasco: los chontales prehispánicos eran obligados a pagar tributo a los conquistadores tanto en especie de diferentes productos como en moneda, la cual consistía básicamente en habas de cacao (Coe y Coe, 1996). Esto trajo consigo el incremento y hasta cierto punto la especialización de este cultivo en muchas partes del estado, incluso en donde no hubo las condiciones idóneas para cultivarlo. Sin embargo, la actual zona de la Chontalpa es en donde, ya desde esa época y a la fecha, se concentra la mayor parte de este cultivo en México (Flores, 2006).



Los mayas chontales habitan al centro y norte del estado de Tabasco, principalmente en los municipios de Nacajuca y Centro; en menor medida habitan también los municipios de Centla y Macuspana, y de manera dispersa en Jonutla y Jalapa de Méndez. El vocablo “chontal” proviene del náhuatl *chontalli* (extranjero), ya que este grupo étnico desarrolló un sistema económico basado en el comercio de diversos productos vegetales y minerales, los cuales transportaban y comerciaban entre otras regiones del sureste y centro del país, apoyándose de las múltiples vías fluviales. A la llegada de los españoles, La Chontalpa (la región extranjera) se ubicaba entre los actuales Río Seco y Nuevo González, pero actualmente la región no se caracteriza tanto por la presencia de este grupo étnico, sino que está más bien delimitada cartográficamente de acuerdo a similitudes ecológicas, geográficas y económicas (Flores, 2006). Por otro lado, a pesar de las condiciones poco favorables para el crecimiento de cacao, se existen registros de la domesticación del cacao entre grupos mayas de la península de Yucatán, los cuales eran establecidos alrededor de cenotes para abastecer las necesidades del cultivo. (Gómez-Pompa, 1990; Ford, 2010).

Además de que las semillas del cacao eran utilizadas para la elaboración de una bebida estimulante llamado *xocoatl* (agua amarga en náhuatl), que solo consumían las clases altas, las semillas eran usadas como moneda corriente en uso por todas las provincias mexicanas, motivo por el cual el cacao despertó el interés de los españoles. Posteriormente, con la introducción de la caña de azúcar a la Nueva España, se comienza a agregar este subproducto al *xocolatl*, lo que despierta un interés peculiar por el cultivo de cacao y se esparce rápidamente, de modo que hacia finales del siglo XVI ya se cultivaba en la mayoría de las regiones tropicales de Centro y Sudamérica e islas del Caribe, principalmente en Trinidad (Coe y Coe, 1996; Quiroz, 2012).

Las primeras exportaciones de cacao a España se hicieron en forma de pasta, para después dar pie a la exportación de granos. Así el uso de cacao se extendió rápidamente de España a Italia y después a Francia, donde se vuelve muy popular el consumo y la elaboración de chocolate, lo que hacia mediados del siglo

XVII convirtió a este país rápidamente en el principal fabricante de chocolate. Durante este mismo periodo, el consumo de chocolate como brebaje también se extendió por Holanda, Inglaterra y Alemania. Simultáneamente en América, México dejó de ser el exportador más importante, y Venezuela pasó a ser el primer país productor de cacao. Posteriormente los españoles, los holandeses y los portugueses introdujeron el cultivo de cacao a los continentes asiático y africano, llegando a tener gran impacto en este último (Coe y Coe, 1996; Burle, 1961).

### **Aspectos socioeconómicos**

El cacao es considerado como un cultivo comercial permanente, de cuya semilla se derivan diversos productos, esta es procesada por diferentes métodos para obtener los siguientes subproductos actualmente reconocidos por la FAO (Food and Agriculture Organization) y regulados por la ISO (International Organization for Standardization): pasta de cacao, cacao en polvo y manteca de cacao, como productos semielaborados, los cuales se usan como materia prima por otras industrias: chocolate en tabletas, chocolate en polvo y chocolate confitura, los cuales están destinados directamente al consumo. Finalmente, la manteca de cacao es ampliamente usada en la industria cosmética (Cordova *et al.*, 2010), y la teobromina, extraída de las semillas, es usada como precursor de la pentoxifilina, un vasodilatador ampliamente usado en la industria farmacéutica (Fredholm, 2011).

La cadena de producción del cacao representa una actividad que puede generar ingresos económicos (valor agregado) después de cada una de seis etapas. La primera es la fermentación y el secado de las semillas, seguida del transporte de la materia prima hacia los centros de procesado. La tercera consiste en la obtención de cacao tostado y molido, seguida por la obtención de la pasta y manteca de cacao. La elaboración de chocolate comercial es considerada la quinta etapa, y finalmente está la comercialización del producto (Cordova *et al.*, 2010).

Las cotizaciones de los precios del cacao se dan incluso en la Bolsa de Londres y en el Mercado de Café, Azúcar y Cacao de Nueva York. Durante las temporadas de cosecha puede darse un excedente de producción, lo que genera una caída en los precios, hasta que se estabilizan. Debido a que el valor comercial del cacao en baba o semilla resulta bajo, al productor no le interesa seguir cosechando y tiende a cambiar de cultivo, lo cual permite que al terminarse el excedente de producción suban de nuevo los precios del cacao. Esto es conocido como el ciclo de expansión y recesión, con el cual se explica la volatilidad del precio del cacao (Andrade, 2007). Sin embargo, la *International Cocoa Organization* (ICCO), creó la Junta Consultiva sobre la Economía Cacaotera Mundial, la cual está integrada por 16 países miembros representantes del sector privado de países exportadores y los países importadores, cuyo principal objetivo es velar por una economía cacaotera sostenible y justa. Cabe mencionar que México no figura entre los países miembros de esta organización.

### **Panorama internacional**

El cultivo de cacao ha jugado un rol importante en la transformación de los bosques tropicales en América Latina, África y Asia desde el siglo pasado y hasta la actualidad (Schroth, 2007). Actualmente se cultiva en 62 países alrededor del mundo, 27 en América, 22 en África, 7 en Oceanía y 6 en Asia (SIACON, 2014). De más de 5 millones de toneladas de producción mundial anual de cacao, África es actualmente el productor principal, con 71% de la producción (2.926 millones de toneladas), seguido por Asia y Oceanía con el 15% (590,000 toneladas), y el 14% restante (574,000 toneladas) lo constituye América Latina. El proceso industrial después de la cosecha, fermentación y secado de las semillas, se distribuye de manera diferente: 40% del procesamiento se lleva a cabo en Europa (1.597 millones de toneladas), seguido por el continente americano con 21% (855,000 toneladas), Asia y Oceanía con 20% (813,000 toneladas) y África con 18% (732,000 toneladas) (ICCO, 2014; SIACON, 2014).

El mercado del cacao se centra en gran parte en el continente europeo, con 48% de la demanda total, seguido por América del Norte con el 24%, y Asia y Oceanía con el 25%. En los países productores hay la demanda más baja de su propia producción, con el 9% de la demanda Mundial en América del Sur, y el 3% en África. (<http://www.icco.org/>, consultado 2013).

A continuación se muestran datos del cultivo a lo largo de tres décadas, desde 1980 hasta 2011. Los aspectos económicos de la producción se consideran a partir de la década de 1990 y hasta el año 2011. Estos datos se obtuvieron de la base de datos de la Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT, consultado 2014).

Las figuras 3 y 4 muestran la superficie cosechada y la producción total de cacao en el mundo. Se puede observar que a partir de 1990, el continente Africano presenta un aumento constante, tanto en su producción como en la superficie sembrada y cosechada, siendo el principal productor de cacao, seguido de América, Asia y Oceanía (figura 3).

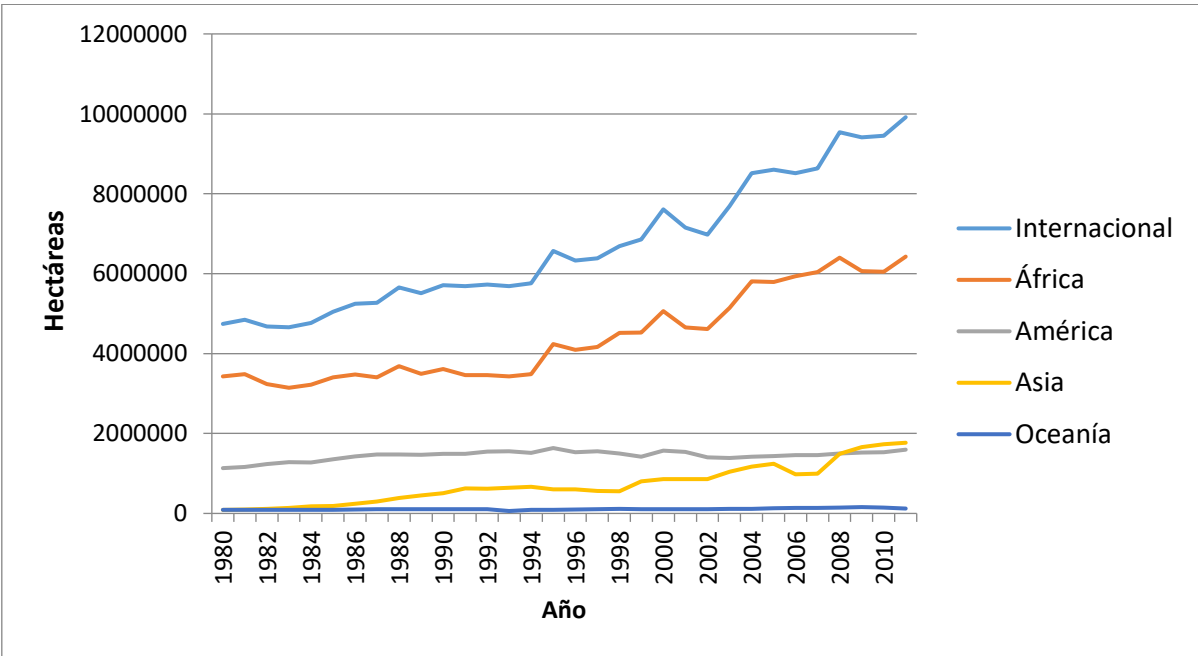


Figura 3. Superficie total cosechada en el mundo entre 1980 y 2012.

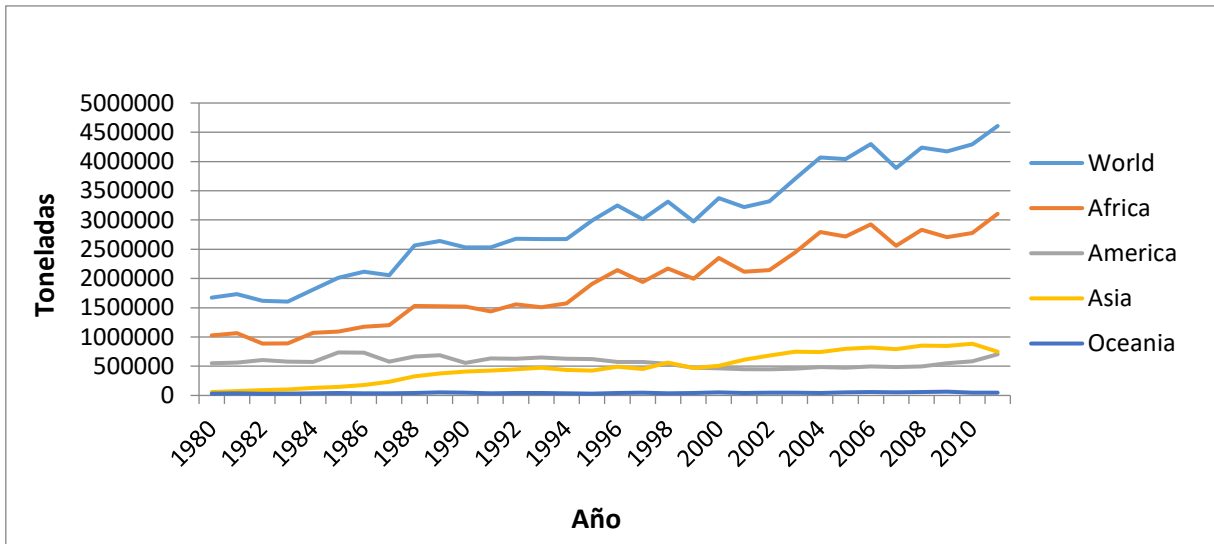


Figura 4. Producción total mundial de cacao entre 1980 y 2012.

En la figura 5 se observa que, a diferencia de la producción y la superficie destinada a la siembra, Asia y Oceanía tienen el rendimiento más alto por hectárea. En el caso de Asia, este fenómeno puede deberse al manejo del sistema de sombreado, que se mantiene en los países productores en este continente (Bos, 2007).

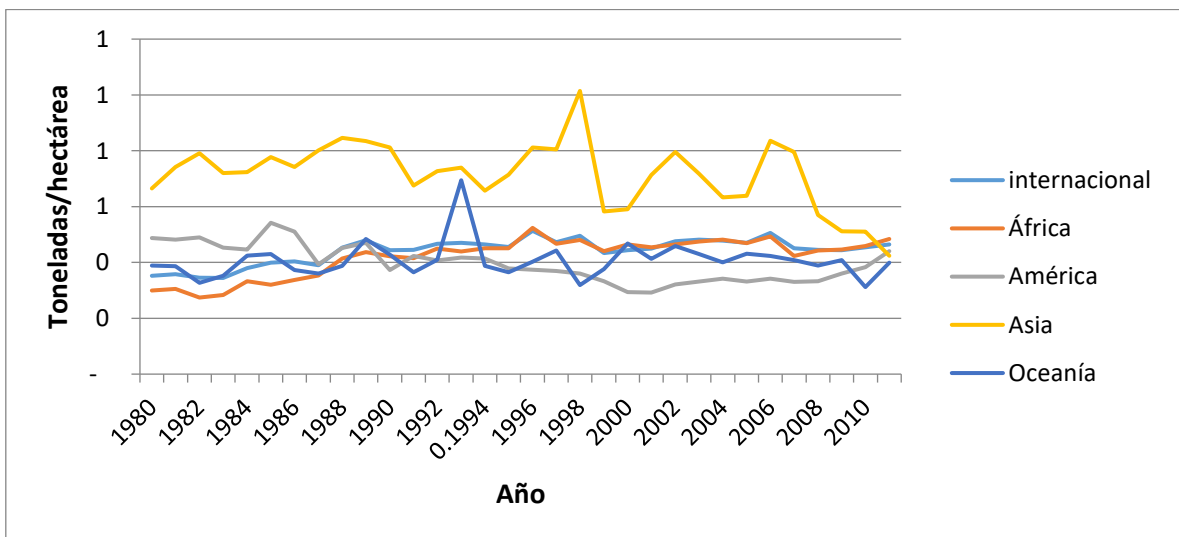


Figura 5. Rendimiento del cultivo de cacao en el mundo. Periodo de 1980 a 2012.

Los precios internacionales del cacao en general han ido en aumento desde la década de los noventa. Sin embargo, es a partir del año 2002 que se observa un incremento alto en cada año, aumentando el precio internacional en más de 100% de 2002 a 2011. El precio por tonelada permaneció casi constante durante la mayor parte de la década de los noventa, entre 800 y 1,100 dólares, para luego presentar un declive del año 1998 al 2002, fluctuando entre 700 y 1,000 dólares estadounidenses (SIACON y FAOSTAT, consultado en 2013) (Figura 6).

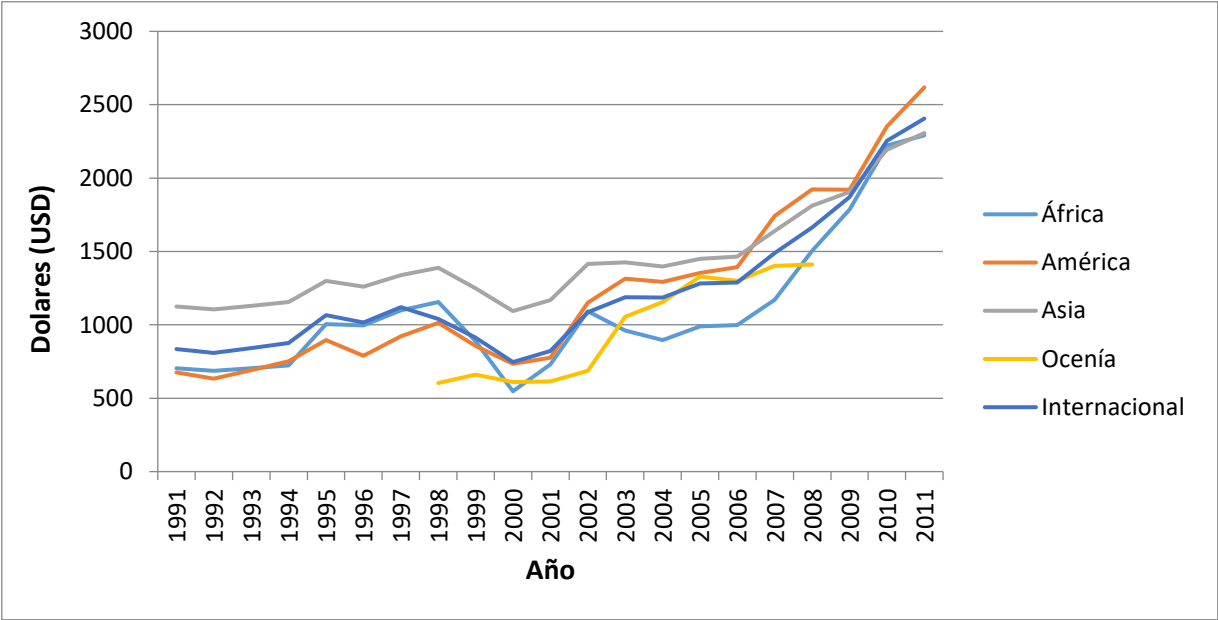


Figura 6. Precio del cacao en el mundo entre 1991 y 2012 (USD/ton).

Al ser el continente africano el mayor productor de cacao en el mundo, se han realizado estudios sobre la importancia económica de este cultivo, no solo como especie, sino como un sistema agroforestal integral, que además de proveer sustento a los agricultores, provee servicios ambientales al incorporar especies nativas como árboles de sombra (Darko, 2007). Estos árboles, además de proporcionar sombra al cacao, proveen al suelo los nutrientes necesarios, lo cual puede disminuir e incluso erradicar la incorporación de fertilizantes minerales (Opoku-Ameyaw, 2012).

## Panorama Nacional

El cacao es un cultivo emblemático para México, principalmente en la zona sureste, donde se ha cultivado por cientos o miles de años. (Cordova et al., 2010). Se sabe de su contribución a la conservación del bosque tropical al emplear los sistemas de cultivo tradicional utilizados antiguamente por los mayas (Roa, 2009 y Coe y Coe, 1996) como las milpas y el pet kot (Gomez-Pompa *et al.*, 1990; Ford, 2019), así como los beneficios económicos de incorporar árboles nativos que provean sustento al productor además del cacao (García, 1983). Sin embargo, hay pocos estudios que se enfoquen en el valor comercial del cultivo en México. Contrariamente a otros cultivos industriales de importancia económica a nivel mundial, como el café, al cacao en México no se destinan grandes extensiones del territorio al cultivo, y por lo tanto su producción no es tan relevante (Nestel, 1995).

Datos de la Confederación Nacional Campesina (<http://www.cnc.org.mx>, consultado en 2013) indican que México ocupa el onceavo lugar a nivel mundial, aportando menos del 2% de la producción mundial, con un total de aproximadamente 22,000 ton/año en los últimos dos años. De igual forma, reportan que Tabasco y Chiapas son los principales estados productores de cacao en México, seguidos por Oaxaca, Guerrero y Veracruz. El sistema de información agrícola y pesquera (SIACON) indica que hacia el año 2012, la producción total de grano seco de cacao en México era de 27,619 ton/año. El estado de Veracruz dejó de producir cacao en 1985, por lo que dejó de ser considerado como un estado productor, debido a cedió el espacio destinado al cultivo de cacao a actividades ganaderas y otros cultivos, principalmente café (Nestel, 1995-, OEIDRUS, 2013).

El 70% de la producción total es aportado por Tabasco, con un total de 19,340 ton/año de grano seco; el 29% de la producción nacional se cosecha en Chiapas, con un total de 9,070 ton/año y el 1% restante lo aportan los estados de Oaxaca y Guerrero con un total de 211 ton/año (SIACON, consultado en 2013).

Actualmente el cacao se cultiva en 55 municipios en todo el país, 26 en estado de Chiapas, distribuidos en las regiones de Comitán, Palenque, Pichucalco,

Selva Lacandona, Tapachula y Tuxtla; 10 en Tabasco, distribuidos en las regiones Centro y de la Chontalpa, 9 en el estado de Oaxaca en la zona de Tuxtepec y 10 en estado de Guerrero, en la región de la Costa Chica. En Veracruz solo se cultivaba en dos municipios de la región Olmeca (OEIDRUS, 2013).

En general, como lo muestra la figura 7, a lo largo de 30 años, y hasta 2005 la producción de cacao en México se ha mantenido estable, por encima de las 60,000 ton/año de grano seco. A partir de 2005, comienza un declive en la producción, debido principalmente a la llegada de la moniliasis a México, la cual ocasionó pérdidas del 43% de la producción (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2010; Barrón, 2014).

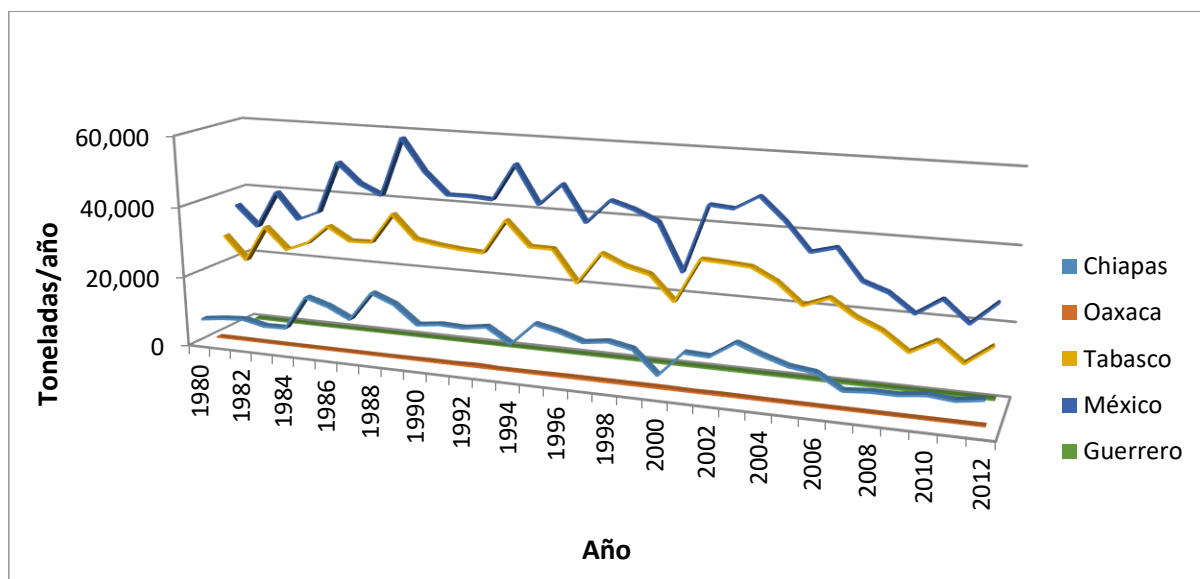


Figura 7. Volumen total de producción en México entre 1980 y 2012.

La superficie destinada a la siembra de cacao en México, era de 61,613 hectáreas en 2012, siendo los estados de Tabasco y Chiapas los que mayor extensión dedican a este cultivo, con un total de 41,028 y 20,120 ton/año, respectivamente. En Guerrero se cultivaban alrededor de 238 ha y en Oaxaca 20,120 ha (Figura 8). La relación entre la superficie cosechada y la superficie sembrada ha sido constante, aunque se muestra una ligera pérdida de 1980 a 1994,



y a partir de 1995 la relación es directa, siendo igual la superficie sembrada a la superficie cosechada (Figura 9).

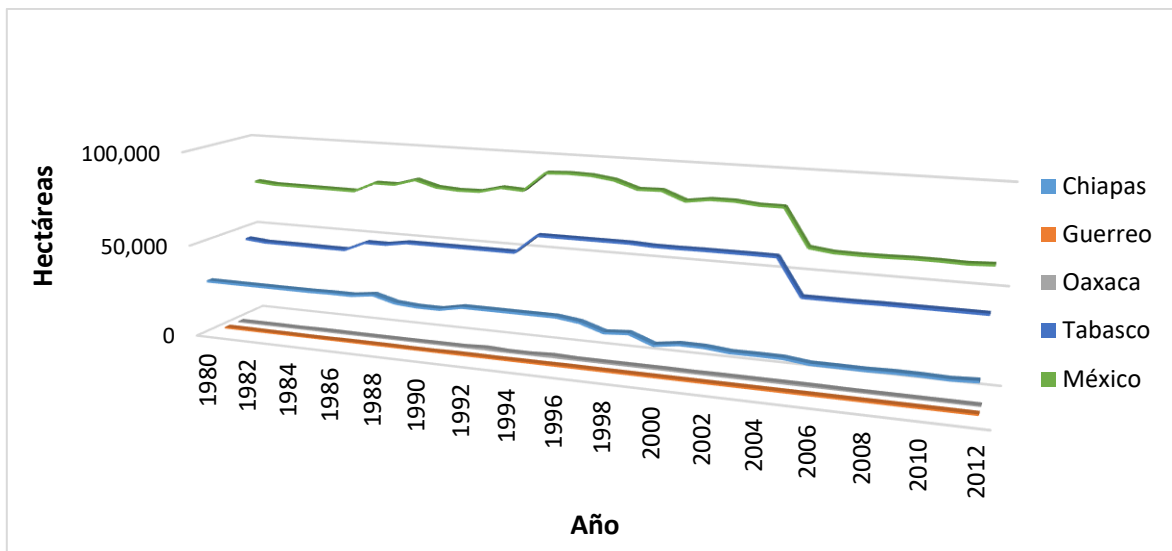


Figura 8. Superficie sembrada (ha) por estado de 1980 a 2012

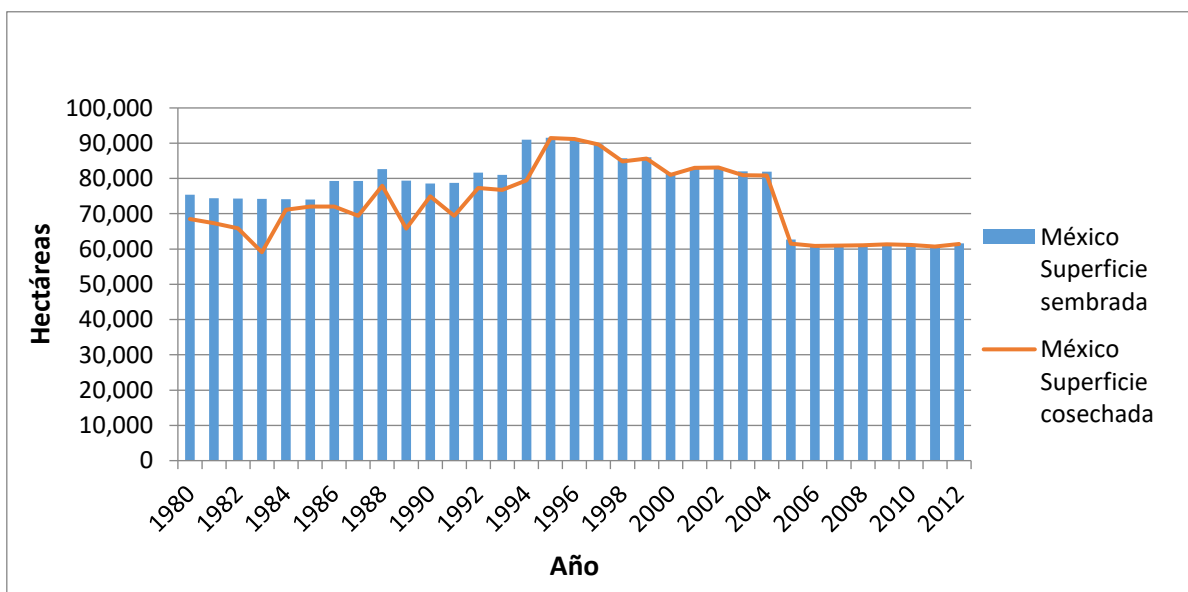


Figura 9. Relación entre la superficie sembrada y cosechada en México de 1980 a 2010

En la figura 10 se puede ver que en Tabasco y Chiapas el rendimiento entre 1980 y 2012 se ha mantenido a la par, coincidiendo con la curva de rendimiento total de México (0.45 ton/ha en los tres). En contraste, Guerrero y Oaxaca presentan oscilaciones de periodos de alto rendimiento, en su relativamente pequeña superficie. Este comportamiento en el rendimiento, podría deberse a que en las estadísticas estatales se consideran como una sola especie a las especies *Theobroma cacao* y *Theobroma bicolor* (patasté) de las cuales, esta última es ampliamente utilizada en comunidades de Guerrero y Oaxaca para la elaboración de bebidas tradicionales (Rendón *et al.*, 1998).

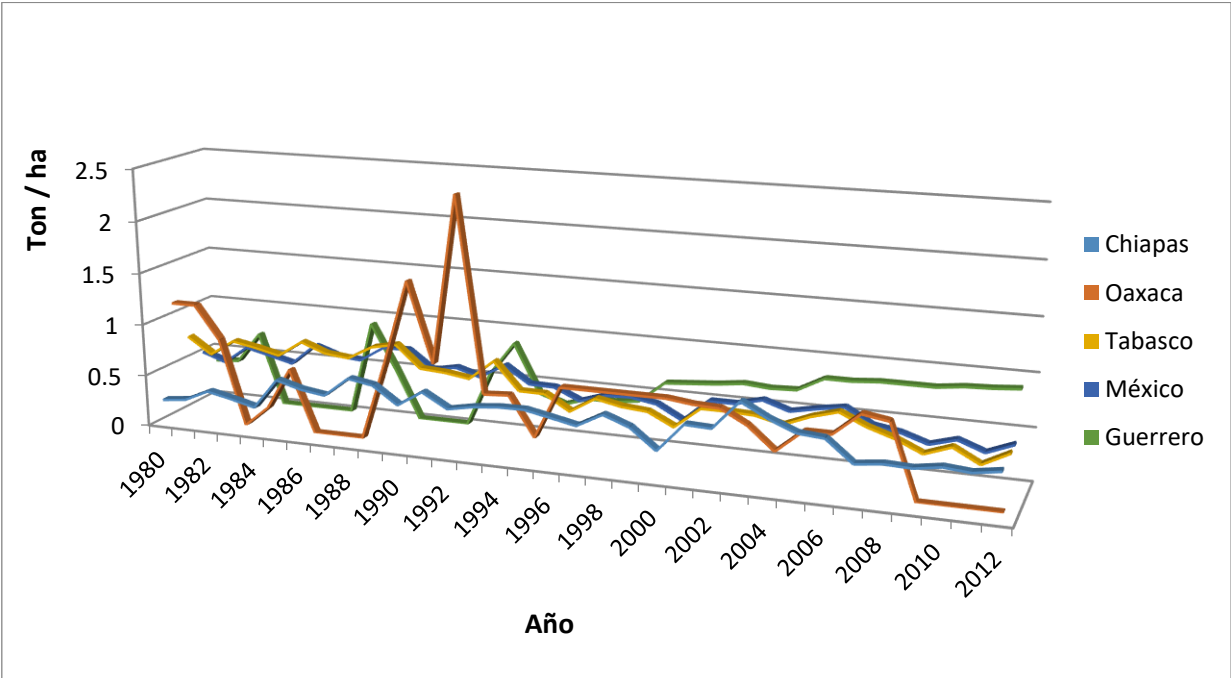


Figura 10. Rendimiento por estado entre 1980 y 2012

Respecto a la economía nacional del cacao, el valor total de la producción en el año 2012 fue de 1,057 millones de pesos, el cual presenta un comportamiento semejante entre estados a lo largo de los últimos 30 años, con Tabasco y Chiapas

con los niveles más altos (figura 11). A pesar de que el precio medio rural se mantiene constante en los demás estados, en Oaxaca y Guerrero se observa un declive en los años 1995 y 2002 respectivamente (Figura 12). El precio medio rural, el cual se define como el precio que se paga al productor directamente en su parcela, sin intermediarios ni gastos de traslado (SIAP, 2013), actualmente es de 5,110 \$/ton en Guerrero, \$3,500/ton en Oaxaca, \$ 35,262/ton en Chiapas, y \$40,1345/ton en Tabasco, siendo \$38,269/ton el precio medio rural nacional.

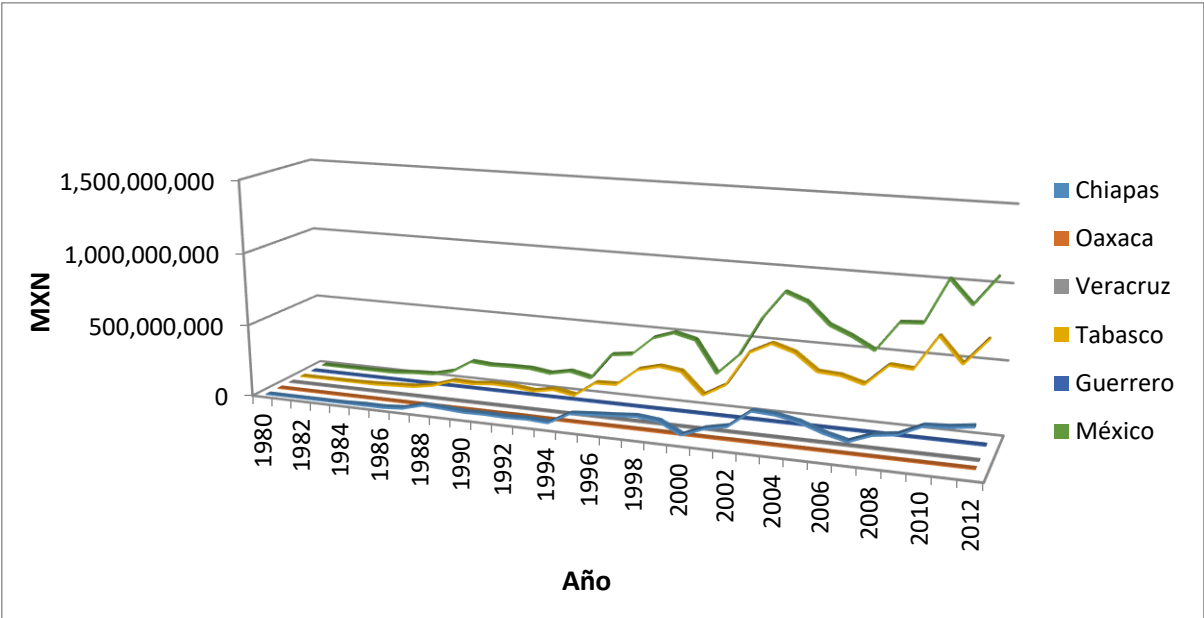


Figura 11. Valor de la producción (NXM) por estado entre 1980 y 2012

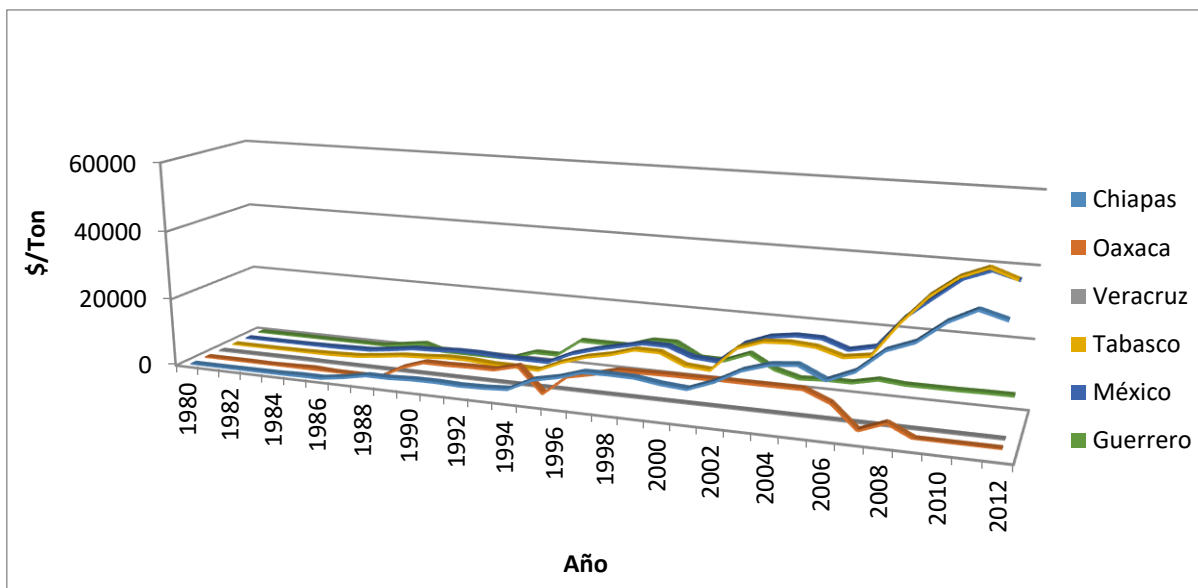


Figura 12. Precio medio rural por estado en el periodo de 1980 a 2012

#### 4. Área de estudio

Tabasco se encuentra situado en el sureste del país, entre los 17°15' 00" y 18°39'07" de latitud norte y los 90°50'23" y 94°07'49" de longitud oeste. Abarca una extensión de 24 475.24 km<sup>2</sup>, por lo que le corresponde el 24° lugar en extensión del territorio mexicano. Limita al norte con el golfo de México, al noreste con el estado de Campeche, al sureste con la Republica de Guatemala, al sur con el estado de Chiapas y al oeste con Veracruz (INEGI, 1986; Gurría-Ordoñez, 1993).

La ubicación de Tabasco es en una zona tropical, su relieve es llano y de escasa altitud sobre el nivel del mar, se encuentra en la cercanía al mar, y es uno de los estados más lluviosos de México. Hay una gran cantidad de ríos (el Grijalva y Usumacinta son los más importantes), lagunas y amplias zonas de inundación en las que crece mangle, popal y tule. Otra asociación florística que da relevancia al estado es la selva, de la cual queda menos del 10% (Sol-Sánchez, 1996), ya que grandes áreas han sido taladas para dar paso a actividades agrícolas y ganaderas, como en el caso de la Chontalpa (INEGI, 1986, 2013; Gurría, 1993; SE, 2012).

Consta de 17 municipios divididos en 5 regiones productivas, también llamadas sub regiones, en las cuales se agrupa a los municipios con características geográficas y productivas similares (INEGI, 1986; Gurría-Ordoñez, 1993; Ruiz-Alvarez *et al*, 2012). Una de estas regiones es la Chontalpa, donde se ubica el municipio de Cunduacán, en el cual se realizó este estudio (Figura 13).



Figura 13. Zonas productivas de Tabasco. Anaranjado: La Chontalpa; beige: Centro; verde: Sierra; lila: Pantanos y azul: Ríos

<http://businessstabasco.com/division-politica-regional/>

## Hacienda La Joya

La hacienda La Joya se ubica en la ranchería Río Seco primera sección, sobre la avenida intercambio a menos de un kilómetro de distancia de la Carretera Federal 187 Cárdenas-Comalcalco en el municipio de Cunduacán, cerca de los límites con los municipios de Cárdenas Cunduacán, alrededor de las coordenadas 18°07'13" de latitud norte y 93°18'23" de longitud oeste, a una altura de 17 m. s.n.m. (Figura 14). Tiene una extensión total de 60 hectáreas, de las cuales actualmente 20 están destinadas exclusivamente al cultivo de cacao. Al momento de comenzar

el presente estudio (febrero de 2013) solo se contaba con 12 ha dedicadas a dicho cultivo, por lo que solo los árboles comprendidos en esta superficie se incluyen en el estudio.

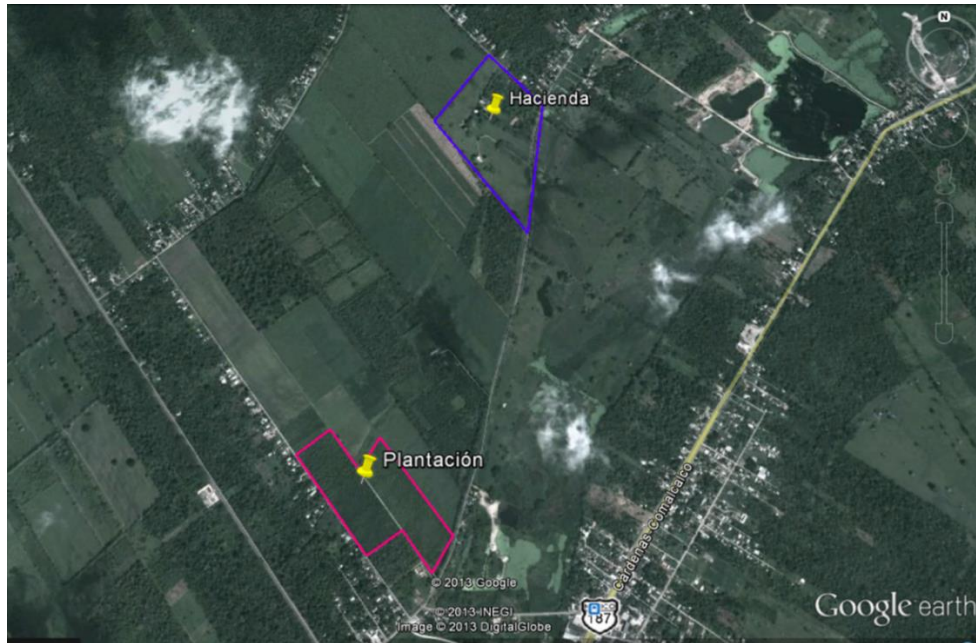


Figura 14. Imagen satelital de la Hacienda la Joya

Es importante señalar que la Hacienda La Joya, cuenta con una reciente certificación (marzo de 2013) como plantación orgánica de cacao, por la organización IMO Control Latinoamérica con sede en Bolivia. Además, en febrero de ese mismo año, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), otorgó al señor Carlos Echeverría el título de obtentor del *Clon Carmelo 1*, con el número de registro 2858-CAO-030513/C. la certificación y el clon aumentan el precio de los productos de la hacienda en relación a otras plantaciones que carecen de este tipo de certificaciones, ya que este clon es una variedad de cacao criollo de almendra blanca, una de las más apreciadas en el mercado del cacao por sus características organolépticas, principalmente su sabor y olor (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2010).

## 5. Métodos

### Trabajo de campo

La plantación de la hacienda se divide en 6 zonas, cada una de aproximadamente 2 hectáreas y con árboles de distintas edades (1, 2, 3, 7, 8 y 10 años), como puede observarse en la Figura 15. Entre cada dos árboles de cacao se encuentra un árbol de sombra a una distancia de 1.5 m de los árboles de cacao, de modo que entre árboles de cacao hay una distancia de 3 m. Entre filas hay una distancia de 4 m, tal como se muestra en la figura 16. En cada fila hay 45 +/- 5 árboles, ya sea por mortalidad o variaciones en el acomodo de los árboles. A través del arreglo simétrico de la plantación, hay un total de 6,521 árboles de cacao, con una densidad promedio de 544 árboles por hectárea (Cuadro 2).



Figura 15. Imagen que muestra la manera en que se encuentran distribuidos los árboles a lo largo de la par.

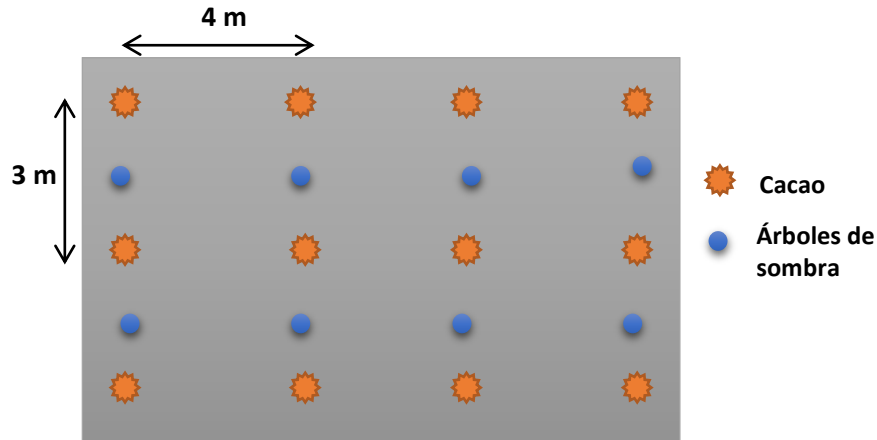


Figura. 16. Esquema del arreglo de los árboles en la parcela

Cuadro 2. Estimación de la cantidad de árboles de cacao en la plantación

| Sitio de muestreo/edades | Filas      | Total        |
|--------------------------|------------|--------------|
| 1 / 1 año de edad        | 15         | 675          |
| 2 / 2 años de edad       | 23         | 1,035        |
| 3 / 3 años de edad       | 32         | 1,440        |
| 4 / 7 años de edad       | 25         | 1,125        |
| 5 / 8 años de edad       | 21         | 945          |
| 6 / 10 años de edad      | 29         | 1,305        |
| <b>Total</b>             | <b>145</b> | <b>6,526</b> |

A pesar de la importancia económica y ecológica de la diversidad en los árboles de sombra en el cultivo de cacao (Darko, 2007; Roa, 2009), los árboles de sombra de la hacienda La Joya, se limitan a dos especies: *Gliricidia sepium* y *Diphysa robinoides*, conocidas como cocoíte y chipilcoite, respectivamente. Ambas especies pertenecen a la familia Fabaceae (García, 1983), Ambas especies fijan de nitrógeno en el suelo (Crews, 1999; Cordova et al., 2010) y son utilizadas en otros agrosistemas de cacao en México (Roa, 2009) y otras partes del mundo (Carr, 2011).



## Selección de los árboles muestra y estimación de los árboles en la plantación

Durante mayo de 2013, se realizó una visita a la Hacienda La Joya para seleccionar y marcar 60 árboles (10 árboles de 6 edades diferentes) que sirvieron como muestra a lo largo del estudio. A cada árbol, se le colocaron dos identificadores, uno en la base y otro en alguna de las primeras ramas (figura 17).



Figura 17. Izquierda: Identificador de la base. Derecha: Identificador de las ramas

Una vez seleccionados los 60 árboles muestra para el estudio, durante Julio de 2013, se midió la altura, diámetro de la base y cobertura de cada árbol de la muestra (Cuadro 2).

## Evaluación de la producción

Se estimaron tres periodos de cosecha, todos ellos en épocas representativas del estado de Tabasco. La primera cosecha se recogió en octubre de 2013 (periodo de cosecha menor); la segunda en enero 2014 (cosecha menor); y la tercera en el mes de julio del mismo año (periodo de floración) (Córdova *et al.*, 2010).

Se midió la cosecha en los 60 árboles seleccionados para conocer como aumenta la cosecha anual con la edad del árbol, y para conocer la variación entre árboles para cada edad. En cada cosecha se cortaron todos los frutos maduros

presentes en los árboles, pero también se registró el número de mazorcas inmaduras que se encontraban en estos mismos árboles al momento del corte. En los frutos maduros, se registraron las siguientes variables: longitud y diámetro y peso de la mazorca, así como cantidad y peso fresco de las semillas por mazorca (Cuadro 7).

### **Análisis del suelo**

Para clasificar y evaluar la calidad del suelo, así como conocer su variabilidad en sitio de estudio, se realizaron 3 perfiles edafológicos a lo largo de la parcela en julio de 2014. Los perfiles se realizaron de acuerdo con el manual para la descripción y evaluación ecológica del suelo (Siebe, 2006), y posteriormente para la caracterización del suelo, se utilizó el manual para la clasificación de los suelos de a base referencial mundial del recurso suelo (WRB, 2007).

### **Entrevistas**

Durante la visita a la hacienda en mayo de 2013 se realizó una entrevista con el dueño, el señor Carlos Echeverría Hernández. La entrevista, permitió obtener datos sobre los gastos de la producción de cacao en la hacienda, sobre las cosechas, así como los ingresos provenientes de la venta de plantas y semillas de cacao, y productos derivados que se elaboran en la hacienda a partir de las mismas.

Posteriormente, durante enero de 2014, se realizaron pláticas abiertas con personas involucradas en la cadena de producción de cacao, desde productores, hasta comerciantes e investigadores, los cuales tienen diferentes perspectivas de acuerdo con su rol. El siguiente cuadro se muestran las actividades realizadas.

Cuadro 3. Actividades realizadas durante enero de 2014.

| Fecha | Actividad  |
|-------|--|
| 17    | Visita a la empresa <i>IMCO</i> y plática con el Lic. Rubén Amado Fabián, gerente de la empresa  |
| 18    | Visita a la hacienda cacaotera La Luz y plática con la dueña, la Lic. Ana Beatriz Parizot Wolter.  |
| 20    | Visita a la hacienda cacaotera Jesús María y plática con el dueño, el Ing. Vicente Alberto Gutiérrez Cacep, y con Lic. Florencio Sánchez Rodríguez, coordinador de las actividades turísticas. |
| 21    | Visita al colegio de Posgraduados Campus Tabasco y plática con el Dr. Carlos Fredy Ortiz García, investigador titular.   |
| 22    | Visita a la empresa <i>Agroconsultores Serranas S. A. de C. V.</i> , y plática con la Lic. Celia Andrade Aguirre, directora de proyectos de la empresa.  |
| 23    | Visita a las parcelas del poblado C-33 y plática con el señor Lucas Ramos Madrigal, productor de cacao de ese poblado.   |

### Trabajo de gabinete

Una vez colectados los datos del campo, se copiaron en una hoja de cálculo para su análisis. Para el análisis de varianza que muestra la variación de la cosecha por edades, se utilizó *Mathematica 10.2*. Para realizar el análisis y modelaje económico, se siguió el esquema usado por Ricker, 1993.

Se calculó el valor presente neto (*VPN*) por árbol, a partir de cada una de las actividades que implica establecer y mantener esta plantación. El valor presente neto suma los costos y beneficios desde el punto de vista de un inversionista que puede invertir en la actividad seleccionada o en otra actividad comercial. Entonces, mientras más en el futuro esté un ingreso, menos valor monetario tiene en el presente, porque no se ganan intereses en otra inversión en los años anteriores. En

otras palabras, se toma en cuenta el valor monetario del tiempo en una inversión. La ventaja de calcular valores presentes es que se pueden sumar o restar sin considerar en qué punto del tiempo ocurre. Para calcular el valor presente, se utiliza la siguiente fórmula, usada en el análisis financiero (Ricker, 1998: capítulo 5).

$$VP = A \cdot \text{Exp}[-r \cdot T], \quad (1)$$

donde  $A$  es la cantidad de ingreso, costo o utilidad neta (“amount”),  $\text{Exp}$  se refiere a la función exponencial,  $r$  es la tasa de descuento continua anual (“rate”), y  $T$  es un punto en el tiempo (“time”). En este estudio se considera una tasa de descuento continua anual ( $r$ ) del 5% y a la edad de los árboles como punto en el tiempo  $T$ . La variable  $A$  está dada por cada uno de los costos o ingresos.

## 6. Resultados

### Curva de rendimiento de la cosecha en función de la edad de los árboles

Para estimar la curva de rendimiento esperada en promedio, en función de las diferentes edades de los árboles de cacao, se llevó a cabo una regresión con los datos que se muestran en la Cuadro 4. Hay 60 árboles de seis edades diferentes (1, 2, 3, 7 8 y 10 años de edad). Se estimó la cosecha anual por árbol a partir de los datos tomados en campo (los datos originales se muestran en el Apéndice 1).

En los tres periodos de cosecha mencionados, se cortaron todos los frutos maduros de los árboles marcados y se registró el número de frutos inmaduros de cada árbol. A cada fruto maduro se le midió el peso y número de semillas. El peso de las semillas de los frutos inmaduros se estimó a partir del promedio del peso de las semillas de los frutos maduros de cada edad, de modo que para el árbol #3, al presentar 16 frutos inmaduros y solo 1 fruto maduro, se estimó el peso de los 16 frutos a partir del peso promedio de las semillas de los árboles de la misma de edad y se sumó al el peso de las semillas del único fruto maduro, resultando en  $16 \times 118.4$

+ 114.8 = 2,009.2). En la siguiente Cuadro se muestra el total de la cosecha estimada los 60 árboles muestreados.

Cuadro 4. Cosecha estimada de cada uno de los 60 árboles de la muestra

| Código del árbol | Edad del árbol en 2013 | Cosecha anual en gramos | Cosecha anual promedio por edad en gramos |
|------------------|------------------------|-------------------------|---|
| 1                | 1                      | 0                       |   |
| 2                | 1                      | 237                     |   |
| 3                | 1                      | 2010                    |   |
| 4                | 1                      | 0                       |   |
| 5                | 1                      | 327                     |   |
| 6                | 1                      | 590                     |   |
| 7                | 1                      | 543                     |   |
| 8                | 1                      | 1091                    |   |
| 9                | 1                      | 386                     |   |
| 10               | 1                      | 355                     | 545                                       |
| 11               | 2                      | 415                     |   |
| 12               | 2                      | 0                       |   |
| 13               | 2                      | 1073                    |   |
| 14               | 2                      | 623                     |   |
| 15               | 2                      | 311                     |   |
| 16               | 2                      | 0                       |   |
| 17               | 2                      | 492                     |   |
| 18               | 2                      | 0                       |   |
| 19               | 2                      | 243                     |   |
| 20               | 2                      | 1510                    | 467                                       |
| 21               | 3                      | 3319                    |   |
| 22               | 3                      | 376                     |   |
| 23               | 3                      | 3402                    |   |
| 24               | 3                      | 3107                    |   |
| 25               | 3                      | 251                     |   |
| 26               | 3                      | 2358                    |   |
| 27               | 3                      | 2387                    |   |
| 28               | 3                      | 503                     |   |
| 29               | 3                      | 3494                    |   |
| 30               | 3                      | 2746                    | 2194                                      |
| 31               | 7                      | 2236                    |   |
| 32               | 7                      | 886                     |   |
| 33               | 7                      | 1765                    |   |
| 34               | 7                      | 2327                    |   |
| 35               | 7                      | 2761                    |   |
| 36               | 7                      | 3442                    |   |
| 37               | 7                      | 4451                    |   |
| 38               | 7                      | 3273                    |   |
| 39               | 7                      | 2658                    |   |

|    |    |      |      |
|----|----|------|------|
| 40 | 7  | 2910 | 2671 |
| 41 | 8  | 1759 |      |
| 42 | 8  | 1276 |      |
| 43 | 8  | 776  |      |
| 44 | 8  | 1043 |      |
| 45 | 8  | 2405 |      |
| 46 | 8  | 906  |      |
| 47 | 8  | 2214 |      |
| 48 | 8  | 0    |      |
| 49 | 8  | 541  |      |
| 50 | 8  | 1373 | 1229 |
| 51 | 10 | 4756 |      |
| 52 | 10 | 6279 |      |
| 53 | 10 | 2237 |      |
| 54 | 10 | 3807 |      |
| 55 | 10 | 1451 |      |
| 56 | 10 | 2712 |      |
| 57 | 10 | 9781 |      |
| 58 | 10 | 2570 |      |
| 59 | 10 | 4714 |      |
| 60 | 10 | 4884 | 4319 |

El modelo de la regresión fue  $\ln[\text{Cosecha}] = a + b \cdot \text{Edad}$ . La relación que existe entre la edad de los árboles y el logaritmo del valor promedio de la cosecha, se puede observar en la Figura 1. En el cuadro 2 se muestran los resultados de la regresión lineal. La probabilidad de una pendiente diferente de cero es de 0.07 por lo que no es significativo. Sin embargo, aquí no hay duda que una pendiente positiva es el modelo correcto. La no-significancia se debe a tener solamente seis puntos de datos en la regresión. La transformación al logaritmo resulta en una mejor distribución de los residuos, acercándose más a una distribución normal. Una razón de usar las cosechas promedio por año, es que no se podrá tomar el logaritmo de cosecha de 0 gramos que presentaron algunos árboles de la muestra.

La regresión supone que las condiciones del suelo que determina las cosechas son homogéneas entre parcelas de 2 ha. De lo contrario no se podría suponer que una mayor cosecha en una parcela con árboles con mayor edad solamente se deba a la edad. En un análisis de suelos (Apéndice 3), se mostró que esta suposición es razonable.

Cuadro 5. Cuadro de la regresión lineal de la cosecha promedio por año en función de las edades de los árboles

|          | <b>Coefficiente</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Valor de t</b> | <b>Probabilidad</b> |
|----------|---------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| <b>a</b> | 6.27                | 0.474                 | 13.2              | 0.0002              |
| <b>b</b> | 0.190               | 0.077                 | 2.5               | 0.07                |

$n = 6, R^2 = 0.60$

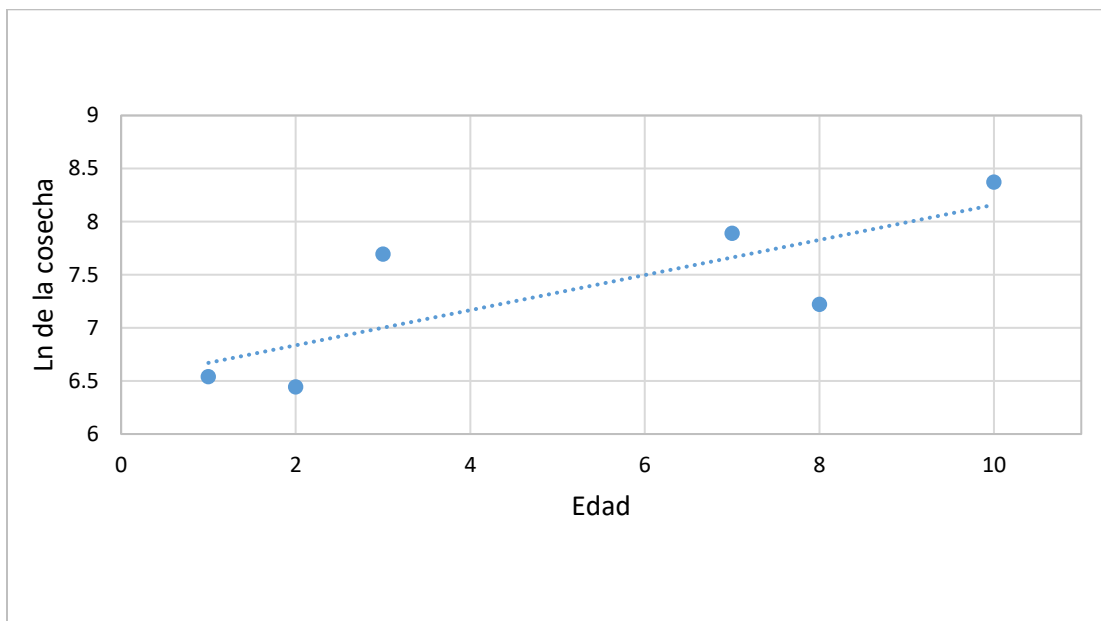


Figura 18. Regresión lineal del logaritmo de la cosecha promedio anual (en gramos) en función de la edad de los árboles (en años).

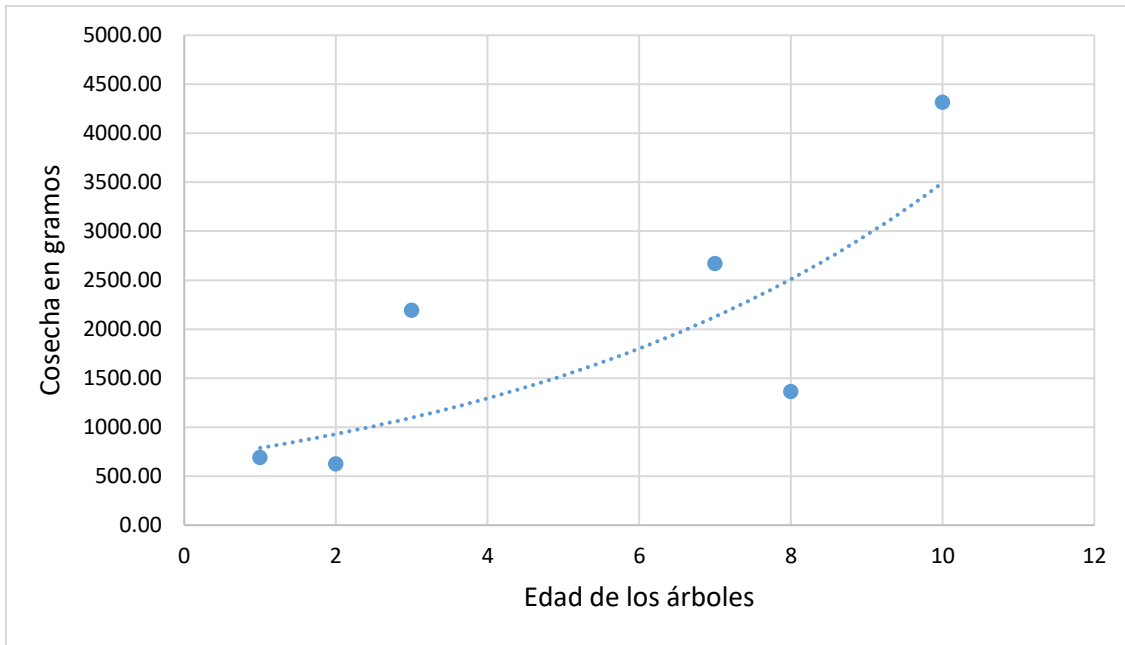


Figura 19. Re-transformación a la escala original del eje de la cosecha. La ecuación de regresión se convierte en  $Cosecha = Exp[6.27 + 0.190 \cdot Edad]$ .

Como se mencionó, la parcela no cuenta con árboles de edades continuas, y además no se midió la cosecha completa de cada árbol muestreado. Sin embargo, existe la información por parte del dueño de la hacienda de que en 2012 y 2013, la cosecha total de la plantación fue de 4.8 y 2.8 toneladas de grano seco, respectivamente, o 3.8 toneladas en promedio por año. En adelante, se usa este dato para llegar a una curva de cosecha promedio esperada en la hacienda.

Primero se utilizó la ecuación de la regresión de la Figura 19, para estimar la cosecha promedio esperada tanto de los árboles de las edades faltantes (4, 5, 6 y 9 años de edad), como la de los árboles de las edades registradas. Aplicando la ecuación de regresión  $Cosecha = Exp[6.27 + 0.190 \cdot Edad]$  para los primeros diez años resulta en 0.640, 0.773, 0.935, 1.131, 1.368, 1.654, 2.000, 2.418, 2.924, y 3.536 kg. La suma es 17.380 kg. Dividiendo las cosechas anuales predichas entre ese resultado, se obtuvieron proporciones de cosecha según edad: 0.0368 (0.640 / 17.380), 0.0445, 0.0538, 0.0651, 0.0787, 0.0952, 0.1151, 0.1391, 0.1683, y 0.2035. La suma obviamente es 1. Sumando, sin embargo, solamente las proporciones de



las edades presentes en la plantación (4, 5, 6 y 9 años de edad), resulta en 0.5928, cuyo inverso es 1.687. Es decir, contando con una plantación con todas las edades, la cosecha sería 1.687 veces mayor. Con un promedio de 3.8 toneladas por año, la cosecha esperada sería de 6410.15 kilogramos en 8 hectáreas con árboles de las edades faltantes. Multiplicando las diez proporciones calculadas con este dato, resulta en 235.91 kg (a la edad de 1 año en 2 hectáreas), 285.27 kg, 344.96 kg, 417.14 kg, 504.43 kg, 609.98 kg, 737.61 kg, 891.96 kg, 1078.60 kg, y 1304.29 kg (a la edad de 10 años en 2 hectáreas) de grano seco.

La distribución de los árboles de diferentes edades no es uniforme en las 12 ha del terreno: Aunque podría haber el mismo número de árboles en cada una de las 6 parcelas de si midieran 2 ha, no es así; se estimaron las siguientes cantidades de árboles de cada lote: 675 de un año, 1035 de 2 años, 1440 de 3 años, 1125 de 7 años, 945 de 8 años, y 1305 de 10 años. El promedio es 1087.5 árboles en dos hectáreas. Dividiendo las cosechas estimadas en 2 hectáreas entre el número promedio de árboles resulta en la cosecha estimada por árboles según edad el cuadro 6. Finalmente se supone que la cosecha a los 10 años de edad ya es constante para los siguientes diez años. Entonces hasta la edad de 10 años la función es exponencial, y a partir de los diez años y hasta que el árbol es talado, a los 20 años de edad, para remplazarlo por uno más joven, la cosecha es constante, como se muestra en la Figura 20.

Cuadro 6. Valores promedios esperados de la cosecha en kilogramos de un árbol de cacao a lo largo de 20 años

| <b>Edad del árbol</b> | <b>Cosecha esperada de grano seco a determinada edad (kg)</b> |
|-----------------------|---|
| 1                     | 0.217   |
| 2                     | 0.262   |
| 3                     | 0.317   |
| 4                     | 0.384   |
| 5                     | 0.464   |
| 6                     | 0.561   |

|    |       |
|----|-------|
| 7  | 0.678 |
| 8  | 0.82  |
| 9  | 0.992 |
| 10 | 1.199 |
| 11 | 1.199 |
| 12 | 1.199 |
| 13 | 1.199 |
| 14 | 1.199 |
| 15 | 1.199 |
| 16 | 1.199 |
| 17 | 1.199 |
| 18 | 1.199 |
| 19 | 1.199 |
| 20 | 1.199 |

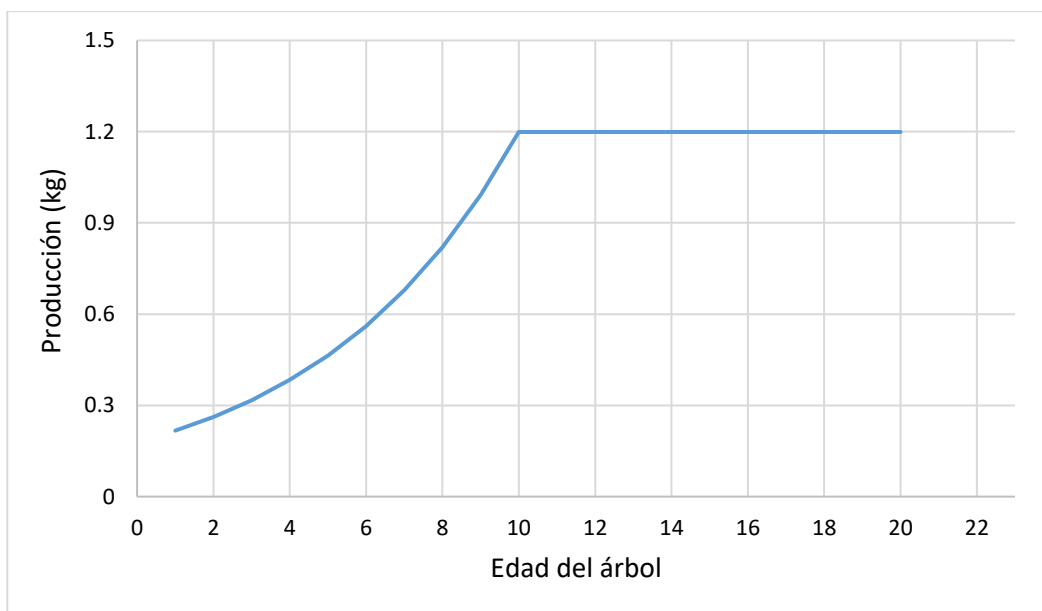


Figura 20. Modelo de la cosecha promedio de un árbol a lo largo de 20 años.

Para analizar con mayor detalle la variación biológica, relacionada con la cosecha de cacao, se midieron cinco variables por mazorca: masa, longitud y circunferencia, así como número y masa total de las semillas por mazorca. Se cosecharon y midieron solamente mazorcas maduras.

Los 274 datos originales se muestran en el Apéndice 2. El cuadro 7 presenta las 5 variables como promedios por árbol. Dado que al momento de cosechar no se encontraron frutos maduros en todos los árboles de la muestra, solo se consideran valores de 43 árboles en los que se encontraron frutos maduros. El cuadro 8 muestra los resultados de un análisis de varianza (ANOVA) por árbol. Se observa que hay diferencias altamente significativas entre árboles de distintas edades, excepto en el número de semillas. Finalmente, el cuadro 9 muestra los estadísticos descriptivos de valores máximos y mínimos, así como de los cuartiles de cada una de las variables analizadas.

Cuadro 7. Valores promedio de las mediciones de las mazorcas de 43 de los 60 árboles

| Código de árbol | Edad de los árboles | Cantidad de mazorcas por árbol | Circunferencia promedio de las mazorcas por árbol (cm) | Longitud promedio de las mazorcas por árbol (cm) | Masa total de las mazorcas por árbol (g) | Cantidad promedio de semillas por árbol | Masa promedio de las semillas por árbol (g) |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|--|--|--|---|---|
| 3               | 1                   | 1                              | 24.5   | 18.0   | 414.70                                   | 38.0                                    | 114.82                                      |
| 6               | 1                   | 1                              | 27.0   | 19.0   | 491.10                                   | 38.0                                    | 115.97                                      |
| 7               | 1                   | 3                              | 23.5   | 17.3   | 362.17                                   | 37.3                                    | 101.94                                      |
| 8               | 1                   | 6                              | 25.9   | 19.3   | 471.54                                   | 37.0                                    | 122.59                                      |
| 9               | 1                   | 3                              | 24.1   | 18.4   | 424.30                                   | 40.7                                    | 128.65                                      |
| 13              | 2                   | 6                              | 22.8   | 17.4   | 328.97                                   | 34.3                                    | 92.44                                       |
| 17              | 2                   | 4                              | 22.9   | 16.8   | 327.24                                   | 38.5                                    | 97.00                                       |
| 19              | 2                   | 1                              | 29.5   | 21.5   | 697.62                                   | 38.0                                    | 139.47                                      |
| 20              | 2                   | 8                              | 24.6   | 18.0   | 409.40                                   | 36.9                                    | 111.98                                      |
| 21              | 3                   | 10                             | 26.7   | 19.8   | 532.08                                   | 35.6                                    | 118.75                                      |
| 23              | 3                   | 5                              | 27.9   | 21.3   | 584.87                                   | 41.2                                    | 128.79                                      |

|                 |    |            |             |             |               |             |               |
|-----------------|----|------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| 24              | 3  | 6          | 28.2        | 22.2        | 612.61        | 33.3        | 120.73        |
| 26              | 3  | 4          | 29.9        | 23.3        | 798.14        | 39.0        | 150.61        |
| 27              | 3  | 9          | 27.3        | 21.8        | 569.52        | 34.2        | 111.95        |
| 28              | 3  | 1          | 26.4        | 20.0        | 527.86        | 42.0        | 126.63        |
| 29              | 3  | 10         | 27.9        | 22.0        | 641.49        | 38.7        | 136.21        |
| 30              | 3  | 4          | 27.5        | 20.8        | 568.35        | 36.5        | 122.22        |
| 31              | 7  | 3          | 29.3        | 22.6        | 736.48        | 38.0        | 154.67        |
| 33              | 7  | 2          | 31.6        | 26.2        | 824.93        | 40.0        | 186.39        |
| 34              | 7  | 5          | 27.5        | 22.1        | 617.36        | 34.8        | 137.37        |
| 35              | 7  | 8          | 27.0        | 20.7        | 558.15        | 34.0        | 123.58        |
| 36              | 7  | 5          | 28.0        | 21.7        | 620.04        | 35.2        | 131.38        |
| 37              | 7  | 12         | 25.5        | 20.3        | 519.56        | 32.3        | 107.20        |
| 38              | 7  | 6          | 25.6        | 19.4        | 491.19        | 36.2        | 123.60        |
| 39              | 7  | 6          | 26.5        | 20.3        | 520.71        | 36.3        | 126.46        |
| 40              | 7  | 7          | 26.2        | 20.5        | 532.54        | 38.6        | 126.37        |
| 41              | 8  | 5          | 25.6        | 19.6        | 506.15        | 37.6        | 118.87        |
| 42              | 8  | 7          | 25.2        | 19.9        | 468.87        | 38.0        | 108.28        |
| 44              | 8  | 1          | 26.5        | 20.0        | 555.72        | 36.0        | 136.75        |
| 45              | 8  | 2          | 23.0        | 18.6        | 358.35        | 40.0        | 102.77        |
| 47              | 8  | 5          | 27.2        | 20.9        | 595.17        | 34.4        | 132.15        |
| 49              | 8  | 1          | 29.5        | 25.0        | 778.24        | 40.0        | 153.14        |
| 50              | 8  | 6          | 30.4        | 24.0        | 889.89        | 42.0        | 164.16        |
| 51              | 10 | 9          | 28.9        | 22.6        | 702.83        | 36.9        | 147.09        |
| 52              | 10 | 8          | 25.9        | 19.8        | 531.98        | 37.3        | 141.32        |
| 53              | 10 | 5          | 29.1        | 23.9        | 694.93        | 40.0        | 166.60        |
| 54              | 10 | 9          | 28.8        | 23.5        | 691.22        | 36.4        | 162.93        |
| 55              | 10 | 5          | 27.7        | 21.9        | 648.29        | 36.8        | 134.28        |
| 56              | 10 | 9          | 29.2        | 23.0        | 742.21        | 37.4        | 145.37        |
| 57              | 10 | 15         | 29.7        | 24.1        | 785.03        | 36.0        | 144.31        |
| 58              | 10 | 12         | 31.4        | 24.8        | 905.81        | 38.6        | 175.20        |
| 59              | 10 | 19         | 28.8        | 22.7        | 708.51        | 38.3        | 157.79        |
| 60              | 10 | 21         | 29.1        | 23.0        | 708.85        | 39.0        | 165.47        |
| <b>Promedio</b> |    | <b>6.3</b> | <b>27.6</b> | <b>21.6</b> | <b>621.58</b> | <b>37.1</b> | <b>136.75</b> |

Cuadro 8. Resultados del análisis de varianza para detectar diferencias entre árboles para cinco variables

| <b>Variable</b>                               | <b>Valor de F</b> | <b>Probabilidad.</b>  |
|---|-------------------|-----------------------|
| <b>Circunferencia de la mazorca</b>           | 3.704             | $1.0 \cdot 10^{-10}$  |
| <b>Longitud de la mazorca</b>                 | 3.646             | $1.7 \cdot 10^{-10}$  |
| <b>Masa de la mazorca</b>                     | 4.453             | $9.5 \cdot 10^{-10}$  |
| <b>Número de semillas por mazorca</b>         | 1.067             | 0.37                  |
| <b>Masa total de las semillas por mazorca</b> | 3.382             | $2.10 \cdot 10^{-10}$ |

Grados de libertad en cada una de los 5 ANOVAs ( $n = 274$  datos): modelo 42, error 231.

Cuadro 9. Estadísticos descriptivos de cada una de las 5 variables medidas

| <b>Variabes</b>                            | <b>Valores mínimos</b> | <b>Valores máximos</b> | <b>Cuartiles</b>           |
|--|------------------------|------------------------|----------------------------|
| Circunferencia de la mazorca (cm)          | 22.8                   | 31.6                   | 25.7<br>27.3<br>29.0       |
| Longitud de la mazorca (cm)                | 16.8                   | 26.5                   | 19.6<br>20.9<br>22.7       |
| Masa de la mazorca (g)                     | 327.24                 | 905.81                 | 494.93<br>569.52<br>701.53 |
| Número de semillas por mazorca             | 32                     | 42                     | 36.0<br>37.4<br>38.6       |
| Masa total de las semillas por mazorca (g) | 92.44                  | 186.395                | 118.78<br>128.79<br>146.66 |

## **Análisis y modelaje económico**

Para realizar el análisis y modelaje económico, se obtuvieron datos sobre el manejo de producción y los gastos en la hacienda la Joya, así como de la venta de cacao. Se considera que se tienen gastos de producir o comprar las plántulas, de establecerlas y mantenerlas. En el modelo usado de costo-beneficio, no se toma en cuenta la inversión inicial para comprar un terreno y construir edificios. Sin embargo, sí se consideran otras inversiones: el equipo de riego, la energía eléctrica, un tractor con remolque, y herramientas. Además hay gastos corrientes: el pago de jornales de los trabajadores, la compra de plaguicidas, abono y combustible para la bomba de riego y el tractor.

Una vez determinados los costos de inversión inicial de mantenimiento, así como el del precio del cacao, se procedió a estimar el valor presente neto (VNP) por árbol de la plantación, para tomar en cuenta que los costos e ingresos ocurren en diferentes años. Una vez establecido el VPN, se realizó un análisis de sensibilidad del mismo a los parámetros que lo determinan.

### **Costos de inversión**

Como costos de inversión inicial, se consideran el establecimiento de la plantación con el sistema de riego, así como la compra de materiales para el procesamiento del cacao y un tractor con remolque (Cuadro 10):

- Sistema de riego: Consiste en una bomba instalada al lado del río y el sistema de mangueras que pasan por cada árbol. El costo de inversión inicial del sistema de riego por goteo estimado para las 12 ha consideradas en el estudio, es de 580,000 MXN en el año 2012.
- Equipo para procesar el cacao: Una vez que se extraen las semillas del cacao, la mayoría son llevadas a fermentar en cajas que se mandaron a construir. Después, por lo general las semillas se dejan

secar a temperatura ambiente en un secador que también se mandó a construir. Sin embargo si la humedad es excesiva, el secado se hace en un horno. Posteriormente las semillas se tuestan en el tostador para después pasar por la maquina descascarilladora. Finalmente, la elaboración de la pasta se realiza con un molino.

- Herramientas de trabajo: Entre las herramientas se consideran todo aquellos artículos empleados para el mantenimiento de la plantación, que son usados a diario por los trabajadores de la hacienda. Entre éstas se incluyen palas, machetes, cavahoyos, tijeras podadoras, carretillas para trasportar frutos y tierra, así como cubetas para usos múltiples. Además, se cuenta con 6 bombas aspersoras para la aplicación de plaguicidas orgánicos y con un tractor con remolque.
- La hacienda cuenta actualmente con 20 ha de cultivo. Sin embargo cuando se inició este estudio en 2013, solo se contaba con 12 ha. En las 8 ha restantes, se plantaron 1305 árboles de cacao de un año de edad. Se aprovechó esta nueva plantación con la finalidad de calcular el valor presente de establecer una plantación por árbol (Cuadro 13). Se dividió el costo reportado por el dueño de la hacienda, entre 1305 árboles para obtener el costo por árbol.

Cuadro 10. Resumen del costo de inversión inicial en equipo

| <b>Bienes</b>                      | <b>Inversión inicial (MXN)</b> |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Sistema de riego para 12 ha        | 580,000                        |
| Horno para secar semillas de cacao | 12,000                         |
| Tostador                           | 25,000                         |
| Maquina descascarilladora          | 20,000                         |
| Molino                             | 20,000                         |
| 6 Bombas aspersoras                | 4,200                          |

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| 10 Cavahoyos           | 3,500          |
| 14 Machetes            | 2,800          |
| 10 Tijeras             | 600            |
| 8 Palas                | 1,600          |
| 5 Carretillas          | 2,000          |
| 20 Cubetas             | 1,200          |
| 10 Cajas fermentadoras | 5,000          |
| Tractor y remolque     | 200,000        |
| <b>Total:</b>          | <b>877,900</b> |

Cuadro 11. Costo de inversión para establecer una plantación

| <b>Actividad</b>                                   | <b>Costo por árbol (MXN)</b> |
|--|------------------------------|
| Costo de producir una plántula en el propio vivero | 80.00                        |
| Plantar árboles de cacao                           | 4.83                         |
| Plantar árboles de sombra                          | 4.83                         |

### **Gastos corrientes (costos variables)**

Se consideran como gastos corrientes aquellos que se realizan mensualmente para manejar la plantación. Entre ellos, se considera tanto la mano de obra, como los gastos que se realizan por el consumo de energía eléctrica y combustible (Cuadro 14).

- Riego: El agua se obtiene del Rio Seco, cuyo cauce queda a unos 100 m de distancia de la parcela. Por medio de una bomba de diésel, el agua es transportada hacia el cultivo. Durante la temporada de secas en abril y mayo, se compran al menos 200 litros diarios de diésel a 12 MXN por litro, ya que



la bomba trabaja alrededor de ocho horas al día, lo cual hace un gasto aproximado de 2,500 MXN por día (y 150,000 MXN al año).

- **Energía eléctrica:** Por lo general, el cacao se deja secar a temperatura ambiente, pero si la humedad es excesiva, el secado se hace en un horno eléctrico. Las semillas pasan por el tostador, por la maquina descascarilladora, y finalmente por el molino. Es decir, se cuentan con cuatro aparatos que consumen energía eléctrica (horno, tostadora, descascarilladora y molino), generando un gasto mensual de energía de 3,500 MXN.
- **Jornales de trabajadores:** Hay un total de 14 trabajadores con una edad de entre 40 y 60 años. Su pago diario es de 90 MXN durante 6 horas (7:00 a 13:00), por seis días a la semana. Si se excede este horario, la paga se incrementa 60 MXN al día. Por lo general, esto ocurre durante la época de cosecha, cuando se trabaja incluso los domingos. Aunque no cuentan con seguro social, cuentan con apoyo económico para gastos médicos en caso de que sea necesario. El gasto mensual de los jornales suma aproximadamente 37,800 MXN.
- **Abono y plaguicidas:** Como la plantación cuenta con una reciente certificación de cultivo orgánico, los plaguicidas se elaboraban a base de ajo y cebolla. Además se compra un compuesto con azufre (sulfatrón), el cual tiene un costo de 51 MXN por litro. Se aplica con bomba aspersora con una frecuencia de cada 15 días, generando un gasto total de 1,275 MXN mensuales. Hay seis bombas manuales con las cuales se aplica el plaguicida. El abono se elabora en la hacienda a partir de los propios residuos orgánicos y de los restos de las cáscaras de cacao, generando solamente gasto en jornales para distribuirlos.

Cuadro 12. Resumen de gasto corriente anual de la hacienda La Joya

| <b>Actividad</b>             | <b>Gasto mensual (MXN)</b> | <b>Gasto anual (MXN)</b> |
|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Riego                        | 75,000                     | 225,000                  |
| Consumo de energía eléctrica | 3,500                      | 42,000                   |
| Plaguicidas                  | 1,275                      | 15,300                   |
| Jornales                     | 37,800                     | 453,600                  |
| <b>Total</b>                 | <b>117,575</b>             | <b>735,900</b>           |

### **Ingresos y Valor Presente Neto**

El ingreso principal de la Hacienda la Joya proviene de la exportación de grano seco de cacao. El mercado principal se encuentra en Europa (Bélgica, Francia e Inglaterra). También se exporta a Estados Unidos y Canadá, y más recientemente a Japón, uno de los principales consumidores de cacao en Asia (ICCO, 2013).

Además del grano tostado, la pasta de cacao y el chocolate artesanal, se venden plantas de cacao: varetas para injertar, semillas que no cumplen con las características de calidad para exportación, e incluso frutos completos para el consumo y la preparación de bebidas y alimentos de los habitantes de la localidad. El total de las semillas que se cosechan en la hacienda La Joya es se fermenta y tuesta, y aproximadamente la mitad de éstas es transformada en pasta (el porcentaje puede variar con la demanda). Tanto la pasta como el grano tostado se venden en dólares estadounidenses, constituyendo la fuente principal de ingresos. Dado que la pasta se elabora exclusivamente por petición previa por parte del comprador, en mi análisis solo se consideran los gastos implicados hasta la venta de grano seco fermentado y tostado.

Desde marzo de 2013, la hacienda La Joya cuenta con una certificación como plantación orgánica de cacao por la organización IMO Control Latinoamérica, con sede en Bolivia. Además, en febrero de este mismo año, la SAGARPA otorgó al dueño (Carlos Echeverría) el título de obtentor del Clon Carmelo 1 de cacao, con el

número de registro 2858-CAO-030513/C. Lo anterior aumenta el valor económico de la producción en relación a la obtenida en otras plantaciones que carecen de este tipo de certificaciones.

Cuadro 13. Precios de los productos que se venden en la hacienda la Joya

| <b>Producto</b>             | <b>Precio</b> |            |
|-----------------------------|---------------|------------|
| Pasta de cacao (kg)         | 16.50 USD     | 206.84 MXN |
| Vareta para injerto         |               | 200.00 MXN |
| Grano fino (tostado) (kg)   | 10.00 USD     | 125.35 MXN |
| Chocolate artesanal (500.g) |               | 85.00 MXN  |
| Plántula                    |               | 80.00 MXN  |
| Grano de menor calidad (kg) |               | 50.00 MXN  |
| Mazorca                     |               | 20.00 MXN  |

Cuando se hace el cálculo del valor presente por árbol de la plantación, se considera la suma total del valor presente dividido entre los 6526 árboles de 1 a 10 años, estimados en las 12 ha de plantación. En el caso de la inversión inicial de establecer una plantación, se consideran las 1305 plantas de cacao establecidas en las 8 ha adicionales.

De acuerdo con el capítulo anterior, en el que se establece la curva de rendimiento de la plantación y considerando el precio al que es vendido el kilogramo de grano de cacao, se estima el valor presente de los ingresos por árbol a lo largo de 20 años (Cuadro 14). Para calcularlo, se aplica la fórmula 1, utilizando una tasa de descuento ( $r$ ) del 5%, en donde  $A$  está representado por el ingreso en pesos mexicanos (MXN) y la edad  $T$  en la primera columna. Por ejemplo, un árbol tiene una cosecha esperada de 0.384 kg cuatro años después de su establecimiento. Con 10 USD por kilogramo resultan 3.84 USD, y con una tasa de cambio de 16.00 MXN (2014) por dólar estadounidense (USD) son 61.37 MXN. Aplicando la fórmula 1, el valor presente es  $61.37 \cdot \text{Exp}[-0.05 \cdot 4] = 61.37 \cdot 0.8187 = 50.25$  MXN, es decir, el valor del ingreso baja en 18.1% (100% – 81.9%) debido al retraso de cuatro años.

Cuadro 14. Valor presente del ingreso por árbol en un periodo de 20 años, con un valor de 10 USD por kilogramo de grano fino y una tasa de cambio de 16 MXN por USD

| <b>Año</b>                               | <b>Grano seco (kg)</b> | <b>Ingreso en el futuro (US)</b> | <b>Ingreso en el futuro (MXN)</b> | <b>Valor presente del ingreso (MXN)</b> |
|--|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1  | 0.217                  | 2.17                             | 34.71                             | 33.02                                   |
| 2  | 0.262                  | 2.62                             | 41.97                             | 37.98                                   |
| 3  | 0.317                  | 3.17                             | 50.75                             | 43.68                                   |
| 4  | 0.384                  | 3.84                             | 61.37                             | 50.25                                   |
| 5  | 0.464                  | 4.64                             | 74.21                             | 57.80                                   |
| 6  | 0.561                  | 5.61                             | 89.74                             | 66.48                                   |
| 7  | 0.678                  | 6.78                             | 108.52                            | 76.47                                   |
| 8  | 0.820                  | 8.20                             | 131.23                            | 87.97                                   |
| 9  | 0.992                  | 9.92                             | 158.69                            | 101.19                                  |
| 10                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 116.39                                  |
| 11                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 110.71                                  |
| 12                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 105.31                                  |
| 13                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 100.18                                  |
| 14                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 95.29                                   |
| 15                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 90.64                                   |
| 16                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 86.22                                   |
| 17                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 82.02                                   |
| 18                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 78.02                                   |
| 19                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 74.21                                   |
| 20                                       | 1.199                  | 11.99                            | 191.90                            | 70.59                                   |
| <b>Suma del valor presente esperado:</b> |                        |                                  |                                   | <b>1,564.44</b>                         |

Al considerar el sistema de riego, se tiene que tomar en cuenta el costo del combustible a lo largo de 20 años; para ello se consideró el precio por litro de gasolina con base en el año del 2013, el cual era de 12 MXN. Considerando que se utiliza la bomba 60 días al año (cuando menos lluvia hay), y que el gasto diario de combustible en promedio es de 2,500 MXN, entonces anualmente hay un gasto 150,000 MXN. En el cuadro 15, se calcula el valor presente por año de aplicación del riego.

Cuadro 15. Valor presente del costo de diésel para el sistema de riego por goteo

| <b>Año</b>    | <b>Valor presente de 150,000 MXN anuales para gasolina para regar 6526 árboles</b> | <b>Valor presente de la gasolina por árbol (MXN)</b> |
|---------------|--|--|
| 1             | 142,684.41   | 21.86  |
| 2             | 135,725.61   | 20.80  |
| 3             | 129,106.20   | 19.78  |
| 4             | 122,809.61   | 18.82  |
| 5             | 116,820.12   | 17.90  |
| 6             | 111,122.73   | 17.03  |
| 7             | 105,703.21   | 16.20  |
| 8             | 100,548.01   | 15.41  |
| 9             | 95,644.22  | 14.66  |
| 10            | 90,979.60  | 13.94  |
| 11            | 86,542.47  | 13.26  |
| 12            | 82,321.75  | 12.61  |
| 13            | 78,306.87  | 12.00  |
| 14            | 74,487.80  | 11.41  |
| 15            | 70,854.98  | 10.86  |
| 16            | 67,399.34  | 10.33  |
| 17            | 64,112.24  | 9.82   |
| 18            | 60,985.45  | 9.34   |
| 19            | 58,011.15  | 8.89   |
| 20            | 55,181.92  | 8.46   |
| <b>Total:</b> |  | <b>238.38</b>  |

Como se ha mencionado anteriormente, se establecieron 8 hectáreas adicionales de plantación durante este estudio, con un total de 1305 plántulas de cacao, lo cual se aprovechó para calcular los gastos de establecimiento de una plantación. En este caso, se considera la mano de obra de 14 trabajadores durante 5 días como gasto para el trasplante de las plántulas de cacao y de los árboles de sombra (*Gliricidia sepium* y *Diphysa robinoides*). Con 90 MXN por día (6 horas), el

costo promedio por establecer un árbol es  $14 \cdot 5 \cdot 90 / 1305 = 4.83$  MXN. Establecer la misma cantidad de árboles de sombra conlleva el mismo costo. Como costo de producción de una plántula se usa el valor de venta de una plántula de cacao, como si la hacienda la comprara a sí misma, aunque en verdad el costo de producción debe ser menor para incluir alguna ganancia (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valor presente por árbol al establecer una plantación con 1305 árboles de cacao

| <b>Actividad</b>                    | <b>MXN</b>   |
|-------------------------------------|--------------|
| Costo de producir planta            | 50.00        |
| Costo de producir árboles se sombra | 30.00        |
| Trasplante de plántulas de cacao    | 4.83         |
| Plantar árboles de sombra           | 4.83         |
| <b>Total:</b>                       | <b>89.66</b> |

En el cuadro 17 se calcula el costo anual de mantener la plantación de 1305 árboles, considerando el costo de los plaguicidas y la mano de obra. Por otra parte en el cuadro 18, se usa el costo promedio anual por árbol que es de 36.88 MXM y en el cuadro 20 se muestra el valor presente que es de 454.67 MXN equivalente a 20 años una vez que se haya pagado este costo.

Cuadro 17. Costo del mantenimiento anual de una plantación de 1305 árboles de cacao

| <b>Actividad</b>  | <b>Costo (MXN)</b> |
|---|--------------------|
| Compra de cinco botellas de plaguicidas cada dos semanas. | 1,325.80           |

|  |                  |
|--|------------------|
| Aplicación de plaguicidas por seis personas cada dos semanas.                              | 14,040.00        |
| Poda y deshierbe una vez al mes (14 jornales)  | 15,120.00        |
| Eliminación de mazorcas enfermas y deshierbe durante dos días cada dos meses (28 jornales) | 15,120.00        |
| Aplicar composta dos veces por año (28 jornales)   | 2,520.00         |
| <b>Total</b>   | <b>48,125.80</b> |
| <b>Por árbol:</b>  | <b>36.88</b>     |

Cuadro 18. Valor presente del mantenimiento anual por árbol cada año durante 20 años

| <b>Año</b> | <b>Valor presente de mantenimiento por árbol (MXN)</b> |
|------------|--|
| 1          | 35.08  |
| 2          | 33.37  |
| 3          | 31.74  |
| 4          | 30.19  |
| 5          | 28.72  |
| 6          | 27.32  |
| 7          | 25.99  |
| 8          | 24.72  |
| 9          | 23.51  |
| 10         | 22.37  |
| 11         | 21.28  |
| 12         | 20.24  |
| 13         | 19.25  |
| 14         | 18.31  |
| 15         | 17.42  |
| 16         | 16.57  |
| 17         | 15.76  |

|              |               |
|--------------|---------------|
| 18           | 14.99         |
| 19           | 14.26         |
| 20           | 13.57         |
| <b>Total</b> | <b>454.67</b> |

El costo de realizar la cosecha anual de los frutos del cacao por árbol se hace a partir de los 6526 árboles de las 12 ha de la hacienda. Se consideran 6 épocas de cosecha al año realizadas en dos días por 14 trabajadores, siendo equivalente a 90 MXN de mano de obra por jornal, lo cual resulta en 2.32 MXN por árbol (Cuadro 19)

Cuadro 19. Valor presente del costo de cosechar anualmente (2.32 MXN)

| <b>Año</b> | <b>Valor presente promedio de la cosecha por árbol (MXN)</b> |
|------------|--|
| 1          | 2.20   |
| 2          | 2.10   |
| 3          | 1.99   |
| 4          | 1.90   |
| 5          | 1.80   |
| 6          | 1.72   |
| 7          | 1.63   |
| 8          | 1.55   |
| 9          | 1.48   |
| 10         | 1.41   |
| 11         | 1.34   |
| 12         | 1.27   |
| 13         | 1.21   |
| 14         | 1.15   |
| 15         | 1.09   |
| 16         | 1.04   |
| 17         | 0.99   |



|              |              |
|--------------|--------------|
| 18           | 0.94         |
| 19           | 0.90         |
| 20           | 0.85         |
| <b>Total</b> | <b>28.56</b> |

Finalmente se considera el valor presente del combustible para el tractor de la hacienda, así como su mantenimiento. Se estima un valor anual de 30,000 MXN de costo de combustible para el tractor y otros vehículos de la hacienda para el transporte de los frutos y las semillas. Aquí se estima el costo de la compra de 8 litros de combustible por 300 días al año. En el cuadro 20 se calcula el valor presente de tener este costo anualmente durante 20 años. La suma resulta en 369,869.54 MXN; dividido entre 6526 árboles, lo cual resulta en un costo de 56.68 MXN por árbol.

Cuadro 20. Valor presente del combustible y mantenimiento para vehículos de la hacienda

| <b>Año</b> | <b>Valor presente del costo de operación del tractor (MXN)</b> |
|------------|--|
| 1          | 28,536.88  |
| 2          | 27,145.12  |
| 3          | 25,821.24  |
| 4          | 24,561.92  |
| 5          | 23,364.02  |
| 6          | 22,224.55  |
| 7          | 21,140.64  |
| 8          | 20,109.60  |
| 9          | 19,128.84  |
| 10         | 18,195.92  |
| 11         | 17,308.49  |
| 12         | 16,464.35  |
| 13         | 15,661.37  |
| 14         | 14,897.56  |

|  |                   |
|--|-------------------|
| 15   | 14,171.00         |
| 16   | 13,479.87         |
| 17   | 12,822.45         |
| 18   | 12,197.09         |
| 19   | 11,602.23         |
| 20   | 11,036.38         |
| <b>Total</b>   | <b>369,869.54</b> |
| <b>Valor presente promedio por árbol al dividir entre 6526 árboles</b> | <b>56.68</b>      |

En el Cuadro 21 se calcula el valor presente neto al restar del valor presente de todos los ingresos (número positivo) los valores presentes de todos los costos (números negativos). La estimación del ingreso se hace a partir de los datos predichos sobre la producción estimada de un árbol en un periodo de 20 años (Cuadro 5), para lo cual también se consideró el precio al que se vende el kilogramo de cacao tostado en la hacienda (10 USD), ya que es el principal ingreso y la forma en la que se vende el cacao. En este cálculo no se consideran las otras fuentes de ingresos de la hacienda.

Cuadro 21. Cálculo del valor presente neto por árbol de la hacienda

| <b>Conceptos</b>                                   | <b>Valor derivado en la siguiente Cuadro</b> | <b>Valor presente promedio por árbol (MXN)</b> |
|--|--|--|
| Venta de las cosechas (grano fino)                 | 14   | <b>1,564.44</b>                                |
| Costo de la inversión inicial del sistema de riego | *580,000 / 6526                              | -88.88   |
| Diésel para el riego                               | 15   | -238.38  |
| Costo de establecer la plantación                  | 16   | -89.66   |

|   |    |               |
|---|----|---------------|
| Costo de mantener la plantación             | 17 | -36.88        |
| Costo de mano de obra para cosechar         | 19 | -28.56        |
| Costo de diésel y mantenimiento del tractor | 20 | -56.68        |
| <b>Valor presente neto por árbol</b>        |    | <b>519.66</b> |

\*Costo de la inversión del sistema de riego para 12 ha, entre el número de árboles en las 12 ha.

### **Análisis de sensibilidad**

Con base en los resultados de la sección anterior, se realizó un análisis de sensibilidad del valor presente neto por árbol. Para ello se consideraron los parámetros más relevantes para determinar el valor presente neto: la producción, el precio del cacao, la tasa de cambio, la inversión del sistema de riego, el costo de la gasolina y el costo de la mano de obra. En el análisis se calculó el valor presente neto del sistema de producción en la hacienda después de aumentar y disminuir 10% el valor original de los parámetros.

En el Cuadro 22 se observa que el precio de kilogramo de cacao, así como el factor de la cosecha, son los parámetros más sensibles (en igual proporción). Una disminución o un aumento del 10% en la producción actual o en el precio por kilogramo de grano de cacao incrementarían o disminuiría en un 30% el valor original de valor presente neto del ingreso por árbol. En seguida están la tasa de descuento y la mano de obra como valores sensibles. Al aumentar en un 10% la tasa de descuento, el valor presente neto del ingreso por árbol disminuiría en un 10%, mientras que disminuir el 10% de la tasa de descuento de su valor original, aumentaría en un 11% el VPN del ingreso por árbol, así habría una disminución que indica que al aumentar o disminuir en un 10% la tasa de descuento, genera un cambio significativo en el VPN del ingreso. Por otro lado, aumentar el precio de los

jornales, disminuye en 9% el valor del VPN del ingreso por árbol, mientras que disminuirlo, lo aumenta en un 11%. Un cambio en el costo del combustible, solo aumentaría o disminuiría el valor presente neto en 6%, mientras que la inversión en el sistema de riego resulta ser el valor menos sensible, aumentando o disminuyendo solo 2% del valor original.

Cuadro 22. Análisis de sensibilidad del valor presente neto de 519.66 MXN por árbol

| Variable y parámetro original         |         | Valor cambiado del parámetro |         | Nuevo VPN (MXN) | Porcentaje de cambio del VPN original <sup>1</sup> | Relación de cambio <sup>2</sup> |
|---------------------------------------|---------|------------------------------|---------|-----------------|--|---------------------------------|
| Factor de la cosecha <sup>3</sup>     | 1       | +10                          | 1.1     | 676.10          | 30.1   | 3.01                            |
|                                       |         | -10                          | 0.9     | 363.21          | -30  | 3.01                            |
| Precio por kg de grano de cacao (USD) | 10      | +10                          | 11      | 676.10          | 30   | 3.01                            |
|                                       |         | -10                          | 9       | 363.21          | -30  | 3.01                            |
| Tasa de cambio de MXN /USD            | 16      | +10                          | 17.6    | 676.10          | 30   | 3.01                            |
|                                       |         | -10                          | 14.4    | 363.21          | -30  | 3.01                            |
| Tasa de descuento (%)                 | 5       | +10                          | 5.5     | 468.31          | -10  | -0.99                           |
|                                       |         | -10                          | 4.5     | 574.89          | 11   | -1.06                           |
| Compra del sistema de riego (MXN)     | 580,000 | +10                          | 638,000 | 510.77          | -2   | -0.17                           |
|                                       |         | -10                          | 522,000 | 528.54          | 2  | -0.17                           |
| Costo de gasolina (MXN por litro)     | 12      | +10                          | 13.2    | 485.92          | -6   | -0.65                           |
|                                       |         | -10                          | 10.8    | 553.39          | 6  | -0.65                           |
| Mano de obra (MXN por 6 horas)        | 90      | +10                          | 99      | 471.62          | -9.2   | -0.92                           |
|                                       |         | -10                          | 81      | 576.69          | 11   | -1.10                           |

$$^1 100 \cdot (\text{Nuevo VPN} - 519.66) / 519.66 = 100 \cdot (\text{Nuevo VPN}) / 519.66 - 100$$

$$^2 (\text{Porcentaje de cambio del VPN original}) / (\text{Cambio del parámetro como porcentaje}) = [(\text{Nuevo VPN}) / 519.66 - 1] / (\text{Cambio del parámetro como porcentaje})$$

porcentaje) =  $[0.1924 \cdot (\text{Nuevo VPN}) - 100] / (\text{Cambio del parámetro como porcentaje})$

<sup>3</sup> Para modelar un cambio en la cosecha, se introdujo el factor de cosecha: En la Cuadro 8 se multiplica la cosecha anual de todos los años por el mismo factor; por ejemplo, con un factor de 2, la cosecha por árbol a un año es  $2 \cdot 0.217 = 0.434$  kg.

Finalmente, se estimaron los valores umbrales de los parámetros que determinan el valor presente neto, a los cuales el valor presente neto por árbol sería igual a cero. Estos valores son interesantes, porque dejaría de ser rentable la plantación. En el Cuadro 23 se muestran los valores umbrales y el porcentaje de cambio entre el valor original de los parámetros y el valor al cual el valor presente neto es cero. Se observa que nuevamente las variables más críticas son la cantidad de cosecha y el precio por kilogramo del grano, ya que presentan los porcentajes de cambio más bajos para llegar a un sistema no redituable.

Cuadro 23. Valores umbrales de los mismos parámetros de la Cuadro 22, que cambiarían a cero el valor presente neto por árbol

| <b>Parámetros</b>                            | <b>Valores originales de los parámetros</b> | <b>Valor umbral que vuelve cero al VPN</b> | <b>Porcentaje de cambio</b> |
|--|---|--|-----------------------------|
| <b>Factor de la cosecha</b>                  | 1   | 0.688                                      | -31                         |
| <b>Precio por kg de grano de cacao (USD)</b> | 10  | 6.68                                       | -33                         |
| <b>Tasa de cambio de MXN /USD</b>            | 16  | 10.69                                      | -33                         |
| <b>Tasa de descuento (%)</b>                 | 5   | 13.33                                      | 167                         |
| <b>Compra del sistema de riego (MXN)</b>     | 580,000.-                                   | 3,970,000.-                                | 584                         |
| <b>Costo de gasolina (MXN por litro)</b>     | 12  | 30.48                                      | 154                         |

|                                       |    |        |     |
|---------------------------------------|----|--------|-----|
| <b>Mano de obra (MXN por 6 horas)</b> | 90 | 187.36 | 108 |
|---------------------------------------|----|--------|-----|

## 7. Discusión

El presente análisis económico y biológico de la producción de cacao en el rancho “La Joya”, ha permitido conocer el manejo de la plantación desde ambas perspectivas. Este método puede ser replicado en otros sistemas dedicados al cultivo de cacao lo que representa un aporte para productores que deseen mejorar sus plantaciones.

Se discuten también posibles ajustes que podrían mejorar las ganancias en la producción. Asimismo se discute la posibilidad de incorporar árboles nativos (Cuadro 25) como sombra de cacao, lo que puede favorecer la conservación de algunas especies arbóreas nativas de la selva tropical del sureste mexicano.

### El rancho La Joya

En el rancho La Joya, se estima una producción anual de 3.8 toneladas, con un rendimiento de 317 kg/ha de grano seco, lo cual se encuentra por debajo del rendimiento del medio nacional, reportado en 455 kg/ha en 2013 por el SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). También queda por debajo del rendimiento promedio mundial, el cual se reporta en 464 kg/ha en 2012 por la FAO (<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>). Sin embargo, no está claro si los datos de más de 400 kg/ha se refieren solamente a las edades en que los árboles son más productivos o también a una mezcla de todas las edades de los árboles. Considerando solamente árboles mayores a 8 años en el rancho La Joya, la producción por hectárea sería 646 kg/ha (1.19 kg/árbol x 543 árboles/ha).

La producción de 317 kg/ha es mayor que la reportada por Bautista (2016) en otros municipios del estado de Tabasco, estimado en 289 kg/ha (nuevamente sin

saber las edades de los árboles). Esto aparentemente se debe al manejo y los cuidados adecuados, así como al acomodo de los árboles de la plantación (Figura 16), aunado a la implementación del sistema de riego, lo que permite que aún en los meses más secos se produzcan frutos. Bajo estas características de manejo, el cultivo es rentable y se estimó un valor presente neto (VPN) por árbol de 520 MXN.

Sin embargo, si no se considera la inversión del sistema de riego ni el gasto del combustible para hacer funcionar la bomba, el VPN por árbol, subiría a 945.87 MXN, menos el valor de la producción reducida con menos agua. No sabemos cuánto disminuiría la cosecha en La Joya, pero se puede calcular la reducción que resultaría nuevamente en un VPN de 520 MXN, aunque sin riego: El resultado es una reducción de 27% en la cosecha. Carr (2011) estima un aumento de 15% a 30% en la cosecha con riego de cacao en varios países de Latinoamérica y África, valores similares a los reportados por Anecacao (2016) en Ecuador. El valor de 27% está en este rango, pero no es claro si la producción en La Joya aumentó más del 27% con el riego, para que se justifique la fuerte inversión en este sistema y su mantenimiento. Por otra parte, para que el sistema de cultivo dejara de ser rentable sin riego, la pérdida de la producción tendría que ser del 60%; en conclusión, el sistema de riego no parece ser esencial para tener ganancias.

Bajo las actuales condiciones de manejo de la hacienda La Joya, se puede afirmar que la plantación de cacao es muy rentable en comparación con lo reportado en otros ranchos de Tabasco (Cuadro 24, Bautista-Mora *et al.*, 2016). Sin embargo, podrían hacerse modificaciones adoptando un sistema de sombreado más espaciado que permita la incorporación de más árboles de cacao y menos árboles de sombra. La densidad actual estimada de árboles de cacao es de 544, con una distancia aproximada de 4.3 m<sup>2</sup> entre cada par de árboles, mientras que en otros países, bajo sistema de sombreado, se reporta una densidad de hasta el doble (1,111 árboles/ha) con un espacio de 3 m entre árboles, lo que a su vez podría resultar en un mayor rendimiento (Somarriba, *et al.*, 1997). Si se pudiera mantener la producción de cacao por árbol al duplicar el número de árboles, entonces se duplicaría la cosecha y por ende el VPN por hectárea.

## Situación en otros ranchos de la región

En comparación con otros ranchos cacaoteros de Chontalpa, cercanos al rancho La Joya, (Cuadro 24), se encuentra que mantiene altos estándares de calidad en el manejo y cuidado de la plantación. Además cultiva una variedad de excelencia en el mercado internacional, comparable con el “criollo porcelana” de Venezuela, considerado como el mejor cacao del mundo (De Ramírez, 2011; ICCO, 2014).

Como puede observarse en la Cuadro 24, los tres ranchos adicionales visitados mantienen condiciones diferentes, tanto en el manejo de cultivo, como en la producción, variedades de cultivo, y mercado. Tanto el Rancho La Luz, como la hacienda Jesús María, que mantienen una gran extensión del cultivo, basan sus ingresos principalmente en el ecoturismo y adicionalmente en la venta de los productos que elaboran con el cacao que producen. De hecho tienen que comprar cacao local extra para satisfacer la demanda de sus productos transformados.

Cuadro 24. Manejo de cacao en otros Ranchos cercano a la hacienda La Joya.

| Nombre del rancho                       | La Joya                     | La Luz                          | Jesús María                     | Poblado C-33           |
|---|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| <b>Tipo de manejo</b>                   | Intensivo                   | Extensivo y ecoturístico        | Extensivo y ecoturístico        | **Tradicional          |
| <b>Sistema de riego</b>                 | Si                          | No                              | Parcial                         | No                     |
| <b>Extensión (ha)</b>                   | 12                          | 25                              | 60                              | 2                      |
| <b>Rendimiento anual (kg/ha)</b>        | 316.6                       | 110                             | 300                             | 220                    |
| <b>Variedad de cacao</b>                | Criollo (Clon Carmelo)      | Forastero y criollo             | Forastero y trinitario          | Patastillo             |
| <b>Precio de kg de grano seco (MXN)</b> | *206.84                     | No se vende, se usa como insumo | No se vende, se usa como insumo | 30                     |
| <b>Mercado</b>                          | Internacional (exportación) | Local                           | Local y nacional                | Local (intermediarios) |



\*Precio en el año 2014

\*\*No existe un arreglo como en otros ranchos, más bien se utiliza como sombra a la vegetación original de zona.

Por otro lado, la parcela visitada en el poblado C-33, la cual además de no contar con un sistema de riego ni acomodo intensivo, es una parcela con más de 35 años de edad, y su dueño, como la mayoría de los ejidatarios, es una persona mayor de 60 años que dedica un tiempo limitado a mejoras del cultivo de cacao. Esta situación es común en plantaciones de cacao en Tabasco, y por lo tanto los productores venden una variedad de cacao de menor precio (variedad Forastero) y obtienen cosechas reducidas por falta de un buen manejo. Además venden a empresas intermediarias, en lugar de tener el contacto con un cliente directo de fábrica. En consecuencia, muchos han cambiado poco a poco sus plantaciones de cacao por otros cultivos, como la caña de azúcar o pastizales para el ganado (Ofori-Bah, 2011; Sefriadi *et al.*, 2013).

La parcela del Rancho C-33, al igual que la mayoría de las plantaciones de cacao en el estado, venden el kilogramo de cacao seco en 30 MXN, lo cual se encuentra por debajo del precio internacional, el cual era en promedio de 2.90 USD por kilogramo de grano seco en 2013. No fue así el rancho La Joya, el cual mantiene precios constantes (10 USD) desde 2011, por encima de la media nacional e internacional, lo cual se debe a la variedad del cultivo (Criollo de almendra blanca).

### **Cacaotales como un posible medio de restauración de la selva tropical en Tabasco**

Dado que las plantaciones de cacao naturalmente se establecen (según la variedad) bajo árboles de sombra, pueden ser una herramienta para la conservación y manejo de la biodiversidad, fuera de las áreas protegidas o en lugares donde el hábitat ha sido perturbado, para la conservación de otras especies vegetales y animales de la flora típica de las zonas en las que se establezca el cultivo (Parrish,

1999; Recee, 2000). Por ejemplo, esto es el caso de los sistemas de *Cabruças* en Brazil, en el cual se utilizan los cacaotales como medio de restauración de zonas perturbadas (Sambuichi, *et al.*, 2012).

En las últimas décadas, la mayor demanda de cacao ha provocado la pérdida de la vegetación original en muchos países, principalmente en África y en menor grado en Sudamérica. Esto ha dado paso a la aparición de cultivares de cacao resistentes a la luz directa y que pueden tener un rendimiento mayor, aunque bajo condiciones de riego y con un ciclo de vida más corto (Ofori-Frimpong, *et al.*, 2007; ICCO, 2014). Sin embargo, se ha demostrado que incorporar árboles de sombra en agrosistemas de cacao, puede tener tanto beneficios económicos como ambientales (Ofori-Bah, 2011; Opoku-Ameyaw, *et al.*, 2011; Andreoni, 2013;). Además de proveer de servicios ambientales como la captura de carbono (Somarriba *et al.*, 2013), pueden contribuir a mantener la fertilidad del suelo gracias a la materia orgánica que genera su hojarasca y la del mismo cacao, lo que contribuye a la eficiencia del ciclo de nutrientes en el suelo (Ofori-Frimpong *et al.*, 2007; Aikpokpodion, 2010; Sánchez-Hernández *et al.*, 2011). Adicionalmente, hay muchos árboles de la familia Leguminosae que fijan nitrógeno y se distribuyen de manera natural en zonas tropicales donde se desarrolla el cacao (Crews, 1999; Somarriba *et al.*, 2007). Así mismo se ha encontrado que la incorporación de árboles frutales como sombra de cacao, así como de árboles maderables, resulta en beneficios económicos para el agricultor, tanto por la venta de los productos derivados como frutos o madera, como por el ahorro en la compra de abonos inorgánicos (Ofori-Bah, 2011; Opoku-Ameyaw, *et al.*, 2011; Andreoni, 2013).

De esta manera, con base en la evidencia económica, se apoya la noción ecológica de que la diversificación del cultivo a través del sistema de sombreado, tanto permanente como temporal, puede ayudar a mejorar las condiciones ambientales y socioeconómicas de los cacaotales (Ofori-Bah, 2011; Bautista-Mora *et al.*, 2016). Sin embargo, es importante determinar qué combinación de especies es la adecuada para cada ambiente, de modo que se logren ambos objetivos,

mejorar los ingresos del agricultor, así como contribuir a la conservación de la biodiversidad en los sistemas de cultivo (Ofori-Bah, 2011; Ruf, 2011).

Por lo tanto, si se quisiera implementar un sistema que permita la incorporación de especies nativas como sombra de cacao, en el Cuadro 25 se incluyen algunos ejemplos reportados en una selva conservada a unos 20 km de distancia en el municipio de Cárdenas (Sol-Sánchez, 1996). Otras especies de sombra, aunque no necesariamente nativas en México, se mencionan en García-Lanz (1983), Moreno-Casasola (2009), Roa-Romero (2009) y Bautista-Mora *et al.* (2016).

Cuadro 25. Especies arbóreas nativas de la selva alta mexicana en Cárdenas (Tomado de Sol-Sánchez, 1996)

| <b>Familia</b> | <b>Nombre científico</b>        | <b>Nombre común</b> |
|----------------|---------------------------------|---------------------|
| Anacardiaceae  | <i>Spondias mombin</i>          | Jobo                |
| Bignoniaceae   | <i>Tabebuia rosea</i>           | Maculí              |
| Burseraceae    | <i>Bursera simaruba</i>         | Palo mulato         |
| Fabaceae       | <i>Diphysa robinoides</i>       | Chipilcoite         |
| Fabaceae       | <i>Gliricidia sepium</i>        | Cocoíte             |
| Fabaceae       | <i>Erythrina caribaea</i>       | Eritrina            |
| Fabaceae       | <i>Ormosia macrocalyx</i>       | Caracolilo          |
| Meliaceae      | <i>Swietenia macrophylla</i>    | Caoba               |
| Malvaceae      | <i>Ceiba pentandra</i>          | Ceiba               |
| Malvaceae      | <i>Guazuma ulmifolia</i>        | Guácimo             |
| Malvaceae      | <i>Heliocarpus donellsithii</i> | Jolotzín            |
| Malvaceae      | <i>Pachira aquatica</i>         | Zapote de agua      |
| Moraceae       | <i>Artocarpus altilis</i>       | Árbol del pan       |
| Moraceae       | <i>Ficus crassinervia</i>       | Amate               |
| Rubiaceae      | <i>Genipa americana</i>         | Jagué               |
| Sapotaceae     | <i>Chrysophyllum Caimito</i>    | Caimito             |
| Verbenaceae    | <i>Lippia myriocephala</i>      | Cesniche            |

## Recomendaciones para el manejo de cacao

Como puede observarse en el análisis económico, la inversión en el sistema de riego no es esencial para tener una producción de cacao rentable en esta zona; basta con mantener un buen arreglo de la plantación y cuidados que permitan que se mantenga sana, evitando la aparición de plagas y enfermedades que afectan negativamente la producción. Por lo tanto, de la información obtenida de pláticas con los productores de cacao en otros ranchos de la Chontalpa, así como con personas relacionadas con la compra y venta de cacao, y de las recomendaciones de la organización internacional de cacao (ICCO), se recomienda:

- Mantener un sistema de 50% de sombra durante los primeros 4 a 6 años de edad, y de menos del 50% a partir de los 7 años.
- Podar con frecuencia los árboles de sombra y los árboles de cacao, con el fin de que no se creen condiciones de demasiada oscuridad ya que eso impide la floración y crecimiento foliar del árbol.
- Deshierbar cada vez que sea necesario, ya que las hierbas y pastos que crecen en la plantación, podrían competir directamente con el cacao por nutrientes.
- Utilizar con una frecuencia bimestral algún tipo de plaguicida orgánico que no altere la polinización ni sea tóxico para el suelo.
- Eliminar todas las mazorcas que han sido contaminadas por algún tipo de enfermedad.
- Mantener una plantación joven con individuos menores de 30 años, ya que comienzan a ser menos a partir de dicha edad.

No se hace hincapié en el uso de fertilizantes para incrementar la producción, ya que un buen manejo incluye también el dejar cubierto el suelo de hojarasca, lo que permite siempre la existencia de suficiente materia orgánica en los horizontes más superficiales.

Respecto al mercado internacional, el panorama del cacao en México no es alentador, ya que actualmente mucha de la producción del grano no cuenta con la

calidad de las normas internacionales y los costos de producción son más elevados en México que en otros países que venden a precios más bajos su producción (González y Amaya, 2005). Adicionalmente, México no cuenta con la maquinaria necesaria para procesar industrialmente el cacao por lo que es transformado en otros países y regresa a México en forma de productos derivados (Córdova, 2010; Ocampo *et al.*, 2012).

Por otro lado, otro factor que ha limitado la producción de cacao desde hace más de una década, es el hecho de que la mayoría de las plantaciones de cacao en México son mayores de 35 años y sus propietarios también son personas mayores que prefieren ceder parte de sus tierras a otros usos o cultivos más rentables, como la caña de azúcar o pastizales para ganado, que actualmente es el tipo de vegetación más extendida en Tabasco (González y Amaya, 2005; Martínez, 2007; Ojeda, 2010). Aunado a esta situación, se encuentran las plagas y enfermedades, principalmente la moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, que llegó México en 2005 y devastó cerca de 1000 ha de cacao en todo el territorio mexicano. Sin embargo, actualmente se tiene buen control e incluso se han seleccionado clones y variedades resistentes a esta enfermedad (Phillips-Mora *et al.*, 2006; Phillips-Mora, 2012).

Por lo anterior, se puede afirmar que la problemática del cacao en México no es ambiental, ya que tanto las características meteorológicas como las edafológicas de las zonas en que se cultiva cacao en México y principalmente en Tabasco (Palma y Cisneros 1996), parecen ser las idóneas de acuerdo con los informes de la ICCO y los estudios sobre los requerimientos del cultivo de cacao (Carr, 2011). Por lo tanto, la problemática del cacao es más bien de índole social, en la que intervienen diversos factores. Sin embargo, una solución que permita mejorar la situación del cultivo en México, es promocionar en el mercado internacional el grano de cacao criollo, el cual es atractivo por sus características aromáticas especiales, lo cual podría representar para México una gran oportunidad para diversificar o reorientar sus metas de producción y para consolidar y asegurar nuevos mercados (Arrazate *et al.*, 2011).

## Bibliografía

- Adjaloo, M. & W. Oduro. 2013. Insect assemblage and the pollination system of cocoa (*Theobroma cacao* L.) *Journal of Applied Biosciences* 62: 4582-4594.
- Alverson W.S., B.A. Whitlock, R. Nyffeler, C. Bayer & D.A. Baum. 1999. Phylogeny of the core Malvales: Evidence from NDHF sequence data. *American Journal of Botany* 86: 1474-1486.
- Andrade-Aguirre, C. 2007. *La viabilidad del cultivo del cacao mexicano a través de una economía sostenible*, tesis de licenciatura. Universidad de las Américas, Puebla, México. 105 pp.
- Arrazate, C.H.A., J.M.V. Fuentes, E.C. Rojas, R.A.G. Méndez, A.M. López, J.F.A. Medina & S.E. Zaragoza. 2011. *Diagnóstico del cacao en México*. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 74 pp.
- Avendaño-Arrazate, C.H., N. Otaga-Aguilar, R.A. Gallardo-Méndez, A. Mendoza-López, J.F. Aguirre-Medina & A. Sandoval-Escquivel. 2010. *Cacao: diversidad en México* (Publicación Especial no. 1). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Nacional Pacífico Sur, Campo Experimental Rosario Izapa, Tuztla Chico, Chiapas, México. 72 pp.
- Bautista-Mora, E., J. Pérez-Flores, O. Ruiz-Rosado & A. Váldez-Balero. 2016. Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroproductividad* 9: 50-55.
- Bos, M., I. Steffan-Dewenter & I. Tschardtke. 2007. Shade tree management affects fruit abortion, insect pests and pathogens of cacao. *Agriculture Ecosystems and Environment* 120: 201-205.
- Braudeau, J. 1970. *El Cacao: técnicas agrícolas y producciones tropicales*. Blume, Barcelona. 297 pp.
- Burle, L. 1961. *Le cacaoyer*. GP Maisonneuve ed Larouse, París.
- Carr, M.K.V., & G. Lockwood. 2011. The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): A review. *Experimental Agriculture* 47: 653-676.

- Cheesman, E.E. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. *Tropical Agriculture* 21: 144-159.
- Coe, S.D., & M.D. Coe. 1996. *La verdadera historia del Chocolate*. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México. 396 pp.
- Cordova, A.V., E. García & J.J. Obrador. 2010. *Cultivo y transformación del cacao en Tabasco*. Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco, México. 94 pp.
- Crews, T.E. 1999. The presence of nitrogen fixing legumes in terrestrial communities: Evolutionary vs ecological considerations. *Biogeochemistry* 46: 233-246.
- Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies: A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Bulletin of the United States National Museum*. 35: 379-614.
- Darko, O., A. Bright, M. McDonald, L. Anglaare & J. Cobbina. 2007. Financial analysis of shaded cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems* 71: 139-149.
- De Almeida, F., & R.R. Valle. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19: 425-448.
- De Ramírez, I.C., C. Ramis & C. Gómez. 2011. Descripción morfológica de frutos y semillas del cacao Criollo Porcelana (*Theobroma cacao* L.) en el Sur del Lago de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía* 28: 1-13
- Fleming, K., S. Easton & H.C. Bittender. 2009. The economics of cacao production in Kona. College of tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. *AgriBusiness* 17:1-12
- Flores-López, J.M. 2006. *Chontales de Tabasco* (colección Pueblos Indígenas de México). CDI, Ciudad de México. 51 pp.
- Ford, A., & R. Nigh. 2010. The milpa cycle and the making of the Maya forest garden. *Research Reports in Belizean Archaeology* 7:183-190.
- Fredholm, B.B. 2011. Methylxanthines, *Handbook of experimental pharmacology*, volume 200. Springer, Alemania.

- García-Lanz, J.L. 1983. *Los árboles utilizados como sombra de Cacao (Theobroma cacao L.) en Comalcalco, Tabasco*. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 86 pp.
- González, V., & G. Amaya. 2005. *Cacao en México: competitividad y medio ambiente con alianzas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias e Iniciativa de Prosperidad Rural y Conservación del Medio Ambiente para USAID. México. 71 pp.
- Gómez-Pompa, A., J.S. Flores, & M.A. Fernández. 1990. The sacred cacao groves of the Maya. *Latin American Antiquity* 1(3): 247-257.
- Gurría-Ordoñez, M. 1993. *Tabasco: realidad y perspectivas: tomo I, población y cultura*. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa, México. 39 pp.
- López, A.P., N.V. Delgado, M.A. Azpeitia, A.J. López, C.J. Jiménez, R.A. Flores, S.L. Fraire & C.R. Castañeda. 2005. *El cacao en Tabasco: manejo y producción*. Gobierno del Estado de Tabasco, Villahermosa, México. 277 pp.
- Martínez, A.H.J. 2007. *Los medios de vida sostenibles de las familias productoras de cacao orgánico en el municipio de Cunduacán, Tabasco*. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Cárdenas, Tabasco, México. 188 pp.
- Mora, P., W. Leal, A.M. Quirós, A.M. Arias, J. Carlos, R. Platero & J. Gabriel. 2012. *Catálogo de clones de cacao seleccionados por el CATIE para siembras comerciales / Catalogue of cacao clones selected by CATIE for commercial plantings*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 68 pp.
- Moreno-Casasola, P., & K. Paradowska. 2009. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas costeras del centro de Veracruz. *Madera y Bosques* 15: 21-44.
- Motamayor, J.C., P. Lachenaud, J.W. da Silva, R. Loor, D.N. Kuhn, J.S. Brown & R.J. Schnell. 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). *PLoS ONE* 3: e3311.
- Nestel, D. 1995. Coffee in Mexico: International market, agricultural landscape and ecology. *Ecological Economics* 15: 165-168.



- Ocampo B.E., B.J. Ríos & L.Z. Soria. 2012. La producción de cacao en México: investigación de cacao en México. Facultad de Contaduría y Administración, UNAM. 47 pp.
- Ofori-Frimpong, K., A. Asase, J. Mason, L. & Danku. 2007. Shaded versus unshaded cocoa: Implications on litter fall, decomposition, soil fertility and cocoa pod development. In: *Symposium on multistrata agroforestry systems with perennial crops, CATIE, Turrialba, Costa Rica*. 1721: 1-9
- Ojeda-Morales. U.M. 2010. *Vegetación y sistemas de producción de la Cuenca Cárdenas-Comalcalco, Tabasco*. Tesis de Maestría, Posgrado de Producción Agroalimentaria en el Trópico, Colegio de Posgraduados. Cárdenas, Tabasco. México. 130 pp.
- Opoku-Ameyaw, K., F. Opong, K. Acheampong & M. Amoah. 2012. Long-term assessment of the agronomic and economic benefits of cocoa food crop intercropping in the absence of fertilizer application. *American Journal of Experimental Agriculture* 2: 186-197.
- Palma-López, D.J., & J. Cisneros-Domínguez. 1996. *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco*. Fundación Produce Tabasco, Villahermosa. México. 182 pp.
- Padilla, S. J. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 59: 19-42.
- Parrish J., R. Reitsmar, R. Greenberg, W. McLarney, R. Marck & J. Lynch. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. *Agroforestería en las Américas* 6:16-22.
- Phillips-Mora, W., A. Coutiño, C.F. Ortiz, A.P. López, J. Hernández & M.C. Aime. 2006. First report of *Moniliophthora roreri* causing frosty pod rot (moniliasis disease) of cocoa in Mexico. *Plant Pathology* 55: 584-584.
- Rice, R.A., & R. Greenberg. 2000. Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *AMBIO* 29: 167-173.
- Rendón A.B., S.G. González, D.M. Oble, C.V. Ojeda, P.R. Parra, G.E. Pérez & H.L. Ramírez. 1998. *Theobroma bicolor* Humb. y Bonpl. en el municipio de Ayutla

de los libres, Guerrero: composición florística de los huertos y aspectos etnobotánicos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 63: 75-84.

Ricker, M., & D.C. Daly. 1999. *Botánica económica en bosques tropicales: principios y métodos para su estudio y aprovechamiento*. Diana, Ciudad de México. 293 pp.

Ricker, M., R.O. Mendelsohn, D.C. Daly & G. Ángeles. 1999. Enriching the rainforest with native fruit trees: An ecological and economical analysis in Los Tuxtlas (Veracruz, México). *Ecological Economics* 31: 439-448.

Roa-Romero, H., & M. Salgado-Mora. 2009. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal del cacao en el Soconusco, Chiapas, México. *Acta Biológica Colombiana* 14: 97-110.

Rondón, J.B., & L.J. Cumana-Campos. 2005. Revisión taxonómica del género *Theobroma* (Sterculiaceae) en Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* 28: 113-133.

Ruiz-Álvarez O., R. Arteaga-Ramírez, M.A Vázquez-Peña, R. Ontiveros, & R. López-López. 2012. Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 28: 1-14.

Sambuichi, R.H., D.B. Vidal, F.B. Piasentin, J.G. Jardim, T.G. Viana, A.A. Menezes & V.C. Baligar. 2012. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. *Biodiversity and Conservation* 21: 1055-1077.

Schroth, G., & C.A. Harvey. 2007. Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: an overview. *Biodiversity and Conservation* 16: 2237-2244.

Smith, N.J.H., J.T. Williams, D.L. Plucknett, & J.P. Talbot. 1992. *Tropical forests and their crops*. Cornell University Press, Ithaca, Nueva York. 581 pp.

Sol-Sánchez A. 1996. Diversidad florística de Canacoíte: *Bravaisia integerrima* en la región de la Chontalpa, H. Cárdenas, Tabasco, México. Tesis de Maestría, Programa de Posgrado en Agroecosistemas Tropicales, Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz, México. 149 pp.

- Somarriba, E., L. Meléndez, W. Campos, C. Lucas, & R. Luján. 1997. *Cacao bajo sombra de leguminosas en Talamanca, Costa Rica: manejo, fenología, sombra y producción de cacao* (Serie Técnica no. 289). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 52 pp.
- Somarriba, E., R. Cerda, L. Orozco, M. Cifuentes, H. Dávila, T. Espin & C. Astorga. 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 173: 46-57.
- Whitkus, R., M. De la Cruz M., L. Mota-Bravo, A. Gómez-Pompa. 1998. Genetic diversity and relationship of cacao (*Theobroma cacao* L.) in southern Mexico. *Theoretical and Applied Genetics*, 96: 621-627
- Young, A.M. 2007. *The chocolate tree: A natural history of cacao*. University Press of Florida, Gainesville, Florida. 218 pp.

Datos tomados en campo de todo

s los frutos cosechados a lo largo de un año, y estimación de la cosecha total por árbol a partir de los frutos inmaduros encontrados en los árboles.

| Sitio | Código de árbol | Edad (años) en Mar 2013 | Código de mazorca | Fecha de cosecha | Peso total de semillas (g) | Peso total estimado de inmaduras (g) |
|-------|-----------------|-------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 1     | 1               | 1                       | 0                 |                  |                            |                                      |
| 1     | 2               | 1                       | 1                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 2               | 1                       | 2                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 1                 | jul-14           | 114.82                     |                                      |
| 1     | 3               | 1                       | 2                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 3                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 4                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 5                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 6                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 7                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 8                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 9                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 10                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 11                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 12                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 13                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 14                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 15                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 16                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 3               | 1                       | 17                | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 4               | 1                       | 0                 |                  |                            |                                      |
| 1     | 5               | 1                       | 1                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 5               | 1                       | 2                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 6               | 1                       | 1                 | Ene 2014         | 116.0                      |                                      |
| 1     | 6               | 1                       | 2                 | Ene 2014         | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 6               | 1                       | 3                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 6               | 1                       | 4                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 6               | 1                       | 5                 | jul-14           | Inmadura                   | 118.44                               |
| 1     | 7               | 1                       | 1                 | jul-14           | 120.5                      |                                      |
| 1     | 7               | 1                       | 2                 | jul-14           | 102.08                     |                                      |
| 1     | 7               | 1                       | 3                 | jul-14           | 83.26                      |                                      |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 1 | 7  | 1 | 4  | jul-14   | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 7  | 1 | 5  | jul-14   | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 8  | 1 | 1  | Ene 2014 | 110.2    |        |
| 1 | 8  | 1 | 2  | Ene 2014 | 142.0    |        |
| 1 | 8  | 1 | 3  | Ene 2014 | 133.9    |        |
| 1 | 8  | 1 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 8  | 1 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 8  | 1 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 8  | 1 | 7  | jul-14   | 116.16   |        |
| 1 | 8  | 1 | 8  | jul-14   | 112.5    |        |
| 1 | 8  | 1 | 9  | jul-14   | 120.85   |        |
| 1 | 9  | 1 | 1  | jul-14   | 135.91   |        |
| 1 | 9  | 1 | 2  | jul-14   | 120.33   |        |
| 1 | 9  | 1 | 3  | jul-14   | 129.73   |        |
| 1 | 10 | 1 | 1  | Ene 2014 | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 10 | 1 | 2  | jul-14   | Inmadura | 118.44 |
| 1 | 10 | 1 | 3  | jul-14   | Inmadura | 118.44 |
| 2 | 11 | 2 | 1  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 11 | 2 | 2  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 11 | 2 | 3  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 11 | 2 | 4  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 12 | 2 | 0  |          |          |        |
| 2 | 13 | 2 | 1  | jul-14   | 70.61    |        |
| 2 | 13 | 2 | 2  | jul-14   | 90.97    |        |
| 2 | 13 | 2 | 3  | jul-14   | 108.91   |        |
| 2 | 13 | 2 | 4  | jul-14   | 98.36    |        |
| 2 | 13 | 2 | 5  | jul-14   | 92.86    |        |
| 2 | 13 | 2 | 6  | jul-14   | 92.93    |        |
| 2 | 13 | 2 | 7  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 13 | 2 | 8  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 13 | 2 | 9  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 13 | 2 | 10 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 13 | 2 | 11 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 1  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 2  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 3  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 4  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 5  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 14 | 2 | 6  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 15 | 2 | 1  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 15 | 2 | 2  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 15 | 2 | 3  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 16 | 2 | 0  |          |          |        |
| 2 | 17 | 2 | 1  | jul-14   | 80.23    |        |
| 2 | 17 | 2 | 2  | jul-14   | 109.6    |        |
| 2 | 17 | 2 | 3  | jul-14   | 83.23    |        |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 2 | 17 | 2 | 4  | jul-14   | 114.96   |        |
| 2 | 17 | 2 | 5  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 18 | 2 | 0  |          |          |        |
| 2 | 19 | 2 | 1  | Ene 2014 | 139.5    |        |
| 2 | 20 | 2 | 1  | Ene 2014 | 146.4    |        |
| 2 | 20 | 2 | 2  | Ene 2014 | 147.4    |        |
| 2 | 20 | 2 | 4  | jul-14   | 103.31   |        |
| 2 | 20 | 2 | 5  | jul-14   | 103.36   |        |
| 2 | 20 | 2 | 6  | jul-14   | 104.21   |        |
| 2 | 20 | 2 | 7  | jul-14   | 109.46   |        |
| 2 | 20 | 2 | 8  | jul-14   | 69.75    |        |
| 2 | 20 | 2 | 9  | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 10 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 11 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 12 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 13 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 14 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 2 | 20 | 2 | 15 | jul-14   | Inmadura | 103.76 |
| 3 | 21 | 3 | 1  | Ene 2014 | 99.84    |        |
| 3 | 21 | 3 | 2  | Ene 2014 | 98.32    |        |
| 3 | 21 | 3 | 3  | Ene 2014 | 158.82   |        |
| 3 | 21 | 3 | 4  | Ene 2014 | 68.99    |        |
| 3 | 21 | 3 | 5  | Ene 2014 | 114.98   |        |
| 3 | 21 | 3 | 6  | jul-14   | 136.18   |        |
| 3 | 21 | 3 | 7  | jul-14   | 120.05   |        |
| 3 | 21 | 3 | 8  | jul-14   | 127.26   |        |
| 3 | 21 | 3 | 9  | jul-14   | 123.2    |        |
| 3 | 21 | 3 | 10 | jul-14   | 139.88   |        |
| 3 | 21 | 3 | 11 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 12 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 13 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 14 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 15 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 16 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 17 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 18 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 19 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 20 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 21 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 22 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 23 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 24 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 25 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 26 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 21 | 3 | 27 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 22 | 3 | 1  |          | Inmadura | 125.38 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 3 | 22 | 3 | 2  |          | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 22 | 3 | 3  |          | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 1  | Ene 2014 | 116.3    |        |
| 3 | 23 | 3 | 2  | Ene 2014 | 111.5    |        |
| 3 | 23 | 3 | 3  | Ene 2014 | 126.07   |        |
| 3 | 23 | 3 | 4  | Ene 2014 | 146.73   |        |
| 3 | 23 | 3 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 20 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 21 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 22 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 23 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 24 | jul-14   | 143.38   |        |
| 3 | 23 | 3 | 25 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 26 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 23 | 3 | 27 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 1  | Ene 2014 | 85.19    |        |
| 3 | 24 | 3 | 2  | Ene 2014 | 110.59   |        |
| 3 | 24 | 3 | 3  | Ene 2014 | 162.2    |        |
| 3 | 24 | 3 | 4  | Ene 2014 | 153.07   |        |
| 3 | 24 | 3 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 11 | jul-14   | 106.38   |        |
| 3 | 24 | 3 | 12 | jul-14   | 106.99   |        |
| 3 | 24 | 3 | 13 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 14 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 15 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 16 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 17 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 3 | 24 | 3 | 18 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 19 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 20 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 21 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 22 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 23 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 24 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 24 | 3 | 25 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 25 | 3 | 1  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 25 | 3 | 2  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 1  | Ene 2014 | 188.26   |        |
| 3 | 26 | 3 | 2  | Ene 2014 | 148.83   |        |
| 3 | 26 | 3 | 3  | Ene 2014 | 158.09   |        |
| 3 | 26 | 3 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 11 | jul-14   | 107.26   |        |
| 3 | 26 | 3 | 12 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 13 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 14 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 15 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 16 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 17 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 26 | 3 | 18 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 1  | Ene 2014 | 101.9    |        |
| 3 | 27 | 3 | 2  | Ene 2014 | 108.7    |        |
| 3 | 27 | 3 | 3  | Ene 2014 | 121.1    |        |
| 3 | 27 | 3 | 4  | Ene 2014 | 126.4    |        |
| 3 | 27 | 3 | 5  | Ene 2014 | 129.8    |        |
| 3 | 27 | 3 | 6  | Ene 2014 | 135.5    |        |
| 3 | 27 | 3 | 7  | Ene 2014 | 140.2    |        |
| 3 | 27 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 15 | jul-14   | 81.23    |        |
| 3 | 27 | 3 | 16 | jul-14   | 62.88    |        |
| 3 | 27 | 3 | 17 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 18 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |



|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 3 | 27 | 3 | 19 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 27 | 3 | 20 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 28 | 3 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 28 | 3 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 28 | 3 | 3  | Ene 2014 | 126.6    |        |
| 3 | 28 | 3 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 1  | Ene 2014 | 160.77   |        |
| 3 | 29 | 3 | 2  | Ene 2014 | 155.82   |        |
| 3 | 29 | 3 | 3  | Ene 2014 | 162.89   |        |
| 3 | 29 | 3 | 4  | Ene 2014 | 118.16   |        |
| 3 | 29 | 3 | 5  | Ene 2014 | 128.31   |        |
| 3 | 29 | 3 | 6  | Ene 2014 | 144.12   |        |
| 3 | 29 | 3 | 7  | Ene 2014 | 154      |        |
| 3 | 29 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 20 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 21 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 22 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 23 | jul-14   | 129.17   |        |
| 3 | 29 | 3 | 24 | jul-14   | 112.19   |        |
| 3 | 29 | 3 | 25 | jul-14   | 96.76    |        |
| 3 | 29 | 3 | 26 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 29 | 3 | 27 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 1  | Ene 2014 | 119.51   |        |
| 3 | 30 | 3 | 2  | Ene 2014 | 104.49   |        |
| 3 | 30 | 3 | 3  | Ene 2014 | 133.2    |        |
| 3 | 30 | 3 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 3 | 30 | 3 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 18 | jul-14   | 131.71   |        |
| 3 | 30 | 3 | 19 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 20 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 21 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 3 | 30 | 3 | 22 | jul-14   | Inmadura | 125.38 |
| 4 | 31 | 7 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 2  | Ene 2014 | 174.16   |        |
| 4 | 31 | 7 | 3  | Ene 2014 | 150.64   |        |
| 4 | 31 | 7 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 15 | jul-14   | 139.23   |        |
| 4 | 31 | 7 | 16 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 31 | 7 | 17 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 32 | 7 | 7  | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 1  | Oct 2013 | 204.4    |        |
| 4 | 33 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 10 | Ene 2014 | 168.4    |        |
| 4 | 33 | 7 | 11 | jul-14   | inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 12 | jul-14   | inmadura | 126.58 |
| 4 | 33 | 7 | 13 | jul-14   | inmadura | 126.58 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 4 | 34 | 7 | 1  | Oct 2013 | 172.8    |        |
| 4 | 34 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 7  | Ene 2014 | 123.23   |        |
| 4 | 34 | 7 | 8  | Ene 2014 | 153.74   |        |
| 4 | 34 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 13 | jul-14   | 113.71   |        |
| 4 | 34 | 7 | 14 | jul-14   | 118.45   |        |
| 4 | 34 | 7 | 15 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 16 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 17 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 34 | 7 | 18 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 1  | Oct 2013 | 187.3    |        |
| 4 | 35 | 7 | 2  | Oct 2013 | 183.0    |        |
| 4 | 35 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 7  | Ene 2014 | 105.26   |        |
| 4 | 35 | 7 | 8  | Ene 2014 | 103.94   |        |
| 4 | 35 | 7 | 9  | Ene 2014 | 111.42   |        |
| 4 | 35 | 7 | 10 | Ene 2014 | 87.59    |        |
| 4 | 35 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 18 | jul-14   | 96.41    |        |
| 4 | 35 | 7 | 19 | jul-14   | 113.72   |        |
| 4 | 35 | 7 | 20 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 21 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 35 | 7 | 22 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 1  | Ene 2014 | 89.6     |        |
| 4 | 36 | 7 | 2  | Ene 2014 | 117.7    |        |
| 4 | 36 | 7 | 3  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 4 | 36 | 7 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 19 | jul-14   | 173.69   |        |
| 4 | 36 | 7 | 20 | jul-14   | 149.85   |        |
| 4 | 36 | 7 | 21 | jul-14   | 126.07   |        |
| 4 | 36 | 7 | 22 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 23 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 24 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 25 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 26 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 36 | 7 | 27 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 1  | Oct 2013 | 189.5    |        |
| 4 | 37 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 3  | Ene 2014 | 158.57   |        |
| 4 | 37 | 7 | 4  | Ene 2014 | 159.64   |        |
| 4 | 37 | 7 | 5  | Ene 2014 | 108.66   |        |
| 4 | 37 | 7 | 6  | Ene 2014 | 162.45   |        |
| 4 | 37 | 7 | 7  | Ene 2014 | 112.9    |        |
| 4 | 37 | 7 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 20 | jul-14   | 45.32    |        |
| 4 | 37 | 7 | 21 | jul-14   | 45.05    |        |
| 4 | 37 | 7 | 22 | jul-14   | 58.83    |        |
| 4 | 37 | 7 | 23 | jul-14   | 104.32   |        |
| 4 | 37 | 7 | 24 | jul-14   | 81.37    |        |
| 4 | 37 | 7 | 25 | jul-14   | 59.84    |        |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 4 | 37 | 7 | 26 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 27 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 28 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 29 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 30 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 31 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 32 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 33 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 34 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 35 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 36 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 37 | 7 | 37 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 4  | Ene 2014 | 165.9    |        |
| 4 | 38 | 7 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 11 | jul-14   | 121.57   |        |
| 4 | 38 | 7 | 12 | jul-14   | 91.5     |        |
| 4 | 38 | 7 | 13 | jul-14   | 118.6    |        |
| 4 | 38 | 7 | 14 | jul-14   | 119.08   |        |
| 4 | 38 | 7 | 15 | jul-14   | 124.95   |        |
| 4 | 38 | 7 | 16 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 17 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 18 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 19 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 20 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 21 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 22 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 23 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 24 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 25 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 38 | 7 | 26 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |

|   |    |   |    |          |          |        |
|---|----|---|----|----------|----------|--------|
| 4 | 39 | 7 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 11 | Ene 2014 | 163.98   |        |
| 4 | 39 | 7 | 12 | Ene 2014 | 131.39   |        |
| 4 | 39 | 7 | 13 | Ene 2014 | 157.36   |        |
| 4 | 39 | 7 | 14 | Ene 2014 | 77.93    |        |
| 4 | 39 | 7 | 15 | Ene 2014 | 97.37    |        |
| 4 | 39 | 7 | 16 | Ene 2014 | 130.77   |        |
| 4 | 39 | 7 | 17 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 18 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 19 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 20 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 39 | 7 | 21 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 6  | Ene 2014 | 141.93   |        |
| 4 | 40 | 7 | 8  | Ene 2014 | 162.02   |        |
| 4 | 40 | 7 | 7  | Ene 2014 | 145.77   |        |
| 4 | 40 | 7 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 13 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 14 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 18 | jul-14   | 89.86    |        |
| 4 | 40 | 7 | 19 | jul-14   | 99.42    |        |
| 4 | 40 | 7 | 20 | jul-14   | 116.46   |        |
| 4 | 40 | 7 | 21 | jul-14   | 129.17   |        |
| 4 | 40 | 7 | 22 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 4 | 40 | 7 | 23 | jul-14   | Inmadura | 126.58 |
| 5 | 41 | 8 | 1  | Ene 2014 | 168.0    |        |
| 5 | 41 | 8 | 2  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 41 | 8 | 3  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 41 | 8 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 41 | 8 | 5  | jul-14   | 109.45   |        |
| 5 | 41 | 8 | 6  | jul-14   | 108.82   |        |
| 5 | 41 | 8 | 7  | jul-14   | 103.47   |        |
| 5 | 41 | 8 | 8  | jul-14   | 104.62   |        |
| 5 | 41 | 8 | 9  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 41 | 8 | 10 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |

|   |    |   |    |          |          |       |
|---|----|---|----|----------|----------|-------|
| 5 | 41 | 8 | 11 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 41 | 8 | 12 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 41 | 8 | 13 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 41 | 8 | 14 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 42 | 8 | 1  | Ene 2014 | 144.1    |       |
| 5 | 42 | 8 | 2  | Ene 2014 | 145.4    |       |
| 5 | 42 | 8 | 3  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 42 | 8 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 42 | 8 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 42 | 8 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 42 | 8 | 7  | jul-14   | 89.35    |       |
| 5 | 42 | 8 | 8  | jul-14   | 72.34    |       |
| 5 | 42 | 8 | 9  | jul-14   | 107.92   |       |
| 5 | 42 | 8 | 10 | jul-14   | 88.4     |       |
| 5 | 42 | 8 | 11 | jul-14   | 110.39   |       |
| 5 | 43 | 8 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 43 | 8 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 43 | 8 | 3  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 43 | 8 | 4  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 43 | 8 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 43 | 8 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 3  | jul-14   | 136.75   |       |
| 5 | 44 | 8 | 4  | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 5  | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 6  | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 7  | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 44 | 8 | 8  | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 9  | jul-14   | 108.57   |       |
| 5 | 45 | 8 | 10 | jul-14   | 96.98    |       |
| 5 | 45 | 8 | 11 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 12 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 13 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 14 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 15 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 16 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |
| 5 | 45 | 8 | 17 | jul-14   | Inmadura | 129.4 |

|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 5 | 45 | 8  | 18 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 45 | 8  | 19 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 46 | 8  | 7  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 1  | Oct 2013 | 165.2    |        |
| 5 | 47 | 8  | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 8  | Ene 2014 | 155.3    |        |
| 5 | 47 | 8  | 9  | Ene 2014 | 150.9    |        |
| 5 | 47 | 8  | 10 | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 11 | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 12 | Ene 2014 | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 13 | jul-14   | 84.08    |        |
| 5 | 47 | 8  | 14 | jul-14   | 105.3    |        |
| 5 | 47 | 8  | 15 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 16 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 47 | 8  | 17 | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 48 | 8  | 0  |          |          |        |
| 5 | 49 | 8  | 1  | Ene 2014 | 153.1    |        |
| 5 | 49 | 8  | 2  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 49 | 8  | 3  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 49 | 8  | 4  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 49 | 8  | 5  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 50 | 8  | 1  | Ene 2014 | 224.75   |        |
| 5 | 50 | 8  | 2  | Ene 2014 | 164.86   |        |
| 5 | 50 | 8  | 3  | Ene 2014 | 138.88   |        |
| 5 | 50 | 8  | 4  | Ene 2014 | 181.81   |        |
| 5 | 50 | 8  | 5  | jul-14   | 142.92   |        |
| 5 | 50 | 8  | 6  | jul-14   | 131.76   |        |
| 5 | 50 | 8  | 7  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 50 | 8  | 8  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 5 | 50 | 8  | 9  | jul-14   | Inmadura | 129.4  |
| 6 | 51 | 10 | 1  | Oct 2013 | 159.35   |        |
| 6 | 51 | 10 | 2  | Oct 2013 | 198.57   |        |
| 6 | 51 | 10 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |



|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 6 | 51 | 10 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 11 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 12 | Ene 2014 | 172.79   |        |
| 6 | 51 | 10 | 13 | Ene 2014 | 112.9    |        |
| 6 | 51 | 10 | 14 | Ene 2014 | 153.22   |        |
| 6 | 51 | 10 | 15 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 20 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 21 | jul-14   | 155.54   |        |
| 6 | 51 | 10 | 22 | jul-14   | 130.3    |        |
| 6 | 51 | 10 | 23 | jul-14   | 123.2    |        |
| 6 | 51 | 10 | 24 | jul-14   | 118.02   |        |
| 6 | 51 | 10 | 25 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 26 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 27 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 28 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 29 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 30 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 51 | 10 | 31 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 11 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 12 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 13 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 14 | Ene 2014 | 145.2    |        |
| 6 | 52 | 10 | 15 | Ene 2014 | 168.45   |        |
| 6 | 52 | 10 | 16 | Ene 2014 | 172.53   |        |
| 6 | 52 | 10 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 18 | jul-14   | 96.98    |        |
| 6 | 52 | 10 | 19 | jul-14   | 105.19   |        |
| 6 | 52 | 10 | 20 | jul-14   | 130.84   |        |

|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 6 | 52 | 10 | 21 | jul-14   | 189.38   |        |
| 6 | 52 | 10 | 22 | jul-14   | 122.05   |        |
| 6 | 52 | 10 | 23 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 24 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 25 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 26 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 27 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 28 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 29 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 30 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 31 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 32 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 33 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 34 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 35 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 36 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 37 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 38 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 39 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 40 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 52 | 10 | 41 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 1  | Oct 2013 | 216.4    |        |
| 6 | 53 | 10 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 3  | Ene 2014 | 202.6    |        |
| 6 | 53 | 10 | 4  | Ene 2014 | 171.8    |        |
| 6 | 53 | 10 | 5  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 8  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 9  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 10 | jul-14   | 102.48   |        |
| 6 | 53 | 10 | 11 | jul-14   | 139.88   |        |
| 6 | 53 | 10 | 12 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 13 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 53 | 10 | 14 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 1  | Oct 2013 | 216.6    |        |
| 6 | 54 | 10 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 11 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |

|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 6 | 54 | 10 | 12 | Ene 2014 | 189.87   |        |
| 6 | 54 | 10 | 13 | Ene 2014 | 169.22   |        |
| 6 | 54 | 10 | 14 | Ene 2014 | 185.64   |        |
| 6 | 54 | 10 | 15 | Ene 2014 | 200.37   |        |
| 6 | 54 | 10 | 16 | Ene 2014 | 198.55   |        |
| 6 | 54 | 10 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 20 | jul-14   | 85.79    |        |
| 6 | 54 | 10 | 21 | jul-14   | 112.83   |        |
| 6 | 54 | 10 | 22 | jul-14   | 107.5    |        |
| 6 | 54 | 10 | 23 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 54 | 10 | 24 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 2  | Ene 2014 | 104.98   |        |
| 6 | 55 | 10 | 3  | Ene 2014 | 161.56   |        |
| 6 | 55 | 10 | 4  | Ene 2014 | 142.93   |        |
| 6 | 55 | 10 | 5  | Ene 2014 | 151.57   |        |
| 6 | 55 | 10 | 6  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 7  | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 8  | jul-14   | 110.39   |        |
| 6 | 55 | 10 | 9  | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 10 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 55 | 10 | 11 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 1  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 2  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 3  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 4  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 5  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 6  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 7  | Ene 2014 | 161.14   |        |
| 6 | 56 | 10 | 8  | Ene 2014 | 149.62   |        |
| 6 | 56 | 10 | 9  | Ene 2014 | 123.23   |        |
| 6 | 56 | 10 | 10 | Ene 2014 | 151.63   |        |
| 6 | 56 | 10 | 11 | Ene 2014 | 152.64   |        |
| 6 | 56 | 10 | 12 | Ene 2014 | 160.09   |        |
| 6 | 56 | 10 | 13 | Ene 2014 | 158.64   |        |
| 6 | 56 | 10 | 14 | Ene 2014 | 134.05   |        |
| 6 | 56 | 10 | 15 | jul-14   | 117.3    |        |
| 6 | 56 | 10 | 16 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 17 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 56 | 10 | 18 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 1  | Ene 2014 | 131.45   |        |
| 6 | 57 | 10 | 2  | Ene 2014 | 125.32   |        |
| 6 | 57 | 10 | 3  | Ene 2014 | 132.98   |        |
| 6 | 57 | 10 | 4  | Ene 2014 | 136.61   |        |

|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 6 | 57 | 10 | 5  | Ene 2014 | 109.06   |        |
| 6 | 57 | 10 | 6  | Ene 2014 | 161.85   |        |
| 6 | 57 | 10 | 7  | Ene 2014 | 145.97   |        |
| 6 | 57 | 10 | 8  | Ene 2014 | 169.23   |        |
| 6 | 57 | 10 | 9  | Ene 2014 | 181.26   |        |
| 6 | 57 | 10 | 10 | Ene 2014 | 134.58   |        |
| 6 | 57 | 10 | 11 | Ene 2014 | 136.5    |        |
| 6 | 57 | 10 | 12 | Ene 2014 | 158      |        |
| 6 | 57 | 10 | 13 | Ene 2014 | 155.08   |        |
| 6 | 57 | 10 | 14 | Ene 2014 | 156.81   |        |
| 6 | 57 | 10 | 15 | Ene 2014 | 130.02   |        |
| 6 | 57 | 10 | 16 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 17 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 18 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 19 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 20 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 21 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 22 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 23 | Ene 2014 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 24 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 25 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 57 | 10 | 26 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 58 | 10 | 1  | Ene 2014 | 159.1    |        |
| 6 | 58 | 10 | 2  | Ene 2014 | 175.43   |        |
| 6 | 58 | 10 | 3  | Ene 2014 | 167.32   |        |
| 6 | 58 | 10 | 4  | Ene 2014 | 159.94   |        |
| 6 | 58 | 10 | 5  | Ene 2014 | 129.4    |        |
| 6 | 58 | 10 | 6  | Ene 2014 | 147.45   |        |
| 6 | 58 | 10 | 7  | Ene 2014 | 187.44   |        |
| 6 | 58 | 10 | 8  | Ene 2014 | 219.6    |        |
| 6 | 58 | 10 | 9  | Ene 2014 | 168.16   |        |
| 6 | 58 | 10 | 10 | Ene 2014 | 219.7    |        |
| 6 | 58 | 10 | 11 | Ene 2014 | 198.26   |        |
| 6 | 58 | 10 | 12 | Ene 2014 | 170.62   |        |
| 6 | 58 | 10 | 13 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 58 | 10 | 14 | ago-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 58 | 10 | 15 | sep-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 1  | Oct 2013 | 164.55   |        |
| 6 | 59 | 10 | 2  | Oct 2013 | 188.57   |        |
| 6 | 59 | 10 | 3  | Oct 2013 | 168.62   |        |
| 6 | 59 | 10 | 4  | Oct 2013 | 192.24   |        |
| 6 | 59 | 10 | 5  | Oct 2013 | 234.7    |        |
| 6 | 59 | 10 | 6  | Oct 2013 | 187.04   |        |
| 6 | 59 | 10 | 7  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |

|   |    |    |    |          |          |        |
|---|----|----|----|----------|----------|--------|
| 6 | 59 | 10 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 11 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 12 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 13 | Ene 2014 | 155.94   |        |
| 6 | 59 | 10 | 14 | Ene 2014 | 113.54   |        |
| 6 | 59 | 10 | 15 | Ene 2014 | 159.92   |        |
| 6 | 59 | 10 | 16 | Ene 2014 | 164.77   |        |
| 6 | 59 | 10 | 17 | Ene 2014 | 154.64   |        |
| 6 | 59 | 10 | 18 | jul-14   | 145.57   |        |
| 6 | 59 | 10 | 19 | jul-14   | 142.92   |        |
| 6 | 59 | 10 | 20 | jul-14   | 120.61   |        |
| 6 | 59 | 10 | 21 | jul-14   | 161.77   |        |
| 6 | 59 | 10 | 22 | jul-14   | 121.8    |        |
| 6 | 59 | 10 | 23 | jul-14   | 139.88   |        |
| 6 | 59 | 10 | 24 | jul-14   | 139.55   |        |
| 6 | 59 | 10 | 25 | jul-14   | 141.4    |        |
| 6 | 59 | 10 | 26 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 27 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 28 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 29 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 59 | 10 | 30 | jul-14   | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 1  | Oct 2013 | 225.61   |        |
| 6 | 60 | 10 | 2  | Oct 2013 | 237      |        |
| 6 | 60 | 10 | 3  | Oct 2013 | 185.6    |        |
| 6 | 60 | 10 | 4  | Oct 2013 | 203.35   |        |
| 6 | 60 | 10 | 5  | Oct 2013 | 217      |        |
| 6 | 60 | 10 | 6  | Oct 2013 | 196.06   |        |
| 6 | 60 | 10 | 7  | Oct 2013 | 199.5    |        |
| 6 | 60 | 10 | 8  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 9  | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 10 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 11 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 12 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 13 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 14 | Oct 2013 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 15 | Ene 2014 | 168.85   |        |
| 6 | 60 | 10 | 16 | Ene 2014 | 165.94   |        |
| 6 | 60 | 10 | 17 | Ene 2014 | 154.14   |        |
| 6 | 60 | 10 | 18 | Ene 2014 | 162.82   |        |
| 6 | 60 | 10 | 19 | Ene 2014 | 149.8    |        |
| 6 | 60 | 10 | 20 | Ene 2014 | 152.74   |        |
| 6 | 60 | 10 | 21 | Ene 2014 | 162.42   |        |
| 6 | 60 | 10 | 22 | Ene 2014 | 165.91   |        |
| 6 | 60 | 10 | 23 | jul-14   | 154.4    |        |
| 6 | 60 | 10 | 24 | jul-14   | 125.36   |        |
| 6 | 60 | 10 | 25 | jul-14   | 123.2    |        |

|   |    |    |    |        |          |        |
|---|----|----|----|--------|----------|--------|
| 6 | 60 | 10 | 26 | jul-14 | 114.82   |        |
| 6 | 60 | 10 | 27 | jul-14 | 91.27    |        |
| 6 | 60 | 10 | 28 | jul-14 | 119.11   |        |
| 6 | 60 | 10 | 29 | jul-14 | Inmadura | 156.01 |
| 6 | 60 | 10 | 30 | jul-14 | Inmadura | 156.01 |

## Apéndice 2

Datos de las 5 variables tomadas en campo de las mazorcas maduras a lo largo del año de estudio.

| Código de árbol | Código de mazorca | Circunferencia de la mazorca (cm) | Longitud de la mazorca (cm) | Masa de la mazorca (g) | Numero de semillas por mazorca | Masa total de semillas (g) |
|-----------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 3               | 1                 | 24.5                              | 18                          | 414.7                  | 38                             | 114.82                     |
| 6               | 1                 | 27                                | 19                          | 491.1                  | 38                             | 116.0                      |
| 7               | 1                 | 23.5                              | 18.5                        | 382.9                  | 44                             | 120.5                      |
| 7               | 2                 | 24                                | 16                          | 377.72                 | 38                             | 102.08                     |
| 7               | 3                 | 23                                | 17.5                        | 325.89                 | 30                             | 83.26                      |
| 8               | 1                 | 27                                | 21.5                        | 552.06                 | 28                             | 110.2                      |
| 8               | 2                 | 29                                | 23.5                        | 639.4                  | 34                             | 142.0                      |
| 8               | 3                 | 28.3                              | 21.5                        | 604.29                 | 38                             | 133.9                      |
| 8               | 7                 | 25                                | 16.5                        | 337.15                 | 38                             | 116.16                     |
| 8               | 8                 | 23                                | 17                          | 336.39                 | 44                             | 112.5                      |
| 8               | 9                 | 23.5                              | 16                          | 359.97                 | 40                             | 120.85                     |
| 9               | 1                 | 24                                | 19                          | 424.64                 | 42                             | 135.91                     |
| 9               | 2                 | 25                                | 19                          | 470.73                 | 38                             | 120.33                     |
| 9               | 3                 | 23.4                              | 17.3                        | 377.54                 | 42                             | 129.73                     |
| 13              | 1                 | 21                                | 18                          | 277.79                 | 34                             | 70.61                      |
| 13              | 2                 | 24                                | 18                          | 341.69                 | 22                             | 90.97                      |
| 13              | 3                 | 22.5                              | 17                          | 314.99                 | 38                             | 108.91                     |
| 13              | 4                 | 22                                | 16                          | 286.95                 | 34                             | 98.36                      |
| 13              | 5                 | 23.8                              | 17.5                        | 379.65                 | 38                             | 92.86                      |
| 13              | 6                 | 23.7                              | 18                          | 372.8                  | 40                             | 92.93                      |
| 17              | 1                 | 21                                | 16.5                        | 257.96                 | 38                             | 80.23                      |
| 17              | 2                 | 23.7                              | 17.5                        | 346.32                 | 38                             | 109.6                      |
| 17              | 3                 | 23                                | 17.5                        | 335.27                 | 40                             | 83.23                      |
| 17              | 4                 | 24                                | 16                          | 369.42                 | 38                             | 114.96                     |
| 19              | 1                 | 29.5                              | 21.5                        | 697.62                 | 38                             | 139.5                      |
| 20              | 1                 | 29                                | 21                          | 615.4                  | 38                             | 146.4                      |
| 20              | 2                 | 25.5                              | 19.5                        | 516.17                 | 42                             | 147.4                      |
| 20              | 4                 | 24.5                              | 18                          | 403.73                 | 38                             | 103.31                     |
| 20              | 5                 | 24                                | 18                          | 342.18                 | 32                             | 103.36                     |

|    |    |       |       |        |    |        |
|----|----|-------|-------|--------|----|--------|
| 20 | 6  | 23.4  | 17    | 351.29 | 40 | 104.21 |
| 20 | 7  | 24.7  | 18    | 399.97 | 40 | 109.46 |
| 20 | 8  | 21.5  | 14.5  | 237.12 | 28 | 69.75  |
| 21 | 1  | 28    | 21    | 592.41 | 28 | 99.84  |
| 21 | 2  | 27.7  | 18.5  | 498.7  | 28 | 98.32  |
| 21 | 3  | 29    | 22    | 687.63 | 40 | 158.82 |
| 21 | 4  | 27.5  | 20    | 578.58 | 16 | 68.99  |
| 21 | 5  | 26.5  | 20    | 513.83 | 36 | 114.98 |
| 21 | 6  | 25.5  | 17.5  | 436.92 | 46 | 136.18 |
| 21 | 7  | 25.5  | 20    | 478.56 | 44 | 120.05 |
| 21 | 8  | 26.2  | 19    | 493.73 | 36 | 127.26 |
| 21 | 9  | 26    | 20.5  | 543.5  | 38 | 123.2  |
| 21 | 10 | 25.7  | 19.5  | 496.95 | 44 | 139.88 |
| 23 | 1  | 28.4  | 23    | 673.35 | 38 | 116.3  |
| 23 | 2  | 27    | 20    | 477.64 | 38 | 111.5  |
| 23 | 3  | 27    | 23    | 541.64 | 46 | 126.07 |
| 23 | 4  | 30    | 21    | 656.85 | 42 | 146.73 |
| 23 | 24 | 27.5  | 19.5  | 574.89 | 42 | 143.38 |
| 24 | 1  | 29    | 23.5  | 686.96 | 24 | 85.19  |
| 24 | 2  | 31.5  | 21    | 725.92 | 24 | 110.59 |
| 24 | 3  | 29.3  | 22    | 706.55 | 40 | 162.2  |
| 24 | 4  | 22.5  | 30    | 739.08 | 36 | 153.07 |
| 24 | 11 | 32.7  | 18    | 390.81 | 38 | 106.38 |
| 24 | 12 | 24.25 | 18.75 | 426.34 | 38 | 106.99 |
| 26 | 1  | 31    | 24.5  | 967.57 | 40 | 188.26 |
| 26 | 2  | 32.3  | 24    | 933.88 | 34 | 148.83 |
| 26 | 3  | 30    | 23    | 806.66 | 44 | 158.09 |
| 26 | 11 | 26.5  | 22    | 484.45 | 38 | 107.26 |
| 27 | 1  | 29.5  | 27    | 788.88 | 26 | 101.9  |
| 27 | 2  | 31.5  | 25    | 877.17 | 24 | 108.7  |
| 27 | 3  | 30.3  | 22.5  | 685.7  | 38 | 121.1  |
| 27 | 4  | 27    | 21    | 539.02 | 38 | 126.4  |
| 27 | 5  | 26.5  | 19.5  | 489.53 | 38 | 129.8  |
| 27 | 6  | 27.7  | 24    | 599.92 | 42 | 135.5  |
| 27 | 7  | 30    | 23    | 628.88 | 36 | 140.2  |
| 27 | 15 | 22    | 16.5  | 296.2  | 42 | 81.23  |
| 27 | 16 | 22    | 18    | 220.43 | 24 | 62.88  |
| 28 | 3  | 26.4  | 20    | 527.86 | 42 | 126.6  |
| 29 | 1  | 31    | 25    | 827.59 | 44 | 160.77 |
| 29 | 2  | 30    | 24    | 786.53 | 38 | 155.82 |
| 29 | 3  | 29.5  | 24    | 764.72 | 42 | 162.89 |



|    |    |      |      |        |    |        |
|----|----|------|------|--------|----|--------|
| 29 | 4  | 28.8 | 23   | 653.8  | 42 | 118.16 |
| 29 | 5  | 29   | 22   | 661.27 | 36 | 128.31 |
| 29 | 6  | 29   | 23.5 | 694.72 | 42 | 144.12 |
| 29 | 7  | 29.2 | 25   | 744.56 | 40 | 154    |
| 29 | 23 | 25.8 | 19   | 492.02 | 36 | 129.17 |
| 29 | 24 | 23.6 | 17.5 | 388.81 | 31 | 112.19 |
| 29 | 25 | 24   | 17   | 400.94 | 36 | 96.76  |
| 30 | 1  | 25.2 | 19.5 | 436.54 | 34 | 119.51 |
| 30 | 2  | 29.4 | 22.5 | 655.94 | 32 | 104.49 |
| 30 | 3  | 29   | 21.5 | 654.2  | 38 | 133.2  |
| 30 | 18 | 26.5 | 19.7 | 526.72 | 43 | 131.71 |
| 31 | 2  | 30.7 | 23.5 | 860.64 | 40 | 174.16 |
| 31 | 3  | 30.4 | 24   | 796.95 | 36 | 150.64 |
| 31 | 15 | 27   | 20.5 | 551.85 | 38 | 139.23 |
| 33 | 1  | 33.2 | 28   | 816.78 | 40 | 204.4  |
| 33 | 10 | 30   | 24.5 | 833.08 | 40 | 168.4  |
| 34 | 1  | 29   | 26   | 753.05 | 34 | 172.8  |
| 34 | 7  | 30.5 | 24   | 771.12 | 24 | 123.23 |
| 34 | 8  | 29.5 | 22.5 | 703.27 | 40 | 153.74 |
| 34 | 13 | 23.7 | 18.5 | 391.77 | 38 | 113.71 |
| 34 | 14 | 24.8 | 19.5 | 467.63 | 38 | 118.45 |
| 35 | 1  | 31   | 24   | 855.23 | 36 | 187.3  |
| 35 | 2  | 30   | 24   | 823.54 | 36 | 183.0  |
| 35 | 7  | 26.2 | 19   | 413.73 | 38 | 105.26 |
| 35 | 8  | 27   | 20.3 | 515.65 | 32 | 103.94 |
| 35 | 9  | 27   | 20   | 515.83 | 34 | 111.42 |
| 35 | 10 | 28.4 | 23   | 611.6  | 20 | 87.59  |
| 35 | 18 | 23.3 | 17.5 | 340.79 | 38 | 96.41  |
| 35 | 19 | 23.7 | 18.5 | 391.77 | 38 | 113.72 |
| 36 | 1  | 28.2 | 21.5 | 598.91 | 32 | 89.6   |
| 36 | 2  | 28.4 | 23   | 614.68 | 22 | 117.7  |
| 36 | 19 | 28   | 20   | 615.38 | 42 | 173.69 |
| 36 | 20 | 28.5 | 22   | 654.96 | 42 | 149.85 |
| 36 | 21 | 27   | 22   | 616.28 | 38 | 126.07 |
| 37 | 1  | 30.5 | 24   | 830.48 | 38 | 189.5  |
| 37 | 3  | 29.5 | 24.5 | 771.38 | 32 | 158.57 |
| 37 | 4  | 30   | 24   | 824.04 | 40 | 159.64 |
| 37 | 5  | 29.5 | 27   | 788.88 | 26 | 108.66 |
| 37 | 6  | 31   | 24   | 891.24 | 38 | 162.45 |
| 37 | 7  | 30   | 23.5 | 748.34 | 28 | 112.9  |
| 37 | 20 | 20   | 17   | 170.2  | 24 | 45.32  |

|    |    |      |      |        |    |        |
|----|----|------|------|--------|----|--------|
| 37 | 21 | 19   | 15   | 163.18 | 24 | 45.05  |
| 37 | 22 | 22.5 | 17.5 | 240.37 | 28 | 58.83  |
| 37 | 23 | 22   | 15   | 292.85 | 40 | 104.32 |
| 37 | 24 | 23.5 | 17   | 310.78 | 32 | 81.37  |
| 37 | 25 | 18.5 | 15.2 | 203.04 | 38 | 59.84  |
| 38 | 4  | 31   | 23   | 842.53 | 37 | 165.9  |
| 38 | 11 | 25   | 18.5 | 444.25 | 38 | 121.57 |
| 38 | 12 | 24.5 | 19   | 424.17 | 34 | 91.5   |
| 38 | 13 | 24   | 20   | 426.16 | 36 | 118.6  |
| 38 | 14 | 24.5 | 18.5 | 417.23 | 34 | 119.08 |
| 38 | 15 | 24.9 | 17.5 | 392.8  | 38 | 124.95 |
| 39 | 11 | 27.5 | 21   | 595.23 | 42 | 163.98 |
| 39 | 12 | 25.5 | 22   | 471.14 | 44 | 131.39 |
| 39 | 13 | 27.6 | 23   | 606.96 | 42 | 157.36 |
| 39 | 14 | 22.5 | 16   | 307.52 | 34 | 77.93  |
| 39 | 15 | 27.5 | 21.5 | 538.42 | 24 | 97.37  |
| 39 | 16 | 28.5 | 21.5 | 605    | 32 | 130.77 |
| 40 | 6  | 29   | 22.5 | 691.58 | 34 | 141.93 |
| 40 | 8  | 29   | 24.5 | 733.71 | 42 | 162.02 |
| 40 | 7  | 28   | 24.5 | 679.16 | 42 | 145.77 |
| 40 | 18 | 24   | 17   | 369.57 | 34 | 89.86  |
| 40 | 19 | 23.5 | 17.5 | 359.01 | 36 | 99.42  |
| 40 | 20 | 24.3 | 19   | 402.74 | 44 | 116.46 |
| 40 | 21 | 25.8 | 19   | 492.02 | 38 | 129.17 |
| 41 | 1  | 32.4 | 26   | 963.06 | 40 | 168.0  |
| 41 | 5  | 23   | 18.5 | 377.89 | 38 | 109.45 |
| 41 | 6  | 23.4 | 17   | 357.39 | 42 | 108.82 |
| 41 | 7  | 24.3 | 18   | 420.61 | 32 | 103.47 |
| 41 | 8  | 24.9 | 18.5 | 411.84 | 36 | 104.62 |
| 42 | 1  | 30   | 25   | 847.17 | 32 | 144.1  |
| 42 | 2  | 30   | 24.5 | 804.7  | 40 | 145.4  |
| 42 | 7  | 23   | 20   | 300.75 | 40 | 89.35  |
| 42 | 8  | 25   | 18   | 310.55 | 34 | 72.34  |
| 42 | 9  | 23   | 18   | 355.39 | 42 | 107.92 |
| 42 | 10 | 22.5 | 17   | 315.74 | 36 | 88.4   |
| 42 | 11 | 23.5 | 17   | 347.79 | 42 | 110.39 |
| 44 | 3  | 26.5 | 20   | 555.72 | 36 | 136.75 |
| 45 | 9  | 23   | 17.7 | 360.42 | 42 | 108.57 |
| 45 | 10 | 23   | 19.5 | 356.29 | 38 | 96.98  |
| 47 | 1  | 30.2 | 23.5 | 733.2  | 36 | 165.2  |
| 47 | 8  | 29.3 | 21   | 703.19 | 42 | 155.3  |

|    |    |      |      |          |    |        |
|----|----|------|------|----------|----|--------|
| 47 | 9  | 30.3 | 25   | 827.85   | 36 | 150.9  |
| 47 | 13 | 23.2 | 18.5 | 351.24   | 30 | 84.08  |
| 47 | 14 | 23.3 | 16.5 | 360.4    | 28 | 105.3  |
| 49 | 1  | 29.5 | 25   | 778.24   | 40 | 153.1  |
| 50 | 1  | 34.5 | 28   | 1222.72  | 46 | 224.75 |
| 50 | 2  | 30.7 | 24.7 | 947.3    | 40 | 164.86 |
| 50 | 3  | 29.5 | 23   | 849.81   | 42 | 138.88 |
| 50 | 4  | 32   | 25.5 | 1036.265 | 44 | 181.81 |
| 50 | 5  | 28.5 | 22   | 671.38   | 42 | 142.92 |
| 50 | 6  | 27.5 | 21   | 611.92   | 38 | 131.76 |
| 51 | 1  | 31   | 24   | 827.35   | 28 | 159.35 |
| 51 | 2  | 31.2 | 25   | 824.4    | 38 | 198.57 |
| 51 | 12 | 28.5 | 22   | 712.33   | 44 | 172.79 |
| 51 | 13 | 30   | 23.5 | 748.34   | 28 | 112.9  |
| 51 | 14 | 29.7 | 23.7 | 765.36   | 38 | 153.22 |
| 51 | 21 | 29.4 | 23.5 | 757.9    | 46 | 155.54 |
| 51 | 22 | 27   | 21   | 584.87   | 40 | 130.3  |
| 51 | 23 | 26   | 20   | 543.5    | 38 | 123.2  |
| 51 | 24 | 27.5 | 21   | 561.45   | 32 | 118.02 |
| 52 | 14 | 28.5 | 22   | 695.5    | 40 | 145.2  |
| 52 | 15 | 29   | 21.5 | 711.85   | 38 | 168.45 |
| 52 | 16 | 28.5 | 22   | 768.4    | 40 | 172.53 |
| 52 | 18 | 23.5 | 19.5 | 356.29   | 38 | 96.98  |
| 52 | 19 | 25.5 | 18.5 | 460.89   | 36 | 105.19 |
| 52 | 20 | 25   | 20   | 502.07   | 42 | 130.84 |
| 52 | 21 | 23   | 17.5 | 355.82   | 28 | 189.38 |
| 52 | 22 | 24.5 | 18   | 405.07   | 36 | 122.05 |
| 53 | 1  | 32   | 25   | 886.47   | 42 | 216.4  |
| 53 | 3  | 33.2 | 28   | 819.75   | 40 | 202.6  |
| 53 | 4  | 29   | 26   | 753.25   | 34 | 171.8  |
| 53 | 10 | 26   | 21   | 518.66   | 40 | 102.48 |
| 53 | 11 | 25.7 | 19.5 | 496.55   | 44 | 139.88 |
| 54 | 1  | 31.7 | 26.5 | 931.72   | 40 | 216.6  |
| 54 | 12 | 29   | 24   | 717.35   | 38 | 189.87 |
| 54 | 13 | 31.5 | 25   | 865.44   | 32 | 169.22 |
| 54 | 14 | 29.5 | 24   | 731.46   | 38 | 185.64 |
| 54 | 15 | 33.2 | 28   | 813.58   | 40 | 200.37 |
| 54 | 16 | 32   | 26   | 863.42   | 36 | 198.55 |
| 54 | 20 | 23.5 | 19   | 393.94   | 32 | 85.79  |
| 54 | 21 | 24   | 19   | 445.24   | 38 | 112.83 |
| 54 | 22 | 25.5 | 20   | 458.87   | 34 | 107.5  |

|    |    |      |      |        |    |        |
|----|----|------|------|--------|----|--------|
| 55 | 2  | 27.5 | 21.5 | 671.88 | 34 | 104.98 |
| 55 | 3  | 29.5 | 24   | 764.87 | 42 | 161.56 |
| 55 | 4  | 29   | 22.5 | 695.56 | 34 | 142.93 |
| 55 | 5  | 29.5 | 24.5 | 761.38 | 32 | 151.57 |
| 55 | 8  | 23   | 17   | 347.79 | 42 | 110.39 |
| 56 | 7  | 29.5 | 25   | 774.85 | 40 | 161.14 |
| 56 | 8  | 30   | 24.5 | 807.41 | 40 | 149.62 |
| 56 | 9  | 30.5 | 24   | 771.12 | 24 | 123.23 |
| 56 | 10 | 30.4 | 24   | 787.95 | 36 | 151.63 |
| 56 | 11 | 30   | 24   | 821.04 | 40 | 152.64 |
| 56 | 12 | 30   | 23   | 806    | 44 | 160.09 |
| 56 | 13 | 30   | 24   | 822.4  | 40 | 158.64 |
| 56 | 14 | 29   | 21   | 698.82 | 33 | 134.05 |
| 56 | 15 | 24   | 17.7 | 390.32 | 40 | 117.3  |
| 57 | 1  | 29.5 | 24.5 | 659.97 | 38 | 131.45 |
| 57 | 2  | 30.5 | 24   | 768.12 | 24 | 125.32 |
| 57 | 3  | 30.5 | 22.5 | 745.92 | 36 | 132.98 |
| 57 | 4  | 28.5 | 20.5 | 626.89 | 32 | 136.61 |
| 57 | 5  | 29.5 | 27   | 798.45 | 28 | 109.06 |
| 57 | 6  | 31   | 24   | 894.25 | 38 | 161.85 |
| 57 | 7  | 32.3 | 24   | 932.88 | 34 | 145.97 |
| 57 | 8  | 32.4 | 26   | 961.86 | 40 | 169.23 |
| 57 | 9  | 31   | 24.5 | 957.72 | 40 | 181.26 |
| 57 | 10 | 22   | 28   | 605.08 | 40 | 134.58 |
| 57 | 11 | 29   | 23.5 | 667.38 | 40 | 136.5  |
| 57 | 12 | 33   | 25   | 996.05 | 34 | 158    |
| 57 | 13 | 28.3 | 23   | 677.95 | 46 | 155.08 |
| 57 | 14 | 30   | 24   | 785.35 | 38 | 156.81 |
| 57 | 15 | 29   | 21   | 697.62 | 32 | 130.02 |
| 58 | 1  | 32.2 | 24   | 917.65 | 36 | 159.1  |
| 58 | 2  | 29.5 | 23.5 | 800.78 | 42 | 175.43 |
| 58 | 3  | 30.5 | 24   | 903.21 | 40 | 167.32 |
| 58 | 4  | 30   | 24.5 | 851.4  | 38 | 159.94 |
| 58 | 5  | 29   | 23.7 | 787.32 | 34 | 129.4  |
| 58 | 6  | 33   | 24   | 994.1  | 44 | 147.45 |
| 58 | 7  | 36   | 26.5 | 1230.3 | 41 | 187.44 |
| 58 | 8  | 31.7 | 26.5 | 933.72 | 40 | 219.6  |
| 58 | 9  | 30.5 | 23.5 | 754.2  | 36 | 168.16 |
| 58 | 10 | 32   | 27   | 1,005  | 40 | 219.7  |
| 58 | 11 | 31.5 | 26   | 831.57 | 40 | 198.26 |
| 58 | 12 | 31   | 25.5 | 861.04 | 32 | 170.62 |

|    |    |      |      |        |    |        |
|----|----|------|------|--------|----|--------|
| 59 | 1  | 30   | 23.5 | 708.62 | 32 | 164.55 |
| 59 | 2  | 29   | 24   | 713.55 | 38 | 188.57 |
| 59 | 3  | 31.5 | 25   | 865.04 | 32 | 168.62 |
| 59 | 4  | 28.5 | 24   | 843.85 | 40 | 192.24 |
| 59 | 5  | 32.5 | 27   | 1,011  | 40 | 234.7  |
| 59 | 6  | 30.2 | 25   | 722.64 | 38 | 187.04 |
| 59 | 13 | 30.3 | 25   | 829.35 | 36 | 155.94 |
| 59 | 14 | 31.5 | 21   | 732.22 | 24 | 113.54 |
| 59 | 15 | 30   | 24   | 824.48 | 40 | 159.92 |
| 59 | 16 | 31   | 25   | 837.56 | 44 | 164.77 |
| 59 | 17 | 30.4 | 24   | 793.85 | 38 | 154.64 |
| 59 | 18 | 26   | 20.5 | 558.98 | 40 | 145.57 |
| 59 | 19 | 28.2 | 22.2 | 671.38 | 42 | 142.92 |
| 59 | 20 | 26.5 | 20.5 | 552.47 | 34 | 120.61 |
| 59 | 21 | 28   | 21   | 635.17 | 42 | 161.77 |
| 59 | 22 | 25   | 20.5 | 507.6  | 42 | 121.8  |
| 59 | 23 | 25.5 | 19.5 | 496.55 | 44 | 139.88 |
| 59 | 24 | 27.5 | 20.5 | 573.49 | 38 | 139.55 |
| 59 | 25 | 26.5 | 20.5 | 583.96 | 44 | 141.4  |
| 60 | 1  | 31   | 27   | 898.61 | 42 | 225.61 |
| 60 | 2  | 33   | 26   | 752.27 | 42 | 237    |
| 60 | 3  | 29.5 | 24   | 730    | 38 | 185.6  |
| 60 | 4  | 31.5 | 26   | 893.35 | 44 | 203.35 |
| 60 | 5  | 32   | 24   | 754.97 | 42 | 217    |
| 60 | 6  | 31.5 | 26   | 830.05 | 40 | 196.06 |
| 60 | 7  | 32   | 26   | 862.46 | 36 | 199.5  |
| 60 | 15 | 30   | 24.5 | 831.98 | 40 | 168.85 |
| 60 | 16 | 31   | 23   | 845.39 | 36 | 165.94 |
| 60 | 17 | 30   | 25   | 857.87 | 32 | 154.14 |
| 60 | 18 | 29   | 24.5 | 733.99 | 42 | 162.82 |
| 60 | 19 | 29   | 23.5 | 704.72 | 42 | 149.8  |
| 60 | 20 | 30.3 | 25   | 831.85 | 36 | 152.74 |
| 60 | 21 | 29   | 24.8 | 735.73 | 42 | 162.42 |
| 60 | 22 | 31   | 23   | 843.33 | 36 | 165.91 |
| 60 | 23 | 26.5 | 21   | 562.24 | 44 | 154.4  |
| 60 | 24 | 25   | 18   | 430.86 | 42 | 125.36 |
| 60 | 25 | 25   | 18   | 424.92 | 40 | 123.2  |
| 60 | 26 | 24.5 | 17   | 439.49 | 30 | 114.82 |
| 60 | 27 | 26.5 | 20   | 489.59 | 40 | 91.27  |
| 60 | 28 | 24.7 | 17.5 | 432.2  | 34 | 119.11 |

### Apéndice 3

| <b>Descripción del perfil de suelo CUND-1</b>   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| <b>I. Información acerca de la localidad</b>    |                               |  |
| a.  | Número del perfil:            | 01   |
| b.  | Nombre del sitio:             | Rancho el Carmelo, Cunduacán, Tabasco  |
| c.  | Clasificación del suelo WRB:  | Cambisol fluvico   |
| d.  | Fecha de la descripción:      | 18 de Julio de 2014  |
| e.  | Autor:                        | Nuria J. Venegas Mancera   |
| f.  | Localización:<br>Coordenadas: | Planicie, cerca de un brazo del río Mezcalapa<br>18° 07' 13" LN y 93° 18' 25" LO   |
| g.  | Altitud:                      | 17 msnm.   |
| h.  | Forma del terreno:            | Perfil ubicado en una planicie, formado por depósitos aluviales  |
| i.  | Pendiente:                    | Sin pendiente  |
| j.  | Uso del suelo y vegetación:   | Uso agrícola con plantío de cacao  |
| k.  | Clima:                        | <i>Am</i> Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación media anual es de 2,750 mm, siendo abril y mayo los únicos meses en que la lluvia es ausente. La temperatura media anual es de 27° C, con temperaturas mínimas de 18°C en el mes de enero, y máximas de 36°C en el mes de mayo. |
| <b>II. Información general acerca del suelo</b> |                               |  |
| a.  | Material parental:            | Depósitos de aluvión   |
|   | Drenaje natural:              | Moderado a bueno   |

|    |                                      |   |
|----|--------------------------------------|---|
|    | Condiciones de humedad en el perfil: | Suelo húmedo (con precipitaciones en días anteriores) |
| d  | Profundidad del manto freático:      | Desconocida   |
| e. | Presencia de rocas superficiales:    | No  |
| f. | Evidencia de erosión:                | No hay  |
| g. | Presencia de sales o soda:           | Ninguna   |
| h. | Influencia humana:                   | Suelo cultivado.                                      |

### III. Descripción breve del perfil



Perfil profundo (100 cm) moderadamente drenado debido a la presencia de arcillas; color café a café-amarillento a lo largo de todo el perfil debido a la alta presencia de materia orgánica (3.4%). Desarrollo de estructura sub angular en bloques, con agregados de tamaño medio y grueso de grado fuerte. Presencia de facetas de fricción a partir del segundo horizonte. La porosidad de todo el perfil es baja a moderada, con poros esféricos finos. Densidad de raíces baja en los primeros 37 cm y después desaparece. Alta capacidad de aireación y de agua disponible, así como alta a moderada capacidad de intercambio catiónico y alta cantidad de bases intercambiables.

### IV. Descripción del perfil

|           |           |   |
|-----------|-----------|---|
| <b>A1</b> | 0 – 13 cm | Color café en húmedo (10YR 2/2), textura franca limosa fina. Contenido medio a alto de materia orgánica (4%), pH moderadamente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros |
|-----------|-----------|---|

|            |            |  |
|------------|------------|--|
|            |            | finos comunes y esféricos. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.   |
| <b>A2</b>  | 13 – 26 cm | Color café en húmedo (7.5YR 2.5/2), textura franca limosa fina, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH moderadamente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad. Poros finos comunes y esféricos. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.      |
| <b>2AB</b> | 26 – 37 cm | Color café en húmedo (10YR 2/2), textura franca arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH moderadamente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad Poros finos comunes y esféricos. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.       |
| <b>Bw</b>  | 37 – 51 cm | Color café rojizo en húmedo (5R 3/2), textura franca arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad. Poros finos comunes y esféricos. Sin densidad de raíces. Límite irregular y difuso.     |
| <b>Bw2</b> | 51 – 62 cm | Color café en húmedo (7.5YR 4/4), textura franco arcillosa, contenido medio de materia orgánica (2.6%), pH muy ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros finos comunes y esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso. |
| <b>3BC</b> | 62 – 78 cm | Color café en húmedo (10YR 3/3), textura franca imosa fina, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH muy ligeramente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros  |



|           |             |  |
|-----------|-------------|--|
|           |             | finos comunes y esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso.   |
| <b>BC</b> | 78 – 100 cm | Color café en húmedo (7.5YR 3/2), textura franco arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH muy ligeramente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad Poros finos comunes y esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso. |

**V. Interpretación de las características del suelo:**

**Procesos pedogenéticos dominantes**

Al tratarse de una llanura costera y estar cerca de un río, el material parental consiste en depósitos aluviales, es decir, consiste en la acumulación de material asociado al arrastre de un caudal. En estos sitios se presenta cierta estabilidad geomorfológica, lo que ha permitido el avance de la pedogénesis en esta zona, mostrando como procesos predominantes, la acumulación de materia orgánica en el horizonte más superficial, aunado a la presencia de mantillo tipo mull, producto del manejo forestal, así como la formación de un horizonte A.

**Características ecológicas**

El suelo cuenta con una conductividad hidráulica y capacidad de aireación altas, un drenaje moderado a bueno y un medio a alto contenido de materia orgánica, lo cual, aunado a su textura franca y alta capacidad de campo, lo hace un sitio ideal para la agricultura, tanto de cultivos anuales como perennes, como el caso del cacao. Sin embargo, este último factor también puede ser una limitante ya que durante la temporada de estiaje el suelo tiende a compactarse y puede ser perjudicial para el desarrollo de cultivos, lo que haría necesaria la implementación del riego, tal es el caso de este rancho.


Considerando lo anterior, se recomienda limitar el uso de suelo en este sitio a la agricultura y pastoreo, ya que usos como la construcción pueden ser perjudiciales debido a las características estructurales del suelo. Sin embargo, este suelo también tiene el potencial de destinar su uso al manejo forestal, ya que cuenta con todas las características

geomórficas, edáficas y climáticas necesarias para un buen desarrollo de bosque tropical, por lo cual se recomienda ampliamente la implementación de sistemas agroforestales usando árboles nativos como sombra del cacao, las cuales permitirán proporcionar servicios ambientales y contribuir a la conservación de especies arbóreas, así como proporcionar otro tipo de ganancias al agricultor.

### Descripción del perfil de suelo CUND-2

#### I. Información acerca de la localidad

|    |                               |  |
|----|-------------------------------|--|
| a. | Número del perfil:            | 02   |
| b. | Nombre del sitio:             | Rancho el Carmelo, Cunduacán, Tabasco  |
| c. | Clasificación del suelo WRB:  | Cambisol eutrico   |
| d. | Fecha de la descripción:      | 18 de Julio de 2014  |
| e. | Autor:                        | Nuria J. Venegas Mancera   |
| f. | Localización:<br>Coordenadas: | Planicie, cerca de un brazo del río Mezcalapa<br>18° 07' 06" LN y 93° 18' 19" LO   |
| g. | Altitud:                      | 19 msnm.   |
| h. | Forma del terreno:            | Perfil ubicado en una planicie, formado por depósitos aluviales  |
| i. | Pendiente:                    | Sin pendiente  |
| j. | Uso del suelo y vegetación:   | Uso agrícola con plantío de cacao  |
| k. | Clima:                        | <i>Am</i> Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación media anual es de 2,750 mm, siendo abril y mayo los únicos meses en que la lluvia es ausente. La temperatura media anual es de 27° C, con temperaturas mínimas de 18°C en el mes de enero, y máximas de 36°C en el mes de mayo. |

|   |                                      |  |
|---|--------------------------------------|--|
|   |                                      |  |
| <b>II. Información general acerca del suelo</b>                                     |                                      |  |
| a.  | Material parental:                   | Depósitos de aluvión   |
|   | Drenaje natural:                     | Moderado a bueno   |
|   | Condiciones de humedad en el perfil: | Suelo húmedo (con precipitaciones en días anteriores)  |
| d.  | Profundidad del manto freático:      | Desconocida  |
| e.  | Presencia de rocas superficiales:    | No   |
| f.  | Evidencia de erosión:                | No hay   |
| g.  | Presencia de sales o soda:           | Ninguna  |
| h.  | Influencia humana:                   | Suelo cultivado.   |
| <b>III. Descripción breve del perfil</b>  |                                      |  |
|  |                                      | <p>Perfil profundo (104 cm) moderadamente drenado debido a la presencia de arcillas en principalmente en los horizontes más profundos; color café a café-amarillento a lo largo de todo el perfil debido a la alta presencia de materia orgánica (3.4 a 4.3%). Desarrollo de estructura sub angular en bloques, con agregados de tamaño medio y grueso de grado fuerte. La porosidad de todo el perfil es baja a moderada, con poros esféricos finos. Densidad de raíces baja en los primeros 37 cm y después desaparece. Alta capacidad de aireación y de agua disponible, así como alta a moderada capacidad de intercambio catiónico y alta cantidad de bases intercambiables</p> |

| IV. Descripción del perfil |            |   |
|----------------------------|------------|---|
| <b>Ah</b>                  | 0 - 11 cm  | Color café en húmedo (7.5 YR 3/2), textura franca. Contenido medio a alto de materia orgánica (3.8%), pH moderadamente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular. Sin pedregosidad. Poros finos comunes y esféricos. Densidad de raíces media; límite irregular y difuso.                           |
| <b>2Ah</b>                 | 11 – 21 cm | Color café en húmedo (5YR 2.5/2), textura franca, contenido medio a alto de materia orgánica (4.3%), pH moderadamente ácido (5.5 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad Poros medianos, muchos y esféricos. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.       |
| <b>AB</b>                  | 21 – 32 cm | Color café en húmedo (10YR 3/2), textura franca limosa fina, contenido medio de materia orgánica (3.3%), pH moderadamente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad Poros finos comunes y esféricos. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.                 |
| <b>Bw1</b>                 | 32 – 52 cm | Color café rojizo en húmedo (5R 3/3), textura franca arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.3%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad Poros finos comunes, tubulares y esféricos. Sin densidad de raíces. Límite irregular y difuso. |
| <b>Bw2</b>                 | 52 – 80 cm | Color café en húmedo (5YR 3/3), textura franco arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.3%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros muy finos esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso.             |
|                            |            |   |

|           |             |   |
|-----------|-------------|---|
| <b>BC</b> | 80 – 104 cm | Color café en húmedo (7.5YR 4/4), textura arcillo arenosa, contenido medio de materia orgánica (2.8%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros comunes, medianos y esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso. |
|-----------|-------------|---|

## V. Interpretación de las características del suelo

### Procesos pedogenéticos dominantes

Al tratarse de una llanura costera y estar cerca de un río, el material parental consiste en depósitos aluviales, es decir, consiste en la acumulación de material asociado al arrastre de un caudal. En estos sitios se presenta cierta estabilidad geomorfológica, lo que ha permitido el avance de la pedogénesis en esta zona, mostrando como procesos predominantes, la acumulación de materia orgánica en el horizonte más superficial, aunado a la presencia de mantillo tipo mull, producto del manejo forestal, así como la formación de un horizonte A.

Éste perfil se encuentra metro sobre nivel del mar por encima de los otros dos perfiles, por lo que se cree que esta ubicación forma parte del levé del cauce de un antiguo río que pasaba cerca de la parcela.

### Características ecológicas

El suelo cuenta con una conductividad hidráulica y capacidad de aireación altas, un drenaje moderado a bueno y un medio a alto contenido de materia orgánica, lo cual, aunado a su textura franca y alta capacidad de campo, lo hace un sitio ideal para la agricultura, tanto de cultivos anuales como perennes, como el caso del cacao. Sin embargo, este último factor también puede ser una limitante ya que durante la temporada de estiaje el suelo tiende a compactarse y puede ser perjudicial para el desarrollo de cultivos, lo que haría necesaria la implementación del riego, tal es el caso de este rancho.

Considerando lo anterior, se recomienda limitar el uso de suelo en este sitio a la agricultura y pastoreo, ya que usos como la construcción pueden ser perjudiciales debido a las características estructurales del suelo. Sin embargo, este suelo también tiene el potencial de destinar su uso al manejo forestal, ya que cuenta con todas las características geomórficas, edáficas y climáticas necesarias para un buen desarrollo de bosque tropical, por lo cual se recomienda ampliamente la implementación de sistemas agroforestales usando árboles nativos como sombra del cacao, las cuales permitirán proporcionar

servicios ambientales y contribuir a la conservación de especies arbóreas, así como proporcionar otro tipo de ganancias al agricultor.

| <b>Descripción del perfil de suelo CUND-3</b> |                              |  |
|---|------------------------------|--|
| <b>I. Información acerca de la localidad</b>  |                              |  |
| a.  | Número del perfil:           | 03   |
| b.  | Nombre del sitio:            | Rancho el Carmelo, Cunduacán, Tabasco  |
| c.  | Clasificación del suelo WRB: | Cambisol fluvico   |
| d.  | Fecha de la descripción:     | 18 de Julio de 2014  |
| e.  | Autor:                       | Nuria J. Venegas Mancera   |
| f.  | Localización:                | Planicie, cerca de un brazo del río Mezcalapa  |
|   | Coordenadas:                 | 18° 07' 01.57" LN y 93° 18' 15.68" LO  |
| g.  | Altitud:                     | 17 msnm.   |
| h.  | Forma del terreno:           | Perfil ubicado en una planicie, formado por depósitos aluviales  |
| i.  | Pendiente:                   | Sin pendiente  |
| j.  | Uso del suelo y vegetación:  | Uso agrícola con plantío de cacao  |
| k.  | Clima:                       | <i>Am</i> Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación media anual es de 2,750 mm, siendo abril y mayo los únicos meses en que la lluvia es ausente. La temperatura media anual es de 27° C, con temperaturas mínimas de 18°C en el mes de enero, y máximas de 36°C en el mes de mayo. |

|  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
|  |                                      |   |
| <b>I. Información general acerca del suelo</b> |                                      |   |
| a.   | Material parental:                   | Depósitos de aluvión                                  |
|  | Drenaje natural:                     | Moderado a bueno                                      |
|  | Condiciones de humedad en el perfil: | Suelo húmedo (con precipitaciones en días anteriores) |
| d  | Profundidad del manto freático:      | Desconocida   |
| e.   | Presencia de rocas superficiales:    | No  |
| f.   | Evidencia de erosión:                | No hay  |
| g.   | Presencia de sales o soda:           | Ninguna   |
| h.   | Influencia humana:                   | Suelo cultivado.                                      |
| <b>II. Descripción breve del perfil</b>        |                                      |   |



Perfil profundo (110 cm) moderadamente drenado debido a la presencia de arcillas; color café a café-amarillento a lo largo de todo el perfil debido a la presencia de materia orgánica (2.5 a 4%). Desarrollo de estructura sub angular en bloques, con agregados de tamaño medio y grueso de grado fuerte. Presencia de facetas de fricción en los dos últimos horizontes. La porosidad de todo el perfil es baja a moderada, con poros esféricos y tubulares finos y comunes. Densidad de raíces media y baja en los primeros 67 cm y después desaparece. Alta capacidad de aireación y de agua disponible, así como alta a moderada capacidad de intercambio catiónico y alta cantidad de bases intercambiables.

### III. Descripción del perfil

|            |            |  |
|------------|------------|--|
| <b>A1</b>  | 0 – 16 cm  | Color café en húmedo (7.5YR 3/2), textura franca. Contenido medio de materia orgánica (2.5%), pH moderadamente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad. Poros muchos, finos, esféricos y tubulares. Densidad de raíces media; límite irregular y difuso.                              |
| <b>A2</b>  | 16 – 32 cm | Color café en húmedo (7.5YR 2.5/2), textura franco arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH moderadamente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad. Poros comunes, finos, esféricos y vesiculares. Densidad de raíces media; límite irregular y difuso. |
| <b>2AB</b> | 32 – 46 cm | Color café en húmedo (10YR 3/3), textura arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH muy moderadamente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques moderada. Sin pedregosidad Poros muy  |



|            |             |  |
|------------|-------------|--|
|            |             | finos comunes, esféricos y tubulares. Densidad de raíces baja; límite irregular y difuso.  |
| <b>Bw</b>  | 46 – 64 cm  | Color café en húmedo (7.5R 2.5/2), textura franco arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3.5%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin pedregosidad. Poros finos comunes, esféricos y tubulares. Baja densidad de raíces. Límite irregular y difuso.   |
| <b>Bw2</b> | 64 – 83 cm  | Color café en húmedo (7.5YR 3/3), textura franco arcillo limosa, contenido medio de materia orgánica (3%), pH ligeramente (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin presencia de rocas. Poros finos comunes y esféricos. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso.                 |
| <b>3BC</b> | 83 – 95 cm  | Color café en húmedo (10YR 3/3), textura franca limosa fina, contenido medio de materia orgánica (2.8%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin presencia de piedras. Poros finos, pocos, esféricos y tubulares. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso. |
| <b>BC</b>  | 75 – 110 cm | Color café en húmedo (5R 3/2), textura franco arcillosa fina, contenido medio de materia orgánica (4%), pH ligeramente ácido (6 en CaCl <sub>2</sub> 0.01M), estructura subangular en bloques. Sin presencia de piedras. Poros finos, pocos, esféricos y tubulares. Sin presencia de raíces. Límite irregular y difuso.  |

#### IV. Interpretación de las características del suelo

##### Procesos pedogenéticos dominantes

Al tratarse de una llanura costera y estar cerca de un río, el material parental consiste en depósitos aluviales, es decir, consiste en la acumulación de material asociado al arrastre de un caudal. En estos sitios se presenta cierta estabilidad geomorfológica, lo que ha

permitido el avance de la pedogénesis en esta zona, mostrando como procesos predominantes, la acumulación de materia orgánica en el horizonte más superficial, aunado a la presencia de mantillo tipo mull, producto del manejo forestal, así como la formación de un horizonte A.

### **Características ecológicas**

El suelo cuenta con una conductividad hidráulica y capacidad de aireación altas, un drenaje moderado a bueno y un medio a alto contenido de materia orgánica, lo cual, aunado a su textura franca y alta capacidad de campo, lo hace un sitio ideal para la agricultura, tanto de cultivos anuales como perennes, como el caso del cacao. Sin embargo, este último factor también puede ser una limitante ya que durante la temporada de estiaje el suelo tiende a compactarse y puede ser perjudicial para el desarrollo de cultivos, lo que haría necesaria la implementación del riego, tal es el caso de este rancho.

Considerando lo anterior, se recomienda limitar el uso de suelo en este sitio a la agricultura y pastoreo, ya que usos como la construcción pueden ser perjudiciales debido a las características estructurales del suelo. Sin embargo, este suelo también tiene el potencial de destinar su uso al manejo forestal, ya que cuenta con todas las características geomórficas, edáficas y climáticas necesarias para un buen desarrollo de bosque tropical, por lo cual se recomienda ampliamente la implementación de sistemas agroforestales usando árboles nativos como sombra del cacao, las cuales permitirán proporcionar servicios ambientales y contribuir a la conservación de especies arbóreas, así como proporcionar otro tipo de ganancias al agricultor.